

4

Ana Flávia de Oliveira

# TÓPICOS EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: RESULTADOS DE PESQUISAS ACADÊMICAS



Ana Flávia de Oliveira  
(organizadora)

Tópicos em ciências e tecnologia  
de alimentos: resultados de  
pesquisas acadêmicas  
Volume 4

**Blucher**

*Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: Resultados de Pesquisas Acadêmicas – Volume 4*

© 2019 Ana Flávia de Oliveira (organizadora)

Editora Edgard Blücher Ltda.

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

---

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil  
Tel 55 11 3078-5366  
contato@blucher.com.br  
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.  
do Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa,  
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer  
meios, sem autorização escrita da Editora.

---

Todos os direitos reservados pela Editora  
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

---

Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos:  
Resultados de Pesquisas Acadêmicas - Volume 4 /  
organizado por Ana Flávia de Oliveira. -- São Paulo :  
Blucher, 2018.  
400 p.

Bibliografia  
ISBN 978-85-8039-353-8 (e-book)  
ISBN 978-85-8039-352-1 (impresso)  
Open Access

1. Tecnologia de alimentos 2. Alimentos – Pesquisas –  
Brasil 2. Nutrição – Pesquisas – Brasil I. Oliveira, Ana  
Flávia de.

18-1824

CDD 664.005

---

Índices para catálogo sistemático:  
1. Tecnologia de alimentos – Pesquisas

# **SOBRE OS AUTORES**

## **Alexandre Rodrigo Coelho**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.  
Doutorado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

## **Alison Henrique da Silva Ignácio**

Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
*campus* Londrina.

## **Ana Flávia de Oliveira**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.  
Doutorado em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo.

## **Ana Flávia Sampaio Paulo**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
*campus* Londrina.

## **Anderson Massaro Takihara**

Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
*campus* Londrina.

## **Andréa Maria Baroneza**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.  
Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina.

## **Andréia Macedo De Souza Lainetti**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
*campus* Londrina.

**Bruno Delafronte**

Tecnólogo em Alimentos e Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Camila Coelho Martins**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Camila Vicentino Fonteles**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Carlos Raimundo Ferreira Grosso**

Doutor em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Pós-doutor pela Cornell University e na University of Minnesota. Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Caroline Maria Calliari**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

**Cláudio Takeo Ueno**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

**Daiane Souza Santana**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Deivid Padilha Schena**

Tecnólogo em Alimentos pela Faculdade de Tecnologia de Marília. Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Fabiana Fiusa Ferreira**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Fabio Yamashita**

Docente da Universidade Estadual de Londrina e orientador junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

**Fernanda Carla Henrique**

Tecnóloga em Alimentos Pela Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, *campus* Londrina. Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Docente do Senai Londrina.

**Fernando Santini Vedovat**

Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Isabel Craveiro Moreira**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo.

**Isabela dos Santos Paglione**

Farmacêutica pela Faculdade de Ensino Superior Dom Bosco e graduação em Programa Especial de Formação de Docente pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Janaína Schueler**

Tecnóloga em Alimentos e Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Jaqueline Marques Bonfim**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya**

Graduado em Química pela Universidade Estadual de Londrina. Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**João Augusto Salviano de Medeiros**

Engenheiro de Materiais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**José Mario Bio Martin Prieto**

Graduando do Curso de Tecnologia em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Lúcia Felicidade Dias**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina.

**Luciana Furlaneto-Maia**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná.

**Luiz Rodrigo Ito Morioka**

Docente Titular da Universidade Norte do Paraná. Doutor em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

**Lyssa Setsuko Sakanaka**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

**Marcella Vitoria Galindo**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Márcia Cristina Furlaneto**

Docente da Universidade Estadual de Londrina. Doutorado em Genética e Biologia Molecular pela University of Nottingham.

**Marco Antônio Ferreira**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutor em Administração pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

### **Marianne Ayumi Shirai**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

### **Marly Sayuri Katsuda**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

### **Nadine Letícia Vieira da Silva**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

### **Natara Fávaro Tosoni**

Engenheira de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Campo Mourão.

### **Neusa Fátima Seibel**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

### **Paulo de Tarso Carvalho**

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Doutor em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

### **Rafaele Martins de Souza**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

### **Ranubia Rocha da Silva**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

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

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina. Doutor em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas.



**Rodolfo Campos Zanin**

Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Mestre em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

**Suellen Santos Kikuchi Ribeiro**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Thais Garcia Bortotti**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Valéria Barbosa Gomes de Santis**

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Vanessa da Silva Martins**

Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

# **SOBRE A ORGANIZADORA**

## **Ana Flávia de Oliveira**

Graduada em Nutrição. Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), atua como docente no Ensino Superior há 16 anos, sendo que há 8 anos tem trabalhado com a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Tecnologia em Alimentos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Londrina. Docente do Departamento Acadêmico de Alimentos da UTFPR desde 2007.



# DEDICATÓRIA

Dedico este livro a todos os colegas companheiros na redação desta obra, bem como a todos os nossos alunos que iniciaram o aprendizado da arte da ciência, mas mais do que isso, que conosco choraram, sorriram e cresceram!



# AGRADECIMENTO

Agradeço a todos os autores dos capítulos por auxiliarem a transformar trabalhos acadêmicos em capítulos de livro, proporcionando, assim, a concepção de mais esta obra.

Agradeço a todos os nossos ex-alunos, muitos dos quais se tornaram amigos. Tenho acompanhado as formaturas e suas vidas profissionais, sempre reacendendo a certeza de que fiz a melhor escolha: ser professora!



# APRESENTAÇÃO

Este livro apresenta uma coleção de pesquisas acadêmicas realizada por alunos do curso de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Londrina, orientados por docentes, mestres e doutores, que trabalham na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Sua finalidade é divulgar as pesquisas realizadas em nossa instituição, a fim de fomentar publicações na área e oferecer subsídios teórico-metodológicos para investigações posteriores, servindo de apoio a alunos e docentes que atuam na área de alimentos.

Neste volume foi inserida uma seleção de pesquisas desenvolvidas nos Trabalhos de Conclusão do Curso da Tecnologia em Alimentos, defendidos ao longo do ano de 2017. Inseriu-se, também, alguns trabalhos realizados no Programa de Iniciação Científica e no Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTAL), *campus* Londrina.

*Ana Flávia de Oliveira*





# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1 – AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL, NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E CONSUMO DE BEBIDA ALCOÓLICA DOS ALUNOS DA UTFPR CAMPUS LONDRINA .....21

*Camila Coelho Martins*  
*Rafaele Martins de Souza*  
*Ana Flávia de Oliveira*

## CAPÍTULO 2 – COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE FARINHA DE TRIGO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE BANANA VERDE .....53

*Fernando Santini Vedovat*  
*Paulo de Tarso Carvalho*

## CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MATURADO POR CULTURAS AUTÓCTONES .....75

*Jaqueline Marques Bonfim*  
*Ranubia Rocha da Silva*  
*Luciana Furlaneto-Maia*  
*Marly Sayuri Katsuda*

## CAPÍTULO 4 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE DRAGEADOS DE SOJA [*Glycine max (L.)*] COM COBERTURA CROCANTE, SALGADA E SEM GLÚTEN .....99

*José Mario Bio Martin Prieto*  
*Thais Garcia Bortotti*  
*Deivid Padilha Schena*  
*Alexandre Rodrigo Coelho*  
*Lúcia Felicidade Dias*

**CAPÍTULO 5 – CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO DE SOJA E EXTRATO DE CAFÉ VISANDO À FORMULAÇÃO DE UMA BEBIDA MISTA..... 115**

*Alison Henrique da Silva Ignácio*

*Bruno Delafronte*

*Isabel Craveiro Moreira Andrei*

*Lyssa Setsuko Sakanaka*

**CAPÍTULO 6 – EXTRATO DE SOJA CRIOCONCENTRADO APLICADO NA ELABORAÇÃO DE MAIONESE ..... 139**

*Ana Flávia Sampaio Paulo*

*Nadine Letícia Vieira Da Silva*

*Neusa Fátima Seibel*

**CAPÍTULO 7 – ELABORAÇÃO DE GELEIA DE ABACAXI COM PIMENTA ..... 175**

*Andréia Macedo De Souza Lainetti*

*Neusa Fátima Seibel*

**CAPÍTULO 8 – SORVETE LIGHT DE ALFARROBA COM CALDA DE HIBISCO .....201**

*Camila Vicentino Fonteles*

*Caroline Maria Calliari*

**CAPÍTULO 9 – FILMES BIODEGRADÁVEIS DE GELATINA E QUITOSANA COM ADIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA CONSERVAÇÃO DE PRESUNTO EMBALADO A VÁCUO .....221**

*Marcella Vitoria Galindo*

*Isabela dos Santos Paglione*

*João Augusto Salviano de Medeiros*

*Fabio Yamashita*

*Carlos Raimundo Ferreira Grosso*

*Lyssa Setsuko Sakanaka*

*Marianne Ayumi Shirai*

**CAPÍTULO 10 – ANÁLISE DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS: UM ESTUDO DAS EMBALAGENS DE PÃES DE FÔRMA .....259**

*Suellen Santos Kikuchi Ribeiro*

*João Cairo Ferreira*

*Marco Antônio Ferreira*

**CAPÍTULO 11 – OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE ALGINATO DE SÓDIO E SEU EFEITO SOBRE A ATIVIDADE DA  $\beta$ -GALACTOSIDASE .....285**

*Anderson Massaro Takihara*  
*Raúl Jorge Hernan Castro-Gómez*  
*Luiz Rodrigo Ito Morioka*  
*Cláudio Takeo Ueno*

**CAPÍTULO 12 – ACEITAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJO MINAS PADRÃO COM TEOR DE SÓDIO REDUZIDO .....313**

*Marly Sayuri Katsuda*  
*Vanessa da Silva Martins*  
*Luciana Furlaneto-Maia*  
*Valéria Barbosa Gomes de Santis*  
*Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya*  
*Ana Flávia de Oliveira*

**CAPÍTULO 13 – AUDITORIAS INTERNAS DA QUALIDADE E SEU PAPEL NA MANUTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO FSSC 22.000: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS LOCALIZADA EM LONDRINA-PR .....335**

*Daiane Souza Santana*  
*Andréa Maria Baroneza*

**CAPÍTULO 14 – IDENTIFICAÇÃO GENOTÍPICA DIRETA DE BACTÉRIAS POTENCIALMENTE PATOGÊNICAS EM QUEIJOS E EMBUTIDOS .....363**

*Luciana Furlaneto Maia*  
*Natara Fávaro Tosoni*  
*Janaína Schueler*  
*Fernanda Carla Henrique*  
*Rodolfo Campos Zanin*  
*Márcia Cristina Furlaneto*

**CAPÍTULO 15 – COOLER ALCOÓLICO GASEIFICADO COM ADIÇÃO DE EXTRATO AQUOSO DE HIBISCO .....383**

*Fabiana Fiusa Ferreira*  
*Alexandre Rodrigo Coelho*  
*Caroline Maria Calliari*



## **AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL, NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E CONSUMO DE BEBIDA ALCOÓLICA DOS ALUNOS DA UTFPR CAMPUS LONDRINA**

*Camila Coelho Martins  
Rafaele Martins de Souza  
Ana Flávia de Oliveira*

### **1 INTRODUÇÃO**

Em relação à nutrição, o cenário brasileiro tem passando por muitas mudanças, visto que o excesso de peso aumentou significativamente e a desnutrição deixou de ser um quadro preocupante na saúde pública. Isso se deve, em grande parte, à alimentação inadequada da população, que somada ao sedentarismo tem acometido todas as faixas etárias (COUTINHO; GENTIL; TORAL, 2008).

As doenças crônicas e a obesidade podem ser consideradas fatores resultantes do hábito alimentar das pessoas, que contribui para os impactos negativos na qualidade de vida e bem-estar dos indivíduos, bem como para o aumento nos custos gerados para o Sistema Único de Saúde (COUTINHO; GENTIL; TORAL, 2008). A obesidade pode ser definida como uma doença crônica, causada pelo acúmulo de gordura corporal, de forma a ocasionar prejuízos à saúde das pessoas (OMS, 2016).

Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF (BRASIL, 2010a), houve aumento significativo no consumo de alimentos com proteínas de alto valor biológico, açúcares, gorduras saturadas e processados e baixo consumo de frutas e hortaliças, o que demonstra que é necessário melhorar o padrão alimentar da população, pois tais hábitos proporcionam excesso de peso.

Além disso, o consumo de uma dieta inadequada, com escassez de nutrientes essenciais que são responsáveis pelo bom desempenho do organismo, pode levar à desnutrição, que é uma doença com diversos graus de intensidade e numerosos sintomas clínicos (LAJOLO; TIRAPEGUI, 2005). Segundo a Organização Mundial da Saúde, a desnutrição é definida como uma condição clínica, resultante da falta de um ou mais nutrientes essenciais (OMS, 2016).

Conforme descrito no SISVAN (Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional do Brasil), o estado nutricional reflete o efeito do equilíbrio entre o consumo de nutrientes e o gasto energético do organismo para atender as demandas nutricionais (BRASIL, 2004b). Desse modo, é de grande importância que se tenha uma alimentação saudável, para evitar fatores consequentes de hábitos alimentares inadequados.

A alimentação saudável tem como objetivo fornecer todos os nutrientes necessários, em quantidades apropriadas, para promover saúde aos adultos e idosos, e crescimento adequado às crianças e adolescentes. Para tal, ela deve conter água, carboidratos, fibras, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais em quantidades adequadas; dessa forma, deve-se consumir diariamente uma diversidade de alimentos nutritivos, pois não há um único alimento que contenha todos os nutrientes necessários para uma boa nutrição, exceto o leite materno para o bebê de até 6 meses de idade (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

Todas as fases da vida requerem alguns cuidados específicos em diversos aspectos. Pode-se afirmar que o final da adolescência e o início da vida adulta resultam em um grande impacto na vida do indivíduo, pois a saída da casa da família, o início do trabalho e o ingresso em um curso superior ocorrem, de maneira geral, neste período. E a alimentação, neste período, também sofre o impacto dessa mudança nos hábitos de vida (FEITOSA et al., 2010).

Compreendendo que a alimentação adequada em conjunto com a atividade física são requisitos essenciais para a saúde humana, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o estado nutricional, a prática de atividade física e o consumo de bebida alcoólica entre os universitários da UTFPR, *campus* Londrina.

## **2 ESTADO NUTRICIONAL, ATIVIDADE FÍSICA E CONSUMO DE BEBIDAS ALCÓOLICAS – UMA AVALIAÇÃO EM UNIVERSITÁRIOS**

Segundo Saupe et al. (2004), a qualidade de vida dos estudantes universitários está associada a inquietações vivenciadas no dia-a-dia acadêmico e na vida pessoal. Problemas familiares, financeiros, questões de saúde e as preocupações

com a escolha da futura profissão interferem diretamente no bem-estar físico, psicológico, ambiental e social, e, conseqüentemente, atrapalham de forma direta o desempenho acadêmico, fazendo com que os estudantes percam o interesse e a motivação.

Para os estudantes universitários, a alimentação saudável é de grande importância, pois garante os nutrientes necessários para o bom desempenho físico e mental. Isto posto, qualquer indivíduo que tenha as necessidades nutricionais atendidas torna-se capaz de desenvolver atividades que necessitam de muito esforço, concentração e atenção (UFG, 2016).

A partir do ingresso na universidade, os hábitos alimentares dos universitários sofrem grandes influências. Isso ocorre principalmente com estudantes que moram sozinhos ou em moradias estudantis, devido à necessidade de deixar a casa dos pais para estudar em universidades situadas em outras cidades (MATTOS; MARTINS, 2000 apud FEITOSA et al., 2010).

Segundo Alves e Boog (2007), os alunos se preocupam com o desempenho acadêmico, as relações culturais e sociais, e não dão a devida importância à sua alimentação. São vários os fatores relacionados a isso, como a falta de tempo, devido à rotina acadêmica, a ansiedade e o estresse mental e físico. Os mesmos autores afirmam que, para os estudantes, a má alimentação está associada à falta de companhia na hora das refeições, e que, quando a alimentação é realizada com a família, ela a auxilia na escolha de alimentos saudáveis.

Além dos fatores citados, a má alimentação dos discentes também está associada ao aumento do consumo de produtos industrializados de alto valor energético, gorduras saturadas e açúcares, e o não consumo de frutas e hortaliças. Esses produtos não nutritivos são consumidos com alta frequência, devido à sua praticidade e rapidez durante o preparo, o que facilita a vida dos estudantes. Assim sendo, optam por esse tipo de alimento, deixando de lado a possibilidade de consumir lanches mais nutritivos feitos em casa, o que prejudica sua alimentação e, conseqüentemente, seu estado nutricional (FEITOSA et al., 2010).

## 2.1 ESTADO NUTRICIONAL

O estado nutricional é o equilíbrio entre a ingestão e a demanda de nutrientes de um indivíduo, ou seja, nos mostra se as necessidades nutricionais estão sendo ou não atendidas. A ingestão de nutrientes depende do consumo de alimentos, que pode ser influenciado por fatores socioeconômicos, comportamento alimentar, ambiente emocional, influências culturais e a capacidade da pessoa de comer ou absorver nutrientes. Quando as necessidades nutricionais estão sendo



atendidas, os nutrientes promovem um ótimo crescimento e desenvolvimento, como por exemplo na infância, adolescência e gestação, além de manter a saúde, evitando doenças e auxiliando nas atividades do dia-a-dia. Alguns fatores como estresse fisiológico, infecções e doenças podem alterar significativamente a demanda de nutrientes de um indivíduo (MARTINS, 2009).

Para diagnosticar o estado nutricional de adultos, o SISVAN preconiza a utilização do Índice de Massa Corporal (IMC), que também é recomendado pela Organização Mundial de Saúde – OMS. A principal vantagem do uso desse método é a facilidade de se obter as medidas de peso e altura, dispensando a informação da idade para o cálculo. Além disso, ele possui alta correlação com a gordura corporal e não necessita de comparação com curvas de referência. Outra característica que se pode ressaltar é a sua capacidade de predição de riscos de doenças quando os índices forem acima de  $30 \text{ kg/m}^2$  (BRASIL, 2004).

Segundo Duarte e Castellani (2002), a utilização do IMC para avaliar o estado nutricional tem como vantagem o fato de o método não ser invasivo e os equipamentos serem portáteis e de baixo custo, o que se torna prático e fácil nos estudos de campo. Porém, ele não detecta deficiências de nutrientes específicos, o que se torna uma limitação.

Os valores das ingestões dietéticas são utilizados como parâmetros para as estimativas das necessidades fisiológicas dos nutrientes de todos os indivíduos (FISBERG; MARCHIONI; VILLAR, 2005). Portanto, com a avaliação da ingestão alimentar é possível pressupor se a ingestão de alimentos está ou não adequada.

Dentre os métodos relatados pela literatura para avaliar a ingestão de alimentos, o questionário de frequência alimentar tem por objetivo estimar a alimentação diária, de modo que se possa presumir o padrão de consumo alimentar de um grupo de habitantes, em um curto espaço de tempo. Ele é muito utilizado em estudos epidemiológicos para classificar os indivíduos em níveis de ingestão de nutrientes. Trata-se de um instrumento rápido, prático, de baixo custo e eficiente em identificar o consumo de alimentos (KAMIMURA et al., 2005).

Além dos métodos citados, os exames laboratoriais também são utilizados para avaliar o estado nutricional. É considerado um método direto, pois identifica e interpreta as alterações que ocorrem no organismo devido a insuficiência ou excesso de algum nutriente. Como ponto negativo, o método é invasivo e de alto custo (VASCONCELOS, 2000).

A avaliação do estado nutricional deve fazer parte da rotina da população, principalmente daqueles que estão sujeitos a ter uma alimentação inadequada, como por exemplo os estudantes universitários. Esse procedimento pode

contribuir para evitar e prevenir a obesidade, desnutrição e doenças crônicas como diabetes (MARTINS, 2009).

## 2.2 DESNUTRIÇÃO E OBESIDADE

Segundo Martins (2009), a desnutrição é o resultado do desequilíbrio entre as necessidades e a ingestão de nutrientes, e tem como consequência a deficiência, ou seja, é um distúrbio do estado nutricional, devido à falta das reservas de vitaminas, proteínas e energia. O mesmo autor ressalta que a desnutrição se dá principalmente pela diminuição da ingestão alimentar ou modificação do metabolismo, como por exemplo, diminuição na absorção, na utilização ou na síntese desses nutrientes.

A desnutrição pode ser classificada em primária e secundária:

- Desnutrição Primária: ocorre principalmente pelo desequilíbrio da alimentação, sendo tanto relacionada à qualidade como à quantidade dos alimentos consumidos.
- Desnutrição Secundária: é a consequência de outras enfermidades, como a má absorção intestinal, anorexia, hipermetabolismo, insuficiência de órgãos e alcoolismo (MARTINS, 2009).

Por sua vez, a obesidade é uma doença crônica que é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura no tecido adiposo, de maneira que compromete a saúde do indivíduo. A obesidade ocorre quando há um desequilíbrio energético, ou seja, quando são ingeridos alimentos energéticos em quantidades superiores aos limites necessários e não são gastos na forma de energia durante as atividades do dia-a-dia. Cerca de 98% do excesso de gordura está associada a esse desequilíbrio energético, sendo que apenas 2% ocorre devido a problemas hormonais, síndromes genéticas ou tumores (MODENEZE; PANIZZA, 2007).

A obesidade é uma das doenças que mais atinge a população brasileira. Aproximadamente 82 milhões de pessoas apresentam IMC acima do desejável, estando classificados com sobrepeso e obesidade. As principais causas da obesidade são hábitos alimentares inadequados e falta de atividade física. Os dados mostram a importância de criar políticas públicas adequadas à prevenção e tratamento do excesso de peso (ABESO, 2017).

A obesidade vem sendo estudada e tratada por especialistas de várias áreas, devido ao grande número de pessoas acometidos pela doença, sendo considerada assim uma epidemia. Ela está longe de ser apenas um problema estético, é um grave distúrbio que ameaça a qualidade de vida e reduz sua expectativa, pois

pode provocar doenças como diabetes tipo 2, hipertensão, acidentes vasculares cerebrais e alguns tipos de câncer (ABRAHÃO, 2000).

A prevenção da obesidade pode dar-se pela alimentação saudável somada à prática de atividades físicas. Realizar exercício físico contribui com 8 a 20 % do gasto diário de energia, além de controlar a ingestão de alimentos, pois regula os mecanismos cerebrais. Além disso, proporciona um aumento da massa corporal magra e provoca alterações que podem auxiliar na queima de gordura dos tecidos, que faz com que o indivíduo se torne mais ativo e predisposto a perder peso (BRASIL, 2017).

Ramos (2005), avaliando o estado nutricional de 140 estudantes universitários, composto por 101 mulheres e 49 homens, constatou que 5,9% do sexo feminino e 12,9% do masculino estavam acima do peso, ou seja, apresentaram sobrepeso e obesidade. Além disso, chegou à conclusão de que 55,3% dos universitários que participaram da pesquisa eram sedentários ou praticavam poucas atividades físicas, sendo apenas uma vez na semana.

Cruz e Salles (2010) também avaliaram o estado nutricional de estudantes universitários. O estudo foi composto por 59 alunos, sendo 94,9% do sexo feminino. Dos alunos avaliados, 84,7% foram classificados como eutróficos e 13,6% estavam acima do peso (sobrepeso e obesidade). Em relação à prática de atividade física, 54,2% dos estudantes relatam não realizar nenhum tipo de atividade física.

Um estudo realizado sobre o desempenho acadêmico de universitários associado ao estado nutricional mostrou que dos 69 alunos avaliados, 72,7% dos homens e 68,1% das mulheres foram classificados como eutróficos, sendo que apenas 18,2% dos homens e 4,3% das mulheres apresentaram-se acima do peso. Quanto à atividade física, 72,5% foram classificados como sedentários, visto que não realizavam atividade física regularmente (BARBOSA et al., 2013).

Pode-se observar grande semelhança nos resultados obtidos pelos trabalhos aqui citados, sendo que nos três estudos, mesmo que a porcentagem de alunos eutróficos seja significativamente maior, mais da metade deles são sedentários. Esses dados são de grande importância e preocupação, porque a falta de atividade física regular associada à má alimentação pode proporcionar um crescimento da porcentagem de estudantes acima do peso.

## 2.3 ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL

A alimentação saudável é aquela que fornece nutrientes em quantidades adequadas para suprir as necessidades do nosso organismo, ou seja: deve conter

uma variedade de alimentos, a fim de fornecer diferentes tipos de nutrientes; deve ser equilibrada, respeitando a quantidade adequada de consumo e suficiente para que atenda às necessidades nutricionais; e deve ser segura, ou seja, livre de perigos físicos, químicos e biológicos, a fim de evitar que os alimentos possam comprometer a saúde dos consumidores (UNB, 2007).

Com o intuito de melhorar a alimentação da população o governo criou o *Guia Alimentar para a População Brasileira*, que aborda nutrientes, hábitos alimentares, doenças relacionadas à alimentação e dá dicas de como obter uma alimentação saudável. Além do Guia Alimentar, existem outras ferramentas disponíveis para a população planejar uma alimentação adequada, como por exemplo a pirâmide alimentar (UNB, 2007)

De acordo com o *Guia Alimentar para a População Brasileira*, os alimentos são divididos pelos tipos de processamento a que são submetidos, sendo: *in natura*, minimamente processados, processados e ultraprocessados. Os alimentos *in natura* são aqueles obtidos de forma natural que não tenham sofrido nenhuma alteração ou não tenham sido submetidos a nenhum tratamento, como por exemplo ovos, folhas e frutas. Os minimamente processados são alimentos *in natura* que sofreram alterações mínimas como lavagem, toalhete e refrigeração. Os processados são alimentos *in natura* ou minimamente processados que receberam adição de sal ou açúcar, como por exemplo legumes em conserva e frutas em calda. Já os alimentos ultraprocessados, são aqueles que foram submetidos a várias etapas de processamento, e que sofrerem grandes alterações, como biscoitos recheados, salgadinhos, refrigerantes e macarrão instantâneo (BRASIL, 2014).

Os alimentos ultraprocessados estão cada vez mais presentes na alimentação da população, não só brasileira, mas como dos países em geral. A frequência de consumo desse tipo de alimento é um ponto bastante negativo tanto para a saúde como para o bem-estar da população, pois os alimentos ultraprocessados possuem um alto valor energético, pois são ricos em gorduras e açúcares. Além disso, são adicionados outros aditivos como conservantes, espessantes, corantes e aromatizantes, que muitas vezes também são produtos ultraprocessados (BRASIL, 2014).

Segundo o Ministério da Saúde (2014), os alimentos ultraprocessados possuem pouca ou nenhuma quantidade de fibras, minerais e vitaminas, que se perdem dos alimentos *in natura* ou minimamente processados durante as etapas de processamento. Isso faz com que esse tipo de alimento não seja recomendado

para uso com certa frequência, pois são pobres em nutrientes e não permitem uma boa alimentação.

A grande preocupação é que alimentos ultraprocessados são vistos como saudáveis por uma parte da população, devido às estratégias de *marketing* na embalagem. Por exemplo, produtos que trazem expressões como “menos calorias”, “adicionados de vitaminas e minerais”, muitas vezes são ultraprocessados, e as pessoas acreditam ser tão ou até mais saudável do que os produtos naturais. Além disso, os ultraprocessados são produtos que possuem um tempo de vida útil relativamente maior do que os demais, são práticos, fácil de serem encontrados e muitas vezes não possuem preços tão elevados (BRASIL, 2014).

Devido aos fatores citados, o consumo desse tipo de produto vem crescendo cada dia mais (BRASIL, 2014). Pode-se dizer que alguns grupos da população tendem a consumir com mais frequência esses tipos de alimentos, como por exemplo os universitários. Em estudo realizado por Ferreira, Oliveira e Reggioli (2014) com 560 estudantes universitários, mostra que 16% dos estudados não fazem as refeições diárias, e alegam ser devido à falta de tempo, por causa das obrigações do dia-a-dia. Os demais realizam pelo menos uma refeição ao dia, porém, nenhum dos estudantes avaliados fazem todas as refeições necessárias. Os mesmos autores falam que os alunos consomem poucos alimentos saudáveis, sendo que os alimentos mais consumidos pelos avaliados são: salgados assados (31%), refrigerantes (18%), lanches (17%) e chocolates (15%).

## 2.4 ATIVIDADE FÍSICA

Segundo a OMS, atividade física é definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que requer gasto energético, ou seja, engloba todas as atividades realizadas no dia a dia. A importância da atividade física assemelha o corpo humano a uma máquina, que necessita ser lubrificada e estar sempre em movimento; desse modo, se o corpo humano não se movimentar, se atrofia (GEIS, 2003).

Para o Ministério de Saúde (2004a), a intensidade da atividade física pode ser dividida em duas categorias, sendo vigorosa e moderada. A atividade física vigorosa é aquela que requer mais esforço físico do indivíduo, fazendo com que respire mais forte que o normal. Já a moderada é aquela com menor esforço físico. Também são classificados os indivíduos que praticam as atividades em: muito ativos, ativos ou irregularmente ativos. Os muito ativos são aqueles que praticam atividade vigorosa em cinco dias ou mais durante a semana com duração de 30 minutos ou mais, ou aqueles que praticam atividade vigorosa em três

dias ou mais com duração de 20 minutos, somada de atividades moderadas ou caminhada. Os ativos são os indivíduos que praticam atividade vigorosa por três dias ou mais com duração de 20 minutos, ou atividades moderadas e caminhada por cinco dias ou mais com duração de 30 minutos. Os irregularmente ativos são aqueles que praticam atividades físicas, mas que não seguem as recomendações de frequência e duração que são os pontos que classificam como ativos.

Nos últimos anos, grande parte da população brasileira substituiu as atividades como caminhadas, corridas e esportes por internet e televisão, o que fez com que essas pessoas se tornassem sedentárias. Fatores como modernização dos processos e a tecnologia contribuíram para essa troca de atividades. Hoje, para uma grande quantidade de pessoas, o trabalho e o modo de vida necessitam cada vez menos energia (BRASIL, 2017).

A atividade física é de extrema importância, dentre outros fatores, um componente essencial à saúde e à qualidade de vida. Uma pesquisa realizada pelo Ministério do Esporte (BRASIL, 2013) revelou que 45,9% dos brasileiros são sedentários. O sedentarismo em conjunto com uma dieta inadequada são fatores de risco, o que propicia o desenvolvimento de inúmeras doenças tais como: câncer, hipertensão, diabetes mellitus e obesidade (BRASIL, 2013).

Segundo Pitanga (1998), os benefícios da atividade física regular são: melhora do sistema cardiovascular, diminuindo a pressão arterial, a frequência cardíaca, aumentando a fração HDL do colesterol; no sistema osteomioarticular, retarda o aparecimento de osteoporose, aumento de força, conseqüentemente, a resistência muscular; no sistema imunológico, ocorre o aumento da resistência a infecções; também melhora a autoestima, o desempenho mental e, conseqüentemente, a capacidade intelectual. Além disso, contribui de forma significativa para a redução de gordura corporal, pois promove um equilíbrio energético maior, auxiliando, assim, na absorção dos nutrientes ingeridos (UNB, 2007).

A falta de atividade física está relacionada com aproximadamente 2 milhões de mortes no mundo. Está associada também a casos de cânceres de cólon, mama e diabetes (10 a 16%) (BRASIL, 2004a).

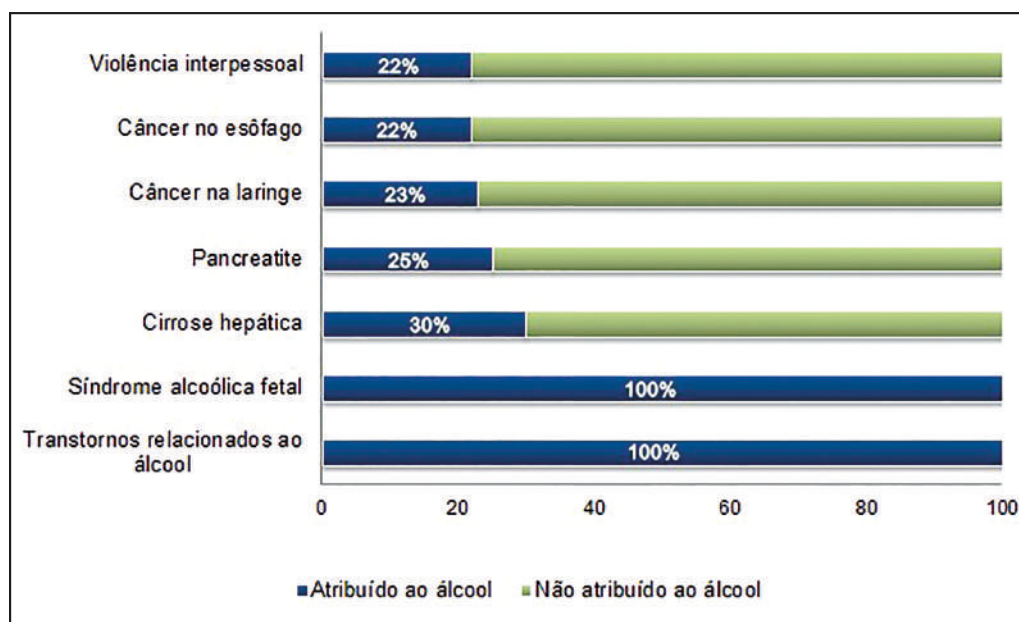
Os estudantes universitários são um dos grupos da população que menos praticam atividades físicas. Segundo Pires et al. (2013), isso é consequência da falta de tempo, devido às várias atividades acadêmicas de que os alunos participam, além da falta de dinheiro e companhia para a prática de exercícios. O mesmo autor realizou um estudo sobre a prática de atividade física com 154 estudantes de enfermagem, tanto ingressantes como concluintes, e deduziu que 96,1% dos estudantes avaliados são sedentários.

## 2.5 CONSUMO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Segundo o Decreto-Lei nº 6.117 (BRASIL, 2007), bebida alcoólica pode ser definida como toda a bebida que, por fermentação, destilação ou adição, contenha uma concentração superior a 0,5% de volume de álcool. O álcool é considerado um dos fatores de risco de maior impacto para mortalidade e incapacidade no mundo. Está associado a 3,3 milhões de mortes a cada ano (CISA, 2014). O uso excessivo dessa substância pode causar vários tipos de doenças.

Aproximadamente 2 milhões de pessoas consomem bebidas alcoólicas, entre elas os jovens estudantes. Cerca de 76,3% dos consumidores apresentam problemas de saúde relacionados ao seu consumo (CISA, 2014), conforme demonstradas no gráfico 1.

**Gráfico 1** – Doenças e prejuízos total ou parcialmente decorrentes do uso do álcool



Fonte: Centro de informações sobre saúde e álcool, CISA, 2014.

Nos últimos anos, houve um crescimento preocupante no consumo de álcool entre jovens, principalmente os universitários. Segundo NIAAA (2002), os estudantes universitários estão mais vulneráveis ao uso de bebidas alcoólicas e outras drogas, devido ao período de mudança pelo qual passaram.

Com o ingresso na universidade os estudantes vivem grandes transições, conhecem coisas novas, tornando-as habitual em sua vida. O consumo de álcool



pode ser considerado um desses fatores, visto que na maioria dos casos os alunos começam a ingerir álcool em relações sociais, levando em consideração também o acesso fácil a essa substância. Além dos fatores citados, a aceitação social também pode ser considerada um dos motivos do consumo de álcool pelos estudantes (ROCHA et al., 2011). Para Agante (2009), o consumo de bebidas alcoólicas pelos estudantes acontece principalmente em intervalos e festas acadêmicas.

O álcool é a substância química mais consumida entre os universitários. Estima-se que cerca de 19% dos estudantes universitários dos Estados Unidos apresentam quadros de transtornos, como abuso ou dependência relacionados ao uso de álcool, sendo que apenas 5% deles fazem tratamento (NIAAA, 2002).

Em 2010, a Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas realizou um levantamento nacional sobre o uso de álcool entre universitários. Na época, o Brasil contava com 2.252 Instituições de Ensino Superior, totalizando aproximadamente 5,8 milhões de estudantes universitários. Os dados apresentados são surpreendentes: entre os estudantes universitários estudados, quase 49% já experimentaram algum tipo de droga, entre elas a bebida alcoólica. Além disso, 80% dos estudantes menores de 18 anos declararam já ter consumido bebida alcoólica. Concluíram também que os estudantes que mais consomem álcool estão entre a faixa etária de 18 a 24 anos, totalizando aproximadamente 89% (BRASIL, 2010b).

Além do fácil acesso, as propagandas em televisão, anúncios de jornais e revistas contribuem para o consumo de bebidas alcoólicas. Um estudo realizado com 608 jovens universitários mostrou que a grande maioria (94,9%) já viu publicidades de bebidas alcoólicas e que 27,2% deles já fizeram uso dessas bebidas devido às propagandas (PEDROSA et al., 2011).

Barbosa et al. (2013) realizaram um estudo sobre o consumo de bebida alcoólica, associando ao desempenho acadêmico de estudantes universitários e obtiveram que 50,7% dos 69 alunos avaliados não ingerem álcool, e apenas 10,1% tem a prática de tabagismo. Os autores ressaltam que os estudantes que fazem uso dessas substâncias apresentaram rendimento acadêmico menor que os demais. Como se pode observar, a ingestão de substâncias químicas interfere significativamente nos estudos, impossibilitando um bom rendimento dos universitários.

### **3 METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa de caráter transversal, descritiva e quantitativa, que teve como objetivo avaliar o estado nutricional da alimentação dos alunos, bem



como sua prática de atividade física e o consumo de bebida alcoólica. A avaliação foi realizada em 2017, envolvendo a aplicação de um questionário de pesquisa com perguntas objetivas sobre os hábitos de vida dos alunos, e também foi feita a coleta de dados antropométricos. As abordagens foram efetuadas no centro de convivência da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

De acordo com os dados levantados na secretaria do *campus*, em 2017-1 havia 1.637 alunos regulares matriculados nos cursos de graduação. A amostragem foi calculada segundo Freud (2000), para um erro de 5% e intervalo de confiança de 95%, foi de 260 alunos, sendo esta a amostra coletada, de forma aleatória e voluntária.

## 3.1 MÉTODOS

Para avaliação do estado nutricional foram utilizadas as seguintes medidas antropométricas: peso (kg), altura (m) e circunferência abdominal - CA (cm). Para a pesagem, foi utilizada uma balança eletrônica, e para a medida da altura foi utilizada uma fita métrica pregada na parede sem rodapé no centro de convivência. A medida da CA foi realizada com o auxílio de uma fita métrica inelástica, circundando a região abdominal, na média entre a supra íliaca e a última costela, com o aluno em pé, em posição confortável, com os braços estendidos no prolongamento do corpo e com os pés distanciados. Essa aferição foi realizada com o abdômen em estado relaxado.

### 3.1.1 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

Com os dados de peso e altura, calculou-se o IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), sendo esse indicador utilizado para avaliar o estado nutricional dos alunos, que foram classificados de acordo com o Quadro 1.

**Quadro 1** - Pontos de corte estabelecidos para adultos

<b>IMC</b>	<b>Diagnostico Nutricional</b>
< 18,5	Baixo Peso
$\geq 18,5$ e < 25	Adequado ou Eutrófico
$\geq 25$ e < 30	Sobrepeso
$\geq 30$	Obesidade

Fonte: World Health Organization, 1998.

### 3.1.2 AVALIAÇÃO DO RISCO CARDIOVASCULAR

Com o auxílio da medida da CA avaliou-se o risco cardiovascular do aluno, conforme o Quadro 2.

**Quadro 2** – Avaliação do risco de doença cardiovascular por meio da circunferência abdominal (CA)

<b>CA</b>	<b>Risco Para Doenças Cardiovasculares</b>
>80,0 cm	Para mulheres
> 94,0 cm	Para homens

Fonte: World Health Organization, 1998.

### 3.1.3 AVALIAÇÃO DA INGESTÃO ALIMENTAR E DA INGESTÃO DE ÁLCOOL

A ingestão alimentar e o consumo de álcool foram verificados por meio de um questionário de frequência alimentar (KAMIMURA et al., 2005), no qual foram selecionados os alimentos segundo os grupos alimentares propostos pela Pirâmide dos Alimentos (OLIVEIRA; ROMAN, 2013), além da verificação da quantidade e frequência do consumo de bebidas alcoólicas.

### 3.1.4 VERIFICAÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA

A verificação da presença de atividade física foi realizada por meio de um questionário elaborado pelos próprios autores, com o objetivo de classificar os estudantes em muito ativos, ativos e irregularmente ativos, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3** – Classificação da frequência de atividade física

<b>MUITO ATIVOS</b>	Atividade vigorosa em cinco dias ou mais durante a semana, com duração de 30 minutos ou mais, ou aqueles que praticam atividade vigorosa em três dias ou mais, com duração de 20 minutos.
<b>ATIVOS</b>	Praticam atividade vigorosa por três dias ou mais, com duração de 20 minutos, ou atividades moderadas e caminhada por cinco dias ou mais, com duração de 30 minutos.
<b>IRREGULARMENTE ATIVOS</b>	Que praticam atividades físicas, mas que não seguem as recomendações de frequência e duração, que são os pontos que os classificam como ativos.

Fonte: Ministério de Saúde, 2004a.

## 3.2. ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto foi aprovado pelo comitê de ética sob o número CAAE 68835417.0.0000.5547. Os dados obtidos por meio de questionários foram utilizados somente para fins de estudo, sem revelar a identidade dos universitários. Os universitários foram orientados quanto à pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido antes da coleta dos dados.

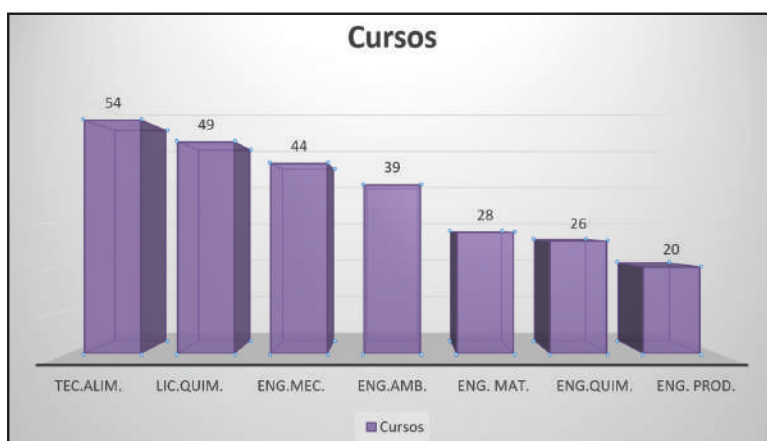
## 3.3. TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados foram transcritos em uma planilha de Excel® e foram tabulados por meio de estatísticas descritivas, apresentadas por meio de gráficos e tabelas, conforme apresentação nos resultados.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de alunos avaliados foi de 260 de ambos os sexos, sendo 143 (55%) homens e 117 (45%) mulheres. A idade média dos alunos entrevistados foi de  $21,7 \pm 5,6$  anos, sendo que a idade mínima foi de 18 e a máxima de 59 anos. Do total de alunos avaliados, 54 (20,8%) eram alunos do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, 49 (18,8%) de Licenciatura em Química e 44 (16,9%) da Engenharia Mecânica, conforme o gráfico 2.

**Gráfico 2** – Distribuição dos alunos (n) avaliados de acordo com os cursos\* que frequentam, UTFPR *campus* Londrina, 2017



\*TEC. ALIM. – Tecnologia em Alimentos; LIC. QUIM. – Licenciatura em Química; ENG. MEC. – Engenharia Mecânica; ENG. AMB. – Engenharia Ambiental; ENG. MAT. – Engenharia de Materiais; ENG. QUIM. – Engenharia Química; ENG. PROD. – Engenharia de Produção.

Fonte: Autoria própria, 2017.

Com relação ao estado civil dos alunos, 239 (90%) relataram ser solteiros, 17 (6,5%) casados ou morar juntos, 3 (1,1%) se encontram separados ou divorciados e uma pessoa não preencheu esse dado.

Quando indagados se apresentavam algum tipo de doença, 234 (90%) relatou não possuir. No entanto, 8 (3,1%) relatou ter hipertensão arterial, 2 (0,8%) diabetes, 2 (0,8%) hipertensão arterial e dislipidemia, 2 (0,8%) apenas dislipidemias, 2 (0,8%) não responderam e 10 (3,8%) relataram ter outros tipos de doenças, entre elas estão diabetes, arritmia, problemas na tireoide, vitiligo, leucopenia e plaquetopenia, alergia, endometriose, bronquite, asma, hipoglicemia, fibrilação atrial, asma, bronquite, intolerância à lactose, hipotireoidismo, esclerodermia e hipotireoidismo.

Com relação à moradia, 150 (57,7%) relataram que moram com a família, 100 (38,5%) moram sozinhos ou com amigos e 10 (3,8%) não responderam essa questão.

Teo et al. (2014) avaliaram os hábitos alimentares de 260 estudantes universitários que residem com a família (64,3%) e que residem sozinhos (35,7%). Os autores concluíram que o convívio com a família não influencia no consumo de alimentos mais saudáveis, isso devido ao próprio padrão alimentar da família atualmente ser incorreto, trocando refeições tradicionais saudáveis por alimentos práticos e rápidos, como industrializados que possuem maior valor energético.

Observou-se que a maioria dos discentes da UTFPR não trabalha além de cursar a faculdade 174 (69,9%). Dos que relataram trabalhar, 21 (8,1%) trabalham 6h/dia, 25 (9,6%) trabalham 8h/ dia, 28 (10,8%) fazem estágio e 12 (4,6%) não responderam essa pergunta.

Observa-se na tabela 1 o estado nutricional dos alunos sendo que 81 (31,1%) deles apresentaram excesso de peso (sobrepeso e obesidade), sendo essa condição presente em ambos os sexos, em proporções similares.

**Tabela 1** – Estado nutricional dos alunos da UTFPR *campus* Londrina, segundo o sexo, 2017

<b>Estado nutricional*</b>	<b>Homens</b>		<b>Mulheres</b>		<b>Total</b>	
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Desnutrido	9	6,2	17	14,5	26	10
Eutrófico	86	60,1	67	57,3	153	58,9
Sobrepeso	31	21,8	19	16,2	50	19,2
Obeso	17	11,9	14	12	31	11,9
<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>100</b>	<b>117</b>	<b>100</b>	<b>260</b>	<b>100</b>

\*Ponto de corte para o estado nutricional de acordo com o IMC: >18,5 kg/m<sup>2</sup> desnutrido, de 18,5 a 24,9 eutrófico, 25 a 29,9 sobrepeso e  $\geq$  30 obesidade, segundo a OMS (1998).

Fonte: Autoria própria, 2017.

No que se refere à obesidade, 11,9% dos alunos do sexo masculino apresentaram esse dado, o que corrobora o encontrado na Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF, que mostra que 12,4% dos adultos de 20 anos ou mais, da população brasileira do sexo masculino, estão obesos (BRASIL, 2010a).

Em contrapartida, quando se trata do sexo feminino, 12% das universitárias entrevistadas se encontram obesas; contudo, esse dado é ligeiramente mais baixo quando comparado com os dados da POF (2010), que apresentou uma prevalência de 16,9% de obesidade nessa mesma faixa etária (BRASIL, 2010a).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, circunferência abdominal é a medida da região do abdômen, no ponto médio entre a borda inferior da última costela e a borda superior da crista ilíaca, onde se pode concentrar a gordura visceral, diretamente relacionada a diversos riscos, como aumento da pressão arterial, diabetes e colesterol alto, fatores que elevam o risco de doenças cardiovasculares. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece que a medida igual ou superior a 94 cm em homens e 80 cm em mulheres indica risco de doenças ligadas ao coração.

Na tabela 2, que apresenta os dados de circunferência abdominal dos entrevistados, observa-se que entre 20,3 % dos homens e 40,2% das mulheres encontram-se com os valores acima do esperado, ou seja, têm alto risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. No total, 29,2%, ou seja, quase um terço possuem esse fator de risco presente.

**Tabela 2** – Risco cardiovascular segundo a circunferência abdominal dos alunos da UTFPR *campus* Londrina, segundo o sexo, 2017

Circunferência abdominal*	Homens		Mulheres		Total	
	n	%	n	%	n	%
Esperado	114	79,7	70	59,8	184	70,8
Acima do esperado	29	20,3	47	40,2	76	29,2
<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>100</b>	<b>117</b>	<b>100</b>	<b>260</b>	<b>100</b>

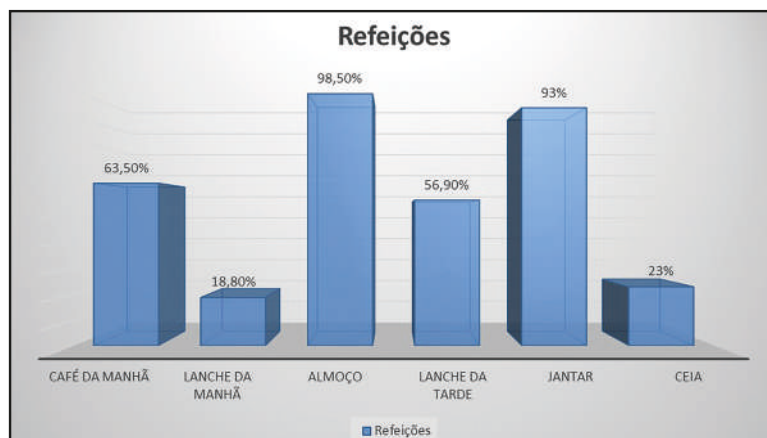
\*Ponto de corte para homem < 94 cm e mulher < 80 cm, segundo a WHO (1998).

Fonte: Autoria própria, 2017.

Os valores de circunferência abdominal encontrados no presente trabalho diferem do estudo feito por Souza et al. (2012), que avaliou o consumo alimentar, antropometria e estilo de vida de universitárias da área de saúde, cuja circunferência abdominal média estava abaixo do valor considerado de risco.

Martins et al. (2009) avaliaram a pressão arterial e o excesso de peso em estudantes. Em relação às proporções de sobrepeso e obesidade, encontrou-se 15,2% e 3% respectivamente. O risco cardiovascular aumentado foi encontrado em 10,3% dos estudantes, sendo que não houve diferença entre homens e mulheres em relação a esse tipo de risco.

Quanto aos hábitos alimentares dos universitários, observa-se no gráfico 3 que tanto o almoço (98,5%) como o jantar (93%) é realizado pela quase totalidade dos alunos. O café da manhã (63,5%) e o lanche da tarde (56,9%) são realizados por apenas metade dos alunos.

**Gráfico 3** – Frequência de realização das refeições diárias, UTFPR *campus* Londrina, 2017

Fonte: Autoria própria, 2017.

Enes e Slater (2010) relatam que o hábito de tomar café da manhã regularmente pode auxiliar no controle do peso corporal, por reduzir o consumo excessivo nas refeições futuras e reduzir a ingestão de gorduras na dieta. Lozano e Ballesteros (2010) descrevem em seus estudos que a ingestão adequada de café da manhã todos os dias pode favorecer a saciedade, de modo que reduz a quantidade de calorias totais ingeridas durante o dia. Os autores ainda relatam que estudos científicos comprovam que refeições fracionadas de 3 em 3 horas aceleram o metabolismo, fazendo-o consumir energia durante a digestão e a absorção, conseqüentemente, diminui-se a ingestão excessiva de alimentos nas próximas refeições, favorecendo assim o equilíbrio nutricional diário.

Na tabela 3 observa-se a frequência do consumo alimentar de frutas, legumes, verduras, leite e derivados e carnes por parte dos alunos. Ressalta-se uma baixa frequência do consumo diário de frutas (11%), verduras (26%) e legumes (23%), cuja recomendação diária seria em média 3 porções ao dia, ou seja, a ingestão desse grupo alimentar encontra-se muito baixo. Já em relação a carnes mais de 80 % relatou comer de três a quatro vezes na semana, entretanto, 4 (1,5%) relatou não consumir carne branca e 3 (1,2%) não consumir carne vermelha.

**Tabela 3** – Frequência de consumo alimentar de frutas, legumes, verduras, leite e derivados e carnes dos alunos da UTFPR *campus* Londrina, 2017

	<b>Diário</b>		<b>1-2x semana</b>		<b>3-4x semana</b>		<b>Não consome</b>	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Frutas	28	(11%)	112	(43%)	88	(34%)	32	(12%)
Legumes	61	(23%)	75	(29%)	92	(35%)	32	(12%)
Verduras	69	(26%)	78	(30%)	87	(33%)	26	(10%)
Leites e derivados	95	(36%)	73	(28%)	69	(26%)	23	(8,8%)
Carne Branca	70	(27%)	82	(32%)	105	(40%)	4	(1,5%)
Carne Vermelha	52	(20%)	89	(34%)	116	(45%)	3	(1,2%)

Fonte: Autoria própria, 2017.

A recomendação da Organização Mundial de Saúde - OMS e do Guia Alimentar Brasileiro para o consumo de frutas, legumes e verduras que é de 400g por dia não é atingida no percentil 90 da população (BRASIL, 2010a). A frequência de adultos que consomem cinco ou mais porções diárias de frutas e hortaliças (consumo recomendado de frutas e hortaliças) foi baixa na maioria das cidades estudadas, variando entre 15,8% em Rio Branco e 35,5% no Distrito Federal (VIGITEL, 2013). Estima-se que o baixo consumo de frutas e verduras seja a causa de aproximadamente de 31% das isquemias cardíacas e 11% dos acidentes cardiovasculares em todo o mundo.

Observa-se que o grupo de leites e derivados também apresentou um baixo consumo diário (36%). O leite e seus derivados são alimentos de grande valor nutricional, são fontes de proteínas de alto valor biológico, vitaminas e minerais. O consumo de leite e derivados tem sido associado à melhora da densidade óssea e sua ingestão é recomendada para promover a boa saúde desse tecido, uma vez que seus nutrientes exercem atividade positiva na produção e na manutenção da matriz óssea (FAO, 2013).

Um dos principais componentes do leite são a lactose, as proteínas e os fosfolípidios, que contribuem positivamente para a absorção intestinal do cálcio, mantendo-o na forma solúvel até chegar ao intestino grosso, para que seja absorvido por vias não saturáveis e independentes de vitamina D (FAO, 2013).

Os resultados da Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009 (POF) indicam que a ingestão de leite e derivados é maior conforme ocorre o aumento da renda familiar e do grau de escolaridade da população. Dentre os lácteos, o leite integral é a variante preferida de consumo, apresentando participação média de ingestão de 12,4%, sendo ligeiramente mais frequente entre as mulheres (13%) do que entre os homens (11,8%). O consumo de leite também é muito baixo quando comparado ao recomendado, o que se traduz nas inadequações de consumo de vitaminas e cálcio (BRASIL, 2010a).

Quanto ao consumo alimentar de refrigerantes, sucos artificiais e bolachas recheadas, que são alimentos ultra processados (tabela 4), constatou-se que a maior parte dos entrevistados consome refrigerante e bolacha recheada semanalmente, já suco artificial é menos frequentemente consumido. Por outro lado, 78 (30%) dos entrevistados consomem esporadicamente suco artificial. Grande parte (113, que representam 43%) descreveu consumir salgados semanalmente.



**Tabela 4** – Frequência de consumo alimentar de refrigerantes, sucos artificiais, bolachas recheadas, salgados e frituras dos alunos da UTFPR *campus* Londrina, 2017

	<b>Diário</b>		<b>Semanal</b>		<b>Esporádico</b>		<b>Nunca</b>	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Refrigerante	22	(8,5%)	102	(39%)	85	(33%)	51	(20%)
Suco Artificial	53	(20%)	70	(27%)	78	(30%)	59	(23%)
Bolacha Recheada	29	(11%)	103	(40%)	105	(40%)	23	(8,8%)
Salgados	21	(8,1%)	113	(43%)	113	(43%)	13	(5%)
Fritura	171	(66%)	43	(16%)	38	(15%)	6	(2,3%)

Fonte: Autoria própria, 2017.

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, mais de 23% da população faz uso de refrigerantes ou sucos artificiais cinco vezes ou mais na semana, e 21,7% relatam o consumo regular de alimentos doces, como bolos, chocolates, balas e biscoitos. No Brasil, a ingestão desses produtos cai conforme a idade aumenta. Os alimentos não saudáveis, ricos em açúcares e gorduras como os *fast-food*, doces e refrigerantes foram os que mais se associaram aos maiores valores de consumo energético da população.

Com relação ao consumo de fritura, 171 (66%) afirmaram comer diariamente. Conforme a pesquisa realizada pelo VIGITEL (2013), Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico, o consumo abusivo de gordura saturada é um hábito frequente da população brasileira. Segundo a pesquisa, 31% da população não deixam de consumir gordura saturada que, em excesso, pode causar doenças como infarto, acidente vascular cerebral e câncer.

Com relação ao consumo de bebidas alcoólicas entre os alunos entrevistados, nota-se na tabela 5 que a maior frequência é de uma a duas vezes por semana para mais de 40% dos acadêmicos.

**Tabela 5** – Frequência de consumo de bebidas destiladas e fermentadas dos alunos da UTFPR *campus* Londrina, 2017

	<b>Diário</b>		<b>1-2x semana</b>		<b>3-4x semana</b>		<b>Não consome</b>	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Destilado	9	(3,5%)	116	(45%)	18	(6,9%)	115	(44%)
Fermentado	7	(2,7%)	111	(43%)	26	(10%)	112	(43%)

Fonte: Autoria própria, 2017.

Segundo o CISA (2014), a ingestão de bebidas alcoólicas acomete praticamente todos os órgãos do organismo e está associado a várias doenças. A forma como a bebida alcoólica afeta a saúde do dependente químico é por meio do padrão de consumo e do volume consumido. O volume ingerido relaciona-se principalmente ao efeito posterior à saúde.

Algumas doenças são integralmente relacionadas ao uso de bebidas alcoólicas. Outras são correlacionadas a elas, como a cirrose hepática e a pancreatite crônica. O álcool é uma das variáveis que atuam de maneira sistêmica no organismo. O consumo excessivo de álcool está, de modo direto, relacionado ao aumento no risco de acidentes de trânsito, quedas, queimaduras, alterações de humor levando a agressões e acidentes com pior prognóstico de recuperação (CISA, 2014).

O consumo diário de café entre os alunos que participaram da pesquisa foi de 140 (54%) do total, sendo que 32 (12,3%) relataram que não consomem.

A média de ingestão de água relatada foi de 1549,1 ±1432,9 ml/dia. Considerou-se essa quantidade como satisfatória, pois a pesquisa foi aplicada no período de inverno, cujo consumo de água é menor.

Uma nova orientação da OMS recomenda que adultos e crianças reduzam a ingestão diária de açúcares livres para menos de 10% de sua ingestão energética total. Uma redução adicional para abaixo de 5% ou aproximadamente 25 gramas (6 colheres de chá) por dia proporcionaria benefícios adicionais para a saúde. Entretanto, quanto à questão abordada aos entrevistados ao que eles utilizavam para adoçar, 260 (82,7%) descreveu ser o açúcar tradicional, no entanto, 24 (9,2%) utilizam o adoçante dietético, já 6 (2,3%) utilizam tanto o açúcar quanto o adoçante e 9 (3,5%) não responderam essa questão.

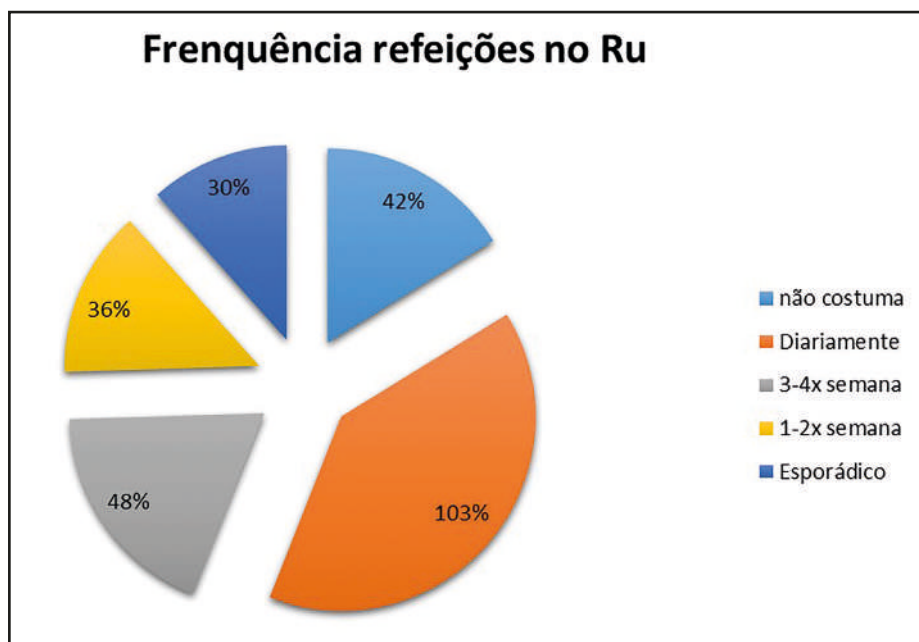
Segundo o *Guia Ingestão de Açúcares para Adultos e Crianças* (OMS, 2015), o consumo elevado de açúcares livres, por estar associado à má alimentação, à obesidade e ao risco de desenvolvimento de doenças não transmissíveis, leva ao aumento da ingestão energética geral, ocorrendo menor ingestão de alimentos adequados do ponto de vista nutricional, proporcionando, assim, uma dieta alimentar nociva, o acréscimo de peso e um maior risco de desenvolvimento de doenças não transmissíveis.

Estudo realizado pelo Centro de Prevenção e Controle de Doenças (Center for Disease Control and Prevention – CDC, 2016), com mais de 31 mil participantes na Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (National Health and Nutrition Examination Survey), concluiu que pessoas que fazem a ingestão de mais de 21% das calorias diárias oriundas do açúcar que é adicionado têm o dobro do risco

de morte por doença cardiovascular quando comparadas àquelas que ingerem menos que 10%. O consumo demasiado de açúcar está relacionado à elevação da pressão arterial e dos triglicérides.

Observando o gráfico 4 verifica-se que grande parte dos alunos entrevistados (103 ou 39,6%) utilizam o restaurante universitário (RU) para a realização de, ao menos, umas das suas refeições.

**Gráfico 4** – Frequência de realização das refeições no Restaurante Universitário (RU), UTFPR *campus* Londrina, 2017



Fonte: Autoria própria, 2017.

Com relação à prática de atividade física, 123 (46,9%) alunos relataram praticar algum tipo de exercício físico. As relações dessas atividades estão dispostas na tabela 6. A frequência descrita por 60 (23%) entrevistados foi de uma a duas vezes na semana. Por outro lado, 138 (53%) relataram não fazer nenhum tipo de atividade física.

**Tabela 6** - Tipos de exercícios realizados pelos alunos UTFPR Londrina

<b>Atividade</b>	<b>N</b>	<b>Atividade</b>	<b>N</b>	<b>Atividade</b>	<b>N</b>
Academia	14	Dança	3	Muay thai e vôlei	1
Academia-futebol	1	Exército-futsal	1	Musculação	14
Academia-futebol-corrída	1	Futebol, vôlei e futsal	1	Musculação e futebol	1
Aeróbica	1	Futebol	9	Musculação e pilates	1
Aeróbica e musculação	1	Futebol e academia	2	Musculação, natação e corrida	1
Artes Marciais	1	Futebol e canoa-gem	1	Musculação, parkour	1
Atletismo	1	Futebol e basquete	1	Natação	1
Basquete	2	Futebol-cavalo	1	Natação e hidroginástica	1
Basquete, capoeira, bicicleta	1	Futsal	6	Pedalar	1
Bicicleta	2	Futsal e futebol	1	Pilates	2
Bicicleta-futebol	1	Ginástica laboral	1	Pilates, corrida e caminhada	1
Caminhada	8	Handball	1	Rúgbi	1
Carregar móveis	1	Handball-vôlei-futsal-academia	1	Skate	1
Ciclismo	3	Jiu-jitsu e corrida	1	Teatro	1
Ciclismo e atletismo	1	Judô	2	Vídeo aula	1
Circo	1	Judô e caminhada	1	Vôlei	2
Corrida	5	Karatê e academia	1	Vôlei, futsal e academia	1
Corrida- caminhada	1	Luta	2	Vôlei e dança	1
Crossfit	3	Muay thai	5	<b>Total</b>	<b>123</b>

Fonte: Autoria própria, 2017.

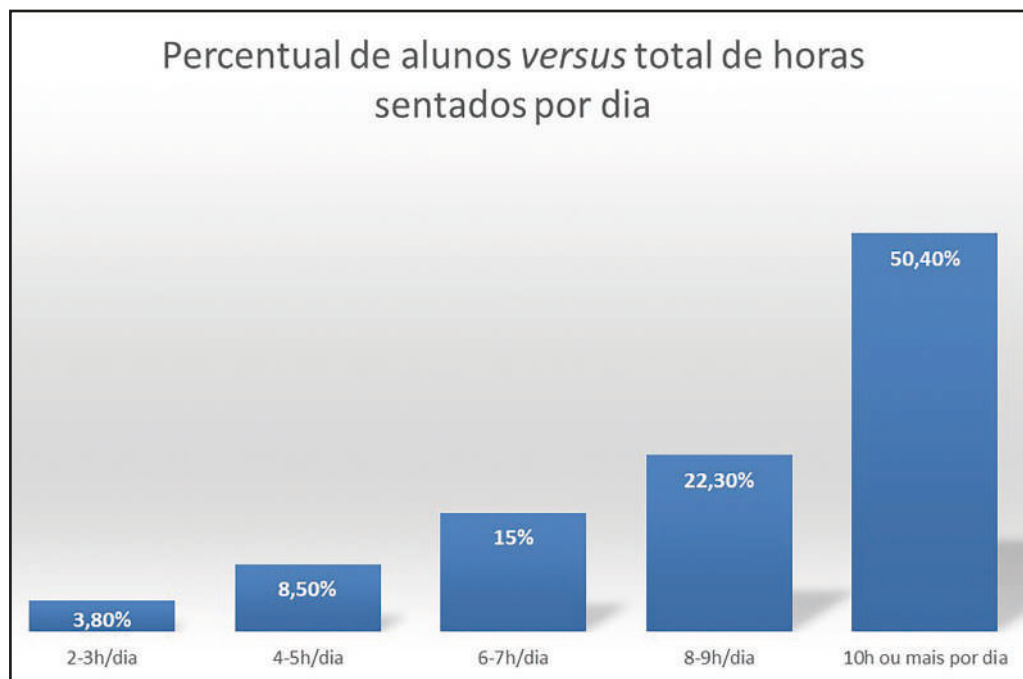
Já quanto à indagação sobre se eles caminhavam pelo menos 10 minutos contínuos ao longo de um dia, 192 (73,8%) relataram fazê-lo. Apesar de uma boa parte fazer caminhada, o ideal seria a prática de no mínimo 30 minutos/dia.

Em relação à frequência das caminhadas, 87 (33,5%) afirmaram que caminham diariamente e 58 (22,3%) de 3 a 4 vezes na semana.

Segundo o Ministério de Saúde (BRASIL, 2004a), os indivíduos que praticam exercício físico são classificados como: muitos ativos, ativos e irregularmente ativos. Com base nesses dados, os alunos entrevistados foram classificados como irregularmente ativos, devido às frequências descritas, que foram de 60 estudantes (23%) praticando exercícios uma a duas vezes na semana. Os irregularmente ativos são aqueles que praticam atividades físicas por 30 minutos, entretanto, não seguem as recomendações de frequência e duração, que são os pontos que os classificariam como ativos.

Um dado preocupante foi o grande número de alunos que relataram permanecer mais de 10h horas sentados nos dias da semana, sendo isso frequente em 131 (50,4%) alunos.

**Gráfico 5** – Horas sentados na semana dos alunos da UTFPR *campus*



Fonte: Autoria própria, 2017.

Segundo o Diagnóstico Nacional do Esporte (2013), 45,9% dos brasileiros são sedentários. Os dados mostram que quanto menor a escolaridade, menor é a prática esportiva. Contudo, a entrada no mercado de trabalho ou na universidade leva o jovem a abandonar a prática esportiva. Essa questão não só deve ser

debatida como executada, criando uma política de incentivo à prática regular de atividades físicas nas universidades, pois ela melhora o condicionamento físico, fortalece a musculatura, diminui o *stress*, melhora a aprendizagem, o sono, previne doenças cardiovasculares, fortalece o coração e ativa a circulação sanguínea, entre outros benefícios.

O estado nutricional reflete o efeito do equilíbrio entre o consumo de nutrientes e o gasto energético do organismo para atender as demandas nutricionais, ou seja, é a soma de uma alimentação adequada e exercício físico regular (BRASIL, 2004b). Logo, o alto índice de excesso de peso encontrado nessa população é, sem dúvida, resultado da má alimentação somado ao sedentarismo.

## 5 CONCLUSÃO

Encontrou-se alta frequência de excesso de peso nos estudantes universitários da UTFPR *campus* Londrina. A fritura e o refrigerante foram os tipos de alimentos mais consumidos diariamente pelos alunos. Já o consumo de frutas, verduras e legumes foi extremamente baixo, sendo ingeridos apenas de três a quatro vezes por semana, embora o recomendado seja o consumo diário. Quanto ao leite e derivados, apenas metade dos estudantes os consome diariamente. Dessa forma, podemos observar que a alimentação dos discentes é pobre em alimentos reguladores e alta em alimentos energéticos.

Quanto ao consumo de bebidas alcoólicas, quase metade dos estudantes não consome nem as destiladas e nem as fermentadas, já a outra metade que consome, o faz de uma a duas vezes na semana.

Mais da metade dos alunos não pratica nenhum tipo de atividade física e permanece mais de 10 horas diárias sentados, sendo considerados classificados como irregularmente ativos e sedentários.

Conclui-se que os estudantes possuem hábitos alimentares incorretos, consomem regularmente bebidas alcóolicas e são sedentários. Programas de orientação alimentar e incentivo à prática de exercícios físicos deveriam ser estimulados em ambientes universitários para modificar estes hábitos que poderão perpetuar-se ao longo de suas vidas.

## REFERÊNCIAS

ABESO. *Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica*. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/noticia/quase-60-dos-brasileiros-estao-acima-do-peso-revela-pesquisa-do-ibge>> Acesso em: 24 set. 2017.

ABRAHÃO, C. A. A. *Dietoterapia na obesidade e doenças afins*. São Paulo: Cromosete, 2000.

AGANTE, D. M. C. *Comportamentos relacionados com o consumo de bebidas alcoólicas durante as festas acadêmicas nos estudantes do ensino superior*. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009.

ALVES, H. J.; BOOG, M. C. F. Comportamento alimentar em moradia estudantil: um espaço para promoção da saúde. *Rev. Saúde Pública*, v. 41, n. 2, p. 197-204, 2007.

BARBOSA, A. M. et al. Desempenho acadêmico de universitários: associação entre estado nutricional, ingestão dietética de ferro alimentar e concentrações de hemoglobina. *Alim. Nutr. Braz. J. Food. Nutr.*, v. 24, n. 2, p. 217-223, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Inquérito domiciliar sobre comportamentos de risco e morbidade referida de doenças e agravos não transmissíveis: Brasil, 15 capitais e Distrito Federal, 2002-2003*. Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Vigilância alimentar e nutricional - Sisvan: orientações básicas para a coleta, processamento, análise de dados e informação em serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2004b.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.117, de 22 de maio de 2007. Aprova a Política Nacional sobre o Álcool, dispõe sobre as medidas para redução do uso indevido de álcool e sua associação com a violência e criminalidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 22 maio 2007.

\_\_\_\_\_. PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES (POF) 2008 – 2009. *Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil*. Brasília: Ministério da Saúde; IBGE, 2010a.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas. *I Levantamento Nacional sobre o Uso de Álcool, Tabaco e Outras Drogas entre Universitários das 27 Capitais Brasileiras*. ANDRADE, Arthur Guerra de; DUARTE, Paulina do Carmo Arruda Vieira; OLIVEIRA, Lúcio Garcia de (Org.). Brasília: Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas (SENAD); GREA/IPQ-HCFMUSP, 2010b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Esporte. *Diagnóstico Nacional do Esporte*, 2013. Disponível em: <<http://www.esporte.gov.br/diesporte/2.html>> Acesso em 30 set 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Guia alimentar para a população brasileira*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Obesidade e desnutrição*. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

CENTRO DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE DOENÇAS (Center for Disease Control and Prevention – CDC). 2016. Disponível em: <<http://www.saude.br/index.php/articles/111-doencas-cronicas-nao-transmissiveis/127-consumo-excessivo-de-acucar-esta-associado-ao-risco-de-morte-aumentado-por-doencas-cardiovasculares>>. Acesso em: 12 set. 2017.

CISA. CENTRO DE INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE E ÁLCOOL. *Relatório Global sobre Álcool e Saúde – 2014*. 2014. Disponível em: <<http://www.cisa.org.br/artigo/4429/relatorio-global-sobre-alcool-saude-2014.php>> Acesso em: 29 abr. 2016.

COUTINHO, J. G.; GENTIL, P. C.; TORAL, N. A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 332-340, 2008.

CRUZ, L. O. L.; SALLES, D. R. M. Avaliação do estado nutricional e distribuição da gordura corporal de estudantes da área de saúde do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). *UNIPAN*, v. 1, n. 7, p. 40-52, 2010.



DUARTE, A. C.; CASTELLANI, F. R. *Semiologia nutricional*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002. p. 115.

ENES, C. C.; SLATER, B. Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. *Rev. Bras. Epidemiol.*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 163-171, mar. 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization. *Milk and dairy products in human nutrition*. Rome, 2013.

FEITOSA, E. P. S. et al. Hábitos alimentares de estudantes de uma universidade pública no Nordeste, Brasil. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 225-230, abr.-jun. 2010.

FERREIRA, K. M.; OLIVEIRA, D. S.; REGGIOLLI, M. R. Qualidade dos alimentos consumidos por universitários de uma instituição de ensino superior de Mogi Guaçu/SP. *Interciência & Sociedade*, v. 3, n. 2, p. 77-86, 2014.

FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; VILLAR, B. S. Planejamento e avaliação da ingestão de energia e nutrientes para indivíduos. In: CUPPARI, L. *Nutrição Clínica no Adulto*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005. p. 51-56.

FREUD, John E.; SIMON, Gary A. *Estatística aplicada: Administração, Economia e Contabilidade*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GEIS, P. P. *Atividade física e saúde na terceira idade: teoria e prática*. 5. ed. Porto alegre: Artmed, 2003.

KAMIMURA, R. et al. Avaliação nutricional. In: CUPPARI, L. *Nutrição Clínica no Adulto*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005. p. 89-109.

LAJOLO, M. F.; TIRAPEGUI, J. Proteínas e aminoácidos. In: MARCHINI, S. J.; OLIVEIRA, J. E. D. *Ciências Nutricionais*. São Paulo: Sarvier, 2005. p. 57-63.

LOZANO, R. H.; BALLESTEROS, C. J. F. Influencia de un programa de educación nutricional en la modificación del desayuno en un grupo de adolescentes. *Nutr. Clín. Diet. Hosp.*, v. 30, n. 2, p. 26-32, 2010.

MARTINS, C. *Introdução à avaliação do estado nutricional*. 2009. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2191646/mod\\_resource/content/1/Modulo\\_1\\_-\\_introdu%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_avaliao%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_est.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2191646/mod_resource/content/1/Modulo_1_-_introdu%C3%A7%C3%A3o_da_avaliao%C3%A7%C3%A3o_do_est.pdf)> Acesso em: 14 ago. 2017.

MARTINS, M. C. C. et al. Pressão arterial, excesso de peso e nível de atividade física em estudantes de universidade pública. *Arq. Bras. Cardiol.*, São Paulo, v. 91, n. 2, p. 93-101, ago. 2008.

MATSUDO, S. M. *Envelhecimento e atividade física*. Londrina: Midiograf, 2001.

MODENEZE, D. M.; PANIZZA, R. M. Controle de peso corporal como fator de prevenção e tratamento de hipertensão, diabetes e obesidade. In: VILARTA, R. et al. *Alimentação saudável, atividade física e qualidade de vida*. Campinas: IPES Editorial, 2007. p. 108-109.

NIAAA. National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism. *A call to action: Changing the Culture of Drinking at U.S Colleges*. 2002. Disponível em: <<https://www.collegedrinkingprevention.gov/media/taskforcereport.pdf>> Acesso em: 6 jul. 2017.

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. *Nutrição para tecnologia e engenharia de alimentos*. Curitiba: CRV, 2013. p. 13-22.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2015. *Diretriz: ingestão de açúcares por adultos e crianças*. Disponível em: <[http://www.paho.org/bra/images/stories/GCC/ingestao%20de%20acucare%20por%20adultos%20e%20criancas\\_portugues.pdf?ua=1](http://www.paho.org/bra/images/stories/GCC/ingestao%20de%20acucare%20por%20adultos%20e%20criancas_portugues.pdf?ua=1)> Acesso em: 12 set. 2017.

\_\_\_\_\_. *Obesidade e desnutrição*. 2016. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade\\_desnutricao.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade_desnutricao.pdf)> Acesso em: 18 maio 2016.

PEDROSA, A. A. S. et al. Consumo de álcool entre estudantes universitários. *Cad. Saúde pública*, v. 27, n. 8, 2011.

PIRES, C. G. S. et al. Prática de atividade física entre estudantes de graduação em enfermagem. *Acta Paul. Enferm.*, v. 26, n. 5, 2013.

PITANGA, F. J. G. *Atividade física, exercício físico e saúde*. Salvador: Gráfica da UFBA, 1998.

RAMOS, S. A. *Avaliação do estado nutricional de universitários*. 2005. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

ROCHA, L. A. et al. Consumo de álcool entre estudantes de faculdades de medicina de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 35, n. 3, p. 369-375, 2011.

SAUPE, R. et al. Qualidade de vida dos acadêmicos de enfermagem. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, v. 12, n.4, 2004.

SOUZA, L. B. et al. Inadequação de consumo alimentar, antropometria e estilo de vida de universitárias da área de saúde. *J Health Sci. Inst.*, v. 30, n. 4, p. 377-81, 2012.

TEO, C. R. P. A. et al. Ambiente alimentar e vulnerabilidade de adolescentes universitários: um estudo com foco no convívio familiar. *Rev. Bras. Pesq. Saúde*, v. 16, n. 1. p. 49, 58, 2014.

UFG. Universidade Federal de Goiás. *Alimentação do Estudante Universitário*. 2016. Disponível em: <[https://www.ufg.br/up/1/o/Guia\\_de\\_Alimentação\\_do\\_Estudante\\_Universitário.pdf](https://www.ufg.br/up/1/o/Guia_de_Alimentação_do_Estudante_Universitário.pdf)> Acesso em: 16 maio 2017

UNB. Universidade de Brasília. *Alimentação saudável e sustentável*. 2007. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/alimet\\_saud.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/alimet_saud.pdf)> Acesso em: 20 ago. 2017.

VASCONCELOS, F. A. G. Avaliação nutricional de coletividades. 3. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. p. 154.

VIGITEL. *Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. 2013. Disponível em: <[biavati.files.wordpress.com/2014/05/vigitel-2013.pdf](http://biavati.files.wordpress.com/2014/05/vigitel-2013.pdf)> Acesso em: 12 set. 2017.

WHO. World Health Organization. *Physical Activity*. 1998. Disponível em: <[http://www.who.int/topics/physical\\_activity/en/](http://www.who.int/topics/physical_activity/en/)> Acesso em: 3 maio 2016.



## **COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE FARINHA DE TRIGO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE BANANA VERDE**

*Fernando Santini Vedovat  
Paulo de Tarso Carvalho*

### **1 INTRODUÇÃO**

Os hábitos alimentares dos seres humanos sofrem mudanças constantes, podendo variar de acordo com vários fatores, como a região, o estilo de vida, a disponibilidade dos alimentos, entre outros (COSTA, 2014). Diariamente são consumidos diversos alimentos à base de trigo, na forma de pães, bolos, biscoitos e massas, que assim como diversos outros derivados desse cereal, constituem a base da pirâmide alimentar convencional (SCHEUER et al., 2011).

A farinha de trigo apresenta composição e propriedades reológicas que possibilitam a produção de diferentes derivados com características consideradas ideais para produção de pães, macarrão e biscoitos. Entretanto, farinhas podem ser obtidas de outras fontes vegetais e utilizadas na produção de farinhas mistas para aplicações variadas na alimentação. Uma dessas fontes é a banana (*Musa spp.*), uma fruta amplamente cultivada no Brasil, com área plantada em torno de 470 mil hectares (EMBRAPA, 2017).

Devido a suas características sensoriais, valor nutritivo, aceitação pelo consumidor e preço acessível, a banana faz parte da dieta dos brasileiros sem distinção de classe social. Sua polpa, antes de atingir o estado de maturação,

apresenta alta concentração de amido, baixo teor de açúcares, compostos aromáticos e flavonoides. A polpa nesse estágio não possui sabor pronunciado e contém destacada concentração de amido resistente, que atua como fibra alimentar (RODRÍGUEZ-AMBRIZ, 2008).

É comum encontrar estudos que visam substituir a farinha de trigo, total ou parcialmente, na elaboração de produtos com outras propriedades ou para alterações no valor nutricional, acompanhando as novas tendências de hábitos alimentares e exigências do consumidor (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009). A literatura relata o uso de farinha de banana em virtude dos apreciáveis níveis de amido resistente (FASOLIN et al., 2007; SANTOS, 2010; BORGES, 2007). Além disso, a produção de farinha de banana verde contribui para minimizar as perdas pós-colheita da cadeia produtiva da fruta.

A farinha de trigo contém proteínas formadoras de glúten, que garantem produtos de panificação de altíssima qualidade, e que são ausentes nas farinhas oriundas de outras matérias-primas (HOSENEY, 1991). O emprego da farinha de trigo é baseado em suas propriedades reológicas e em seu teor e qualidade de proteína, definindo variadas aplicações. Ao substituírmos a farinha de trigo, alterações nos teores de proteína e nas propriedades reológicas são observados e, com isso, os diferentes produtos que podem ser elaborados com farinhas mistas, como pães, bolos, biscoitos, massas alimentícias, apresentam características distintas em comparação com aqueles obtidos exclusivamente de farinha de trigo. Isso pode limitar o nível de substituição da farinha de trigo, a fim de garantir produtos com características aceitáveis pelo consumidor. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os parâmetros reológicos da farinha de trigo quando substituída parcialmente por farinha de banana verde em variadas proporções.

## **2 FARINHA DE TRIGO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE BANANA VERDE**

A população tem buscado na alimentação algumas maneiras de melhorar os quesitos qualidade de vida e bem-estar. Novos produtos têm sido desenvolvidos com a farinha de trigo sendo substituída total ou parcialmente por outras farinhas para enriquecimento nutricional, alto índice glicêmico, elevado teor de glúten e tendências de mercado. Existe uma infinidade de matérias-primas que podem originar farinhas. A farinha de banana verde vem ganhando destaque entre os consumidores, oferecendo carboidratos de baixo índice glicêmico, fibras e outros nutrientes.

## 2.1 TRIGO

A palavra trigo é oriunda do vocabulário latino *Triticum*, que significa quebrado, triturado. O termo trigo refere-se tanto à planta como às sementes comestíveis do gênero *Triticum* (LÉON, 2007). O grão de trigo é basicamente constituído por: pericarpo (7,8 a 8,6%), endosperma (87 a 89%) e gérmen (2,8 a 3,5%) (QUAGLIA, 1991). O pericarpo é rico em fibras e sais minerais (ATWELL, 2001) e constitui a camada mais externa e protetora do grão (POPPER; SCHAFER; FREUND, 2006). O endosperma consiste numa matriz proteica, no qual está inserido grande número de grânulos de amido (HADDAD et al., 2001), ou seja, o endosperma constitui a farinha de trigo branca propriamente dita (HOSENEY, 1991).

As cultivares de trigo podem ser classificadas em cinco classes, as quais são baseadas em parâmetros como alveografia e número de queda. As classes são definidas como: Trigo Brando, Trigo Pão, Trigo Melhorador, Trigo para Outros Usos e Trigo *Durum*. Além das classes, o trigo também é classificado por tipos, podendo ser tipo 1, 2 ou 3, dependendo dos percentuais de umidade, materiais estranhos, impurezas e qualidade dos grãos (BRASIL, 2001).

### 2.1.1 FARINHA DE TRIGO

A farinha de trigo é o produto obtido a partir da espécie *Triticum aestivum* ou de outras espécies do gênero *Triticum* conhecidas. É uma matéria-prima amplamente utilizada, com aplicações em diversos alimentos, como pães, biscoitos, bolos e massas (BRASIL, 2005).

O processo de moagem para obtenção da farinha de trigo se dá pela redução do endosperma à farinha, precedido da separação do farelo e do gérmen (ATWELL, 2001). A maior parte da composição da farinha de trigo é de amido (70 a 75%), água (12 a 14%), proteínas (8 a 16%), uma pequena parcela de polissacarídeos não amiláceos (2 a 3%), lipídeos (2%) e cinzas (1%). Esses valores são variáveis de acordo com o cultivar do trigo (MORITA et al., 2002).

## 2.2 BANANA

O Brasil é um dos maiores produtores de banana. Ela é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo cultivada na maioria dos países tropicais como fonte de alimentação e renda (BOTREL et al., 2002). Em todos os estados brasileiros há o cultivo de bananeiras. Alguns fatores-chaves como, temperatura e regime de chuvas podem interferir no cultivo dessa planta. Devido a isso, a



maior parte da produção de bananas está concentrada no Pará, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina (EMBRAPA, 2017).

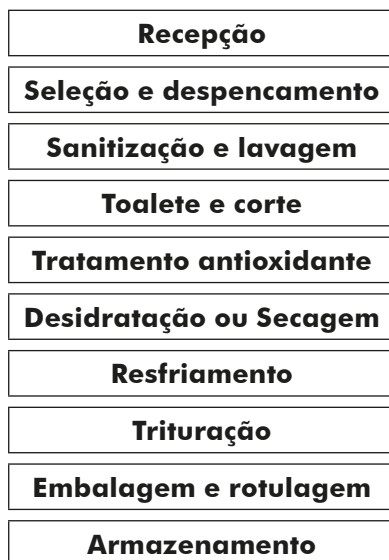
O fruto é consumido em seu estágio maduro. Com o amadurecimento do fruto, alguns compostos sofrem polimerização, o que faz com que ocorra o aumento da doçura, redução da acidez e diminuição da adstringência (VILAS BOAS et al., 2001). A banana ainda verde apresenta forte adstringência por causa da presença de compostos fenólicos solúveis, como o tanino (ADÃO; GLÓRIA, 2005). É considerada uma fonte de nutrientes saudáveis e de flavonoides, e sua aceitação pelo consumidor tem embasado uma gama extensa de estudos nutricionais e tecnológicos (TAIPINA et al., 2004). Os frutos verdes apresentam conteúdos de amido resistente considerável, que atua como fibra alimentar no organismo (PEREIRA, 2007).

### 2.2.1 FARINHA DE BANANA VERDE

Quando em forma de farinha, a banana verde pode ser aplicada em alimentos para enriquecimento nutricional, sem alterar o odor e nem o sabor. São diversas as aplicações como em massas, produtos de panificação, sorvetes e, de forma geral, em alimentos que possuem amido em sua composição. Sua contribuição nutricional inclui aumento de fibras, proteínas e diversos nutrientes (IZIDORO, 2007).

Na figura 1 é apresentado o fluxograma para obtenção da farinha de banana verde.

**Figura 1** - Fluxograma de obtenção da farinha de banana verde



## 2.3 AMIDO RESISTENTE (AR)

O amido é basicamente formado por moléculas de amilose e amilopectina, podendo ser dividido em três tipos: rapidamente digerível, que é convertido em glicose em um tempo aproximado de 20 minutos pela ação da amilase pancreática e amiloglicosidase a 37°C; lentamente digerível, onde nas mesmas condições leva cerca de 120 minutos para a conversão em glicose; e amido resistente, que suporta as ações das enzimas digestivas, mas que fermenta sob a ação da microbiota bacteriana no intestino grosso (LOBO; SILVA, 2003). O amido resistente foi definido como aquele que não se dispersa em água fervente e não é hidrolisado pela ação da amilase pancreática e da pululanase (CHAMP; FAISANT, 1996). Como o amido resistente não é digerido pelo intestino delgado, ele passa por um processo de fermentação no intestino grosso, tendo como produto ácidos graxos de cadeia curta e gases. Devido a esses comportamentos, pode-se comparar o amido resistente com a fibra alimentar (FAISANT et al., 1993; CHAMP; FAISANT, 1996; GOÑI et al., 1996).

## 2.4 REOLOGIA

O primeiro estudioso a definir a reologia foi Eugene C. Bingham, que a definiu como sendo “tudo que escoa” (STEFFE, 1996). Segundo Rao (1999), todos os materiais possuem propriedades reológicas, portanto, essa ciência pode ser aplicada a diversas áreas. Em alimentos, esse atributo é essencial em processos industriais e no controle de qualidade, visando a uma relação com o entendimento do ingrediente trabalhado junto à característica sensorial final do produto. Segundo Steffe (1996), diversas áreas na indústria de alimentos podem ser destacadas nas quais os estudos reológicos são de extrema importância, como por exemplo: na determinação da funcionalidade de ingredientes no desenvolvimento de produtos, no controle de qualidade, vida de prateleira e avaliação de textura de produtos relacionados com análise sensorial.

Na reologia clássica, dois materiais ideais dão início às considerações, estes são: o sólido elástico e o líquido viscoso. O primeiro citado é dado como um material com forma definida, que retorna a sua forma e dimensão original quando sofre deformação por uma força externa dentro de certos limites. Já o líquido viscoso escoa irreversivelmente com aplicação de força externa e não tem forma definida (STANLEY et al., 1996).

## 2.4.1 REOLOGIA DE FARINHAS

Na determinação das propriedades reológicas da farinha, destacam-se as determinações alveográficas, que avaliam características viscoelásticas da união de uma massa formada por farinha e solução salina. Essas características são analisadas em um equipamento denominado de alveógrafo. A partir da formação da massa, são cortadas cinco amostras em formato redondo de 4,5 cm de diâmetro, que, após passar por período de descanso em temperatura controlada, sofrem expansão por meio de um sopro contínuo de ar forçado até o momento de sua ruptura. A pressão que é exercida no interior da bolha é registrada em forma de gráfico pelo Alveo Link, que é um monitor acoplado ao equipamento. Nessa análise, os parâmetros avaliados são tenacidade (P), extensibilidade (L), relação tenacidade/extensibilidade (P/L), força de glúten (W) e índice de elasticidade (Ie) (GRANOTEC, 2003).

### 2.4.1.1 TENACIDADE (P)

Segundo Granotec (2003), no gráfico gerado por meio da análise, este parâmetro é uma média da altura máxima das ordenadas, medidos em milímetros e multiplicado por 1,1. Trata-se da resistência da massa em relação à sua deformação, levando em conta que, ao esticá-la, esta tende a voltar à sua forma inicial. O excesso de tenacidade nas massas pode impedir que elas cresçam de forma suficiente (GERMANI, 2008).

### 2.4.1.2 EXTENSIBILIDADE (L)

Granotec (2003) define extensibilidade como a média das abscissas, que é medida no momento em que as bolhas se rompem. Esse resultado é expresso em milímetros. Tal característica prediz a capacidade de extensão da massa sem que haja ruptura de sua parede. Está relacionada com o volume da massa no processo fermentativo e é um parâmetro variável de acordo com o produto em que a farinha é aplicada. No caso da panificação, o valor de L não deve ser muito elevado, porém, na produção de biscoitos é aceitável um valor mais elevado, pois se necessita de massas mais extensíveis (GERMANI, 2008).

### 2.4.1.3 TENACIDADE/EXTENSIBILIDADE (P/L)

Este parâmetro é baseado na divisão dos valores obtidos de tenacidade e extensibilidade, e, com o auxílio dessa relação, pode-se predizer o equilíbrio

entre elas. As massas mais extensíveis apresentam valores menores, normalmente abaixo de 1,0. Já as massas mais tenazes apresentam valores maiores.

O produto final está fortemente relacionado com essa relação, já que o equilíbrio entre elas está ligado com o desempenho durante o processo fermentativo da massa (GERMANI, 2008).

#### 2.4.1.4 FORÇA DO GLÚTEN (W)

Segundo Granotec (2003), a força do glúten é dada pela energia exigida para a deformação da massa, correspondente ao trabalho mecânico necessário para que a bolha sofra expansão até o rompimento de sua parede.

Quando a farinha sofre esse processo com a adição de água, a força da farinha define sua capacidade de realizar esse trabalho. Para a obtenção de um bom produto final, esse parâmetro se torna um dos mais importantes, levando em conta que ela está associada à capacidade de absorção de água pelas proteínas que formam a rede de glúten. Na panificação, essas características estão diretamente relacionadas com a formação de um bom produto final, pois se refere à capacidade de retenção de gás carbônico na massa, o que irá definir pães de volumes bons, granulometria aberta e textura sedosa do miolo (MÓDENES; SILVA; TRIGUEROS, 2009).

Baseado nos valores da força do glúten (W), costuma-se avaliar a força da farinha, definindo como sendo uma farinha forte ou fraca. Porém, cada tipo de farinha apresenta um valor de W distinto, que não permite predizer se uma farinha é boa ou ruim, mas sim definir qual é a melhor aplicação para ela (GERMANI, 2008).

#### 2.4.1.5 ÍNDICE DE ELASTICIDADE (IE)

Quando o ar começa a ser injetado na massa, uma curva começa a ser desenvolvida pelo Alvéolink. Esse parâmetro é medido após ser injetada a quantidade de ar necessária para que a curva se desloque 4 cm (GRANOTEC, 2003).

Pelo índice de elasticidade, pode-se dizer para qual área a farinha pode ser empregada. As farinhas ideais para massas normalmente apresentam um valor de P maior que o valor de L. Já para panificação, o equilíbrio entre os valores de P e L definem um bom pão, e na produção de biscoitos é ideal ter um valor de L maior que o valor de P, ou seja, uma massa mais extensível (GUIMARÃES, 2012).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A formulação e o estudo físico-químico das misturas foram realizados nas dependências do laboratório de um moinho de trigo na cidade de Londrina. Todas as análises foram feitas em triplicata, e o estudo ocorreu de agosto a novembro de 2016.

A farinha de trigo foi fornecida por um moinho de trigo da região de Londrina e a farinha de banana verde adquirida no comércio local de Londrina – PR.

Os métodos para a caracterização da farinha de banana verde foram realizados segundo metodologias do Instituto Adolfo Lutz e a reologia da farinha com substituição parcial, pelos métodos da AACC, 2008.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE

A farinha de banana verde foi caracterizada para definir os teores de: umidade, proteína, lipídeos, cinzas e carboidratos.

##### 3.1.1 UMIDADE

Segundo metodologia 413/IV do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), foram pesados cerca de 2 g da amostra em uma cápsula previamente aquecida por uma hora em estufa a 130°C, resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e pesados. O conjunto foi aquecido em estufa a 130°C durante 1 hora e resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Pesou-se o material e repetiu-se a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante. A análise foi realizada em triplicata, e os resultados foram encontrados por meio da equação:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{Umidade por cento (m/m)}$$

Onde:

$N$  = massa em gramas de umidade

$P$  = massa em gramas da amostra

**Equação 1 – Expressão matemática para cálculo da umidade**

##### 3.1.2 PROTEÍNAS

Para determinação de proteínas foi utilizado o método de microKjedahl, utilizando solução de ácido sulfúrico na titulação. Os valores de nitrogênio foram transformados em proteína pela multiplicação por fator 5,7 (AACC, 2008).

### 3.1.3 LIPÍDEOS

Conforme o método 032/IV, lipídeos ou extrato etéreo – extração direta em Soxhlet do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985) –, o cálculo para o percentual de lipídeos foi dado pela equação 2:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{lipídeos por cento (m/m)}$$

Onde:

$N$  = massa em gramas de lipídeos

$P$  = massa em gramas da amostra

**Equação 2 - Expressão matemática para o cálculo de lipídeos**

### 3.1.4 CINZAS

Para cada análise da triplicata, três gramas de amostra foram pesados em cápsulas, previamente secas em estufa a 100°C por duas horas e pesadas. As amostras foram carbonizadas e incineradas em mufla por duas horas, em seguida, resfriaram-se em dessecador até a temperatura ambiente e então foram pesadas. As porcentagens de cinzas foram obtidas pela equação 3:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas por cento (m/m)}$$

Onde:

$N$  = massa em gramas de cinzas

$P$  = massa em gramas de amostra

**Equação 3 - Expressão matemática para o cálculo de cinzas**

### 3.1.5 CARBOIDRATOS

O teor de carboidratos foi calculado por diferença, subtraindo os percentuais de proteína, umidade, lipídeos e cinzas.

## 3.2 OBTENÇÃO DAS FARINHAS MISTAS

A substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de banana verde foi realizada nas proporções de 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%, relação massa/massa. Depois de pesadas as devidas quantidades de massa de cada uma das farinhas em balança analítica, foi feita a mistura utilizando um homogeneizador

rotativo Chopin Technologies (França). Após a constituição das misturas, elas foram armazenadas em sacos de papel *kraft* ao abrigo de calor, luz e umidade.

### 3.3 ESTUDO REOLÓGICO DA MISTURA

Esta fase consistiu em realizar ensaios alveográficos por meio da metodologia nº 54-30 A da AACCC (2008) em triplicata, utilizando um alveógrafo modelo MA 87 da fabricante Chopin Technologies (França), onde, para cada ensaio, uma amostra de 250 gramas de farinha mista foi misturada com uma solução salina (NaCl 2,5%) até formar uma massa homogênea. Em seguida, cinco bolinhos de 4,5 centímetros de diâmetro foram formados e descansaram no alveógrafo em um compartimento com temperatura controlada durante 28 minutos contados a partir do início do processo. Cada bolinho de massa foi testado individualmente. A pressão dentro da bolha foi registrada pelo aparelho e exibida em forma de parâmetros quantitativos e gráficos no AlvéoLink, que consiste em uma tela acoplada ao alveógrafo.

Esses ensaios apresentaram o comportamento da massa em relação as variáveis: tenacidade (P), extensibilidade (L), configuração e equilíbrio da curva (P/L), trabalho ou energia de deformação (W) e índice de elasticidade. A partir dos ensaios, pode-se prever o comportamento das massas em relação às proporções de substituição de farinha de trigo por farinha de banana verde.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e, quando identificada diferença significativa, foi utilizado o teste de Tukey a 1% de probabilidade para comparação entre as médias. Para a análise estatística utilizou-se o *software* Statistica 5.0 (StatSoft).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição proximal (umidade, lipídeos, proteínas, carboidratos e cinzas) da farinha de banana verde utilizada para os testes está apresentada na Tabela 1. O teor de umidade encontrado nessa farinha foi de 4,57%. Borges (2007), que estudou sobre a caracterização de farinha de banana verde, encontrou o valor de 3,30%. Segundo a Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005 (BRASIL, 2005), a umidade para farinha de trigo não deve ser superior a 15%, para garantir a sua conservação durante o período de estocagem (PIZZINATO,

1999). Conforme Ortolan (2006), esse parâmetro, quando elevado, é o principal responsável pelo aumento da velocidade das reações químicas e enzimáticas, que podem provocar alterações nas características nutricionais e sensoriais, além de tecnológicas. Pelo fato de a farinha de banana verde apresentar baixo teor de umidade, ela não é capaz de interferir na conservação da farinha mista. De acordo com Hrusková e Machová (2002), que avaliaram armazenamento de dois tipos de farinhas por 3 meses, a umidade da farinha sofre influência das condições ambientais, entretanto, a influência das condições ambientais sobre parâmetros de qualidade da farinha não são bem explicados.

O teor de proteínas (tabela 1) encontrado foi de 4,67%, similar ao de Borges (2007), que identificou valores ao redor de 4,50%. Quanto ao teor de cinzas (tabela 1), os valores foram de 3,16%, enquanto Borges (2007) encontrou o valor de 2,59% e Moraes Neto et al. (1998) obtiveram um resultado de 4,40%. Segundo Vernaza et al. (2011), em seu estudo que avalia a farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios, essa farinha é rica em minerais como potássio e cálcio, além de também possuir magnésio e enxofre.

No trabalho de Medeiros et al. (2010), que estudaram as características físico-químicas da mistura de farinhas de banana e castanha, os valores de lipídeos da amostra de farinha de banana verde encontrados foram de 0,88% e 83,31% de carboidratos, enquanto na caracterização realizada na farinha utilizada para este estudo, os valores foram de 0,78% e 86,86% respectivamente (tabela 1).

**Tabela 1** – Porcentual de umidade, lipídeos, proteínas, carboidratos e cinzas em amostra de farinha de banana verde utilizada para obtenção de farinha mista com farinha de trigo

<b>Umidade</b>	<b>Lipídeos</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Carboidratos</b>	<b>Cinzas</b>
4,57%0,03	0,78%0,02	4,67%0,16	86,86%0,07	3,16%0,12

Fonte: Autoria própria (2017).

#### 4.1 ALVEOGRAFIA DAS FARINHAS MISTAS

Na Tabela 2 estão expressos os resultados de alveografia para a farinha de trigo e para as farinhas mistas. Conforme os resultados, os valores do trabalho de deformação (W) (Tabela 2) demonstraram que quanto maior foi a substituição por farinha de banana verde, este valor tendeu a diminuir, ou seja, houve perda da força de glúten. A força do glúten (W) é definida como a energia de deformação da massa, ou seja, corresponde ao trabalho mecânico que é necessário para que a bolha se expanda até sua ruptura, e esse valor é expresso em  $10^{-4}$  J (GRANOTEC, 2003).



Quando o termo “força de farinha” é utilizado, tem-se como finalidade designar a menor ou maior capacidade da farinha de sofrer um trabalho mecânico quando é misturada à água (MÓDENES; SILVA; TRIGUEROS, 2009). A farinha ser considerada como “forte” ou “fraca” não significa que seja ruim ou boa, porém, caracteriza que cada uma deve ser utilizada para diferentes finalidades (CEZAR, 2012). Para massas fermentadas, como é o caso das de panificação, a força da farinha está ligada à duração do tempo de fermentação, dessa forma, quanto mais forte a farinha, ou seja, com valores de W mais altos, a massa irá necessitar de um tempo maior de fermentação para atingir o seu desenvolvimento, o que resulta em uma melhor qualidade do produto final, com grande volume, miolo com estrutura menos espessa e de maior maciez (CAUVAIN; YOUNG, 2009). As exigências em termos de força da farinha variam conforme o tipo de derivado a ser produzido. A farinha que é considerada ideal para a produção de pão não terá as mesmas características reológicas que são necessárias à produção de biscoitos (GERMANI, 2008).

Os valores de W encontrados nas análises alveográficas realizadas nas farinhas mistas variaram de 252 para a farinha de trigo pura (referência) à 92 para a substituição de 50% por farinha de banana verde, ou seja, quanto maior o percentual de farinha de banana verde utilizada na substituição, menor foi a força do glúten. Segundo Oro (2013), em um estudo onde foram realizados testes reológicos com substituições parciais de farinha de trigo integral à farinha de trigo (referência), pode-se observar que conforme foi aumentada a quantidade de farinha integral na mescla, menor foi o valor obtido para a força de glúten (W). Este fato deu-se pelo aumento do teor de fibras na massa, o que causou diminuição na resistência quando expandida durante a alveografia. Conforme os dados da Tabela 1, o principal constituinte da farinha de banana verde são carboidratos e isso promove a redução da força de glúten, pela redução dos teores das suas proteínas formadoras.

Os valores de tenacidade (P) (Tabela 2) tenderam a aumentar à medida que houve incremento das concentrações de farinha de banana verde nas misturas testadas. Pessanha (2016) em estudo reológico realizado com farinha de trigo com adição de fibra de bambu, observou o mesmo comportamento para esse parâmetro. O aumento na substituição também influenciou nos valores de extensibilidade (L), sendo que o aumento nas contrações da farinha de substituição levou à redução da extensibilidade, ou seja, a farinha tornou-se menos elástica. De acordo com Fernandes et al. (2008), a extensibilidade trata-se de um indicador do volume da massa e depende do conteúdo de proteínas presentes na

farinha. O aumento da farinha de banana leva a menor concentração dos teores de proteínas formadoras do glúten.

Guarienti (1996) explica que as farinhas que apresentam valores de P/L inferiores a 0,60 podem ser consideradas extensíveis, ou seja, de glúten extensível. Farinhas com valores que variam entre 0,61 a 1,20 têm características de glúten balanceado, e quando o valor de P/L é maior que 1,21, ela apresenta glúten tenaz. A relação entre a tenacidade e extensibilidade (P/L) (tabela 2) variou de 1,9 a 25,1, sendo 1,9 para a farinha de trigo pura e 25,1 para a substituição parcial de 50% de farinha de banana verde na relação massa/massa. Fernandes et al. (2008), em estudo sobre o comportamento da farinha de trigo com substituição parcial de farinha de casca de batata, justificam esse fato pelo decréscimo do teor das proteínas glutenina e gliadina, as quais são responsáveis pela formação da rede de glúten, uma vez que a farinha de substituição utilizada não possui essas proteínas em sua composição. Como demonstrado na tabela 1, a farinha de banana verde apresenta valores de proteína ao redor de 4%, ou seja, bem inferior ao da farinha de trigo, que é em torno de 16%. Além do mais, em sua fração proteica, a farinha de banana verde não apresenta proteínas formadoras do glúten. Farinhas com essas características, baixa elasticidade e alta tenacidade, segundo Pauly (2013), podem ser aplicadas para a industrialização de massas, porém, devem apresentar força de glúten considerável, o que não aconteceu conforme a concentração de farinha de banana verde foi aumentada.

**Tabela 2** – Avaliação do percentual de substituição de farinha de trigo por farinha de banana verde e sua influência sobre tenacidade, elasticidade, força de farinha e relação P/L

% Substituição	P (mm)	L (mm)	P/L	W (x10 <sup>-4</sup> J)
0	113f	58,3 <sup>a</sup>	1,9a	252 <sup>a</sup>
5	111f	48,3b	2,3a	201b
10	132e	38,3c	3,4a	185c
20	140d	23d	6,1b	141d
30	153c	16,7e	9,2c	121e
40	165b	11,3f	14,6d	112f
50	186a	6,7g	25,1e	92g

Legenda: (P) tenacidade, (L) elasticidade, (P/L) relação entre tenacidade e elasticidade, (W) força da farinha 10<sup>-4</sup>J

Avaliando os resultados obtidos para a análise alveográfica e as possíveis aplicações para farinhas com diferentes níveis de substituição, Fernandes et al.

(2008) descrevem que o parâmetro de tenacidade (P), ou “ponto máximo de ruptura”, pode ser considerado correlacionado ao índice de estabilidade da massa obtida a partir da farinha, ou seja, quanto maior é a concentração de farinha de banana verde adicionada à farinha de trigo, maior o valor de P, o que indica uma maior resistência à expansão da massa, e a extensibilidade propriamente medida (L).

Fernandes et al. (2008) afirmam que, para panificação, o ideal é que se obtenha um bom equilíbrio entre estes dois valores, além do valor da força do glúten (W). Segundo Germani (2003), para bons resultados em panificação, os valores da força do glúten (W) devem estar entre 150 a 280 x 10<sup>-4</sup>Joules, e a relação entre a tenacidade e extensibilidade (P/L) entre 0,5-1,7. Já Guarienti (1996) afirma que, para aplicação em pães, o ideal são farinhas com um bom balanceamento, ou seja, valores de P/L variando entre 0,50 - 1,20. Nessa pesquisa, farinhas com até 10% de substituição atenderiam aos exigidos para força de glúten, mas não ao exigido para a relação P/L. Massas com esse perfil apresentariam maior resistência ao crescimento de seu volume, gerando massas mais densas.

Para a aplicação em bolos e biscoitos são ideais farinhas extensíveis, de baixa força geral de glúten e baixo teor proteico, com relação P/L < 0,49, e, para aplicação em massas, buscam-se farinhas mais tenazes, ou seja, P/L > 1,21(GUARIENTI, 1996; GUTKOSKI, et al., 2011).Os resultados encontrados para as farinhas mistas indicam que à medida que ocorreu aumento da concentração de farinha de banana verde houve exatamente menor força de glúten, o que indicaria essa possibilidade; entretanto, também aqui, os valores da relação P/L não são adequados por apresentarem redução da extensibilidade. No caso de macarrões e outros tipos de massas alimentícias que exigem maior tenacidade, o limite poderia estar relacionado ao menor conteúdo proteico. Neste trabalho não foi realizada análise dos teores proteicos das diferentes farinhas mistas, mas é possível prever redução dos seus teores em virtude dos baixos níveis de proteína (Tabela 1) encontrados na farinha de banana verde.

Embora os resultados de alveografia aqui encontrados pareçam indicar bastante limitação quando ao emprego de tais farinhas mistas, é importante ressaltar alguns aspectos. Em primeiro lugar, a avaliação da qualidade de uma farinha para um determinado uso é algo muito complexo, sendo que vários fatores interferem e diferentes métodos foram criados para tal fim. Entretanto, não há uma unanimidade em afirmar que determinado parâmetro seja isoladamente conclusivo. O uso de farinhas mistas em sistemas provavelmente não conseguirá obter produtos com as mesmas propriedades e características daqueles que são tradicionalmente aceitos e feitos com farinha de trigo. Entretanto,

outros ingredientes podem ser incorporados e alterações nos processos podem ser feitas, objetivando melhorar a qualidade de tais produtos. Exemplo disso é o uso de ovos e estearoil lactil-lactato de sódio na fabricação de macarrões com farinhas de trigos comuns e até mesmo sem glúten (TOMICKI et al., 2015), em detrimento de trigo *durum*.

Além disso, é possível a fabricação de produtos de panificação sem uso de farinha de trigo, especialmente para consumidores celíacos, e tais produtos alcançam aceitabilidade sensorial. Da mesma forma alguns produtos vêm sendo desenvolvidos com a adição de farinha de banana verde, apresentando bons níveis de aceitabilidade como *cookies* (FASOLIN et al., 2007), barra de cereais (SANTOS, 2010), pré-misturas para bolos (BORGES, 2007). Portanto, o emprego de farinhas mistas de trigo e banana verde abrem possibilidades de novos estudos e desenvolvimento visando à qualidade e à aceitabilidade de seus produtos derivados.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se observar que a substituição da farinha de trigo por farinha de banana verde impacta as propriedades reológicas das farinhas mistas, aumentando os valores de tenacidade (P) e relação P/L e diminuindo a extensibilidade (L) e a força do glúten (W). A intensidade de tais alterações é tão maior quanto maior o grau de substituição.

Baseado nos resultados de alveografia, o uso das farinhas mistas mostrou-se limitante para emprego em pães, biscoitos e bolos, devido aos valores de força de glúten e/ou a relação P/L, mesmo nos menores níveis de substituição.

## REFERÊNCIAS

AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMIST). *Approved Methods of the AACC* (10th ed.). St. Paul, MN: The Association. 2008.

ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive Amines and Carbohydrate Changes During Reopening of Prata Banana (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). *Food-Chemistry*, v. 90, n. 4, p. 705-711, 2005.

ATWELL, W. A. Wheat Flour. *American Association of Cereal Chemists*. St. Paul: AACC, 2001. (Eagen Press Handbook Series)

BORGES, A. M. *Caracterização e estabilidade de pré-misturas para bolo à base de farinha de banana verde*. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

BOTREL, N. et al. Inibição do amadurecimento da banana-prata-anão com a aplicação do 1 metilciclopropeno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53-56, abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7 de 15 de agosto de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 15 ago. 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8 de 3 de junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 27 jun. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº7 de 15 de agosto de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 15 ago. 2001.

CAUVAIN, S. T.; YOUNG, L. S. *Tecnologia de panificação*. 2. ed. Barueri: Manole, 2009. 418 p.

CEZAR, A. P. C. Controle de Qualidade na Farinha de Trigo. 2012. 26f. *Trabalho de Estágio Supervisionado do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, 2012.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. *B. SBCTA*, v. 30, n. 1, p. 37-43, 1996.

COSTA, L. L. *Estudo reológico, físico-químico e sensorial do uso de farinha de semente de abóbora (Cucurbita sp.) na elaboração de pão de forma*. 2014.

62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2014.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). *Produção brasileira de banana 2016*. Dados de 2017. Disponível em: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/banana/b1\\_banana.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2018.

FAISANT, N. et al. Structural Discrepancies in Resistant Starch Obtained in Vivo in Humans and in Vitro. *Carbohydr. Polym.*, v. 21, p. 205-209, 1993.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, n. 27; v. 3, p. 524-529, jul.-set. 2007.

FERNANDES, A. F. et al. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, p. 56-65, 2008.

GERMANI, R. Qualidade de farinha de trigo e panificação. In: SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 9., 2003, Rio de Janeiro. *Apostila...* Rio de Janeiro: UFRuralRJ, 2003. 74 p.

GERMANI, R. *Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliação de suas qualidades*. Embrapa – Laboratório de análise de trigo. Rio de Janeiro, ago. 2008.

GOÑI, I. et al. Analysis of Resistant Starch: a Method for Foods and Food Products. *FoodChem.*, v. 56, n. 4, p. 445-449, 1996.

GRANOTEC. *Metodologias Analíticas*. Ago. 2003.

GUARIENTI, E. M. *Qualidade Industrial de Trigo*. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa – CNTP, 1996.

GUIMARÃES, Marta. *Técnicas Laboratoriais em Trigo*. Campo Mourão, 2012.

GUTKOSKI, L. C. et al. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. *Braz. J. Food. Technol.*, Preprint Series, n. 458, 2011.

HADDAD, Y. et al. Rheological Behaviour of Wheat Endosperm - Proposal for classification based on the rheological characteristics of endosperm test samples. *Journal of Cereal Science.*, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2001.

HOSENEY, R. C. *Principios de ciencia y tecnologia de los cereales*. Zaragoza: Acribia, 1991.

HRUŠKOVÁ, M.; MACHOVÁ, D. Changes of wheat flour properties during short term storage. *Czech Journal Food Science*, v. 20, n. 4, p. 125-130, 2002

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v. 1 Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. v. 1. p. 42-43.

IZIDORO, D. R. *Influência da polpa de banana (Musa cavendishii) verde no comportamento reológico, sensorial e físico-químico de emulsão*. 2007. 167 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LÉON, A. E. *De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica*. Córdoba: Hugo Báez, 2007.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. *Rev. Nutr.*, v. 16, n. 2, 2003.

MEDEIROS, Marlene Jardim et al. Composição química de misturas de farinhas de banana verde com castanha-do-brasil. *Rev. Inst. Adolfo Lutz.*, v. 3 n. 69, p. 396-402, 2010.

MÓDENES, Aparecido Nivaldo; SILVA, Acir Martins da; TRIGUEROS, Daniela Estelita Goes. *Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado*. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101\\_20612009000300008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101_20612009000300008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 5 mar. 2012.

MORAES NETO, J. M. et al. Componentes químicos da farinha de banana (*Musa spp.*) obtida por meio de secagem natural. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998.

MORITA, N. et al. Dough and Baking Properties of High-amylose and Waxy Wheat Flours. *Cereal Chemistry*, v. 79, p. 491-495, jul. 2002.

ORO, T. Adaptação de métodos para avaliação da qualidade tecnológica de farinha de trigo integral. 2013. 195 f. Tese (Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ORTOLAN, F. *Genótipos de trigo do Paraná – safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração da cor da farinha*. 2006. 140 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PAULY, T. *Características agronômicas de cultivares de trigo e qualidade tecnológica da farinha em função do espaçamento entre linhas*. 2013. 63 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.

PEREIRA, K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, n. 1. p. 88-92, ago. 2007.

PESANHA, M.D.F. Propriedades reológicas da massa de pão francês adicionada de fibra alimentar e características sensoriais do produto após assamento. 2016.



119f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

PIZZINATO, A. *Qualidade da farinha de trigo*. Campinas: Ital, 1999.

POPPER, L.; SCHAFER, W.; FREUND, W. *Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement*. Kansas City: Agrimedia, 2006.

QUAGLIA, G. *Ciencia y tecnologia de la panificación*. Zaragoza: Acribia, 1991.

RAMOS, D.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 479-483, jul.-set. 2009.

RAO, M. Anandha. *Rheology of Fluid and Semisolid Foods: Principles and Applications*. Gaithersburg: Aspen, 1999.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L. Characterization of Fibre-Rich Powder Prepared by Liquefaction of Unripe Banana Flour. *Food Chemistry*, v. 107, p. 1515-1521, 2008.

SANTOS, J. F. *Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde*. 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2010.

SCHEUER, P. et al. Trigo: Características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 211-222, 2011.

SOUZA, J.M.L et al. *Farinha mista de banana verde e de castanha-do-brasil*. Embrapa: Brasília, 2009. 54 p.

STANLEY, D. W.; GOFF, H. D.; SMITH, A. K. Texture-structure Relationships in Foamed Dairy Emulsions. *Food Research International*, v. 29, n. 1, p. 1-33, 1996.

STEFFE, J. F. *Rheological Methods in Food Process Engineering*. 2. ed. East Lansing: Freeman Press., 1996.

TAIPINA, M. S. et al. Aceitabilidade sensorial de suco de manga adicionado de polpa de banana (*Musa sp.*) verde. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 49-55, 2004.

TOMICKI, L. et al. Elaboração e avaliação da qualidade de macarrão isento de glúten. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 7, jul. 2015.

VERNAZA, G. V. et al. Addition of Green Banana Flour to Instant Noodles: Rheological and Technological Properties. *Ciências e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1157-1165, 2011.

VILAS BOAS, E. V. B. et al. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. (Ed.). *Banana: pós-colheita*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 15-19.



## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MATURADO POR CULTURAS AUTÓCTONES**

*Jaqueline Marques Bonfim  
Ranubia Rocha da Silva  
Luciana Furlaneto-Maia  
Marly Sayuri Katsuda*

### **1 INTRODUÇÃO**

O queijo é um dos alimentos mais consumidos no Brasil. Sua produção foi introduzida no país com a vinda de imigrantes europeus, que adaptaram os procedimentos de elaboração, resultando em diversos tipos de queijos artesanais. Os que merecem destaque pela popularidade no país são originários de Minas Gerais e sobressaem pela identidade própria, devido à diversidade de culturas lácticas da região, à qualidade do leite, ao processamento, às condições de maturação, entre outros fatores (LISITA, 2005). O queijo é composto por proteínas, vitaminas do complexo B, vitamina A, niacina, riboflavina, ácido fólico e minerais (COSTA JÚNIOR, 2014; ABIQ, 2011).

Entre os anos 2000 e 2010 o consumo do queijo aumentou. No Brasil, sua produção encontra-se em ascensão, embora boa parte do montante produzido envolva queijos comerciais, tais como: Minas Frescal, Muçarela, Parmesão, Prato, entre outros. A oferta de queijos artesanais regionais vem crescendo no país, e sua produção está concentrada na região Sul e Sudeste, porém, não eram comercializados em todo o território nacional devido às barreiras legais. Os queijos artesanais mais conhecidos nacionalmente envolvem os da Canastra,

do Serro, do Araxá (de Minas Gerais) e o Colonial (produzido na região Sul) (FAO, 2015).

As culturas lácticas apresentam um papel importante na produção de queijos, pois contribuem para o desenvolvimento do seu sabor e textura. Algumas espécies produzem metabólitos que contribuem na conservação dos queijos por meio da produção de bacteriocinas, inibindo o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Esses microrganismos metabolizam principalmente a lactose, formando ácido lático (FOX et al., 1996).

Este trabalho consistiu no desenvolvimento, caracterização físico-química e microbiológica do queijo maturado por culturas autóctones, compostas por *Lactobacillus sp*, isolados de leite cru e queijos artesanais produzidos na região de Londrina-PR.

## 2 QUEIJOS MATURADOS POR CULTURAS LÁCTICAS AUTÓCTONES

O queijo artesanal é definido, de acordo com a Lei nº 14.185, de 2002, do estado de Minas Gerais, como um produto elaborado de acordo com a tradição histórica e regional, a partir de leite de vaca sem pasteurização, apresentando uma consistência firme, com aroma e sabor típico, sem adição de corante e nem conservantes, podendo apresentar olhadura mecânica (MINAS GERAIS, 2002).

Um dos queijos artesanais popularmente comercializado e consumido no país é o tipo Minas, proveniente do estado de Minas Gerais desde o século XVIII. Para que um queijo produzido na fazenda seja tradicionalmente artesanal, emprega-se soro fermentado proveniente de bateladas anteriores de queijos, com isso, são adquiridas características típicas da região, no caso a de Minas Gerais (MACHADO et al., 2004).

Os queijos artesanais no Brasil concentram-se mais na Serra da Canastra, em Araxá e em Alto do Parnaíba. Há produção de outros tipos de queijos artesanais em outras regiões do país, mas ainda estão buscando reconhecimento no mercado com suas características regionais. Nas fazendas, a produção de queijo artesanal é de 70 mil toneladas ao ano e, por ser uma demanda de oferta nacional, essa produção é mantida com 27 mil produtores, dos quais 10.773 são rurais, localizados em quatro regiões do estado (EMATER-MG, 2003).

Em 2008 o estado de Minas Gerais era um dos maiores produtores de queijo no Brasil, produzindo 215 toneladas (TEIXEIRA; FONSECA, 2008). O Brasil segue como o sétimo maior produtor de queijos no mundo, alcançando mais de um milhão de toneladas em 2015 (ABIQ, 2011).

O Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA), está trabalhando para ampliação da produção nas regiões produtoras de queijos artesanais por meio do registro de Indicação Geográfica (IG). No ano de 2015, foram identificadas 18 áreas de produção de queijos artesanais de leite cru para o recebimento da IG. Além da Serra da Canastra em Minas, serão consideradas as Serras Salitre, Araxá, Arquipélago Marajó e também o agreste de Pernambuco (CAPRILEITE, 2016; O PARANÁ, 2016).

A produção de queijo artesanal vem aumentando nos últimos anos com diferentes processos e sua elaboração ocorre a partir de leite de vaca, cabra ou ovelha e diversos tipos de culturas lácticas. A região Sudeste no estado do Rio de Janeiro vem se destacando pela oferta de queijos artesanais, tais como, os tipos Brie ou Gouda, que crescem cada vez mais na região, conquistando os habitantes cariocas (CAPRILEITE, 2016).

O governador José Ivo Sartori do Rio Grande do Sul, sancionou Projeto de Lei nº 63/2016, que reconhece os municípios que integram os Coredes de Campos de Cima da Serra, Hortênsias e Serra, como tradicionais produtores de queijo artesanal serrano, contribuindo para o fortalecimento dos produtores e investimento na produção. A lei prevê que, para a produção de um queijo artesanal, o leite deve ter origem na mesma propriedade onde se localiza a queijaria, proibindo matéria-prima de outras regiões. Esses produtos serão comercializados somente sob registro ou título, de acordo com os órgãos de controle sanitário do estado ou serviço de inspeção municipal, mediante identificação contendo um número de cadastro, registro e nome do município de origem do estabelecimento (MILKPOINT, 2017a).

Projeto como esse permitirá um controle de inspeção e fiscalização periódico para produção de queijos artesanais, além de contribuir para a qualificação do setor, com políticas de apoio financeiro e estrutural para o produtor e para a organização de rede de distribuição, comercialização e campanhas de promoção de queijo artesanal (MILKPOINT, 2017a).

Em São João da Boa Vista no estado de São Paulo, uma unidade fabril denominada Capril do Bosque produz diversos tipos de queijos artesanais de caprinos, desde frescos até os maturados. Todos os seus produtos possuem selo de qualidade do Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Estado de São Paulo – SIS (CAPRILEITE, 2016).

Dentre os queijos finos produzidos pelo laticínio, encontram-se aqueles com mofo branco semelhante ao Camembert, Brie e Cacauzinho (Figura 1A), queijo maturado com carvão e pimenta, queijo com cacau e mofo branco, entre outros.

**Figura 1** - Queijo caucauzinho (A) e Chevrotin (B)

Fonte: Milkpoint (2016).

Para a produção de um quilo de queijo artesanal denominado Chevrotin, também elaborado a partir do laticínio Capril do Bosque, requer-se sete litros de leite de cabra. A empresa produz em torno de 600 quilos do queijo em porção de 100 a 200 gramas (Figura 1B).

Segundo Heloisa Collins, proprietária do laticínio Capril do Bosque, o mercado de queijos artesanais está vivenciando um momento promissor, com oferta de diversos tipos de queijos de caráter inovador e de qualidade. Atualmente, muitos produtores estão competindo nesse mercado e com isso a qualidade desse tipo de queijo está cada vez mais rigorosa, incluindo também sua comercialização competitiva entre os produtores, o que proporciona ao queijo artesanal maior valor agregado e reconhecimento no mercado (MILKPOINT, 2016).

A região onde os queijos artesanais são produzidos está relacionada com a sua composição físico-química. Na região da Serra da Canastra, por exemplo, o solo da fazenda com maior quantidade de minério deixa o queijo com uma acidez mais acentuada. Já na Serra do Salitre, a acidez é menor, devido ao tipo de alimentação do animal, que influencia na composição química e sensorial do queijo (CAPRILEITE, 2016).

A receita do queijo artesanal na região de Minas Gerais costuma seguir os mesmos padrões de produção, gerando uma variedade envolvendo os de Araxá, Campos dos Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro. A massa é produzida a partir do leite cru de vaca, seguida de dessoragem e prensagem em fôrmas de queijos, salgados a seco antes de ir para a sala de maturação (MILKPOINT, 2017b).

Queijos artesanais do Serro apresentam formato cilíndrico alto, estreito e com um peso de aproximadamente 800 gramas. O tipo da Canastra mede em torno de quatro a cinco centímetros de altura, com dezesseis centímetros de diâmetro, e o peso oscila por peça. O pingo do soro é utilizado como um fermento natural e, dependendo do local, essa fermentação muda as características do queijo, por carregar as bactérias lácteas provenientes das regiões de onde se obtém o leite como matéria-prima. A adição do pingo do soro na produção dos queijos é o que mantém a identidade de cada queijo (MILKPOINT, 2017b).

O queijo do Serro possui características de massa mais quebradiça e sabor mais ácido, diferente das características de queijo Canastra, conhecidos por textura mais densa e picante conforme o tempo de maturação (MILKPOINT, 2017b).

O queijo é definido, segundo a Portaria nº 146 do MAPA,

[...] como um produto fresco ou maturado produzido a partir da separação parcial do soro do leite de coalhada obtida pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade adequada para uso alimentar, a partir de leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados com ou sem adição de substâncias alimentícias, especiarias, condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996).

Os inúmeros tipos de queijos com diferentes características impulsionaram a necessidade de órgãos fiscalizadores gerarem padrões legais que contribuam com a definição dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos. A Portaria nº 146 classifica os queijos de acordo com o conteúdo de matéria gorda no extrato seco recebendo a denominação de desnatados a extra gordos (BRASIL, 1996). Essa mesma legislação também classifica os queijos quanto ao teor de umidade, a qual pode ser de baixa umidade até muito alta umidade.

Para que os queijos não percam sua identidade no mercado, devem-se seguir determinados padrões de processamento e dos insumos utilizados. Nas indústrias de laticínios de Minas Gerais é fundamental que os insumos sejam de boa qualidade e, por esse motivo, é necessário realizar uma caracterização do queijo para assim ter-se conhecimento de sua composição físico-química e seguir com uma padronização (MACHADO et.al., 2004).

Dentre os queijos fabricados no Brasil, o coalho é um dos mais consumidos, inclusive na região Nordeste e Sudeste, proporcionando um crescimento econômico, social e cultural para essas regiões. Segundo a Instrução Normativa nº 22/2003 (BRASIL, 2003), o queijo de coalho, em relação aos atributos sensoriais, é apresentado com uma cor amarelada, de consistência elástica, crosta



fina, não formando casca bem definida, com um odor ligeiramente ácido, sendo salgado, com algumas olhaduras no seu interior e seu peso pode ter variações.

Em relação aos processos bioquímicos dos queijos, a maturação é uma das últimas fases e ela poderá ter uma variação de duas semanas ou mais, dependendo do tipo do queijo; o parmesão, por exemplo, são dois anos. Nesse período ocorrem fatores químicos, biológicos e bioquímicos sob ação das enzimas lipolíticas e proteolíticas, que modificam a estrutura física e química do queijo, contribuindo para a textura, aroma, sabor e promovendo uma variedade de queijos maturados (COSTA JÚNIOR et al., 2014; MORENO, 2013).

## 2.1 PRODUÇÃO DO QUEIJO

Uma boa produção de queijo se inicia na seleção do leite: é essencial que ele seja livre de antibióticos e boa qualidade microbiológica. A partir de uma boa qualidade do leite é possível obter um bom queijo (FOX; MCSWEENEY, 1998). A produção pode ser feita com leite cru ou pasteurizado, dependendo do tipo de queijo que será feito (FURTADO, 2005). A legislação determina limites para alguns parâmetros físico-químicos do leite para a fabricação de alguns tipos de queijos. A padronização do teor de gordura, acidez, pH, densidade, proteínas, extrato seco total e cinzas, presentes no leite, deve ser controlada para uma boa fabricação (BRASIL, 2001).

As principais etapas para a produção de queijo são: acidificação, coagulação, dessoragem da massa, enformagem e salga (EMBRAPA, 2017). A adição da cultura láctica na elaboração do queijo confere as características de sabor e aroma após a maturação, produzindo ácido láctico, tendo um efeito na ação do coalho, que auxilia o poder coagulante (FURTADO; LOURENÇO, 1991). As culturas lácticas tradicionalmente utilizadas para a produção de queijos Minas padrão são compostas por *Lactococcus sp.*, que possui caráter mesofílico, com temperatura ótima de crescimento próximo de 30°C (OLIVEIRA, 1986; FURTADO; LOURENÇO, 1991).

O coagulante é adicionado ao leite após um período de pré-maturação sob temperatura de 32 a 35°C; após a homogeneização, este é mantido em repouso por 45 minutos para que ocorra a coagulação, que apresentará um aspecto de um gel (FOX; MCSWEENEY, 1998). A função do coalho é coagular a caseína do leite a partir da enzima quimosina, dependendo da temperatura, pH, quantidade de cálcio e teor de proteínas do leite (OLIVEIRA, 1986; FOX; MCSWEENEY, 1998).

Em seguida efetua-se o corte da coalhada que deve apresentar um aspecto firme. A finalidade do corte é contribuir com a sinérese da coalhada, a qual é

fracionada por meio de liras horizontais e verticais. As liras são equipamentos que fazem o corte da massa e permitem que os tamanhos dos pedaços fiquem uniformes, promovendo um corte regular, contribuindo para a perda de umidade de forma homogênea e controlando a acidificação da massa do queijo (OLIVEIRA, 1986; FURTADO, 2005).

Quando a massa possui consistência suficiente para ser enformada, ocorre a dessoragem e efetua-se a enformagem. Essa etapa envolve a transferência da massa em fôrmas definidas para cada tipo de queijo, seguida de dessoragem ou prensagem. A última etapa envolve a prensa da massa de forma mecânica, visando acelerar a drenagem do soro entre os grãos. A enformagem dos queijos Minas padrão, por exemplo, ocorre em fôrmas cilíndricas chatas, submetidas a prensagem por um período de 2 a 3 horas para promover a dessoragem do queijo e sua moldagem; nesse período, deve-se realizar a viragem dos queijos a cada 1 hora. Após esse tempo, os queijos são armazenados de acordo com cada tipo para promover a maturação (OLIVEIRA, 1986; FOX; MCSWEENEY, 1998; FURTADO, 2005).

A salga dos queijos pode ser realizada direto na massa, a seco ou em salmoura (OLIVEIRA, 1986; FURTADO; LOURENÇO, 1991; FOX et al., 1996). Salga na massa: logo após a dessoragem que é a retirada do soro, resta a massa e então é aplicado o sal; salga seca: o sal é aplicado pela superfície externa do queijo e ocorre a dissolução do sal com o soro que sai do queijo lentamente; salga por salmoura: geralmente é feita após a prensagem, os queijos são mantidos em tanques contendo salmoura, e o tempo que o queijo permanece imerso depende do seu tamanho e formato (OLIVEIRA, 1986).

## 2.2 MATURAÇÃO EM QUEIJOS

A maturação dos queijos envolve processos bioquímicos, que promovem modificações na textura e no sabor. Como já mencionado, o tempo varia de acordo com os tipos de queijos, podendo levar de duas semanas até alguns anos. Durante esse período, enzimas atuam na massa do queijo, e ocorrem atividades proteolítica e lipolítica, que promovem modificação nas características físico-química e influenciam na textura, aroma e sabor (FOX; MCSWEENEY, 2000).

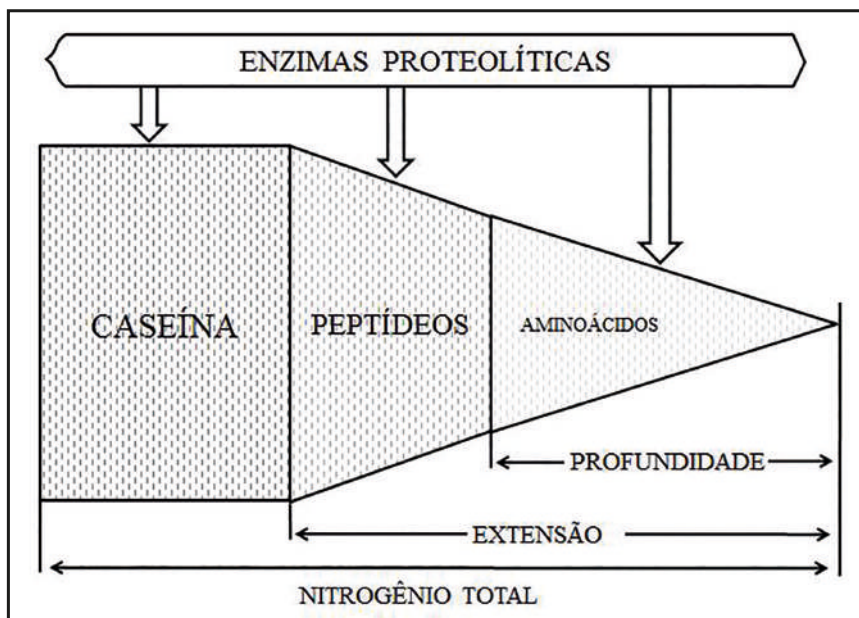
O fenômeno da maturação ocorre em três eventos: glicólise, proteólise e lipólise. Inicialmente acontece a glicólise, que significa a conversão da lactose em ácido lático e demais ácidos orgânicos. Em seguida, ocorre a proteólise, que consiste na hidrólise das proteínas do leite em peptídeos de médio peso molecular, atingindo níveis de aminoácidos, modificando a textura e contribuindo para o aroma e sabor dos queijos. A lipólise se dá originalmente pela ação das lipases

naturais do leite ou de culturas lácticas, que hidrolisam os lipídeos em ácidos graxos e contribuem fortemente para o aroma (FOX et al., 1996).

As atividades proteolíticas ocorrem por etapas: a primeira é a quebra da cadeia de caseína em longas cadeias peptídicas por ação da enzima protease; com esse resultado, o queijo é afetado em sua consistência. Na segunda etapa, acontece a quebra desses peptídeos menores, formando aminoácidos livres, que contribuem para o sabor e pouco influenciam no aroma. Na terceira etapa identificamos as transformações dos aminoácidos livres por meio das enzimas que dependem da cultura láctica secundária, formando compostos aromáticos dessa degradação, também influenciada pelo pH (LAWRENCE et al., 1987)

Para indicar as mudanças na proteólise existem os conceitos de índice de extensão e profundidade (Figura 2). No índice de extensão, são quantificados os peptídeos solúveis de alto peso molecular, providos da ação proteolítica do coalho sobre a caseína do queijo, liberados em fase aquosa (WOLFSCHOON-POMBO; LIMA, 1989).

**Figura 2.** Esquema representando os índices de extensão e profundidade da proteólise, aplicáveis à digestão das caseínas



Fonte: Wolfschoon-Pombo e Lima (1989).

O índice de profundidade de maturação quantifica as substâncias de baixo peso molecular, como os aminoácidos, as aminas e os oligopeptídeos, no decorrer

do processo de maturação, que também faz parte da ação das enzimas microbianas do fermento sobre o composto nitrogenado na fase primária da caseína (WOLFSCHOON-POMBO; LIMA, 1989).

## 2.3 BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS EM QUEIJOS ARTESANAIS

O queijo artesanal tem suas propriedades sensoriais típicas, com sabor e aroma característicos. Esses atributos estão associados ao leite, à raça e à nutrição do animal. O processo de fabricação e a microbiota natural autóctone são responsáveis pela fermentação e maturação, fornecendo um queijo próprio da região produtora (BERESFORD et al., 2001).

O fermento endógeno adicionado ao queijo tem influências que podem variar diante do ambiente, devido ao sistema de ordenha, ao processo de fabricação e até à época do ano (BORELLI et al., 2006).

Esses microrganismos convertem a lactose em ácido lático e, algumas espécies, produzem gases e compostos aromáticos. São muito utilizadas para fermentação de carnes, vegetais, frutas, bebidas e produtos lácticos. Para os queijos, ressalta-se a sua importância na produção de ácido lático, acetaldeídos, atividade proteolítica e lipolítica. Os gêneros associados a produtos lácticos são: *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Streptococcus* (WOURTERS, 2002).

A microbiologia láctica do queijo é compreendida por culturas iniciadoras e não iniciadoras. As culturas iniciadoras ou 'starter' produzem ácidos orgânicos que promovem a redução do pH do leite para 5,3 em um período de seis horas, na temperatura de 30-37 graus. Essas bactérias podem ser adicionadas no início do processo de produção ou ser provenientes do próprio leite (BERESFORD et al., 2001).

A função dessas bactérias está associada ao processo de fermentação, mas também contribui para a maturação do queijo, pois possuem enzimas envolvidas na proteólise e conversão de aminoácidos em compostos que irão desenvolver aroma e sabor ao queijo. As espécies mais utilizadas de bactérias starters são do gênero *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Enterococcus* (FOX; WALLACE, 1997).

As espécies *Lactobacillus* e *Pediococcus* são consideradas bactérias não iniciadoras que chegam até  $10^8$  UFC/g durante a maturação, porém, não contribuem para o processo de fermentação com níveis de produção de ácido, mas desempenham um papel importante para formação de sabor e aroma aos queijos maturados (BERESFORD et al., 2001).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se caracteriza como experimental e foi realizada em 2017 na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Para a produção de queijos artesanais adquiriu-se o leite pasteurizado, não homogeneizado e padronizado para 3,4% de gordura de um laticínio na região. O coagulante utilizado foi a quimosina microbiana da marca Estrela, gentilmente cedida pela empresa CHR-Hansen. Todos os reagentes utilizados nas análises eram de grau de pureza analítica. O fermento láctico utilizado era composto por *Lactobacillus sp*, proveniente de leite cru e de queijos artesanais comercializados na região de Londrina, procedentes do banco de culturas da Profa. Dra. Luciana Furlaneto-Maia, da mesma instituição.

#### 3.1 PRODUÇÃO DO QUEIJO ARTESANAL

A produção de queijo artesanal foi baseada nos procedimentos descritos por Furtado (2005) para queijo Minas curado com modificações. O leite utilizado para a produção do queijo foi pasteurizado e padronizado para 3,4% do teor de gordura, foi acondicionado ao tanque de coagulação, e a temperatura ajustada para 35°C. Em seguida, adicionou-se o cloreto de cálcio na proporção de 0,04%, com suspensão de cultura láctica composta por *Lactobacillus sp* em concentração média de  $10^8$  UFC/ml, e o leite foi pré-maturado por 10 minutos. Finalmente, acrescentou-se o coagulante quimosina na concentração de 0,08% (v/v) seguida de homogeneização.

O leite foi mantido em repouso ao redor de 50 minutos até obter consistência firme. Em seguida, efetuou-se o corte da coalhada com o auxílio de lira horizontal e vertical. O corte permitiu obter grãos com aresta média de aproximadamente 1 cm. Então, efetuou-se a agitação da coalhada por um período de 20 minutos, e ela foi aquecida lentamente até a temperatura de 38°C, totalizando o tempo de 10 minutos sob agitação, sendo mantida a essa temperatura por mais 20 minutos.

A dessoragem parcial ocorreu na proporção de 2/3 do volume do leite, e adicionou-se 1% (m/v) de sal sobre a coalhada, que foi homogeneizada por 10 minutos. Efetuou-se a drenagem total do soro e a coalhada foi enformada em fôrmas cilíndricas com capacidade de 1,5 Kg, seguindo-se de prensagem por um período de 3,5 horas. A primeira viragem ocorreu após 30 minutos, e as demais em intervalos de 1 hora. Os queijos foram armazenados por um período de 36 a 45 horas em refrigerador à temperatura de 10°C. Após esse período eles foram acondicio-

nados em estufa climatizada (Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO) por um período de 40 dias à temperatura de 14°C, com umidade relativa de 85%.

Durante a maturação, os queijos eram virados diariamente para que ambas as superfícies secassem uniformemente ao longo da maturação e para monitorar o ressecamento da casca, evitando formação de trincas.

### 3.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas nos queijos foram realizadas nos dias 1 e 20 de maturação. Essas análises consistiram de pesquisa de *Salmonella sp*, coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positiva, e as contagens foram comparados com os limites estabelecidos pela RDC nº 12 (BRASIL, 2001).

A pesquisa de *Salmonella sp* foi realizada de acordo com os procedimentos descritos por Silva et al. (2007a) com base na ISO 6579, de 2002. A análise de coliformes totais e termotolerantes foi realizada por técnica de tubos múltiplos, empregando-se uma série de três tubos, de acordo com Silva et al. (2007a). O Número Mais Provável (NMP/g) do queijo foi determinado com o auxílio da tabela de Hosking (SILVA et al., 2007a).

A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva foi realizada em placas contendo Agar Baird-Parker (BP), suplementado com gema contendo telurito de potássio (0,01%). Os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com Silva et al. (2007a). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### 3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE

As análises físico-químicas do leite foram realizadas no laboratório de análises químicas e de tecnologia de laticínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus* Londrina, sendo elas: o índice crioscópico, a densidade, a acidez titulável, o pH e o teor de gordura, de acordo com a Normativa n. 68 (BRASIL, 2006).

### 3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO QUEIJO MATURADO POR CULTURAS AUTÓCTONES

Os queijos elaborados foram avaliados quanto a: gordura, cinzas, cloretos e proteínas. Essas análises foram realizadas nos períodos 1 e 40 dias de maturação do queijo. O índice de extensão de proteólise, o índice de profundidade de proteólise, o pH, a acidez titulável e o extrato seco total foram realizadas no tempo

0, 7, 20 e 40 dias, e foram realizados de acordo com os procedimentos descritos por Pereira et al. (2001).

O índice de extensão de proteólise (IEP), o índice de profundidade de proteólise (IPP) e a determinação da concentração de nitrogênio solúvel (NS) foram determinadas como nitrogênio não caseico (NNC) e nitrogênio não proteico (NNP). Para a obtenção do NNC, a amostra foi dissolvida em solução de citrato de sódio, e precipitada em pH ácido 4,6 com a solução de ácido clorídrico, e para a obtenção do NNP a amostra foi solubilizada com citrato de sódio e precipitada com ácido tricloroacético (TCA 12%), de acordo com o método descrito por Pereira et al. (2001).

O índice de extensão de (IEP) e profundidade (IPP) de proteólise foram quantificados de acordo com a equação (1 e 2). O cálculo do IEP consistiu na razão entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6, nitrogênio não caseico (NNC) e nitrogênio total (NT); esse resultado foi multiplicado por 100.

$$IEP = \frac{(\%NS \text{ em } pH \ 4,6)}{\%NT} \times 100 \quad (1)$$

O índice de profundidade de proteólise (IPP) foi quantificado conforme a equação 2. Esse cálculo foi realizado pela razão entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NNP) e nitrogênio total (NT); o resultado foi multiplicado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

$$IPP = \frac{(\%NS \text{ em } TCA \ 12\%)}{\%NT} \times 100 \quad (2)$$

Todas as análises de proteína foram realizadas em triplicata durante o tempo de maturação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo envolveu a caracterização físico-química do leite pasteurizado antes de efetuar a elaboração do queijo. O leite apresentou todos os parâmetros dentro dos padrões legais para leite de consumo e era padronizado para a produção do queijo artesanal. Os resultados subsequentes envolvem a caracterização físico-química do queijo ao longo dos 40 dias de estocagem.



## 4.1 COMPOSIÇÃO DO LEITE

A caracterização físico-química do leite utilizado para a produção do queijo maturado apresentou o índice crioscópico superior ao limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2011) para leite pasteurizado (Tabela 1).

**Tabela 1** – Caracterização físico-química do leite utilizado na produção de queijo

Parâmetros	Valores	Limites legais*
Índice crioscópico (oH)	-0,524 ± 0,001	Máximo -0,530
Densidade (g/ml)	1,032 ± 0,001	1,028 a 1,034
Gordura (%)	3,4 ± 0,2	Mínimo 3,0
Acidez titulável (g ác. láctico/100 ml)	0,15 ± 0,01	0,14 a 0,18
Extrato Seco Desengordurado (%)	8,88 ± 0,32	Mínimo 8,4

\*Limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 62 para leite pasteurizado (BRASIL, 2011).

\*\* teor de gordura recomendado para leite pasteurizado integral (BRASIL, 2011).

Fonte: Autoria Própria (2017).

O índice crioscópico apresentou ligeiramente acima dos limites legais, pode ser em decorrência do incremento de água na etapa da pasteurização. A adição de água em leite aumenta a temperatura de congelamento, devido à dissolução dos sólidos solúveis do leite (TRONCO, 2008). Embora a densidade do leite esteja dentro dos padrões legais indicando que a possível adição de água não tenha afetado as propriedades físico-químicas, essa observação pode ser comprovada por meio da composição do leite, no qual não foi observada alteração no teor de gordura e extrato seco desengordurado.

O teor de gordura do leite pasteurizado apresentou-se dentro do padrão proposto neste estudo para a elaboração do queijo artesanal, que foi de 3,4%. A acidez titulável do leite também se encontrou dentro dos padrões legais para leite de consumo.

O teor de extrato seco desengordurado do leite utilizado na produção do queijo apresentou alta quantidade de sólidos, o que contribui para o bom rendimento na produção de queijos.

## 4.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Os dados obtidos das análises microbiológicas apresentaram ausência de coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella sp* e *Staphylococcus* Coagulase Positiva. Esses resultados foram baseados na RDC nº 12 de 2001.



A qualidade do produto está relacionada com a utilização das boas práticas de fabricação (BPF), empregadas durante o processo de produção e monitoramento durante a maturação; dessa forma, não houve contaminação por bactérias patogênicas causadoras de infecções e intoxicação ao homem. O queijo apresentou boa estabilidade microbiana durante a maturação. De acordo com o estudo de Lucas et al. (2012), foi verificado que as amostras de queijos coloniais apresentaram uma contaminação de coliformes superior a  $5 \times 10^3$  UFC/g, pelo fato de utilizarem-se de leite cru como matéria-prima para o preparo do queijo, e, conforme a legislação brasileira, esse resultado está irregular com os padrões microbiológicos, o que poderia resultar em infecções ou intoxicações em seres humanos. Dessa forma, foi possível demonstrar que o uso de leite pasteurizado para produção de queijos com adição de culturas autóctones da região proporcionou um queijo próximo aos regionais de outros estados, porém, com menor risco à saúde pública ao consumir esse alimento.

### 4.3 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO QUEIJO

O queijo artesanal em estudo pode ser classificado como de alta umidade, baseado na classificação de queijos de acordo com o teor de umidade na legislação vigente (BRASIL, 1996), antes da maturação (Tabela 2).

Aos 40 dias de maturação, o queijo sofreu perda de água dos nutrientes, pois ele foi maturado sem embalagem na câmara incubadora, o que alterou a sua classificação para queijo de baixa umidade, já que ele apresentou inferior a 35,9%, baseado na legislação.

**Tabela 2** - Caracterização físico-química dos queijos nos tempos 0 e 40 dias de maturação a 14°C

Parâmetros	Tempo de maturação (dias)	
	1	40
Umidade (%)	51,40 ± 0,02 <sup>a</sup>	30,87 ± 2,19 <sup>b</sup>
Extrato Seco Total (%)	48,61 ± 0,10 <sup>b*</sup>	69,13 ± 2,19 <sup>a</sup>
Gordura (%)	22,0 ± 2,1 <sup>b</sup>	31,5 ± 2,1 <sup>a</sup>
Gordura no Extrato Seco GES (%)	45,67 ± 4,52 <sup>a</sup>	45,57 ± 4,50 <sup>a</sup>
Proteína (%)	13,67 ± 2,65 <sup>b</sup>	27,33 ± 0,36 <sup>a</sup>
Cloretos (%)	0,61 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,87 ± 0,06 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	2,55 ± 0,39 <sup>b</sup>	4,20 ± 0,39 <sup>a</sup>

\*a, b\_ letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas no nível de 5% de significância entre os tempos em cada parâmetro.

Fonte: Autoria Própria (2017).

O queijo neste estudo apresentou o teor de umidade inferior ao queijo Parmesão. Isso se deve pela perda da umidade ao longo do tempo de maturação em câmaras com temperatura de 14 a 16°C e umidade relativa controlada de 85%. Como o queijo Parmesão é maturado com peso médio de 35 Kg, ao final de 12 meses este pode conter em média 32% de umidade (FURTADO, 2005).

Os queijos neste estudo apresentaram peso médio de 1,3 Kg, o que pode ter promovido maior perda de umidade durante a maturação, calculou-se uma redução ao redor de 40% de umidade. Apesar da desidratação do queijo, ele apresentou casca lisa e sem rachadura ao longo dos 40 dias de maturação. Após esse período, foi necessário tratar a casca, lavando-a com solução de sal a 5%, com a finalidade de evitar ressecamento e rachaduras na superfície do queijo.

O teor de extrato seco total do queijo em estudo apresentou inicialmente 48,61%, valor inferior ao dos queijos Minas artesanal do Serro e do Cerrado (OLIVEIRA et al., 2013), por outro lado, apresentou-se próximo dos teores médios do queijo colonial comercializado na cidade de Medianeira no estado do Paraná (LUCAS et al., 2012). Aos 40 dias de maturação, o queijo em estudo apresentou teor de sólidos superiores aos queijos artesanais de Minas e Colonial. Isso pode ser explicado pelas condições de maturação realizadas neste estudo, pois o queijo foi maturado à temperatura de 14°C.

O teor de gordura dos queijos nesta análise apresentou-se inicialmente inferior ao dos queijos tipo Minas padrão – de acordo com Furtado (2005), esse queijo deveria apresentar cerca de 23 a 25%. Por outro lado, aos 40 dias de maturação, o teor de gordura do queijo em estudo foi superior ao do queijo Minas padrão, porém, foi próximo à média de 28,15% de teor de gordura determinado pelo estudo de Silva (2007b) sobre os queijos da região da Serra da Canastra. Apesar de este queijo ter sido elaborado com leite padronizado com o mesmo teor de gordura do queijo Minas padrão, o processo de maturação contribuiu para o aumento do teor de gordura, superando os queijos artesanais de Minas Gerais com média de 25% e o tipo Colonial com média de 22% (LUCAS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013). Todos esses queijos artesanais geralmente são elaborados a partir de leite cru integral, ou seja, o teor de gordura do leite cru varia entre 3,5 a 4,0%, porém, a condição de maturação contribui para a retenção de umidade regulando o teor de gordura.

Os resultados de gordura em extrato seco dos queijos em estudo estão próximos de Silva (2007b), o qual determinou teores médio de 49,86% em queijo da Canastra. Por outro lado, o queijo em estudo foi superior aos teores médios de gordura no extrato seco de queijo Colonial, que foi de 39% (LUCAS et al.,

2012). Dessa forma, os queijos produzidos neste estudo podem ser classificados como queijos gordos, de acordo com a Portaria nº 146 (BRASIL, 2006). Não houve diferença significativa no teor de gordura no extrato seco dos queijos desta análise entre os tempos 1 e 40 dias.

O teor de proteína do queijo em estudo apresentou-se similar ao dos queijos artesanais da região do Serro e Cerrado (OLIVEIRA et al., 2013) no tempo inicial. Após 40 dias de maturação, o queijo em estudo apresentou teor de proteína superior aos queijos artesanais mineiros.

O teor de cloretos do queijo em estudo mostrou-se inferior ao do queijo artesanal do Serro de Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2013) e Minas meia cura (FURTADO, 2005) no tempo inicial. De acordo com Silva (2007b), o teor de cloretos corresponde a 1,95% e essa variação pode ser explicada pela quantidade de adição do sal que os queijos recebem durante o processamento. A maior quantidade de sal ocorre de acordo com exigências estabelecidas para o tipo de mercado atendido na região da Canastra.

Os queijos em estudo tiveram um aumento de 42% no teor de extrato seco durante os 40 dias de maturação, pois estavam sem embalagem (Tabela 3).

**Tabela 3** – Evolução do teor de extrato seco total (EST), índice de extensão de proteólise (IEP), índice de profundidade de proteólise (IPP), pH e acidez titulável ao longo de 40 dias de maturação a 14°C

TEMPO (Dias)	EST (%)	IEP (%)	IPP (%)	pH	Acidez titulável (g ac. láctico/100 g)
0	48,61 ± 0,10 <sup>c</sup>	11,36 ± 0,69 <sup>b</sup>	4,43 ± 1,99 <sup>b</sup>	5,89 ± 0,34 <sup>b</sup>	0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>
7	59,33 ± 0,49 <sup>b</sup>	11,62 ± 0,69 <sup>b</sup>	7,23 ± 0,69 <sup>a</sup>	5,89 ± 0,34 <sup>b</sup>	0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>
20	65,22 ± 2,47 <sup>a</sup>	14,83 ± 0,11 <sup>a</sup>	6,95 ± 1,79 <sup>a</sup>	5,37 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,24 ± 0,03 <sup>a</sup>
40	69,13 ± 2,19 <sup>a</sup>	12,99 ± 0,87 <sup>b</sup>	6,18 ± 0,70 <sup>b</sup>	5,36 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,21 ± 0,01 <sup>a</sup>

\*a, b, c – letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas de 5% de significância entre os tempos em cada parâmetro.

Fonte: Autoria Própria (2017).

O teor de sólidos do queijo aos 40 dias de maturação apresentou-se superior ao do queijo Campos da Vertente em Minas Gerais (MORENO, 2013). Por outro lado, o teor de sólidos dos queijos em estudo estava próximo aos valores desejados para o queijo Parmesão (BARROS et al., 2011), de consistência mais dura e seca em relação ao tipo Minas curado.

O índice de extensão de proteólise não demonstrou mudanças significativas ao longo da maturação. Embora no tempo de 20 dias tenha apresentado um aumento significativo da fração solúvel em pH 4,6, não foram observadas alterações significativas durante os 40 dias de maturação, comparando-se aos primeiros dias. O valor dessa fração nitrogenada encontra-se próximo ao identificado por Moreno (2013) no queijo artesanal da microrregião Campo das Vertentes.

O índice de profundidade de maturação, por sua vez, teve aumento significativo após 7 dias de maturação, devido à ação do microrganismo hidrolisando a lactose, transformando-a em ácido láctico, mas esses valores estão próximos ao determinado por Moreno (2013) em queijos artesanais na região do Campo das Vertentes. Outro o índice de profundidade de proteólise (IPP) indica o grau de atividade proteolítica das enzimas das bactérias lácticas. Nesse caso, foi possível observar que houve hidrólise proteica do queijo, formando peptídeos de peso molecular menores, aumentando esses índices. Esses peptídeos contribuem para o desenvolvimento do sabor dos queijos (FOX et al., 1996).

Como o queijo foi maturado por culturas lácticas identificadas como *Lactobacillus sp*, esse fator pode ter influenciado na atividade proteolítica e no desenvolvimento da acidez. A temperatura de maturação apresentou-se abaixo da atividade metabólica para essas culturas, o que pode ser observado pelo pH do queijo, que está muito inferior ao queijo tipo Prato (FURTADO, 2005).

Os resultados obtidos para o pH do queijo em estudo apresentaram redução significativa após 7 dias de maturação e isso está relacionado com a limitada atividade do *Lactobacillus sp* em fermentar. Segundo Silva (2007b), o resultado de pH do queijo da região da Canastra foi em média 5,24 entre os tempos de 10 e 20 dias de maturação, devido à grande variedade de culturas lácticas proveniente do leite cru, o que contribuiu para o aumento do teor de ácido láctico presente no queijo.

A acidez titulável do queijo neste estudo foi muito pequena comparando-se aos queijos artesanais de Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2013; MORENO, 2013). Isso pode ter ocorrido devido ao controle de microrganismos iniciais no leite utilizado para elaborar os queijos, por se tratar de leite pasteurizado. A pasteurização promove uma grande redução da carga microbiana do leite, consequentemente, a fermentação dependeu principalmente do *Lactobacillus sp*. Lucas et al. (2013) avaliou a qualidade microbiológica de queijos coloniais comercializados na região de Medianeira no estado do Paraná e observou que todas as oito amostras diferentes analisadas apresentaram contaminação com coliformes totais e termotolerantes, comparados aos limites legais vigentes. Em

vista disso, esses queijos possuem uma grande carga microbiana que contribuem para a fermentação e produção de olhaduras nos queijos.

## 5 CONCLUSÃO

O queijo maturado por cultura autóctone apresentou sua composição inicial similar aos queijos artesanais mineiros, porém, após os 40 dias de maturação promoveu aumento de sólidos, do teor de proteína, da gordura e das cinzas. Por outro lado, o queijo apresentou baixo teor de cloretos, o que permite propor um produto voltado para consumidores com leve restrição de sal. Baseado nesses resultados, o queijo em estudo pode ser classificado como de baixa umidade e gordo, de acordo com a legislação vigente para queijos.

O índice de extensão de proteólise não se alterou ao longo da maturação. No entanto, o índice de profundidade de proteólise teve um ligeiro aumento significativo, provavelmente pelo potencial caráter proteolítico da cultura lática utilizada neste estudo. Esse índice de proteólise foi muito próximo aos valores observados por pesquisadores que estudaram esses parâmetros em queijos artesanais mineiros.

O queijo não desenvolveu acidez, se comparados aos queijos artesanais mineiros, o que permite observar que esse fermento lático possui características voltadas para produção de queijos semicozidos ou atuar como cultura adjunta.

As análises microbiológicas no queijo maturado apresentou-se dentro dos limites legais, estando de acordo com a legislação vigente, não havendo crescimento de microrganismos patógenos.

A cultura autóctone composta por *Lactobacillus sp* em estudo apresentou boa atividade proteolítica. Porém, não promoveu acidificação desejada, o que permite concluir que essa cultura deve atuar como adjunta em queijos maturados.

## REFERÊNCIAS

ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. *Avanços e perspectivas da indústria brasileira de queijos*. 2011. Disponível em: <[http://www.abiq.com.br/imprensa\\_1er.asp?codigo=1003&codigo\\_categoria=2&codigo\\_subcategoria=17](http://www.abiq.com.br/imprensa_1er.asp?codigo=1003&codigo_categoria=2&codigo_subcategoria=17)> Acesso em: 20 set. 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 17. ed. Washington, DC: AOAC, 2003.

BARROS, J. J. C. et al. Queijo Parmesão: caracterização físico-química, microbiológica e microestrutura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 31, n. 2, p. 285-294, 2011.

BERESFORD, T. P. et al. Recent Advances in Cheese Microbiology. *International Dairy Journal*, v. 11, n. 4-7, p. 259-274, 2001.

BORELLI, B. M. et al. Yeast Populations Associated with The Artisanal Cheese Produced in The Region of Serra da Canastra, Brazil. *World J Microbiol Biotechnol.*, v. 22, n. 11, p. 1115-1119, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. *Diário Oficial da União*, de 11 de março de 1996, Seção 1, p. 3977, 1996.

\_\_\_\_\_. Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos em Alimentos e Bebidas. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa n° 22 de 14 de Abril de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, conformidade com o anexo desta Instrução Normativa determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. *Diário Oficial da União*, de 02 de Maio de 2003, Seção 1, p. 3, 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa n° 68 de 12 de Dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, conformidade com o anexo desta Instrução Normativa determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. *Diário Oficial da União*, de 14 de dezembro de 2006, Seção 1, p. 8, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. *Diário Oficial da União*, de 30 de dezembro de 2011, Seção 1, p. 6, 2011.

CAPRILEITE. *Revolução láctea: o queijo artesanal brasileiro cresce e aparece*. 2016. Disponível em: <<http://www.caprileite.com.br/conteudo/438-ii-revolucao-lactea-o-queijo-artesanal-brasileiro-cresce-e-aparece>> Acesso em: 10 abr. 2017.

COSTA, W N. *Análise físico-química de queijo minas padrão comercializado em feiras livres na cidade de Goiânia*. 2012. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharel em Química Industrial) – Universidade Estadual de Goiás, UnCET, Goiânia, 2012.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. et al. Maturação do queijo minas artesanal da Microrregião Campo das Vertentes e os efeitos dos períodos seco e chuvoso. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 69, n. 2, p. 111-120, 2014.

EMATER – MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais. *Caracterização da microrregião de Araxá como produtora de queijo Minas Artesanal*. Araxá, 2003. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/queijo\\_historico/caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20arax%C3%A1.pdf](http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/queijo_historico/caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20arax%C3%A1.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2018.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. *Árvore do conhecimento: tecnologia de alimentos*. 2017. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT-000girl7f3902wx5ok05vadr1r72tozg.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT-000girl7f3902wx5ok05vadr1r72tozg.html)>. Acesso em: 20 out. 2017.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015-2024*. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4761o.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2015.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. 5. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 478 p.

\_\_\_\_\_; WALLACE, J. M. Formation of Flavor Compounds in Cheese. *Advances in Food Microbiology*, v. 45, p. 37, 1997.

\_\_\_\_\_. et al. Acceleration of Cheese Ripening. *Antonie Van Leeuwenhoek*, v. 70, n. 2-4, p. 271-297, 1996.

FURTADO, M. M. *Quesos típicos de Latinoamérica*. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005. 192 p.

\_\_\_\_\_.; LOURENÇO NETO, J. P. M. *Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos*. São Paulo: Dipemar, 1991. 118 p.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Texture Development During Cheese Ripening. *Journal of Dairy Science*, v. 70, n. 8, p. 1748-1760, 1987.

LISITA, M. O. *Evolução da população bacteriana na linha de produção do Queijo Minas Frescal em uma indústria de laticínios*. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LUCAS, S. D. M. et al. Padrão de identidade e qualidade de queijos Colonial e Prato, comercializados na cidade de Medianeira – PR. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 386, p. 38-44, 2012.

MACHADO, E. C. et al. Características físico-químicas e sensoriais do Queijo Minas artesanal produzido na Região do Serro, Minas Gerais. *Ciência Tecnologia em Alimentos*, v. 24, n. 4, p. 516-521, 2004.



MILKPOINT. *Leite de cabra: de queijos frescos a maturados, capril do bosque impulsiona a produção artesanal*. 2016. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/industria/cadeia-do-leite/giro-de-noticias/leite-de-cabra-de-queijos-frescos-a-maturados-capril-do-bosque-impulsiona-a-producao-artesanal-102884n.aspx>>. Acesso em: 8 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. *Lei regulamenta queijo serrano e dá mais segurança ao produtor*. 2017a. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/industria/cadeia-do-leite/giro-de-noticias/rs-lei-regulamenta-queijo-serrano-e-da-mais-seguranca-ao-produtor-103861n.aspx>> Acesso em: 10 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. *Jovens produtores artesanais estão revitalizando a região queijeira mais antiga de MG*. 2017b. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/industria/cadeia-do-leite/giro-de-noticias/jovens-produtores-artesanais-estao-revitalizando-a-regiao-queijeira-mais-antiga-de-mg-103561n.aspx>> Acesso em: 10 abr. 2017.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Lei nº 14.185 de 31 de Janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção de queijo artesanal e de outras providências. *Diário Executivo e do Legislativo e Publicações de Terceiros*, 1 fev. 2002.

MORENO, V. J. *Caracterização física e físico-química do queijo Minas artesanal da microrregião Campo das Vertentes*. Dissertação (Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

O PARANÁ. *Revolução láctea: o queijo artesanal brasileiro cresce e aparece*. Publicado em: 19 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.oparana.com.br/noticia/revolucao-lactea-o-queijo-artesanal-brasileiro-cresce-e-aparece>> Acesso em: 10 abr. 2017.

OLIVEIRA, D. F. et al. Caracterização físico-química de queijos Minas artesanal produzidos em diferentes microrregiões de Minas Gerais. *Oikos: Revista Brasileira de Economia Doméstica*, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 185-196, 2013.

OLIVEIRA, J. S. *Queijo: fundamentos tecnológicos*. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1986.

PEREIRA, D. B. C. et al. *Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos*. 2. ed. Juiz de Fora: Epamig, 2001. 234 p.

SILVA, J. G. *Características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal da canastra*. 2007. 198 f. Dissertação (Mestrado Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007b.

SILVA, N. et al. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. São Paulo: Livraria Varela, 2007a.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos Mozzarella e Minas Padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 1, p. 243-250, 2008.

TRONCO, V. M. *Manual para inspeção da qualidade do leite*. 3. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2008. 203 p.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. *Boletim do Leite*, Rio de Janeiro, v. 51, n. 661, p. 1-8, 1983.

\_\_\_\_\_.; LIMA, A. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 44, n. 261, p. 50-54, 1989.

WOUTERS, J. T.M., AYAD, E. H.E., HUGENHOLTZ, J., SMIT, G. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*, v. 12, p. 91-109, 2002.



# Capítulo 4

## **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE DRAGEADOS DE SOJA [GLYCINE MAX (L.) COM COBERTURA CROCANTE, SALGADA E SEM GLÚTEN**

*José Mario Bio Martin Prieto  
Thais Garcia Bortotti  
Deivid Padilha Schena  
Alexandre Rodrigo Coelho  
Lúcia Felicidade Dias*

### **1 INTRODUÇÃO**

Fonte de proteína, a soja é excelente para a alimentação humana e animal. O grão contém pouco ou nenhum amido. O consumo dos grãos ou produtos derivados está associado com a redução do risco de inúmeras doenças, como câncer de esôfago, pulmão, próstata, mama e cólon, doenças cardiovasculares, osteoporose, diabetes e até alguns sintomas de menopausa (TOLEDO et al., 2007).

Fatores climáticos, tipo de solo, localização geográfica, variedade e práticas agrônômicas podem variar a composição química da soja. Grãos maduros podem conter cerca de 40,7% de proteína, 22,7% de óleo, 10,9% de açúcares totais, 6,7% de fibras, 5,8% de cinzas e 30,8% de carboidratos. Visando à alimentação humana, os cultivares de soja devem apresentar as seguintes características: grãos de tamanho grande, cor da casca branca ou amarela, hilo claro, alto teor de proteína e médio teor de óleo (VIEIRA; CABRAL; DEPAULA, 1999).

Devido às suas características nutricionais e seus benefícios, a soja pode ser utilizada para desenvolver um grão drageado, com intenção de criar um petisco

ou lanche rápido e também benéfico à saúde. O drageamento é definido como o engrossamento de um centro com aplicações de camadas sucessivas de soluções de açúcares ou outros ingredientes, com ou sem a injeção de ar para secagem. Entre cada aplicação de xarope, ocorre a evaporação da umidade, formando uma fina capa cristalizada sobre os núcleos. Para melhor dragear, os centros que não se deformam facilmente e não apresentam superfície plana são os mais adequados, e a sua forma física deve permitir um melhor movimento dentro da drageadeira (FADINI et al., 2005).

Os primeiros equipamentos usados para o processo de dragear eram fabricados em cobre, devido à secagem ser efetuada com a aplicação de calor. As drágeas coloridas surgiram em 1920 e a goma acácia só começou a ser utilizada em 1838. Esse processo era considerado uma arte por muitas pessoas, devido a necessidade de anos de experiência para o seu desenvolvimento. Atualmente, as técnicas recorrem a sistemas de aspersão automatizada para melhor eficiência do revestimento e da uniformidade do produto (CTS, 2016). O objetivo deste trabalho foi realizar análises de composição proximal, microbiológicas e sensoriais em drageados de soja com cobertura crocante, salgada e sem glúten.

## 2 SOJA: APLICAÇÃO EM DRAGEADOS

A soja tem como seus ancestrais espécies de plantas que habitavam o Rio Amarelo, localizado na China. Teve origem por meio do cruzamento de plantas oriundas de duas espécies de soja selvagem, que logo depois foram aperfeiçoadas por cientistas da antiga China. Devido à sua importância na alimentação chinesa, a soja é considerada sagrada ao lado do trigo, arroz, cevada e milho (EMBRAPA, 2004).

Ela é constituída por diversos compostos químicos como: ácido oxálico, ácido palmítico, ácido araquidônico, ácido aspártico, glicina, glicinina, guanidina, maltose, metionina, prolina, alanina, alantoína, arginina, astragalina, betaína, bornesitol, ácido pantotênico, ácidos graxos insaturados, afromosina, aglobulina, fenilalanina, fibras, genisteína (fitoestrogênio), enzimas, ergosterol, estigmasterol, saponina, soisaponinas, sojagol tirosina, treonina, trigonelina, triptofano e valina. Os grãos de soja possuem alto valor nutricional sendo constituídos aproximadamente de 25% de óleo, 24% de carboidrato e 50 % de proteína. (TEIXEIRA; OSELAME, 2013).

Foi introduzida no resto do mundo no século XIX e teve sua chegada ao Brasil pelos Estados Unidos, por volta de 1882, momento em que foram realizados os primeiros estudos de avaliação de cultivares pela então Escola de

Agronomia da Bahia. Em 1891 foram feitos testes de adaptação de cultivares semelhantes àqueles que foram produzidos na Bahia, conduzidos pelo professor Gustavo Dutra. Esses estudos foram realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, Estado de São Paulo (SP). Nessa época, a soja no Brasil era estudada como cultura forrageira e também produziam grãos para a alimentação dos animais das propriedades (BERTONCINI et al., 2007).

O Brasil é um país que apresenta uma das melhores condições para cada vez mais expandir a produção de oleaginosa, possuindo somente no ecossistema dos cerrados aproximadamente 50 milhões de hectares de terras virgens e favoráveis ao cultivo imediato da soja. Juntos, EUA, Brasil, China e Índia produzem mais de 90% da soja mundial. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América – USDA, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América (EMBRAPA, 2004).

A soja, devido à sua funcionalidade, é uma das leguminosas que vem sendo cada vez mais estudada e consumida pelo mundo – seu consumo vem aumentando conforme os anos. Hoje existem diversos produtos feitos à base de soja, sendo cada vez mais utilizada na dieta de diversas culturas.

## 2.1 BENEFÍCIOS DA SOJA

A soja é ótima fonte proteica. A qualidade de suas proteínas corresponde a 80% do valor biológico comparado às proteínas do leite de vaca. Suas propriedades terapêuticas evidenciam sua utilização na prevenção e no controle de doenças crônicas, tais como câncer, arteriosclerose e diabetes. Nela são encontradas diversas substâncias que geram vários benefícios à saúde, tais como as saponinas, isoflavonas, fitatos, inibidores de protease, peptídeos de baixo peso molecular e ácidos graxos poli-insaturados. Também apresenta um bom balançamento de aminoácidos, que são utilizados para determinar a qualidade das proteínas. É fonte de alguns aminoácidos, vitaminas e minerais, como potássio, magnésio, ferro, manganês, cobre, fósforo e algumas vitaminas do complexo B (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998).

Alimentos funcionais, como a soja, são aqueles que conseguem mudar as respostas metabólicas, gerando mais equilíbrio e benefício para a saúde. Suas propriedades terapêuticas evidenciam sua utilização na prevenção e no controle de doenças crônicas, tais como câncer, aterosclerose e diabetes. Na soja são encontrados inibidores de protease considerados anticancerígenos, que tem a funcionalidade de prevenir, reduzir e impedir o crescimento de diversos tipos

de tumores, como o de mama, cabeça, boca, cervical, pescoço e ovário (FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

Existem algumas fibras insolúveis encontradas na soja, que não são digeridas pelo organismo humano e que atuam regulando e normalizando o intestino, prevenindo doenças tais como constipação e diverticulite. Já as fibras solúveis são consideradas ótimas aliadas no combate à diabetes tipo 1. Além disso, uma dieta à base de soja controla e previne doenças crônicas renais e também ajuda a reduzir o LDL-colesterol (CHANG, 2001).

## 2.2 GLÚTEN

O glúten é a mistura de proteínas encontradas na semente de cereais da família das gramíneas, mais precisamente em seu endosperma. É uma substância elástica, normalmente usada para dar forma e estrutura a diversos tipos de alimentos. Em sua composição, podemos encontrar frações de gliadina e glutenina, que são proteínas que interferem diretamente na aceitação do alimento a ser produzido, afetando todo conjunto sensorial do produto (ARAÚJO et al., 2010).

Devido ao fato de algumas pessoas possuírem a doença celíaca, que é autoimune e torna os indivíduos predispostos intolerantes ao glúten, é considerado mundialmente um problema de saúde pública, e se não cuidado pode vir a trazer serias complicações gastrointestinais. Cada vez mais estão sendo estudada e desenvolvida alternativas que possam vir a substituir o glúten, como é o caso da farinha ou farelo de aveia, podendo ser substituto da farinha de trigo, que possui grande quantidade de glúten (ARAÚJO et al., 2010).

A farinha ou farelo de aveia possui diversos benefícios à saúde devido à sua composição, que possui elevados índices de fibras solúveis e insolúveis. As solúveis são compostas de substâncias como a pectina,  $\beta$ -glucanas, amido resistente e hemicelulose, já as insolúveis têm em sua composição a celulose e a hemicelulose. Essas fibras possuem efeito direto no metabolismo dos lipídios, e alguns estudos indicam que a sua ação no organismo diminui consideravelmente os níveis de glicose no sangue e colesterol (BORGES et al., 2006).

## 2.3 DRAGEADOS

Drageamento é a aplicação controlada de camadas de cobertura sobre centros que se caracterizam por terem uma superfície lisa e regular, obtida a partir da ação polidora na drageadeira. É um processo lento que envolve pequenas bateladas. A velocidade varia de acordo com o tamanho do centro. Durante o

drageamento, os pedaços do produto a ser drageado são removidos e peneirados para remoção de resíduos (FELLOWS, 2006).

O processo de drageamento é considerado a forma mais antiga de produção de confeitos, surgiu há mais de mil anos e era utilizado pelas civilizações egípcias. Também remonta aos primeiros tempos da Roma Antiga, quando um Imperador decretou que o mel coberto de amêndoas deveria ser oferecido para comemorar nascimentos e casamentos imperiais, uma tradição que continuou através da Idade Média e do Renascimento. As drágeas eram fabricadas em máquinas horizontais, suspensas por correntes sob fogo, eram giradas manualmente para cobrir os centros com xarope e, assim, encaminhadas para a etapa de secagem (CTS, 2016).

Os primeiros equipamentos eram fabricados em cobre, devido a secagem ser efetuada através de aplicação de uma fonte externa de calor e, mesmo na Idade Média, essas técnicas já eram altamente evoluídas. Considerado uma arte, esse processo necessita de anos de experiência para o desenvolvimento de produtos, envolvendo várias fases, que duram entre algumas horas até vários dias. Novas técnicas recorrem à automatização para melhorar a eficiência do revestimento e uniformidade do produto (CTS, 2016).

Os drageados podem ser classificados em quatro categorias, conforme seguem:

- ✓ Drageados duros: são caracterizados por possuírem uma cobertura cristalina, sendo produzidos através do engrossamento e secagem de um centro em que são aplicadas sucessivas camadas de xarope de açúcar saturado ou soluções de polióis para produtos *diets*.
- ✓ Drageados macios ou *soft*: possuem uma textura macia, não quebradiça, são produzidos pelo engrossamento controlado, com sucessivas camadas de açúcar cristalino.
- ✓ Drageados de chocolate ou *compound*: sobre o produto, são adicionadas várias camadas de chocolate ou *compound* derretidos, conseqüentemente, solidificando após o processo.
- ✓ Drageados salgados: o drageamento é utilizado para formar uma capa de cobertura. Posteriormente, o produto passa por tratamento térmico de torração ou fritura. É o caso dos amendoins salgados tipo “japonês” (FELLOWS, 2006).



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem caráter experimental e quantitativa. Foram analisadas três amostras de drageados de soja, com diferentes porcentagens de farinha de aveia em sua composição: 5, 15 e 25%. As análises foram realizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina, no ano de 2017. Na elaboração dos drageados, além dos grãos de soja comum, foram utilizados amido de milho, farinha de aveia integral, farinha de arroz, dextrina de mandioca *crystal gum*, sal *light*, glutamato monossódico, açúcar, azeite de oliva virgem e corante de urucum.

As análises realizadas foram: composição proximal, presença de salmonella e coliformes termotolerantes e, por fim, a aceitabilidade.

#### 3.1 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO PROXIMAL

Para avaliar a composição proximal das amostras de drageado de soja, foram realizadas as análises de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas, seguindo as *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz* (1985), e carboidratos totais foram determinados por diferença.

#### 3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas com base na legislação federal em vigor, conforme descrito na Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. O produto analisado foi enquadrado no Grupo 14 (Produtos sólidos prontos para o consumo – petiscos e similares) e no Subgrupo 14 c (Produtos salgados e doces, extrusados ou não, fritos, assados ou compactados, incluindo torresmos e similares). Sendo assim, o padrão microbiológico consistiu das seguintes análises: pesquisa de *Salmonella* sp. e Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 45°C.

##### 3.2.1. PESQUISA DE *SALMONELLA* SP.

A análise de *Salmonella* sp. foi baseada no método descrito por Silva et al. (2007). Para o pré-enriquecimento, 25 g de drageado de soja foram adicionados em 225 ml de água peptonada tamponada, seguido de homogeneização e incubação a 37°C por 18 horas.

A partir do pré-enriquecimento, transferiu-se 0,1 ml para tubo de ensaio contendo 10 ml de caldo Rappaport-Vassilidis Soja (RVS) e 1 ml para 10 ml de caldo Tetratonato de Kaufmann Novobiocina (MKTT). Os tubos de Caldo RVS e Caldo MKTT foram incubados a 41,5°C e a 37°C, respectivamente, por 24 horas.

Em seguida, uma alçada de cada tubo foi estriada em placas de Petri contendo Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e em placas contendo Ágar *Salmonella Shigella* (SSA).

Após incubação a 37°C por 24 horas, foi realizada a leitura das placas, e, caso houvesse crescimento de colônias típicas com centro negro e halo transparente, as mesmas seriam submetidas às provas bioquímicas de TSI, Urease, Lisina descarboxilase, Voges Proskauer, Indol e Teste  $\beta$ -galactosidade.

Sendo confirmadas na triagem bioquímica, as colônias selecionadas seguiriam para confirmação antigénica. A sorotipificação será realizada utilizando antissoro polissomático “O”, “H” ou “Vi”.

### 3.2.2. DETERMINAÇÃO DO NMP DE COLIFORMES A 45°C

Para esta análise seguiu-se a metodologia de American Public Health Association – APHA (2001), descrita por Silva et al. (2007), empregando-se a técnica dos tubos múltiplos (três séries de três tubos).

Inicialmente pesou-se 25 g de amostra em Erlnemeyer contendo 225 ml de Água peptonada estéril 0,1%, seguido de diluições decimais seriadas até  $10^{-3}$ .

Para o teste presuntivo, uma alíquota de 1,0 ml de cada diluição foi transferida para três tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e tubos de Durhan invertidos. Após incubação a 35°C/24 horas, foram considerados positivos os tubos que apresentaram crescimento (turbidez) com formação de gás no interior dos tubos de Durhan.

Para o teste confirmativo, foi transferida uma alíquota de 1,0 ml de cada tubo positivo para um tubo contendo Caldo Bile Verde Brillhante (VB) e para outro tubo contendo Caldo EC.

Os tubos de Caldo VB e Caldo EC foram incubados a 35°C e 44,5°C, respectivamente, por 24 horas.

Os tubos que apresentaram turbidez com formação de gás foram considerados positivos. A determinação do NMP/g de produto foi realizada com o auxílio da tabela de Hoskings.

## 3.3 ANÁLISE SENSORIAL

Para a análise sensorial das 3 amostras de drageado de soja foram usados 60 provadores não treinados, como alunos e servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Realizou-se o teste de aceitação e

utilizou-se o laboratório de análise sensorial, que possui cabines individuais para o provador sentir-se confortável (TEIXEIRA, 2009).

Cada um deles avaliou o drageado de soja por meio de uma ficha de avaliação, analisando os atributos de cor, textura, sabor, aroma e aceitação global com o auxílio de uma escala hedônica híbrida, de acordo com a proposta de Villanueva (2003), de 0 a 10 pontos, onde 10 corresponde a gostei muitíssimo, 5 corresponde a nem gostei nem desgostei e 0 corresponde a desgostei muitíssimo. As amostras foram apresentadas usando números com 3 algarismos ao acaso.

### 3.4 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto visou à avaliação da composição proximal, microbiológica e sensorial de drageado de soja. Os participantes interessados em colaborar com a pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de iniciarem o teste, sendo orientados quanto aos procedimentos realizados. Todos os dados coletados foram confidenciais.

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Todos os resultados das análises realizadas foram avaliados pelo *software* Statistica 10.0, utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias Tukey, considerando o nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a visualização e compreensão dos resultados, optou-se por dividi-los em determinação da composição proximal das amostras dos drageados elaborados; análise microbiológica das três formulações; e, por fim, a avaliação sensorial dos drageados, caracterizando a aceitabilidade do produto, como segue.

### 4.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL

Estão descritos na Tabela 1 os resultados das análises de composição proximal das amostras de drageado de soja com cobertura crocante salgada e sem glúten.

**Tabela 1** – Resultados da composição proximal dos drageados de soja

Determinação	Resultados		
	Formulação 5%	Formulação 15%	Formulação 25%
Umidade (% m/m)	6,33 ± 0,8 <sup>a</sup>	7,34 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,56 ± 0,1 <sup>b</sup>
Cinzas totais (% m/m)	4,91 ± 0,1 <sup>a</sup>	4,82 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,98 ± 0,5 <sup>a</sup>
Lipídeos (% m/m)	13,91 ± 0,5 <sup>a</sup>	10,29 ± 0,7 <sup>a</sup>	9,16 ± 0,7 <sup>a</sup>
Proteínas (% m/m)	20,39 ± 1,1 <sup>a</sup>	19,80 ± 1,3 <sup>a</sup>	19,83 ± 1,1 <sup>a</sup>
Carboidratos totais (% m/m)	41,36 <sup>a</sup>	44,15 <sup>a</sup>	43,97 <sup>a</sup>

Médias em base seca, ± desvio padrão.

Letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Fonte: Autoria própria (2017).

Segundo a Tabela 1, o menor valor encontrado para o teor de umidade foi o da formulação com 5% de aveia, entretanto, entre os valores referentes às amostras com 15% e 25% não houve diferença significativa entre as formulações. Se comparado com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos NEPA (2011), o valor encontrado para a farinha de soja é de 5,8%, que é muito próximo do obtido nas análises de umidade do drageado de soja com cobertura crocante salgada e sem glúten. Segundo estudos realizados por Silva et al. (2006), o grão de soja possui um teor de umidade de 5,60%, e seu resíduo possui 8,40%, valores muito próximos dos encontrados nas amostras analisadas.

Encontraram-se valores de cinzas muito próximos para as três amostras analisadas, não havendo assim diferença significativa entre elas. Segundo estudos realizados por Silva et al (2006), o grão de soja possui uma quantidade de cinzas no valor de 2,88%, enquanto seu resíduo possui 5,20%, valores muito próximos dos encontrados nas três diferentes formulações. Segundo Bressani e Elias (1974), o conteúdo de cinzas que compõem as chamadas leguminosas gira em torno de 2,5% a 4,2%, o que também concretiza os valores achados nas três diferentes amostras do drageado de soja com cobertura crocante salgada e sem glúten.

Os números percentuais encontrados na Tabela 1 para quantidade de lipídios demonstram que, apesar da formulação de 5% ter obtido valor maior que as demais analisadas, ainda assim a diferença não foi significativa. E quando comparadas as diferenças de valores encontrados na amostra de 15% e 25%, concluímos que é ainda menor. Segundo Silva et al. (2007), a quantidade de lipídios encontradas no grão de soja é de 24,5%, valor bem superior que àqueles obtidos nas três diferentes amostras analisadas. Já se comparado ao resíduo da soja, que

possui 1,67%, os valores encontrados nas amostras de 5%, 15% e 25% são bem superiores, devido aos resíduos de soja proverem da extração de óleo dos grãos de soja. Segundo os dados obtidos por meio do estudo de Seibel et al. (2013), os valores de lipídios em grãos de soja variam de 22,45% a 21,86%.

Para a verificação da quantidade de proteína existente nas amostras, pode-se observar que os resultados obtidos na Tabela 1 foram muito próximos, variando de 19,83% a 20,39%, o que demonstra que o produto possui valor proteico muito próximo de alguns similares, como é o caso do amendoim torrado, que possui uma quantidade de 19,90 % de proteína em sua composição, se comparado com valor proteico do amendoim japonês, que é de 42,60% (BATISTA, 2014). Os valores resultantes das três amostras foram significativamente menores, porém, ainda assim o produto pode ser considerado um derivado de soja que possui alto valor proteico. Se comparados aos valores de 37,67% encontrados no grão de soja por Ciabotti et al. (2007), as amostras do drageado de soja com cobertura crocante salgada e sem glúten obtiveram valores consideravelmente inferiores. Já em estudos realizados por Silva et al. (2006), o grão integral de soja possui em média 40,4 % enquanto o seu resíduo tem um valor superior de 46,7%. A provável causa pode ser a maneira pela qual o produto é confeccionado, podendo acarretar perda de proteína no processo de sua produção.

Alimentos que contêm carboidratos em sua formulação, ao serem aquecidos, sofrem a reação de Maillard, ocorrendo a degradação dos carboidratos e também o escurecimento não-enzimático. Para resultados referentes aos teores de carboidratos, foram obtidos valores muito próximos, cuja amostra de 15% foi a que teve o maior valor e a de 5%, o menor, porém, nenhum dos três valores se diferiram significativamente entre si. Quando comparados com os números encontrados por Batista (2014), de 30,75% para amendoins torrados e de 48,65% se comparado ao amendoim japonês, os valores possuem grande semelhança com os dos encontrados nas três amostras analisadas. Segundo estudos feitos por Silva (2006), o grão da soja é constituído de 17,26% de carboidratos, valor bem inferior ao encontrado no drageado de soja com cobertura crocante salgada e sem glúten.

## 4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas estão descritos na Tabela 2:

**Tabela 2** – Resultados das análises microbiológicas realizadas nas amostras dos drageados de soja

Análise	Resultados		
	Formulação 5%	Formulação 15%	Formulação 25%
<i>Salmonella sp.</i>	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g
Coliformes a 45°C NMP*/g	< 10	< 10	< 10

\* NMP: Número mais provável.

Fonte: Autoria própria (2017).

Os drageados não apresentaram resultado positivo para a pesquisa de *Salmonella sp.*, demonstrando estarem aptos para consumo. Ao analisar amostras da mesma categoria do produto desenvolvido, como o de biscoito de castanha-de-caju tipo integral, obtiveram-se os mesmos resultados, encontrados por Zuniga et al. (2011).

Conforme a RDC nº 12 (2001), o valor máximo permitido para coliformes termotolerantes é de  $\leq 50$  NMP/g e, comparando com a legislação vigente, o produto está dentro da conformidade.

### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados obtidos na análise sensorial estão descritos na Tabela 3.

**Tabela 3** – Resultados dos parâmetros sensoriais cor, textura, sabor e aceitação global das formulações do drageado de soja

Parâmetros	Formulação 5%	Formulação 15%	Formulação 25%
Cor	7,3 ± 1,8 <sup>a</sup>	7,8 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,6 ± 1,3 <sup>a</sup>
Sabor	7,0 ± 1,9 <sup>a</sup>	7,1 ± 1,9 <sup>a</sup>	6,7 ± 2,3 <sup>b</sup>
Textura	7,8 ± 1,9 <sup>a</sup>	7,8 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,9 ± 1,5 <sup>a</sup>
Aceitação global	6,9 ± 2,0 <sup>a</sup>	7,1 ± 1,6 <sup>a</sup>	6,9 ± 2,1 <sup>a</sup>

Média ± Desvio Padrão

Notas com letras iguais nas linhas indicam que não há diferença significativa entre as amostras,  $p < 0,05$ .

Fonte: Autoria própria (2017).

Ao analisar as três formulações, notou-se que não houve diferença significativa para os atributos cor, textura, e aceitação global, porém, houve diferença para o atributo sabor na formulação 25%.

De acordo com a escala utilizada, de 0 a 10 pontos, os atributos cor e textura obtiveram notas entre os valores 7 e 8, o que indica “gostei muito” e “gostei

moderadamente”. Os atributos sabor e aceitação global tiveram notas de valores em torno de 6 a 7, indicando “gostei moderadamente” e “gostei pouco”.

Os valores do índice de aceitabilidade dos produtos analisados estão apresentados conforme a Tabela 4.

**Tabela 4** - Índice de aceitação por atributos dos drageado de soja com cobertura crocante e salgada, em percentual

<b>Parâmetros</b>	<b>Formulação 5%</b>	<b>Formulação 15%</b>	<b>Formulação 25%</b>
Cor	73	78	76
Sabor	78	71	67
Textura	78	78	79
Aceitação global	69	71	69

Fonte: Autoria própria (2017).

Os maiores índices de aceitabilidade encontrados para todos os atributos foram da formulação 15%, indicando que tais respostas sensoriais foram intensificadas na formulação com adição de 15% de farinha de aveia. De acordo com Teixeira, Meinert e Barbeta (1987), os valores para todas as amostras avaliadas foram satisfatórios, pois obtiveram índices acima de 70%.

## 5 CONCLUSÃO

Não houve diferença significativa no teor de proteínas, lipídios e carboidratos, umidade e cinzas nas três diferentes amostras de drageados de soja com 5%, 15% e 25% de farinha de aveia.

A ausência de *Salmonella* sp. e a baixa contagem de UFC/g para coliformes termotolerantes nas três formulações indicam que o produto se encontra dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação. Sendo assim, as amostras estavam aptas para o consumo humano e comercialização, sem oferecer riscos à saúde do consumidor.

Em relação à aceitação dos produtos pelos consumidores, apesar da aceitação global e avaliação do sabor nas suas formulações 5 e 25% terem obtido índices menores que 70%, os resultados ficaram muito próximos do ideal para serem considerados aceitos pelos consumidores. Já nos quesitos cor e textura, todas as amostras apresentaram índices de aceitabilidade maiores que os 70%, demonstrando boa aceitação.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. M. C. et al. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.

BATISTA, I. G. dos S. *Avaliação física química e nutricional de amendoins industrializados durante o armazenamento*. 2014. 31f. Monografia (Graduação) – UFPB/CCS, João Pessoa, 2014.

BERTONCINI, J. D. et al. Rendimento de grãos de cultivares de soja convencional e transgênica em resposta à disponibilidade hídrica. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 3., 2007. (Embrapa Soja. Documentos, 297).

BORGES, J. T. S. et al. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. *B. CEPPA*, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRESSANI R.; ELIAS, L. G. Leguminosas: novos alimentos ricos em proteínas. *Academic Press*, New York, v. 1, p. 231-297, 1974.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G. **Soja: potencial de uso na dieta brasileira**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. 16 p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 113)

CHANG, Y. K. Alimentos funcionais e aplicação tecnológica: padaria da saúde e centro de pesquisas em tecnologia de extrusão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE OS BENEFÍCIOS DA SOJA PARA A SAÚDE HUMANA, 1., 2001, Londrina. *Anais*. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 41-45.

CTS. Centro de Tecnologia Senai-RJ – alimentos e bebidas. **Alimentos Drageados**. 2010. Disponível em: <http://alimentosbebidas.drupalgardens.com/content/alimentos-drageados> Acesso em: 30 mar. 2016.



CIABOTTI, S. et al. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 27, n. 3, p. 643-648, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Tecnologias de Produção de Soja*, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producao-soja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

FADINI, A. L. et al. Características sensoriais e de textura de chicletes drageados diet produzidos com diferentes tipos de polióis. *Braz. J. Food Technol.*, v. 8, n. 2, p. 113-119, abr./jun. 2005.

FELLOWS, P. J. Cobertura ou empanamento. In: \_\_\_\_\_. *Tecnologia do processo de alimentos*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 463-472.

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D. L. Nutritional and Health Benefits of Soy Proteins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 49, n. 3, p. 1069-1086, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1.

NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação). *Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO)*. 1. ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011.

SEIBEL, Neusa F. et al. Brazilian Soybean Varieties for Human Use. In: EL-SHEMY, H. A. (Ed.). *Soybean bio-active compounds*. Croatia: InTech, 2013.

SILVA, M. S. et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 571-576, jul./set. 2006.

SILVA, N. et al. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007.

TEIXEIRA, A. C. M.; OSELAME, C. S. O uso de alimentos funcionais no cotidiano e seus benefícios à saúde. *Revista Científica do Colégio Militar de Curitiba*, v. 5, n. 1, p. 65-76, 2013.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. *Análise sensorial dos alimentos*. Florianópolis: UFSC, 1987. p. 182.

TEIXEIRA, Lilian V. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Rev. Inst. Latic.*, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

TOLEDO, T. C. F. et al. Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja submetidas à radiação gama. *Ciênc. Tecnol. Alimen.*, Campinas, v. 27, n. 4, p. 812-815, out./dez. 2007.

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; DEPAULA, A. C. O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1277- 1283, jul. 1999.

VILLANUEVA, N. D. M. *Avaliação do desempenho de quatro métodos de escalonamento em testes sensoriais de aceitação utilizando modelos normais aditivos de análise de variância e mapas internos de preferência*. 2003. 140 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos e Nutrição) – Universidade de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2003.

ZUNIGA et al. Avaliação da vida de prateleira de biscoito de castanha-de-caju tipo integral. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 251-256, 2011.



## **CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO DE SOJA E EXTRATO DE CAFÉ VISANDO À FORMULAÇÃO DE UMA BEBIDA MISTA**

*Alison Henrique da Silva Ignácio  
Bruno Delafronte  
Isabel Craveiro Moreira Andrei  
Lyssa Setsuko Sakanaka*

### **1 INTRODUÇÃO**

Devido à versatilidade e grande poder nutritivo da soja, cujos grãos possuem alto teor de proteína, vitaminas, minerais, carboidratos e fibras (HIRAOKA, 2008), a população tem aumentado seu consumo, e ela está se tornando uma das principais *commodities* do mundo, principalmente do Brasil. Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2017), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, totalizando uma produção de 95,63 milhões de toneladas na safra 2015/2016, sendo os Estados Unidos da América o maior produtor, com uma produção de 117,21 milhões de toneladas nesse mesmo ano. Para safra de 2017/18, conforme levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento (BRASIL, 2017), estima-se uma produção de 107 milhões de toneladas de soja no Brasil, com um aumento de 2% comparado com a produção da safra anterior. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil é o maior exportador do grão, sendo responsável por exportar aproximadamente 42,5% de tudo que é produzido mundialmente (CONAB, 2017).

Segundo Carneiro et al. (2014), uma das características importantes para alimentação humana é a utilização do melhoramento genético do grão de soja,

que, além de melhorar a qualidade proteica e o sabor, ajuda o cultivo em diferentes regiões. Entre os vários componentes importantes na composição da soja, os compostos bioativos, as isoflavonas, as proteínas, os antioxidantes e as fibras vêm ganhando destaque, já que esses compostos possuem relação com ações benéficas para saúde.

Com alegação feita pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária em 2002 de que o consumo mínimo de 25 g de proteína de soja pode ajudar na redução do colesterol, as indústrias começaram a desenvolver novos produtos à base desse grão, tendo em vista a crescente preocupação das pessoas em consumir alimentos considerados funcionais. Estes, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013), são definidos como alimentos que estão relacionados com o papel metabólico ou fisiológico de um nutriente ou não nutriente e que podem ajudar nas funções do organismo. De acordo com Maia, Rossi e Carvalho (2006), um exemplo desta tendência é o aumento do consumo do extrato de soja no Brasil. Essa bebida possui aspecto semelhante ao leite de vaca, sendo assim indicado para portadores de intolerância à lactose ou pessoas com índice de colesterol alto (GUERREIRO, 2006).

Outro importante grão produzido e consumido em vários países, e principalmente no Brasil, é o café. Essa bebida pode ser considerada atualmente uma das mais consumidas no país, por possuir boa aceitação sensorial e ser considerada de baixo custo (EMBRAPA, 2015). Segundo a Associação Brasileira de Café (ABIC, 2017), o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e o segundo maior consumidor. Sua estimativa de produção para a safra de 2017, em levantamento feito pela CONAB (2017), é de 45,56 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, indicando uma redução de 11,3% quando comparado com a produção de 2016, que foi considerada um recorde, com 51,37 milhões de sacas obtidas.

Dentre as várias espécies de café, duas são mais utilizadas no Brasil: a *Coffea arabica*, conhecida como café arábica, que apresenta boa aceitação sensorial, por ser uma bebida mais aromática, de sabor adocicado, e a espécie *Coffea canephora*, conhecida como café robusta ou conilon, que proporciona uma bebida de sabor mais neutro, podendo destacar o amargor que pode estar relacionado com a maior concentração de alguns compostos presentes no grão, como a cafeína e os ácidos clorogênicos, em comparação a outra espécie. Entre estas duas espécies, o conilon é o mais empregado nas indústrias brasileiras de café solúvel, sendo utilizado para dar corpo à bebida, diminuir a acidez do arábica e também para

produção de bebidas mais neutras, por ser um grão que gera grande rendimento na produção, devido à quantidade de polissacarídeos presentes.

A infusão do grão torrado e moído contribui para produção de diversas bebidas com diferentes sabores e aromas, fazendo com que o café seja consumido e conhecido em todo mundo por suas propriedades benéficas, seja como estimulante ou antioxidante (VIGOLI; BASSOLI; BENASSI, 2010). Estudos realizados sobre a bebida comprovam que durante o processo de fabricação de café são formados compostos, como substâncias nutritivas e bioativas, que o tornam um produto saudável, desde que seja consumido de forma moderada (ABIC, 2017).

O extrato de soja e o café são produtos que podem ser consumidos de diversas formas, desde bebidas até doces. Segundo Felberg et al. (2005), a bebida à base de soja é um produto com alto valor nutritivo, sendo relacionado à redução de várias doenças; o café, por sua vez, conforme pesquisa feita pela ABIC (2017), quando adicionado na merenda escolar, melhora o aprendizado de crianças na escola. Considerando a tendência do consumo atual em produtos benéficos à saúde, a verificação de análises físico-químicas de uma bebida de extrato de soja com adição de café pode ser mais uma alternativa para pessoas com intolerância à lactose e que não consomem produtos de origem animal por opção, já que combinadas podem trazer benefícios à saúde (FELBERG et al., 2010). O objetivo desta pesquisa foi determinar e avaliar parâmetros físico-químicos do extrato de soja e extrato de café.

## 2 SOJA

Originária da Ásia oriental, a soja é uma planta herbácea da família das leguminosas com produção anual. Sua evolução começou com o cruzamento natural de espécies selvagens e seus primeiros registros estão no livro *Pen Ts'ao Kong Um*, que descrevia plantas chinesas ao imperador Sheng-Nung (RIVAS, 2006). No final do século XIX, as primeiras sementes foram trazidas para o Brasil por imigrantes do oriente e adaptadas ao clima local, dando início ao seu cultivo em grande escala no ano de 1914, em Santa Rosa no Rio Grande do Sul (RIVAS, 2006).

Com o passar dos anos, o Brasil aumentou seu interesse pelo grão e, tendo em vista o crescente aumento da demanda internacional, o país mudou sua forma tradicional de cultivo, começando a investir no desenvolvimento de novos cultivares, criando centros de pesquisas que contribuiriam para que o país tivesse

um grande avanço na produção dessa leguminosa, ocupando, nos dias atuais o segundo lugar mundial na sua produção (EMBRAPA, 2017; RIVAS, 2006).

Entre as leguminosas, o grão de soja tornou-se uma das matérias-primas mais utilizadas, podendo dar origem a vários outros produtos e subprodutos na indústria alimentícia, tais como: óleos, farelos, emulsificantes, produtos cárneos, cereais, alimentos dietéticos entre outros. Atualmente o principal interesse das indústrias é a obtenção da proteína, que possui alto valor comercial, e um pequeno percentual da extração do grão de soja é destinado para fabricação do óleo de cozinha e outros produtos de consumo humano como, margarinas, sorvetes, barras de cereais e bebidas à base de soja; esta última sendo produzida a partir da emulsão aquosa da hidratação dos grãos de soja (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA, 2017; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTE, 2017; THE SOYFOODS ASSOCIATION OF AMERICA, 1996).

Em termos nutricionais a soja apresenta, segundo S'Thiago e Silva (2003), 40% de proteína, 20% de lipídios, 30% de carboidratos, 5% de fibras e 5% de cinzas, podendo destacar compostos bioativos que fazem com que o grão seja um alimento com capacidade de reduzir riscos a doenças. Esses valores podem sofrer alterações dependendo do tipo de cultivar. No quadro 1 estão os valores da composição proximal média do grão de soja.

**Quadro 1** - Composição do grão de soja

Energia Kcal	Umidade g.100g <sup>-1</sup>	Proteínas g.100g <sup>-1</sup>	Lipídios g.100g <sup>-1</sup>	Carboidratos g.100g <sup>-1</sup>		Minerais g.100g <sup>-1</sup>
				Açúcares	Fibras	
417	11,0	38,0	19,0	23,0	4,0	5,0

Fonte: Embrapa (2017).

Esse benefício que o grão oferece está relacionado com a proximidade que seus compostos possuem em relação aos produtos de origem animal: a proteína, segundo Carrão-Panizzi e Mandarino (1998), tem qualidade correspondente a 80% do valor biológico das proteínas de leite de vaca, considerando a determinação por coeficiente de eficiência proteica, que é a relação do ganho de peso pela quantidade de proteína consumida. Outros fatores importantes são as presenças de ácidos graxos, como o linoleico e linolênico, carboidratos insolúveis que constituem as fibras, minerais como o ferro e vitaminas do complexo B, todos com grande importância à saúde humana.

Um dos motivos do baixo consumo da soja se dá pela falta de hábito dos brasileiros, que mantém a soja afastada da sua dieta (FELBERG, et al., 2005). Porém, isso tem sido alterado devido à introdução no mercado de grande número de produtos derivados de soja como tofu, iogurtes, farinha de soja, óleo de soja, proteína texturizada de soja, extrato de soja entre outros.

### 3.1 BEBIDA A BASE DE SOJA

O extrato de soja, conhecido como leite de soja, foi processado pela primeira vez na China, sendo muito consumido nesse país há séculos, podendo ser comparado ao consumo ao leite de vaca no Brasil (ROSSI; ROSSI, 2010). Segundo Rossi e Rossi (2010) o extrato de soja apresenta em média a cada 100 mL: 2,5 g de carboidratos; 3,4 g de proteínas; 2,3 g de lipídios; 40 mg de cálcio; 105 mg de potássio; 1,2 mg de ferro; 40 µg de vitamina B1 e 120 µg de vitamina B2.

Devido à preocupação das pessoas em consumir produtos mais saudáveis e à frequente busca de novas opções alimentares, as indústrias vêm investindo em produtos à base de soja, sendo destaque as bebidas de extrato desse grão.

Segundo Rossi e Rossi (2010), a bebida à base de soja teve início em grande escala no Brasil em 1997, com sua maior produção em 2012, que atingiu 380 milhões de litros produzidos com um consumo per capita de 1,96 litros/habitante/ano, conforme dados da Associação Brasileira de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR, 2017). Esse consumo se dá devido aos vários aspectos que envolvem o produto, dentre eles estão a aplicação de novas tecnologias que melhoraram suas características sensoriais e as propagandas que tornaram a bebida mais popular. Os mesmos autores ressaltam que a tendência do uso da bebida com adição de frutas torna o produto mais bem aceito pelos consumidores, já que o flavor do extrato de soja não possui uma boa aceitação em nível nacional. Essa aceitação se dá também pelo fato de a bebida ter um teor de ferro, ácidos graxos e niacina superiores ao do leite de vaca. Outros aspectos que podem influenciar na sua aceitação é o tipo da matéria-prima utilizada, o modo de comercialização em embalagens práticas e as etapas de processo aplicado que ajudam a minimizar o odor e o sabor característico da soja – formado pela ação da enzima lipoxigenase que promovem a oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados, com formação de aldeídos responsáveis por um sabor desagradável de “feijão cru” (ROSSI; ROSSI, 2010; MERCALDI, 2006).

A bebida à base de soja tornou-se uma das poucas opções para pessoas com alergia à proteína do leite e principalmente para indivíduos com intolerância a lactose, ou seja, que não produzem a enzima Beta-galactosidase ou lactase,



responsável pela hidrólise da lactose, produzindo glicose mais galactose. A falta dessa enzima pode trazer vários desconfortos gastrointestinais, como diarreias e cólicas, sendo também comuns vômitos e náuseas. No Brasil cerca de 58 milhões de pessoas possuem algum tipo de intolerância à lactose (ROSSI; ROSSI, 2010).

Outro ponto que ajuda no aumento do consumo de bebidas a base de soja é o fato de ser um alimento de origem vegetal, isento de colesterol, o que qualifica o produto como adequado para pessoas com alto teor de colesterol no sangue ou para aquelas que não consomem produtos de origem animal por opção, como é o caso dos veganos.

### 3.2 CAFÉ

O café é uma bebida não alcoólica, escura e aromática, produzida por grãos do fruto do cafeeiro, da família Rubiaceae do gênero *Coffea*, originária da Etiópia, centro da África. A Arábia foi a responsável pela sua propagação, no entanto, somente no século XVI, na Pérsia que os primeiros grãos foram torrados e transformados na bebida que conhecemos hoje. Levados por viajantes por volta de 1615, os grãos foram parar na Europa, onde começaram a ser produzidos, e alguns anos depois, com a descoberta de novas terras, a bebida se difundiu por todo mundo (ABIC, 2017).

No Brasil o grão chegou por volta de 1727, trazido da Guiana Francesa, e espalhou-se rapidamente por todo o país, tornando-se um produto importante para economia brasileira (ABIC, 2017). Hoje, o país é o maior produtor de café do mundo, destacando-se na produção do café arábica e conilon; segundo dados da Embrapa (2017), houve um aumento de 19,8% no preço médio da saca de 60 kg, comparado com o mês de março de 2016.

O café é considerado um produto nobre do agronegócio do Brasil e é o segundo produto mais consumido no mundo, ficando atrás apenas da água. Esse consumo se dá pelo fato de a bebida ter boa aceitação sensorial, onde se destacam as propriedades estimulantes da cafeína (EMBRAPA, 2017; FARINHO, 2012; SALAZAR-MARTINEZ, 2004). A boa qualidade de um café é resultado da somatória de vários atributos físicos dos grãos crus, como cor, tamanho, densidade, forma e uniformidade. É no processo de torra que são formados os compostos que dão destaque aos seus principais atributos, melhorando suas características sensoriais expressas pelo gosto e aroma (ABREU et al., 1996). Atualmente, indústrias fazem misturas das duas espécies citadas anteriormente, que vêm de diferentes regiões do país, surgindo assim vários tipos de bebidas.

Na composição química do grão de café são encontrados glicídios, proteínas, lipídios e minerais, sendo os responsáveis por suas principais características a cafeína, os ácidos clorogênicos e a trigonelina. Como com todo produto natural, podem ocorrer algumas alterações na sua composição química, dependendo do processamento e armazenamento a que foram submetidos os grãos. O quadro 2 resume em termos gerais a composição de grãos crus de café arábica e conilon.

**Quadro 2** - Composição média de grãos verdes em base seca

COMPONENTES	CAFÉ ARÁBICA	CAFÉ CONILON
Cafeína	1,2	2,2
Trigonelina	1,0	0,7
Cinzas	4,2	4,4
Ácidos:		
Clorogênicos	6,5	10,0
Alifáticos	1,0	1,0
Quínicos	0,4	0,4
Açúcares:		
Sacarose	8,0	4,0
Redutores	0,1	0,4
Polissacarídeos	44,0	48,0
Lignina	3,0	3,0
Pectina	2,0	2,0
Proteína	11,0	11,0
Aminoácidos livres	0,5	0,8
Lipídeos	16,0	10,0

Fonte: Farinhoto (2012).

Esses compostos podem-se diferenciar entre as espécies ou entre grãos verdes ou grãos que passaram pelo processo de torrefação (FARINHOTO, 2012). No processo de torrefação é onde as propriedades sensoriais se desenvolvem, ocorrendo alterações físico-químicas, que resultam principalmente das reações de Maillard, a formação de compostos orgânicos, como melanoidinas, e a incorporação de ácidos clorogênicos em suas moléculas, compostos que exercem benefícios à saúde (PARRAS et al., 2007).

A junção do consumo moderado à boa aceitação sensorial faz com que o café, segundo Farinhoto (2012), exerça efeitos favoráveis contra riscos cardiovasculares. No entanto, esses benefícios desaparecem quando o consumo do produto se torna exagerado. Segundo Salazar et al. (2004) e Van Dam e Feskens (2002), beber quantidades adequadas de café reduz a incidência de diabetes tipo 2, pois ajuda no metabolismo da glicose e na resistência à insulínica.

### 3.3 EXTRATO DE CAFÉ

O extrato de café é produzido a partir do café torrado e moído. É muito utilizado para fabricação de café solúvel, processo no qual o grão, depois de passar pelas etapas de seleção, torrefação e granulação, é enviado para a fase de extração, em que é submerso em água em colunas extratoras, com temperatura e pressão controladas, o que promove a absorção e extração de sólidos solúveis pelo solvente. Para esse processo que determina algumas características do produto, como a quantidade de sólidos solúveis retirados e os aspectos sensoriais, deve-se ter alguns cuidados durante a fabricação e envasamento, devido à alta atividade de água, que é propícia para o crescimento de microrganismos.

O extrato de café, quando vendido a granel, é utilizado por outras indústrias, como a de bebidas geladas – muito consumidas na Ásia e nos EUA –, a de produção de balas, confeites, doces, pudins e sorvetes (PUC-RIO, 2017). Vários estudos com o extrato aquoso de café vêm sendo feitos, principalmente em relação aos efeitos que o processo de extração pode acarretar ao produto. Segundo Meckelburg et al. (2013), o extrato de café extraído da espécie robusta apresentou efeitos antibacterianos e antidesmineralizante.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho se trata de uma pesquisa experimental com dados quantitativos dos parâmetros físico-químicos e dos minerais do extrato de soja e do extrato de café. Todas as análises foram feitas em triplicata, realizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina, já as liofilizações das amostras e os resultados de minerais foram realizados no laboratório de melhoramento genético da Embrapa Soja Londrina.

### 4.1 MATERIAL EM ESTUDO

O extrato de soja utilizado foi da marca Yoki<sup>®</sup>, pertencente à linha *Mais Vida Pura Soja*, armazenado em embalagens Tetra Pak. Já o extrato de café usado foi 100% da espécie *Coffea canephora*, mais conhecido como robusta ou conilon, adquirido por doação da Companhia Cacique<sup>®</sup> de café solúvel da cidade de Londrina, PR.

### 4.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados neste projeto englobaram análises físico-químicas do extrato de soja e extrato de café, sendo quantificados os resultados de sólidos

solúveis, pH, acidez titulável, umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos. Os resultados de minerais foram realizados pela Embrapa soja.

#### 4.2.1 LIOFILIZAÇÃO

Foram liofilizados aproximadamente 1 litro de extrato de soja e extrato de café. As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos, e procedeu-se o seu congelamento para a liofilização no liofilizador Liobras, modelo L-101, com temperatura de  $-55^{\circ}\text{C}$  e pressão de  $200\ \mu\text{m}$  de Hg, até secagem completa, que levou 72h. Essas amostras liofilizadas foram armazenadas em potes de vidro até o momento das análises.

#### 4.2.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

A determinação de sólidos solúveis totais (SST) ocorreu por refratometria, conforme metodologia 010/IV e 315/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Uma pequena porção da amostra foi colocada em refratômetro de Abbé devidamente calibrado com água, permitindo a leitura na escala do equipamento, fornecendo o teor de sólidos solúveis totais, expresso em  $^{\circ}\text{Brix}$ . Esse valor foi corrigido para a temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.2.3 POTENCIAL DE HIDROGÊNIO – PH

A determinação de pH das amostras de extrato de soja e do extrato de café foram determinadas com auxílio do medidor de pH da marca Del Lab, modelo DLA-PH, devidamente calibrado com soluções tampão 4 e 7, seguindo orientações da metodologia 017/IV do IAL (2008). Para amostra do extrato de soja foi determinado o pH de forma direta, onde pesou-se aproximadamente 10 g da amostra em um béquer de 200 ml e feita a leitura. Para amostra do extrato de café foi pesado aproximadamente 5 g da amostra em um béquer de 200 ml e diluída com 150 ml de água destilada, procedendo-se então à leitura no equipamento.

#### 4.2.4 ACIDEZ

A acidez titulável total foi determinada por titulação potenciométrica, seguindo orientações dos métodos 016/IV e 311/IV do IAL (2008). Após a calibração do medidor de pH, cerca de 10 g de amostra foram diluídas em 100 ml de água. A mistura obtida foi titulada com solução de hidróxido de sódio  $0,1\ \text{mol L}^{-1}$  até pH entre 8,2 - 8,4, empregando-se a Equação 1 na determinação da porcentagem de acidez titulável.

$$\frac{V \times f \times M \times 100}{A} = \text{acidez em solução molar por 100 ml ou 100 g}$$

(1)

V= volume gasto de hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

f = fator de correção do hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

A = volume da amostra em mL ou massa em g.

#### 4.2.5 UMIDADE

A umidade foi determinada de acordo com as Normas Analíticas do IAL (2008). Foram pesados aproximadamente 2 g das amostras liofilizadas de soja e café em cápsulas de porcelana, previamente taradas. As amostras foram aquecidas durante três horas em estufa S.E Fanem MOD 310 a 105 °C, resfriadas no dessecador à temperatura ambiente e pesada. Essa operação foi repetida até o peso constante.

$$U = \frac{100 * N}{P}$$

(2)

U = umidade (% m/m)

N = número de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = número de gramas da amostra

#### 4.2.6 PROTEÍNAS

O teor de proteínas foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do IAL, (2008). A determinação do nitrogênio das amostras foi realizada pelo método de Kjeldahl, que compreende três etapas: digestão, destilação e titulação. Foram pesados aproximadamente 0,1 g de cada amostra, anotando-se o peso. Em seguida, as amostras foram transferidas para os tubos de digestão previamente codificados e organizados em uma bandeja, sendo o primeiro tubo o branco, o segundo a amostra padrão e o restante, as amostras.

A seguir, foram acrescentados nos tubos aproximadamente 0,3 g de catalisador ( $\text{CuSO}_4 / \text{K}_2\text{SO}_4$ ), seguindo-se a adição de 3,5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico concentrado) e 2 ml de peróxido de hidrogênio a 30%. Os tubos foram colocados

no bloco digestor Tecnal TE007D, onde a temperatura inicial foi de 50 °C, a qual sofreu aumentos progressivos até se atingir 350 °C. As amostras permaneceram até toda a matéria orgânica ser “queimada”, ou seja, quando as amostras apresentam uma coloração esverdeada. Depois de esfriar, as amostras foram homogeneizadas e, então, adicionados de 10 ml de água ultrapura do purificador Milli-Q.

A destilação e titulação foram realizadas em equipamento Foss Tecator Kjeltach 2400, com adição de 30 ml de NaOH 40%, seguida da destilação. A titulação foi realizada utilizando-se ácido clorídrico 0,2 mol/L, tendo como indicador o ácido bórico 1 % (mudança de coloração de verde para rosado).

O teor de proteína bruta foi calculado com base no volume gasto para a titulação, de acordo com a Eq. 3, e utilizando o fator de conversão F= 6,25 para transformação do nitrogênio titulado em proteína. Os resultados foram expressos em porcentagem ou g proteína/100 g de amostra.

$$\text{Cálculos: \% de proteína} = \frac{V \times N \times 14 \times 100}{\text{g da amostra} \times 1000} \times F$$

(3)

Onde:

V = volume de HCl gasto na titulação

N= normalidade do HCl

F= fator de conversão (6,25)

#### 4.2.7 LIPÍDIOS

A extração de lipídios em alimentos geralmente é feita com aparelho tipo Soxhlet, usando uma extração com solventes orgânicos, já que os lipídios são substâncias insolúveis em água. O teor de lipídios (óleo) foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do IAL (2008). Foram pesados aproximadamente 0,5 g de amostra em cartuchos de Soxhlet, os cartuchos foram transferidos para o aparelho de Soxhlet, acoplado a um balão de fundo chato de 250 ml. Adicionou-se o solvente extrator (N-hexano) e esse conjunto foi mantido sob aquecimento na chapa aquecedora Tecnal TE-188. Ao extrator do Soxhlet foi adaptado um condensador de bolas para o resfriamento do solvente. A extração foi realizada por seis horas. Após esse período, os cartuchos foram retirados do aparelho extrator e transferidos para a estufa a 105 °C por uma hora. Após secagem, foram pesados mais uma vez. O cálculo do teor de óleo foi feito pela

diferença de peso dos cartuchos contendo as amostras antes e depois da extração. Os resultados foram expressos em porcentagem ou g óleo/100g de amostra.

#### 4.2.8 CINZAS

O resíduo por incineração – cinzas – foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do IAL (2008). Os cadinhos de porcelana foram secos em estufa a 105 °C por duas horas, retirados com uma pinça e resfriados no dessecador. Os cadinhos foram pesados antes e após a adição de aproximadamente 2 g das amostras. Os cadinhos com as amostras foram carbonizados com o auxílio de uma tela de amianto com bico de Bunsen até ficar com uma coloração acinzentada. Em seguida, foram transferidas para a mufla EDG 5000 P, com temperatura de 550 °C por um período de cinco horas. A amostra foi retirada da mufla, resfriada e pesada. O resultado foi expresso em porcentagem ou g de cinzas/100 g amostra.

$$C = \frac{100 * N}{P}$$

(4)

N = nº de g de cinzas.

P = nº de g da amostra.

#### 4.2.9 CARBOIDRATOS TOTAIS

Após a determinação de umidade, proteínas, lipídios e cinzas, o teor de carboidratos do extrato de café e do extrato de soja liofilizados foram determinados por diferença em base seca: [100 – (proteínas + lipídios + cinzas)].

#### 4.2.10 MINERAIS

A determinação de minerais presentes no extrato de soja e de café liofilizados foi realizada pela Embrapa Soja, que utilizou para a extração dos macro e microelementos o método de digestão úmida feita em forno de micro-ondas (de acordo com instruções do fabricante), seguido com a determinação analítica em um espectrômetro de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), da marca PerkinElmer, modelo Optima 8300 ICP-OES.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresentamos os resultados das análises do extrato de soja e do extrato de café obtidos neste estudo.

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO EXTRATO DE SOJA LIOFILIZADO (ESL)

Os resultados obtidos para a composição proximal do extrato de soja liofilizado (ESL) estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** - Características físico-químicas do extrato de soja liofilizado

Parâmetro	Extrato de soja
Sólido solúveis (°Brix)	5,9 ± 0,12
pH	7,23 ± 0,03
Acidez titulável <sup>(3)</sup>	0,57 ± 0,06
Umidade <sup>(1)</sup>	6,14 ± 0,17
Proteínas <sup>(1)</sup>	38,45 ± 0,27
Lipídios <sup>(1)</sup>	18,38 ± 0,28
Cinzas <sup>(1)</sup>	9,18 ± 0,10
Carboidratos <sup>(2)</sup>	33,99

Nota: média de 3 determinações ± desvio padrão; <sup>(1)</sup> resultados expressos em g/100g ou % matéria seca; <sup>(2)</sup> resultado calculado por diferença de [100 – (proteína + lipídios + cinzas)]; <sup>(3)</sup> resultado expresso em ml de NaOH 0,1 N por 100 gramas de amostra.

Fonte: Autoria própria (2017).

Segundo dados da literatura, o extrato de soja pode apresentar em média, em cada 100 ml: 2,5 g de carboidratos; 3,4 g de proteínas; 2,3 g de lipídios; 40 mg de cálcio; 105 mg de potássio; 1,2 mg de ferro; 40 ug de vitamina B1 e 120 ug de vitamina B2 (ROSSI; ROSSI, 2010).

O valor obtido de sólidos solúveis totais do ESL foi de 5,9 °Brix. Esse valor encontrou-se entre os valores citados na literatura: Mercaldi (2006), em análise feita do extrato hidrossolúvel de soja de uma bebida acrescida de graviola, obteve valor de 5,50 °Brix; Ciabotti (2004) obteve 6,24 °Brix da análise feita do extrato de soja convencional (SC); e Rodrigues (2003) em estudo do extrato obtido de grãos descreveu valor de 5,29 °Brix. Para o valor de pH (7,23), foi superior ao descrito por Ciabotti (2004), que encontrou 6,53 e Rodrigues (2003) 6,6, porém, próximo ao descrito por Felberg et al. (2004), com valor de 7,33 do extrato de



soja integral. O valor de acidez titulável encontrado neste trabalho foi de 0,57 ml de NaOH.100 ml g.L<sup>-1</sup>.

Ciabotti (2004) citou valores de umidade encontrados no grão de soja tradicional de 9,59 %; Vilas Boas (2014) analisou diferentes genótipos de extrato de soja (ES) liofilizados e os valores encontrados foram de 5,41 % a 6,20 %. Os dados obtidos neste trabalho se encontram próximos aos descrito por Vilas Boas.

Em trabalho realizado por Barros (2012) com grãos de soja irradiados a 2,5 kGy para produção de ES, os valores de proteína variaram de 32,88 % a 38,92 %; em estudo feito por Vilas Boas (2014) sobre os diferentes genótipos ESL, os valores foram de 37,73 % a 45,86 %, próximos aos encontrados neste trabalho (38,45 %); já os dados de Ciabotti (2004), 32,77%, foram inferiores.

Os resultados de lipídios (18,38 %) obtidos neste estudo foram próximos aos descritos por Barros (2012), que variaram de 19,21 % a 20,99 %, superiores aos de Ciabotti (2004), 15,74 %, e inferiores aos de Vilas Boas (2014), de 22,40 % a 28,40 %.

Quanto aos valores de carboidratos, os dados obtidos por Barros (2012) mostraram uma variação de 18,67 % a 26,86 % a base seca, já para Vilas Boas (2014) foram de 20,22 % a 27,27 %, inferiores aos obtidos neste trabalho, que foram de 33,99 %. Essa diferença se torna maior comparando com os dados de Barros (2012), pois o autor quantificou valores de fibras brutas – o que não realizamos neste estudo – e isso resulta em maiores valores de carboidratos quando calculados por diferença.

Os valores de cinzas foram de 9,16 %, estando mais próximos dos descritos por Vilas Boas (2014), que variaram de 5,62 % a 11,13 %; outros autores encontraram valores inferiores: Barros (2012) de 4,34 % a 5,58 % e Ciabotti (2004) 3,64 %.

O regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal (Resolução RDC nº 268, 22 de setembro de 2005) estabelece um mínimo de 3 % de proteína para ES. Entretanto, as possíveis variações da composição química entre diferentes ES podem ocorrer em função da variação de tecnologia empregada no processamento, da quantidade de água utilizada na extração do ES e da variedade da soja (TASHIMA; CARDELLO, 2003), o que justifica as diferenças entre os resultados obtidos por este estudo e os encontrados na literatura.

A tabela 2 apresenta dados das características do extrato de soja líquido e em pó, segundo Resolução CNNPA nº 14 de 28 de junho de 1978. Comparando com os dados de ESL, os valores de lipídios e carboidratos estão de acordo com a legislação, já o valor de proteína encontra-se abaixo (38,45 %) e o de cinzas um pouco acima (9,18 %).

**Tabela 2** - Características do extrato de soja líquido e em pó segundo legislação

	<b>Líquido</b>	<b>Pó</b>
<b>Umidade</b>	Máximo: 93,0%	Mínimo: 3,0%
<b>Proteína (N x 6,25)</b>	Mínimo: 3,0%	Mínimo: 41,5%
<b>Óleo</b>	Mínimo: 1,0%	Mínimo: 13,8%
<b>Carboidrato</b>	Máximo: 2,8%	Máximo: 34,6%
<b>Cinzas</b>	Máximo: 0,6%	Máximo: 7,0%

Fonte: ANVISA, 1978.

## 4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO EXTRATO DE CAFÉ LIOFILIZADO (ECL)

De acordo com Nogueira e Trugo (2003), a composição final do café solúvel depende de alguns fatores, como as espécies e variedades de café utilizadas na formulação dos *blends*, já que espécies de arábica e robusta apresentam diferenças em sua composição. Deste modo, a quantidade de cada uma nos *blends* junto com as condições de processamento são determinantes nas características finais do café solúvel.

Os resultados obtidos para a composição proximal do extrato de café liofilizado (ECL) estão apresentados na tabela 3. Mamede et al. (2010) em análises feitas com algumas marcas de café solúvel comercializadas em Salvador, Bahia, encontrou valores de pH de 5,2, acidez titulável de 9,6, proteína de 12,1 % e lipídios de 1,5 %; já a USDA (2008) encontrou valores de proteínas de 21 % e lipídios de 1,6 % em base seca; Morales (2014) encontrou valores de sólidos solúveis de 51,8 a 52,3 °Brix e proteína de 10,27 a 12,14 %, em amostras provenientes do processo de extração; e Vignoli (2010), analisando café solúvel com diferentes cores de torra para cafés robusta, encontrou valores de lipídios de 9,44 % e de cinzas 4,36 %. O valor de sólidos solúveis e cinzas encontrados neste estudo foram superiores aos citados por Morales (2014) e Vignoli (2009). Os valores de pH e lipídios estão próximos aos citados pela literatura, já o valor de proteína encontra-se próximo ao citado pela USDA. Apesar de a legislação brasileira fixar como Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) o teor máximo de umidade de 5 % para o café solúvel, quanto menor for a umidade dos pós, maior a vida útil e melhores características o produto apresentará; o valor obtido neste trabalho encontrou-se superior.

**Tabela 3** - Características físico-químicas do extrato de café liofilizado

<b>Parâmetro</b>	<b>Extrato de café</b>
Sólido solúveis (°Bx)	57,4
pH	4,82
Acidez titulável <sup>(3)</sup>	5,3
Umidade <sup>(1)</sup>	7,05 ± 0,12
Proteínas <sup>(1)</sup>	20,58 ± 0,85
Lipídios <sup>(1)</sup>	1,47 ± 0,54
Cinzas <sup>(1)</sup>	9,70 ± 0,16
Carboidratos <sup>(2)</sup>	61,2

Nota: média de 3 determinações ± desvio padrão; <sup>(1)</sup> resultados expressos em g/100g ou % matéria seca; <sup>(2)</sup> resultado calculado por diferença de [100 – (proteína + lipídios + cinzas)]; <sup>(3)</sup> resultado expresso em ml de NaOH 0,1 N por 100 gramas de amostra.

Fonte: Autoria própria (2017).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005, fixou a identidade e as características mínimas de qualidade do café solúvel. De acordo com esse órgão (BRASIL, 2005), o café solúvel deverá atender aos requisitos específicos apresentados na tabela 4, na qual os resultados de pH e cinzas estão conforme a legislação.

**Tabela 4** - Características do extrato de café segundo legislação

	<b>Líquido</b>
pH em solução a 2%	5,0 ± 0,5
Umidade	Máximo: 5,0%
Cinzas	Máximo: 14,0%

Fonte: ANVISA, 1999.

Os resultados obtidos dos minerais do ESL e ECL estão apresentados na tabela 5. Resultados encontrados por Felberg et al. (2004) do extrato de soja demonstram valores de minerais: fósforo (P) 4,26 g/Kg, potássio (K) 8,35 g/Kg, cálcio (Ca) 1,33 g/Kg, magnésio (Mg) 1,44 g/Kg, manganês (Mn) 20,7 ppm e ferro (Fe) 31,2 ppm. Já os identificados por Ciabotti (2004) do grão de soja convencional foram: P 6,6 g/Kg, K 17,0 g/Kg, Ca 1,7 g/Kg, cobre (Cu. 12,20 ppm), zinco (Zn. 44,16 ppm) e Fe 72,27 ppm, e no extrato de soja foram: P 0,70 g/Kg, K 1,40 g/Kg, Ca 1,70 g/Kg, Cu 1,82 ppm, Zn 4,59 ppm e Fe 12,70 ppm; os resultados obtidos neste trabalho estão compreendidos entre o mínimo e o máximo apresentados na literatura.

**Tabela 5** - Composição de minerais no extrato de soja e extrato de café

<b>Parâmetro</b>	<b>Extrato de soja</b>	<b>Extrato de café</b>
P (g/Kg ou mg/g)	4,64 ± 0,42	3,04 ± 0,06
K (g/Kg ou mg/g)	18,98 ± 1,25	35,76 ± 0,77
Ca (g/Kg ou mg/g)	18,66 ± 1,25	1,08 ± 0,03
Mg (g/Kg ou mg/g)	2,88 ± 0,17	3,84 ± 0,09
S (g/Kg ou mg/g)	2,56 ± 0,13	1,62 ± 0,03
Zn (mg/kg ou ppm)	36,70 ± 2,68	2,19 ± 0,02
Mn (mg/kg ou ppm)	26,13 ± 2,29	15,39 ± 0,28
Fe (mg/kg ou ppm)	62,78 ± 7,23	19,05 ± 1,63
Cu (mg/kg ou ppm)	11,04 ± 0,76	0,00 ± 0,07
B (mg/kg ou ppm)	23,97 ± 1,2	33,42 ± 0,69

Nota: média de 3 determinações ± desvio padrão.

Fonte: Autoria própria (2017).

Comparando os resultados de Ca e Fe, que são importantes compostos consumidos pela população brasileira na alimentação em diversos produtos como feijão carioca cozido (0,38 g/Kg de cálcio e 71,0 ppm de ferro), farinha de milho (0,06 g/Kg de cálcio), farinha de mandioca (1,48 g/Kg de cálcio e 54,0 ppm de ferro) e fubá (18,0 ppm de ferro) – de acordo com Azoubel, Garcia e Naves (2000) e Franco (2002) –, o extrato de soja apresentou valores superiores aos de Ca e entre o mínimo e o máximo dos de Fe, já para o extrato de café, os valores se encontraram entre o mínimo e o máximo citados na literatura, confirmando as boas propriedades nutricionais dos extratos estudados.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou os parâmetros físico-químicos e de minerais do extrato de soja e extrato de café. Os resultados demonstraram que os dados apresentam características satisfatórias e corroboram os encontrados na literatura, podendo ser atribuídas a esses extratos adequadas propriedades nutricionais, indicando uma boa opção para a elaboração de uma bebida mista.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Efeito de níveis de adição de defeito “verde” na composição química de cafés classificados como

bebida “estritamente mole”. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 31, n. 6, p. 455-461, jun. 1996.

ANVISA -AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Guia para comprovação da segurança de alimentos e ingredientes*. 2013. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/39uia+para+Comprova%C3%A7%C3%A3o+da+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos+e+Ingredientes/f3429948-03db-4c02-ae9c-ee60a593ad9c>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. Portaria n° 130, de 19 de fevereiro 1999. *Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de café solúvel*. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/portarias/130\\_99.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/portarias/130_99.htm)>. Acesso em: 27 out. 2017.

\_\_\_\_\_. Resolução CNNPA n° 14 de 28 de junho de 1978. *Padrão de identidade e qualidade para farinha desengordurada de soja, proteína texturizada de soja, proteína concentrada de soja, proteína isolada de soja e extrato de soja*. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/resol/14\\_78.htm#](http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/resol/14_78.htm#)>. Acesso em: 27 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. *Café beneficiado – Arábica e Robusta – safra 2016 – 4º levantamento – boletim CONAB*. 2017. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=48#6090>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTE. *Bebidas à base de soja. Volume de produção do mercado brasileiro de bebidas à base de soja dos anos de 2010 a 2016*. 2017. Disponível em: <<http://abir.org.br/o-setor/dados/bebidas-a-base-de-soja/>>. Acesso em: 23 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA. *Uso da soja*. 2017. Disponível em: <<http://aprosjabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>>. Acesso em: 23 maio 2017.

AZOUBEL, L. N. O.; GARCIA, R. W. D.; NAVES, M. M. V. Tabela de composição de alimentos. In: OLIVEIRA, J. E. DUTRA de ; MARCHINI, J. S. *Ciências nutricionais*. São Paulo: Sarvier, 2000. Anexo 1, p. 363-375.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2015/16 - Quarto levantamento*, Brasília, v. 4, p. 1-154, jan. 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2016/17 - Décimo levantamento*, Brasília, v. 4 p. 1-171, jul. 2017. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_07\\_12\\_11\\_17\\_01\\_boletim\\_graos\\_julho\\_2017.pdf](https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_12_11_17_01_boletim_graos_julho_2017.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 277, de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento técnico para café, cevada, chá erva-mate e produtos solúveis. *Diário Oficial*, Brasília, 23 set. 2005.

BARROS, E. A. *Estudo de lipoxigenases em extrato hidrossolúvel de soja (glycine max (l.) merr.) submetido a diferentes tratamentos*. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

CARNEIRO, G. E. S. et al. *Cultivares de soja: macrorregiões 1, 2 e 3 centro-sul do Brasil*. Londrina, 2014. p. 1-60.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. Soja potencial de uso na dieta brasileira. *EMBRAA-CNPS*. Londrina, PR. 1998. (Documentos, 113). p. 1-18.

CIABOTTI, S. *Aspectos tecnológicos e sensoriais do extrato de soja e respectivos tofu produzidos com cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase*. 2004. 122 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Café é a segunda bebida mais consumida no Brasil*. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2574254/cafe-e-a-segunda-bebida-mais-consumida-no-brasil>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. *Receita das exportações dos Cafés do Brasil foi de US\$ 474 milhões em março de 2017*. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/21711132/receita-das-exportacoes-dos-cafes-do-brasil-foi-de-us-474-milhoes-em-marco-de-2017>>. Acesso em: 24 maio 2017.

FARINHOTO, R. J. C. R. Análise física e química de cafés verdes com diferentes origens geográficas. 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2012.

FELBERG, I. et al. Bebida mista de extrato de soja integral e castanha-do-Brasil: caracterização físico química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v. 15, n. 2, p. 163-174, 2004.

\_\_\_\_\_. Formation of a Sou-Coffee Beverage by Response Surface Methodology and Internal Preference Mapping. *Journal of sensory*, n. 25, p. 226-242, jun. 2010.

\_\_\_\_\_. Obtenção artesanal de extrato de soja sob diferentes condições de preparo. *Comunicado Técnico, Rio de Janeiro*, n. 82, p. 1-3, out. 2005. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/obtencaodeextratodesoja\\_000fdt1lp1802wx5eo0a2ndxy6gd4yqf.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/obtencaodeextratodesoja_000fdt1lp1802wx5eo0a2ndxy6gd4yqf.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2017.

FRANCO, G. Tabela de composição química. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2002. p. 307.

GUERREIRO, L. Dossiê técnico: produtos de soja. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. p. 25.

HIRAOKA, N. K. Produção didático-pedagógica: a importância do uso da soja na alimentação. Assis Chateaubriand, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2520-6.pdf>>. Acesso em 27 abr. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MAIA, M. J. L.; ROSSI, E. A.; CARVALHO, M. R. B. Qualidade e rendimento do “leite” de soja da unidade de produção de derivados da soja. Alimentos e nutrição, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 65-72, jan./mar. 2006.

MAMEDE, M. E. O. et al. Avaliação sensorial e química de café solúvel descafeinado. Alim. Nutr., Araraquara. v. 21, n. 2, p. 311-324, abr./jun. 2010.

MECKELBURG, N. et al. Efeito antibacteriano do café: concentração de cálcio em meio de cultura contendo dentes/biofilme expostos ao extrato aquoso de *Coffea canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio8/265.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio8/265.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2017.

MERCALDI, J. C. Desenvolvimento de bebida à base de “leite” de soja acrescida de suco de graviola. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Faculdade de Ciência Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2006.

MORALES, E. V. Influência do fator de extração do café torrado e granulado e injeção de gás na formação de espuma no café solúvel tipo spray drier. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 23, n. 2, p. 296-299, 2003.

PARRAS, P. et al. Antioxidant Capacity of Coffees of Several Origins Brewed Following Three Different Procedures. Food Chemistry, n. 102, p. 582-592, 2007.

PUC-RIO. Estudo de caso – indústria de café solúvel. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/21711132/receita-das-exportacoes-dos-cafes-do-brasil-foi-de-us-474-milhoes-em-marco-de-2017>>. Acesso em: 24 maio 2017.



RIVAS, M. B. Soja qualidade de vida e saúde com prazer e sabor. Porto Alegre: AGE, 2006.

RODRIGUES, R. S. Caracterização de extratos de soja obtidos de grãos, farinha integral e isolado proteico visando a formulação e avaliação biológica (em coelhos) de bebida funcional a base de extrato de soja e polpa de pêssego. Tese (Doutorado em Tecnologia em alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ROSSI, E. A.; ROSSI, P. R. Bebidas funcionais a base de soja. In: VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, 2010. v. 2. p. 57-79.

SALAZAR-MARTINEZ, E. et al. Coffee Consumption and Risk for Type 2 Diabetes Mellitus. *Ann. Intern. Med.*, v. 1409, n. 1, p. 1-8, 2004.

S'THIAGO, L. R. L.; SILVA, J. M. Soja na alimentação de bovinos. Circular técnica 31. Campo Grande, MS, n. 1, p. 1-6, dez. 2003.

SILVA, N. et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

TASHIMA, E. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Perfil sensorial de extrato de hidrossolúvel de soja (Glicine Max L. Merrill) comercial adoçada com sacarose e com sucralose. *B. CEPPA, Curitiba*, v. 21, n. 2, p. 409-428, jul./dez. 2003.

THE SOYFOODS ASSOCIATION OF AMERICA. Voluntary Standards for the Composition and Labeling of Soymilk in the United States. Association of America, p. 15, mar. 1996.

USDA. UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. National Nutrient Database for Standard Reference. Release 21. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>>. Acesso em: 02 dez. 2008.

VAN DAM, R. M.; FESKENS, E. J. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus. *Lancet*, v. 360, n. 9344, p. 1477-1478, 2002.

VIGOLI, J. A.; BASSOLI, D. G.; BENASSI M. T. Antioxidant Activity, Polyphenols, Caffeine and Melanoidins in Soluble Coffee: the Influence of Processing Conditions And Raw Material. *Food Chemistry*, Reino Unido, p. 863-868, jul. 2010.

VILAS BOAS, R. L. P. Aceitabilidade de extrato de soja elaborado com grãos de genótipos brasileiros, convencionais e transgênicos. 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.



## **EXTRATO DE SOJA CRIOCONCENTRADO APLICADO NA ELABORAÇÃO DE MAIONESE**

*Ana Flávia Sampaio Paulo  
Nadine Letícia Vieira Da Silva  
Neusa Fátima Seibel*

### **1 INTRODUÇÃO**

A soja possui diversos derivados, sendo o extrato de soja (ES) o de maior destaque, pois é um produto pronto para consumo, de alto valor nutritivo, custo baixo e de fácil obtenção. Ele também possui uma grande aplicação na indústria alimentícia, tanto na forma líquida como pó, podendo ser consumido em diferentes produtos, bebidas ou como componente de produtos lácteos, tais como iogurtes, sorvetes e cremes (SILVA et al., 2007; RIBEIRO, et al., 2014).

A crioconcentração é um método que consiste na remoção de água por cristalização e a subsequente separação do gelo do líquido concentrado. Esse processo baseia-se na concentração de produtos alimentares líquidos, na qual ocorre a separação de fases sólido-líquido a baixas temperaturas, preservando as características sensoriais e os componentes termicamente sensíveis dos alimentos, resultando em um produto de melhor qualidade. Isso é fundamental, pois na indústria alimentícia é muito importante desenvolver processos de separação que mantenham o sabor, o odor e a textura dos alimentos (FELLOWS, 2006).

O consumo de alimentos industrializados e o interesse por parte das indústrias na elaboração desses produtos têm aumentado significativamente no Brasil

desde a década de 70. Dentre os vários tipos de molho a maionese é, provavelmente, o mais utilizado no mundo; é composta por ovos, vinagre e condimentos, mas o principal componente é o óleo, entre 70 a 80% (CAMPOS et al., 2009). No Brasil, é definida pela RDC nº 276/2005 como o “[...] produto cremoso em forma de emulsão estável, preparado a partir de óleo(s) vegetal (is), água e ovos, podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto” (BRASIL, 2005).

Muitos estudos têm sido realizados para tentar substituir alguns ingredientes da maionese, tais como a gema do ovo, na tentativa de reduzir o teor de colesterol (DOLZ; HERNÁNDEZ; DELIEGIDO, 2006), ou ainda, substituir a fração lipídica, na tentativa de obter uma maionese com características sensoriais típicas, porém com valor energético reduzido (SHEN; LUO; DONG, 2011).

A utilização de derivados de soja é uma opção para substituição lipídica, pois possui grande destaque nas emulsões do tipo óleo em água devido à sua capacidade de emulsificar e estabilizar as emulsões, além de aumentar o conteúdo de proteínas e reduzir o conteúdo de gordura (CAMPOS et al., 2009).

Para elaborar formulações de alimentos com baixos teores de gordura é necessário realizar uma alteração de ingredientes, que as diferencia das tradicionais. Dessa forma, para substituir ou reduzir a quantidade de gorduras alguns ingredientes e aditivos são utilizados, podendo ser eles: derivados de amido, de proteínas de soro de leite e/ou hidrocoloides como goma, pectina, celulose e gelatina, que, devido à capacidade de absorver água, proporcionam a percepção dos atributos de textura semelhante às formulações com gorduras, desse modo, as características dos produtos podem ser mantidas (GROSSKLAUS, 1996; PINHEIRO; PENNA, 2004).

O objetivo deste trabalho foi crioconcentrar extrato de soja e aplicar na formulação de um molho tipo maionese.

## **2 CRIOCONCENTRAÇÃO DO EXTRATO DE SOJA PARA USAR EM MAIONESE**

A soja cultivada comercialmente (*Glycinemax* (L.) Merrill), é uma oleaginosa pertencente à família *Leguminosae*, sub família *Papilionoideae* e gênero *Glycine* L. Seu potencial nutricional é conhecido há milhares de anos. Ela teve sua origem na China e foi difundida no Ocidente, especialmente por ser uma importante fonte de óleo para o consumo humano. É compreendida como alimento funcional, pois, além das funções nutricionais básicas é capaz de beneficiar uma ou mais funções

do organismo, reduzindo o risco de doenças e melhorando a saúde e o bem-estar (MENACHO, 2009; OLIVEIRA; ROMAN, 2013; EMBRAPA, 2017).

Sua composição química apresenta importantes nutrientes, tais como: proteínas, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas. Dentre seus componentes, destacam-se as proteínas, as quais são ricas em aminoácidos essenciais e qualidade semelhante às proteínas de origem animal. Destaca-se também pela presença de compostos bioativos como as isoflavonas, que agem como modulador hormonal natural e apresentam atividade antioxidante (PEREIRA et al., 2010; CUNHA et al., 2007).

De acordo com Amaral (2006), considera-se atualmente que a soja é o único vegetal que contém proteínas completas com qualidade equivalente à albumina do ovo (proteína conhecida como padrão ouro, dentro da escala de classificação) podendo ser empregada como fonte única de proteínas, tanto em curto como em longo prazo. Sendo também pobre em sódio e com um teor elevado de Fe, Cu, Mg, P, K, Zn.

Em 1999 a Food and Drug Administration (FDA) alegou a funcionalidade das proteínas de soja, concluindo que alimentos que as contenham e estejam relacionados a dietas com teor reduzido de gorduras saturadas e colesterol, podem reduzir o risco de doenças cardíacas (FDA, 1999).

Segundo a Resolução RDC nº268 de 22 de setembro de 2005, extrato de soja é definido como:

[...] alimento obtido a partir de partes proteicas de espécie (s) vegetal (is), podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido, ou outras formas com exceção daquelas não convencionais para alimentos. Podem ser adicionados de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

Por ser uma bebida proteica, representa uma importante alternativa para a nutrição humana, tendo destaque na alimentação de crianças e adultos que apresentam intolerância ao leite de vaca e também para diabéticos, por possuir baixo teor de carboidratos. Além disso, não contém colesterol e é uma fonte de ácidos graxos insaturados e de lecitina (ZADINELLO et al., 2010).

De acordo com a EMBRAPA (2015), em média, cada 100 ml de extrato de soja (ES) contém 52 calorias, 2,5% de carboidratos, 3,4% de proteínas, 2,3% de lipídios, 40 mg de cálcio, 105 mg de potássio, 1,2 mg de ferro, 40 mg de vitamina B1 e 120 mg de vitamina B2.

Ao observar a Tabela 1, em comparação ao leite de vaca, o extrato de soja, dependendo do fator de diluição utilizado, pode apresentar maiores quantidades

de proteínas, ferro, gorduras insaturadas e niacina e, ao mesmo tempo, quantidades inferiores de gorduras saturadas, carboidratos e cálcio. Além disso, a sua composição química é livre de colesterol e lactose (LIU, 1997).

Apesar do alto valor nutritivo e do grande potencial de utilização, o extrato de soja obteve baixa aceitação no Brasil, basicamente devido ao sabor e aroma desagradáveis ao paladar dos consumidores brasileiros. O sabor característico da soja, descrito de forma geral como rançoso ou de feijão cru, se dá devido à presença de compostos voláteis resultantes da ação catalítica da enzima lipoxigenase na oxidação de ácidos graxos insaturados, especialmente linoleico e linolênico, presentes no grão da soja (SACCO, 2001; FELBERG et al., 2004; MARIN et al., 2014).

**Tabela 1** - Composição Nutricional Extrato de soja x Leite de Vaca (100 g)

	<b>Extrato de soja</b>	<b>Leite de vaca</b>
Valor Energético	54 Kcal = 226 KJ	61 kcal = 256 KJ
Carboidratos	6,3 g	4,8 g
Proteínas	3,3 g	3,2 g
Gorduras Totais	1,8 g	3,3 g
Gorduras Saturadas	0,2 g	1,9 g
Gorduras Monoinsaturadas	0,4 g	0,8 g
Gorduras Poli-insaturadas	1,0 g	0,2 g
Colesterol	0 mg	10 mg
Fibra Alimentar	0,6 g	0 g
Sódio	51 mg	43 mg
Cálcio	25 mg	113 mg
Ferro	0,64 mg	0,03 mg

Fonte: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2011.

Para resolver esse problema várias tentativas de modificações em seu processo de obtenção têm sido realizadas, buscando a minimização ou eliminação dessa característica indesejável. A indústria nacional tem utilizado novas tecnologias na elaboração do extrato de soja para o mercado brasileiro, apresentando melhor qualidade sensorial. Com o avanço da tecnologia e das pesquisas, novos produtos à base de extrato de soja estão surgindo e sendo comercializados, indicando que os consumidores podem estar mudando sua atitude com os produtos à base de soja (SEIBEL, 2018; FELBERG et al., 2004; MARIN et al., 2014).

## 2.1 CRIOCONCENTRAÇÃO

A crioconcentração é considerada um processo promissor e eficaz na obtenção de alimentos líquidos concentrados, que pode ser usada para evitar perda de qualidade de alimentos líquidos, como produtos lácteos e extratos vegetais; incluindo sucos e produtos farmacêuticos. O princípio desse processo é baseado no congelamento total de uma solução, seguido por um procedimento de descongelamento parcial, empregando a separação gravitacional simples (AIDER; HALLEUX; AKBACHE, 2007; PETZOLD et al., 2015).

Esse processo de desidratação é fundamentado em um fenômeno de cristalização induzida por congelamento. Idealmente, à medida que os cristais de água aparecem durante a fase de nucleação e à medida que crescem, os solutos são expulsos para a interface sólido-líquido. Assim, a concentração da fase aquosa aumenta à medida que os cristais de água pura são formados. A eficiência das soluções de concentração pelo congelamento depende da pureza do cristal, que por sua vez depende da cinética da formação de gelo (núcleos) (HERNÁNDEZ et al., 2010; NAKAGAWA et al., 2010).

A retirada parcial de água é um processo empregado para aumentar a estabilidade do alimento, ao reduzir sua atividade de água e seu volume e massa. Como resultado, há economia de energia e de custos em demais operações, como armazenamento, transporte e distribuição (MCLELLAN; PADILLA-ZAKOUR, 2004; FELLOWS, 2006). O emprego de calor, embora apresente maior eficiência de retirada de água, leva a uma perda de compostos mais voláteis, alterando as características sensoriais do produto (FELLOWS, 2006).

As proteínas da soja, quando expostas ao calor, apresentam uma mudança na sua conformação, rompendo ligações que estabilizam essa estrutura, causando um desenrolamento das cadeias peptídicas e, em consequência elas se tornam menos solúveis e quimicamente mais reativas. As proteínas nativas solúveis em sais no seu ponto isoelétrico, em geral tornam-se insolúveis quando desnaturadas. Já no processo utilizando frio, as proteínas da soja permaneceriam com suas características intactas, ou seja, seriam mantidas sua qualidade nutricional e propriedades funcionais, como viscosidade, solubilidade e capacidade geleificante (FIB, 2014a).

## 2.2 MAIONESE

Segundo a Resolução RDC nº 276 de 22 de setembro de 2005, maionese é definida como:



[...] produto cremoso em forma de emulsão estável, óleo em água, preparado a partir de óleo(s) vegetal(is), água e ovos podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto. O produto deve ser acidificado (BRASIL, 2005).

A maionese é um dos molhos mais consumidos nos dias atuais. Sua produção comercial teve início por volta do ano de 1900, tornando-se popular nos Estados Unidos e obtendo um aumento rápido do seu consumo em diversos países. Por ser um produto com baixo pH e um elevado teor lipídico, ela se apresenta resistente à deterioração microbiana, sendo as preocupações mais relevantes quanto à emulsão, os bolores e leveduras, oxidação lipídica e quebra da emulsão (DEPREE; SAVAGE, 2001).

Caracterizada como uma emulsão semissólida de óleo em água tem na sua composição comercial típica, além do óleo, a gema de ovo, o vinagre, o sal e especiarias, especialmente a mostarda. A gema do ovo é o ingrediente mais crítico para a estabilidade da maionese, pois tem comportamento anfótero, pelo fato desta ser rica em lecitina, a qual é uma substância cujas moléculas têm uma extremidade polar, que é atraída pela água, e outra extremidade apolar, que é atraída pelo óleo, formando uma dispersão do tipo água-óleo. Mas a formação de uma rede com outros polímeros em solução aquosa através de interações hidrofóbicas provoca um aumento na viscosidade do sistema e pode, portanto, estabilizar as partículas (KRSTONOSIC et al., 2015).

O principal problema relacionado com a gema de ovo é o elevado conteúdo de colesterol. Assim, a utilização de outro emulsionante como substituto total ou parcial desse ingrediente, fornece vantagens, como uma diminuição do teor de colesterol e, geralmente, do teor de gordura, aumento da estabilidade microbiológica e, em alguns casos, menores custos de fabricação (RISCARDO; FRANCO; GALLEGOS, 2003).

Na preparação de substitutos de maionese com menor teor de óleo e de ovos, ocorre, em paralelo, a redução da estabilidade da emulsão, que pode ser aumentada pela ação de proteínas, maltodextrina e gomas (DEPREE; SAVAGE, 2001). Realizando uma substituição adequada de gordura em quantidades apropriadas, é possível obter-se um produto com textura próxima à maionese tradicional (LIU; XU; GUO, 2007).

Para conseguir uma maionese com propriedades de emulsão apropriadas e de alta estabilidade, várias investigações foram conduzidas, principalmente, usando proteínas com diversos emulsificantes e gomas, tais como a goma xantana e guar (BORTNOWSKA; TOKARCZYK, 2009; LARROSA et al., 2012). A interação goma-proteína pode desempenhar um papel importante na

maionese em comparação com a contribuição única do polímero individual (ABU GHOUSH et al., 2008). Abu Ghoush et al., (2008) mencionaram que proteínas de soja foram usadas com sucesso para estabilizar emulsões óleo em água, devido à sua capacidade de diminuir a tensão superficial entre os componentes hidrofílicos e hidrofóbicos.

### 2.2.1 MAIONESE COM BAIXO TEOR DE GORDURA/ IMPORTÂNCIA DA GORDURA

Para que a maionese com redução do teor de gordura apresente uma elevada estabilidade e textura próxima à da maionese tradicional alguns substitutos de gorduras podem ser utilizados, tais como: amido modificado, inulina, pectina e celulose microcristalina, carragena, goma xantana, goma guar, alguns espessantes e proteínas, que são utilizados para estabilizar e aumentar a viscosidade do produto. A estabilidade envolve a prevenção da coalescência das gotas, floculação e cremosidade. Normalmente a cremosidade não é um problema para maioneses com alto teor de gordura, pois as gotículas estão bem agrupadas e desse modo não se movimentam. Contudo, em maioneses com redução de gordura é necessário utilizar algum agente espessante para retardar o movimento da gota (NIKZADE; TEHRANI; TARZJAN, 2012).

Como componente alimentar essencial, a gordura desempenha um papel importante na determinação das propriedades reológicas e das características sensoriais dos alimentos, tais como sabor, sensação de boca, cor e textura (MUN et al., 2009). Com a diminuição da concentração de gordura, a fase aquosa e o teor de água podem aumentar, correspondentemente, induzindo à diminuição da viscosidade e firmeza da emulsão semi-sólida. Substituintes específicos de gordura em quantidades específicas são possíveis para gerar um produto com uma textura próxima à da maionese tradicional (CHANG et al., 2017).

Embora o valor nutricional dos óleos vegetais seja altamente apreciado, principalmente devido ao alto teor de ácidos graxos poli-insaturados sua utilização como ingrediente alimentar pode ser problemática devido ao aumento da susceptibilidade à rápida deterioração oxidativa. A oxidação de lipídios é conhecida por prejudicar a qualidade do produto através da produção de odores de ranço, sabores desagradáveis e até mesmo comprometer a segurança dos alimentos devido à formação de compostos nocivos (FIB, 2014a).

Vários pesquisadores estudaram a possibilidade de agregações de proteínas para serem usadas como substitutos de gordura. As capacidades das micropartículas de proteínas para conferir impressões sensoriais de emulsões de gordura total em alimentos com baixo teor de gordura foram uma descoberta acidental,

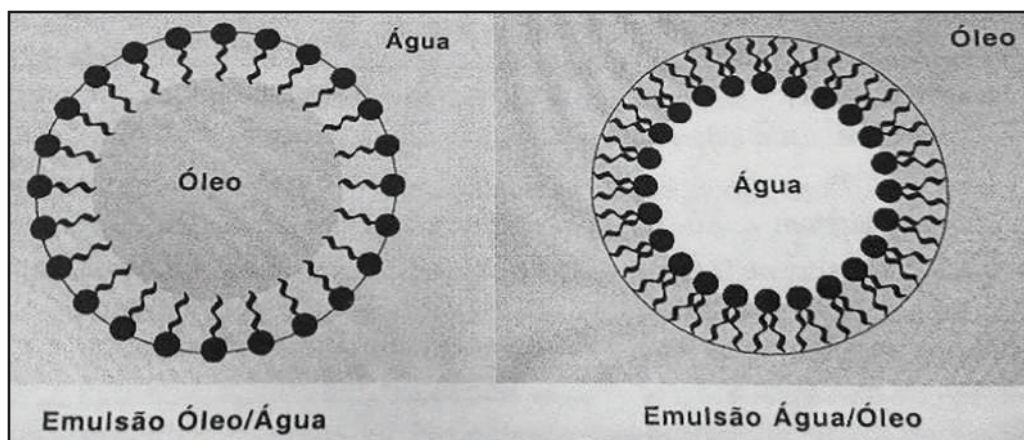
que provou ser o principal indicador da indústria alimentar contra a dieta rica em gordura (YAZICI; AKGUN, 2004). A importância maior das proteínas como substitutos de gorduras reside em sua habilidade de originar micropartículas. O tamanho destas, o volume da hidratação e as propriedades de superfície afetam a habilidade das proteínas de simular gorduras (GOMES et al., 2008).

## 2.3 FORMAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA EMULSÃO

Emulsões podem ser definidas como a mistura de dois líquidos imiscíveis em que um deles (fase dispersa) se encontra na forma de finos glóbulos no meio de outro líquido (fase contínua), geralmente as duas fases imiscíveis são óleo e água. Durante a formação da emulsão ocorre uma mudança positiva na energia livre, o que gera um produto instável (DICKINSON, 2003).

A classificação da emulsão é de acordo com a distribuição de suas fases: óleo e água. Gotículas de óleo dispersas na fase aquosa são definidas como emulsão óleo/água (O/A), porém quando é ao contrário, gotículas de água dispersas na fase oleosa tem-se a emulsão água/óleo (A/O). A substância que forma as gotículas em uma emulsão denomina-se de fase dispersa ou interna, enquanto o líquido envolto é a fase contínua ou externa, (Figura 1). A formação da emulsão requer energia para manter as gotículas dispersas na fase contínua, deste modo à estabilidade é menor, contudo ela pode ser aumentada através da adição de agentes de superfície, como emulsificantes (ARAÚJO, 2004).

Figura 1 - Tipos de emulsões



Fonte: Araújo (2004).

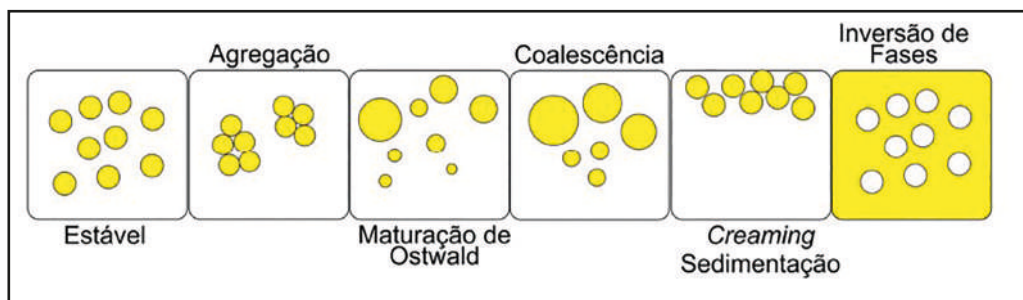
A fase aquosa pode ser incorporada com diferentes ingredientes solúveis, tais como açúcares, sais, ácidos, bases, proteínas e carboidratos. As emulsões

alimentícias possuem uma complexidade estrutural, pois sua estabilidade ocorre pela utilização de diferentes quantidades de proteínas, emulsificantes, polissacarídeos, temperatura, tempo de homogeneização e entrada de energia, que influenciam na microestrutura e propriedades reológicas da emulsão (TCHOLAKOVA; DENKOV; LIPS, 2008; BINKS, 2002; DICKINSON, 2009; BENGOCHEA et al., 2009).

Diferentes processos desestabilizadores podem ocorrer nas emulsões (Figura 2), tais como:

- Agregação/Floculação: causada por atração de Van der Waals, quando a repulsão entre as gotículas não é suficiente;
- Maturação de Ostwald: causada pela diferença na solubilidade entre as gotículas pequenas e grandes;
- Coalescência: induzida pelo afinamento e ruptura da película líquida entre as gotículas;
- *Creaming* ou sedimentação: causada por ação da gravidade;
- Inversão de fases: onde ocorre intercâmbio entre a fase dispersa e o meio (TADROS, 2004).

**Figura 2** - Processos de degradação da emulsão



Fonte: Adaptado de Badolato et al.(2008).

Para evitar esses processos de degradação, é importante utilizar os emulsificantes, pois eles são moléculas ativas que se aderem na superfície das gotículas formadas durante a homogeneização, formando uma membrana protetora que impede a aproximação suficiente das gotículas, evitando a agregação, aumentam a viscosidade da fase contínua, retardam a movimentação de partículas e aumentam a estabilidade (ARAÚJO, 2004).

## 2.4 EMULSIFICANTES PARA ALIMENTOS

De um modo geral, segundo Bastida-Rodríguez (2013), os emulsificantes devem:

- Adsorver-se rapidamente às superfícies das gotículas de óleo durante a homogeneização, de modo a reduzir a tensão interfacial e facilitar a ruptura das gotículas;
- Formar uma camada protetora estável em torno das gotículas de óleo que impede a sua agregação durante a fabricação, transporte e armazenamento;
- Ser fáceis de utilizar e disponíveis numa quantidade e qualidade confiáveis;
- Ser economicamente viáveis. Sua estrutura é composta por duas regiões, sendo uma hidrofílica (interage com a fase aquosa) e a outra lipofílica (interage com a fase oleosa).

Essa estrutura possibilita a atuação na interface de duas substâncias imiscíveis. Contudo, para essa aplicação, é necessário realizar o cálculo de BHL (Balanço Hidrofílico Lipofílico) da molécula do emulsificante. Alto valor de BHL indica que a molécula do emulsificante apresenta elevada relação de grupos hidrofílicos/hidrofóbicos e vice-versa, e pode ser calculado conhecendo-se o número e tipos dos grupos hidrofílicos e lipofílicos (BASTIDA-RODRIGUÉZ, 2013).

Esse balanço possibilita a escolha ideal do aditivo para as diferentes emulsões, pois é possível determinar a estabilidade máxima, sendo para O/A com um BHL entre 10 e 12, e para A/O com BHL entre 3 a 5. Os emulsificantes quando utilizados em mistura geralmente apresentam uma estabilidade maior do que quando aplicados separadamente (O'BRIEN, 2009; BASTIDA-RODRIGUÉZ, 2013; ARAÚJO, 2004).

Segundo Nikzade, Tehrani e Tarzjan (2012), isolados proteicos de vegetais ou leguminosas podem ser utilizados de forma eficaz como estabilizadores de emulsões alimentares, devido à sua capacidade de reduzir a tensão interfacial entre componentes hidrofóbicos e hidrofílicos. A fim de obter maioneses com adequadas propriedades emulsificantes e elevada estabilidade, pesquisas têm conduzido ao uso de proteínas em combinação com várias gomas e emulsificantes.

### 2.4.1 GOMAS

As gomas podem ser definidas em termos práticos como moléculas de alto peso molecular com características hidrofílicas ou hidrofóbicas que, usualmente,

têm propriedades coloidais com capacidade de produzir géis ao combinar-se com solvente apropriado. Desse modo, o termo goma se aplica a uma grande variedade de substâncias com características gomosas (FIB, 2015).

As gomas dissolvem-se ou dispersam-se em água e aumentam a viscosidade, são espessantes e podem ser ou não gelificantes. Apresentam também propriedades secundárias, incluindo estabilização de emulsões e de sóis, controle de cristalização, inibição de sinérese, encapsulação e formação de filmes. Quando solubilizadas, as moléculas são capazes de se organizar de duas formas diferentes: ligação com as moléculas de água, denominado de efeito de espessamento, ou pela construção de redes, envolvendo zonas de ligação, denominado efeito de gelificação (RIBEIRO; SERAVALI, 2007).

As gomas realizam, no mínimo, três funções no processamento dos alimentos: são emulsificantes, estabilizantes e espessantes. Além disso, algumas também são agentes gelificantes, formadores de corpo, agentes de suspensão e aumentam a capacidade de dispersão de gases em sólidos ou líquidos. As indústrias de processamento de alimentos, assim como outras aplicações industriais das gomas, aproveitam suas propriedades físicas, especialmente sua viscosidade e sua estrutura coloidal (FIB, 2015).

No ramo alimentício é mais comum a utilização do termo goma para referir-se a polissacarídeos ou seus derivados, obtidos de plantas ou por processamento microbiológico que, ao dispersar-se em água fria ou quente, produzem soluções ou misturas viscosas. Uma goma pode ser definida, em sentido amplo, como qualquer polissacarídeo solúvel em água, que pode ser extraído a partir de vegetais terrestres ou marinhos, ou de micro-organismos, que tenham a capacidade, em solução, de incrementar a viscosidade e/ou de formar géis (FIB, 2015).

A goma xantana (GX) é um hetero polissacarídeo sintetizado pela fermentação de *Xanthomonas*, e é amplamente usada como espessante, dispersante e emulsificante (XIE et al., 2014). É produzida a partir de algumas espécies de bactérias fitopatógenas do gênero *Xanthomonas* sp. (KOGAN et al., 2006), tem um alto peso molecular e, normalmente é composta de repetidas unidades de glicose, manose e ácido glucurônico, na relação de 2:2:1 (SALAH et al., 2011).

Tanto a dispersão como a hidratação dessa goma pode ser feita em água fria ou quente. A dispersão pode ser melhorada com adição de açúcar, já a hidratação não é bem-sucedida em concentrações elevadas de açúcar. Ao produzir um gel, este é termo reversível, de elevada viscosidade e de aparência transparente. Só



em interação sinérgica com outros hidrocolóides, tais como o konjac ou a goma de alfarroba, a goma xantana gelifica, caso contrário, apenas forma soluções viscosas. Caso a sinergia seja com o konjac, os géis formados são suaves (FRIEDRICH; TEVOS; QUADROS, 2008; MOURA, 2011).

A sua gama de pH é elevada (1-13), como tal, tolera bem ácidos, bases e sais. Dentro da gama de pH indicada, a viscosidade da solução é elevada e uniforme, e independente da temperatura, sendo que as diferenças de viscosidades são mais notáveis quando se utilizam baixas concentrações da goma xantana. Mesmo com valores de pH reduzido, as soluções apresentam uma excelente estabilidade durante longos períodos de tempo (LERSCH, 2008).

Mesmo em concentrações baixas, a goma xantana tem um elevado poder espessante, e, consoante a concentração, diferente será o produto obtido: 0,25% (p/v) para molhos pouco espessos, 0,7-1,5% (p/v) para molhos espessos e 0,5-0,8% (p/v) para espumas (LERSCH, 2008; MOURA, 2011).

## 2.4.2 PROTEÍNAS

Em geral as proteínas são consideradas bons agentes emulsificantes porque possuem numa mesma molécula regiões hidrofílicas e hidrofóbicas, as quais reduzem a tensão superficial e interagem na interface da emulsão. As proteínas são moléculas anfifílicas, migrando espontaneamente para uma interface ar-água ou óleo-água. A migração espontânea das proteínas a partir do volume total de líquido para uma interface indica que a energia livre das proteínas é menor na interface do que na fase aquosa total. Dessa forma, quando o equilíbrio é estabelecido, a concentração da proteína na região interfacial é sempre muito maior do que a encontrada na fase aquosa total (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Diferente dos surfactantes de baixo peso molecular, as proteínas formam uma película altamente viscoelástica, em uma interface, a qual tem a capacidade de suportar choques mecânicos durante a estocagem e manipulação. Como esses filmes interfaciais possuem grupos carregados, provocam repulsões eletrostáticas entre as gotas vizinhas, o que impede a aproximação das mesmas, evitando assim os fenômenos de instabilidade das emulsões, como a coalescência (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Contudo a maioria das proteínas apresenta uma redução ou perda da atividade emulsificante em regiões de pH próximo ao ponto isoelétrico da proteína, onde a carga líquida e a solubilidade apresentam-se reduzidas. Outros fatores que prejudicam a capacidade emulsificante das proteínas são a presença de sais

e a exposição ao aquecimento. A capacidade de uma proteína em formar e estabilizar uma emulsão é afetada por diversos fatores, intrínsecos, tais como, as estruturas primária, secundária e terciária, o pH, a força iônica, a temperatura, o volume da fase óleo e o ponto de fusão do óleo usado; e fatores extrínsecos, como o tipo de equipamento, a taxa de entrada de energia e a taxa de cisalhamento (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

### 3 METODOLOGIA

Todo o experimento foi desenvolvido nos laboratórios de Bebidas e vegetais e Análise de alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, entre o período de abril/2016 a outubro/2017.

A soja utilizada para elaboração do extrato foi da variedade BRS 232 safra 2014/2015 e 2015/2016, doada pela Embrapa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) Soja, Londrina-PR. Os ingredientes, óleo, sal, açúcar e goma xantana, para a elaboração das maioneses foram adquiridos no comércio local.

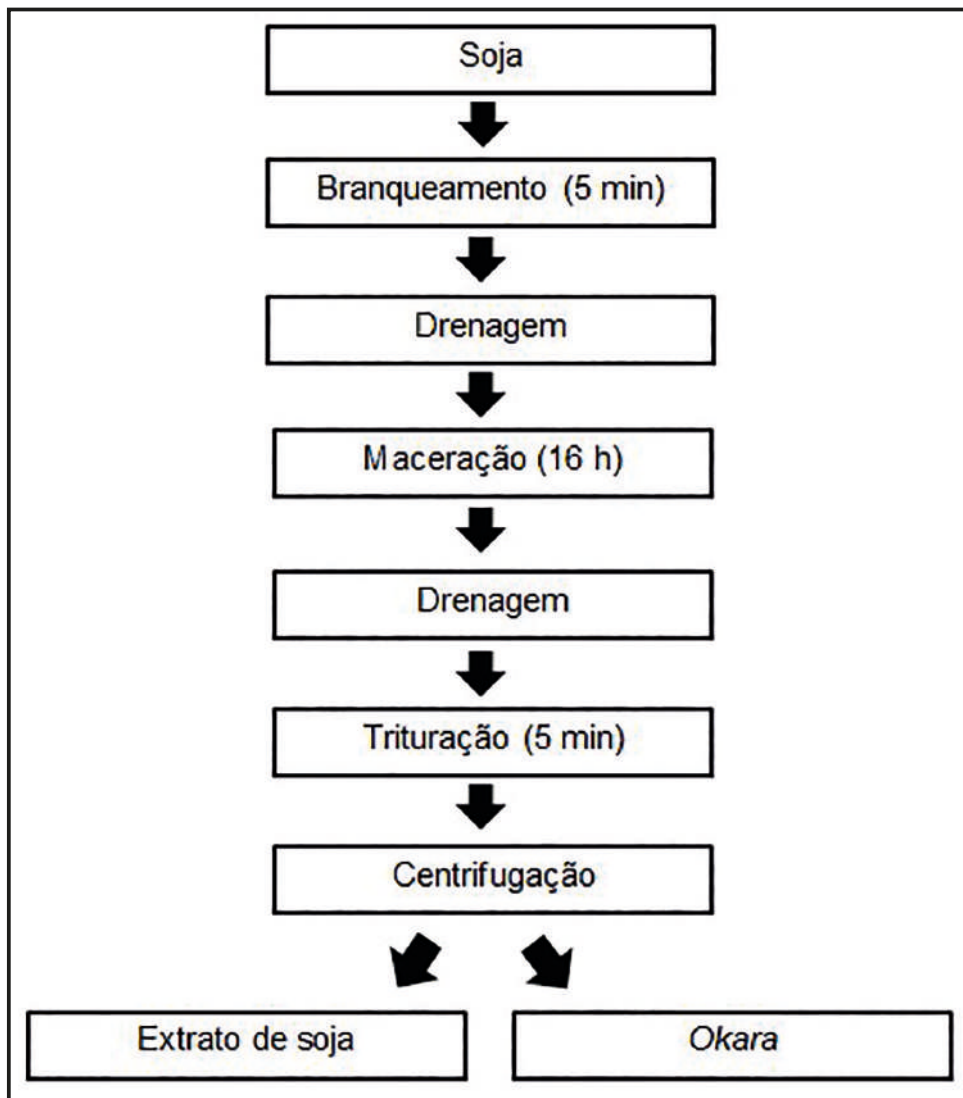
#### 3.1 MÉTODOS

Os métodos aplicados neste projeto visaram à elaboração do extrato de soja crioconcentrado, da maionese e análises de composição proximal e físico-químicas.

##### 3.1.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO DE SOJA

Sua obtenção foi baseada em Ribeiro et al. (2014), com algumas modificações, na proporção soja: água (1:10) e (1:5). Os extratos foram obtidos da variedade BRS232, a partir das seguintes etapas: os grãos de soja foram imersos em água em ebulição por 5 minutos (branqueamento) e, em seguida, resfriados em água com gelo para inativação das enzimas lipoxigenases, posteriormente dispostos na proporção 1:3 de água em temperatura ambiente por 16 horas (maceração), essa etapa auxilia no clareamento do extrato de soja. Em seguida, os grãos macerados foram drenados e triturados por 5 minutos em liquidificador industrial Metvisa LQ15 com água a 90°C, na proporção do volume da soja seca, descontando o que foi absorvido na maceração. Logo depois, o extrato de soja e o subproduto *okara* foram separados por centrifugação, como apresentado na Figura 3.



**Figura 3** - Diagrama de obtenção do Extrato de Soja (ES)

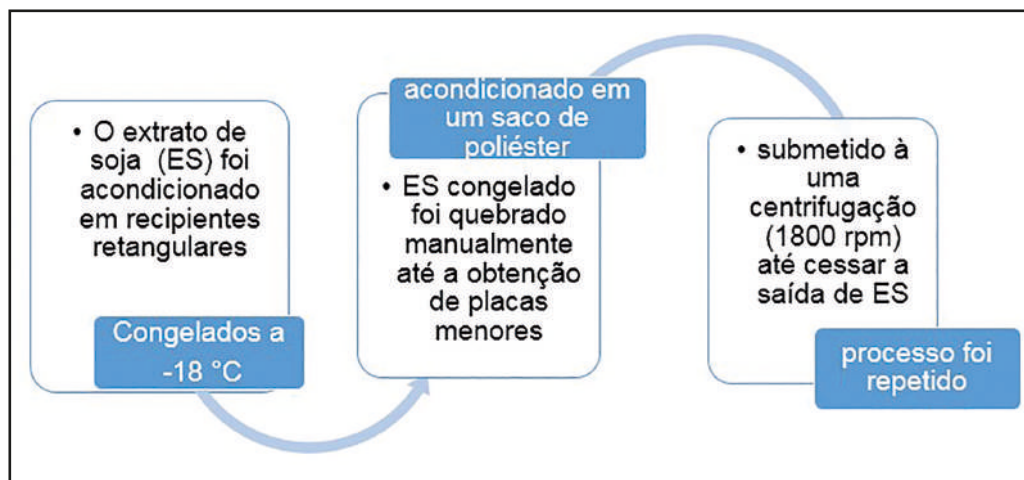
Fonte: Adaptado de Ribeiro et al. (2014).

### 3.1.2 PROCESSO DE CRIOCONCENTRAÇÃO

O extrato de soja (ES) foi acondicionado em recipientes retangulares de 32 x 45 cm, com espessura de um centímetro, para facilitar o congelamento, através da maior exposição da superfície de contato, e mantido durante 24 horas em congelador vertical a  $-18^{\circ}\text{C}$  (Consul, 280). Após esse período, o ES congelado foi quebrado manualmente com o auxílio de faca, até a obtenção de placas menores

e acondicionado em um saco de poliéster. O saco foi colocado na centrífuga (Consul – Sec Fácil) e submetido a uma centrifugação (1800 rpm) até cessar a saída de ES. O extrato semiconcentrado foi novamente disposto nos recipientes e congelado, repetindo-se as etapas do procedimento descrito. O processo foi repetido até que se atingisse uma concentração de sólidos constante (Figura 4).

**Figura 4** - Fluxograma do processo de crioconcentração

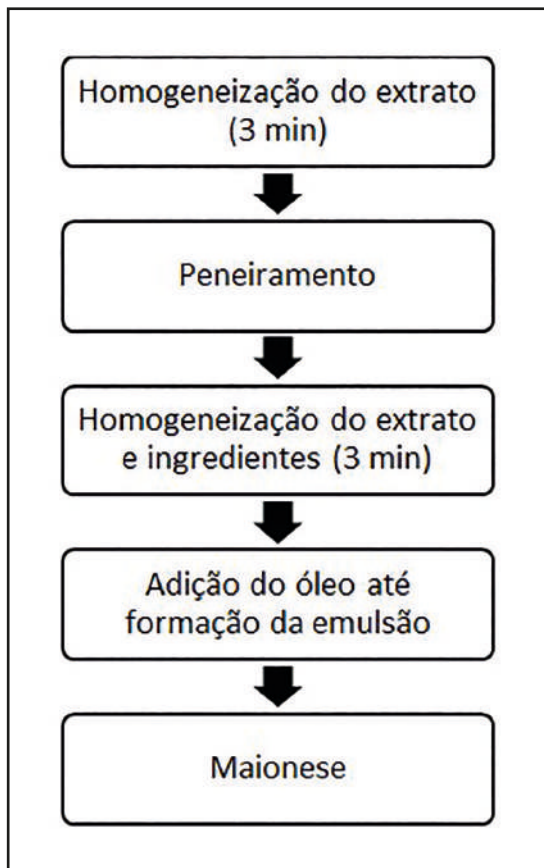


Fonte: Autoria própria (2017).

## 3.2 ELABORAÇÃO DA MAIONESE

Seguindo como base o experimento realizado por Campos et al. (2009), foram produzidas emulsões com diferentes proporções de extrato de soja:óleo, sendo 70:30 e 60:40 volume/volume, e adição de aditivos, 1% de sal, 0,8% de açúcar, 0,2% de ácido cítrico e 0,1% de espessante (peso/volume da emulsão). Com o objetivo de encontrar a melhor formulação, foram realizados 23 diferentes testes, com incorporação de outros ingredientes: ácido láctico, ácido sórbico, ácido fosfórico, sorbato de potássio e azeite de oliva.

Na Figura 5 está descrito o processo para a elaboração da maionese. Primeiramente o extrato de soja crioconcentrado foi batido em liquidificador (PHILIPS Walita®) por três minutos e em seguida peneirado em peneira de 40 mesh. Para uma completa homogeneização os ingredientes juntamente com o extrato foram batidos novamente por mais três minutos, para posteriormente adicionar-se o óleo lentamente até formar a emulsão. Todas as maioneses elaboradas foram armazenadas por um período de no mínimo sete dias sob refrigeração.

**Figura 5** - Fluxograma do preparo da emulsão

Fonte: Autoria própria (2017).

### 3.3 ANÁLISES DOS EXTRATOS DE SOJA CRIOCONCENTRADOS

As determinações analíticas foram conduzidas de acordo com os métodos da AOAC (2000), sendo realizadas em triplicata.

#### 3.3.1 UMIDADE

O teor de umidade foi determinado por meio do método de secagem em estufa. Para a realização da análise, o cadinho, previamente seco, foi tarado em estufa com temperatura a 105°C por uma hora. Logo após, o cadinho foi colocado no dessecador para esfriar, e com o auxílio da pinça, retirado e pesado na balança analítica. O peso do cadinho foi anotado e a balança tarada. Nele foram colocadas com precisão de 2 a 5g da amostra. Posteriormente, o cadinho com

a amostra foi colocado em estufa a 105°C, onde permaneceu por horas até a obtenção do peso constante. Após esse tempo o conjunto (amostra + cadinho) foi colocado no dessecador para esfriar. Com o esfriamento, o conjunto foi pesado e, por último, calculada a diferença entre o cadinho vazio e o com cinzas, o qual permitirá obter o peso da amostra seca. A determinação do teor de umidade deu-se pela equação (1):

(1)

$$100 - [(cápsulas \text{ após a estufa} - \text{ cápsula vazia}) / \text{peso da amostra}] \times 100$$

### 3.3.2 RESÍDUOS POR INCINERAÇÃO – CINZAS

Para a realização da análise foi pesado aproximadamente 5 g da amostra em cadinho de porcelana previamente seco em mufla a 550°C por 3 horas, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Após carbonização, os cadinhos com amostras foram colocados para incineração em mufla a 550 °C por 5 horas até eliminação completa do carvão. As cinzas permaneceram brancas ou ligeiramente acinzentadas. Após a carbonização, levaram-se as amostras à mufla por 5 horas para a incineração. Em um dessecador as amostras foram resfriadas até a temperatura ambiente, e finalmente pesados os resíduos minerais. A equação (2) foi utilizada para o cálculo do teor de cinzas:

(2)

$$[(cápsulas \text{ após a mufla} - \text{ cápsula vazia}) / \text{peso da amostra}] \times 100$$

### 3.3.3 PROTEÍNAS

Para a realização da análise utilizou-se o método Microkjeldahl, o qual baseia-se em três etapas:

**Digestão:** Cerca de 0,2g de amostra foram pesados em tubos, que após adição de 2,5g de mistura catalítica e 7mL de ácido sulfúrico concentrado, foram colocados para digerir em bloco digestor até temperatura máxima de 400°C. Quando o líquido tornou-se límpido e transparente, de tonalidade azul esverdeada, retirou-se do aquecimento e, após esfriar, foi adicionado 10 mL de água.

**Destilação:** O erlenmeyer foi acoplado ao destilador contendo 10mL de solução de ácido bórico 2% com 3 ou 4 gotas de solução de indicador misto. Cada tubo com amostra foi ajustado no destilador Kjeldahl, com adição de NaOH 50% para neutralização, cerca de 50 mL de destilado foram coletados.

**Titulação:** O destilado coletado foi titulado com ácido sulfúrico 0,01M. O cálculo para a porcentagem de proteínas foi realizado seguindo a equação (3).

(3)

$$(V \times M \times F \times 0,014 \times 100 \times 6,25)/\text{peso da amostra}$$

Onde:

V = volume gasto de ácido na titulação

M = molaridade do ácido

F = fator de correção

P = peso da amostra em gramas

### 3.3.4 LIPÍDIOS

Para a determinação da quantidade de lipídios do alimento, utilizou-se o método de Soxhlet com éter de petróleo. Primeiramente secou-se por 3 horas e pesou-se o balão de fundo chato de 250 mL, posteriormente foi conectado ao aparelho de Soxhlet. Aproximadamente 2g de amostra previamente seca foram pesadas e colocadas em cartucho de extração, cada cartucho foi colocado no extrator. As amostras ficaram em refluxo por cerca de 6 horas. Após a extração, os balões foram colocados em estufa (105°C) por 1 hora, logo após foram postos no dessecador para esfriar e em seguida pesou-os. Para o cálculo final utilizou-se a equação (4):

(4)

$$[(\text{balão depois da estufa} - \text{balão inicial})/\text{peso da amostra}] \times 100$$

### 3.3.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

Os teores de sólidos solúveis totais foram analisados em refratômetro de bancada tipo Abbe e medido em °Brix. Com uma pipeta Pasteur, colocaram-se cerca de duas gotas da amostra no refratômetro e analisaram-se os sólidos solúveis.

### 3.3.6 RENDIMENTO DOS EXTRATOS DE SOJA CRIOCONCENTRADOS

Para analisar o rendimento de cada estágio de crioconcentração do extrato, após sua obtenção e centrifugação media-se com uma proveta o volume obtido. Com cada volume realizava-se o cálculo seguindo a equação (5):

(5)

$$[(\text{extrato crioconcentrado final} \times 100) / (\text{extrato inicial})]$$

### 3.3.7 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Esta análise foi realizada nas maioneses elaboradas com extrato de soja crioconcentrado, seguindo a AOAC (2000). Primeiramente realizou-se a aferição do potenciômetro, com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0. Em seguida, foram pesados 10 g da amostra em um béquer e diluídos com auxílio de 100 mL de água. Agitou-se o conteúdo até as partículas ficarem uniformemente suspensas. Logo após mediu-se o pH das amostras, mergulhando o eletrodo no béquer, e posteriormente registraram-se os valores. Em cada medição foi realizada a lavagem com água destilada e a secagem do eletrodo, atenuando a ocorrência de erros.

## 3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Após a coleta dos dados das análises de composição química os mesmos foram analisados pelo programa Statistic, utilizando análise de variância (anova), a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram avaliados quantos estágios de crioconcentração eram necessários para o extrato de soja atingir concentração adequada para ser incorporado à maionese. Em seguida, procederam-se os testes para adequação da formulação.

### 4.1 PRODUÇÃO DO EXTRATO DE SOJA

Os experimentos para elaboração da maionese tiveram início com a produção e a crioconcentração do extrato de soja, tendo como objetivo encontrar o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) ideal para a elaboração da emulsão. Foram realizadas duas produções de extrato/crioconcentração com soja da variedade BRS 232 da safra 2014/2015. Na Tabela 2 estão apresentados os rendimentos obtidos em cada estágio da crioconcentração, assim como os respectivos sólidos solúveis totais.

**Tabela 2** - Rendimentos (%) e sólidos solúveis (°Brix) dos extratos de soja concentrados

Crioconcentração	Teste 1		Teste 2	
	Rendimentos	Sólidos solúveis	Rendimentos	Sólidos solúveis
1º estágio	87,8	3,0	99,3	6,0
2º estágio	54,6	6,1	58,7	9,9
3º estágio	29,1	13,7	33,6	12,0
4º estágio	10,3	18,0	12,0	16,1

Fonte: Autoria própria (2017).

Com base nos resultados obtidos foi possível observar que a crioconcentração foi efetiva para o aumento dos sólidos solúveis, contudo quanto maior o °Brix menor é o rendimento do extrato. Mas o aumento do teor dos sólidos solúveis é importante, pois este certifica a eficácia do processo de crioconcentração. Posteriormente à produção dos extratos e à análise do rendimento, foram realizadas as análises de composição proximal (Tabela 3).

**Tabela 3** - Composição química das amostras de extrato de soja inicial e final

Testes	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios
1º ES	96,83 ± 0,20 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,02 <sup>c</sup>	2,10 ± 0,09 <sup>c</sup>	2,07 ± 0,29 <sup>b</sup>
2º ES	96,80 ± 0,24 <sup>ab</sup>	0,22 ± 0,02 <sup>c</sup>	2,10 ± 0,18 <sup>c</sup>	1,57 ± 0,34 <sup>b</sup>
1º ESC	82,71 ± 0,28 <sup>c</sup>	2,44 ± 0,08 <sup>b</sup>	6,69 ± 0,52 <sup>b</sup>	9,69 ± 1,97 <sup>a</sup>
2º ESC	83,24 ± 0,04 <sup>c</sup>	2,79 ± 0,27 <sup>a</sup>	8,29 ± 0,33 <sup>a</sup>	7,62 ± 1,15 <sup>a</sup>

Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, ( $p \geq 0,05$ ).

ES – Extrato de soja. ESC – Extrato de soja crioconcentrado.

Fonte: Autoria própria (2017).

Na composição química dos extratos observou-se que a crioconcentração do extrato influencia diretamente nos teores de cinzas, proteínas e lipídios, pois estes se apresentaram maiores quando comparados aos extratos não concentrados. Os extratos concentrados apresentaram diminuição somente quanto ao teor de umidade, sendo que essa redução é justificada pela crioconcentração em si, pois o processo de crioconcentrar consiste na remoção da água, em forma de gelo, e concentração dos sólidos.

## 4.2 ELABORAÇÃO DA MAIONESE COM EXTRATO DE SOJA

Após ser obtido o parâmetro para o teor de sólidos solúveis necessário para ser usado nas emulsões, deu-se início aos testes para a elaboração de maionese contendo extrato de soja crioconcentrado. Nessa etapa do trabalho a soja da variedade BRS 232 safra 2015/2016 já estava disponível, a qual foi utilizada para produzir todos os extratos dos testes. Para alcançar a melhor formulação, foram produzidas 23 emulsões com proporções de extrato de soja:óleo de 70:30 e 60:40 volume/volume e contendo aditivos. Na Tabela 4 estão expressos os valores utilizados para os testes iniciais da formação da emulsão.

**Tabela 4** - Testes para formação de emulsão contendo extrato de soja

Formulações	Ingredientes						
	Concentração do ES	Extrato de soja	Óleo	Sal*	Açúcar*	Ácido cítrico*	Pectina cítrica*
A	25 °Brix (4x)	70	30	2,86	0,79	2,28	0,28
B	17,2 °Brix (2x)	70	30	2,86	0,79	2,28	0,28
C	17,2 °Brix (2x)	60	40	0,99	0,72	0,79	---
D	17,2 °Brix (2x)	62	38	3,22	0,72	2,58	0,32

\* Os ingredientes estão em gramas (g) em relação ao volume de ES e óleo utilizados.

Fonte: Autoria própria (2017).

Para o teste A o extrato de soja foi crioconcentrado em quatro estágios, conforme os experimentos anteriores. No entanto, devido a soja ser da safra mais nova e não ter sido armazenada, a solubilidade das proteínas foi maior, gerando um teor de sólidos solúveis de 25°Brix. A emulsão elaborada com esse extrato de soja crioconcentrado apresentou-se consistente, mas com grânulos.

Visando menor tempo e gasto energético foi elaborado um extrato de soja crioconcentrado em dois estágios, apresentando 17,2°Brix de sólidos solúveis, inicialmente com 3°Brix, o qual foi utilizado para os testes B, C e D. Essas três formulações continham diferenças na proporção de extrato de soja e óleo, e, conseqüentemente, nos demais ingredientes, todas obtiveram emulsões com aparências semelhantes a uma maionese tradicional, porém com uma textura granulosa. Também foi verificado que a emulsão com proporção 60:40 (ES:óleo) apresentou maior estabilidade durante o armazenamento em temperatura de refrigeração, sendo a escolhida.



Na busca pela eliminação dos grânulos, foi elaborado um extrato de soja com 3°Brix, crioconcentrado duas vezes até 20°Brix, sendo peneirado logo após a produção, com o intuito de retirar possíveis resíduos de *okara* presentes no mesmo. Este foi utilizado para a formulação E, contendo 1% de sal, 2,6% de açúcar, 0,8% de ácido cítrico e 0,2% de pectina cítrica. A parte aquosa foi homogeneizada por 3 minutos e o óleo foi adicionado lentamente, no entanto, a emulsão também apresentou textura granulosa e um início de sinérese, em um período de armazenamento de 7 dias, cujo líquido pode ter sido oriundo de quebra da emulsão ou instabilidade do extrato de soja crioconcentrado.

Em virtude da granulosidade ser persistente, substituiu-se a pectina cítrica pela goma xantana, Tabela 5. A goma xantana foi escolhida para ser utilizada porque tolera muito bem faixas ácidas e básicas de pH. Segundo Lersch (2008), com valores de pH reduzido, as soluções apresentam uma excelente estabilidade durante longos períodos de tempo. Além disso, mesmo em concentrações baixas, a goma xantana tem um elevado poder espessante, para molhos espessos é recomendável somente 0,7-1,5% (p/v) (LERSCH, 2008; MOURA, 2011).

**Tabela 5** - Testes para formação de emulsão com adição de goma xantana

Formulações	Concentração do ES	Ingredientes (%)					
		Extrato de soja	Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana
F	5 °Brix	59,72	38	0,91	0,19	0,72	0,46
G	4 °Brix	59,72	38	0,91	0,19	0,72	0,46
H	13 °Brix (2x)	59,72	38	0,91	0,19	0,72	0,46

Fonte: Autoria própria (2017).

Novamente objetivando menor tempo e gasto energético, extrato de soja na proporção de 1:5 (soja:água) foi produzido em duplicata, os quais obtiveram teores de sólidos solúveis de 5 e 4°Brix e não foram crioconcentrados. As formulações F e G foram elaboradas com esses extratos, as quais não formaram uma emulsão consistente, apenas mais viscosa, ficando com óleo sobrenadante e, com 7 dias de armazenamento, houve a separação de fases.

A formulação H foi elaborada com o extrato crioconcentrado de 13°Brix, teor de sólidos solúveis inferior ao dos testes anteriores. Esse valor baixo pode ter ocorrido devido ao: não peneiramento logo após a produção do extrato e, na hora do congelamento, o gelo presente no congelador vertical pode ter influenciado na circulação de ar, provocando alteração na formação dos cristais de gelo do ex-

trato de soja, tendo um teor maior de água líquida, a qual arrastou os compostos sólidos durante a centrifugação. O teste resultou em uma emulsão com textura de molho cremoso aerado sem a formação de grânulos no palato, o que pode ser justificado pelo extrato ter sido batido por três minutos, peneirado e batido novamente por três minutos para a homogeneização completa dos ingredientes para assim adicionar o óleo. No entanto, apresentou sinérese após sete dias de armazenamento sob refrigeração.

Após a eliminação da granulosidade da emulsão, padronizou-se que os próximos testes seriam realizados com o peneiramento do extrato logo após sua produção. Para a formação da emulsão, o extrato deveria ser batido por três minutos, peneirado e batido novamente por três minutos com os ingredientes, para a homogeneização completa dos mesmos, e finalizando com a adição do óleo.

Observou-se que durante o período de armazenamento em refrigeração, no mínimo sete dias, todas as amostras desenvolveram crescimento visível de fungos e leveduras. A partir da elaboração dos testes anteriores, foram estabelecidas as melhores condições para formação de emulsão e novos testes foram realizados, buscando uma padronização de sabor neutro, levemente ácido e eliminação dos fungos e leveduras. (Tabela 6).

**Tabela 6** - Testes para formação de emulsão contendo ácido láctico e sórbico.

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)						
			Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido láctico	Ácido sórbico
I*	18°Brix (2x)	59,7	38	0,4	0,2	0,2	1	---	---
J	19,1°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	1,3	1	---	---
K	19,1°Brix (2x)	59	37,7	0,3	0,2	---	1,5	1	0,3

I\* Foram utilizados condimentos alho em pó (0,2%), cebola em pó (0,2%) e pimenta calabresa (0,1%).

Fonte: Autoria própria (2017).

A formulação I\* foi produzida com extrato crioconcentrado em dois estágios, o qual atingiu o teor de sólidos solúveis de 18°Brix, com algumas mudanças nos ingredientes. Com a intenção de saborizar a emulsão, nessa formulação, foram adicionados alho e cebola em pó, juntamente com pimenta calabresa. Essa formulação com condimentos foi produzida com base na emulsão elaborada por Bezzerra et al., (2015), que utilizou 30g/mL de cebola, 4 g/mL de pimenta calabresa e 1g/mL de alho em pó. Contudo, o sabor apresentou-se muito diferente da maionese comercial, então optou-se por não utilizar condimentos.

Duas novas formulações foram elaboradas com extrato crioconcentrado de 3,1°Brix até 19,1°Brix visando uma padronização do pH da emulsão e melhoria no sabor, sendo feita a formulação J com os mesmos ingredientes utilizados nos testes anteriores, diferenciando-se na porcentagem de ácido cítrico, onde o valor do pH foi de 3,34, porém a emulsão apresentou um sabor ácido muito forte. No entanto, seu pH estava dentro dos padrões estabelecidos pela Embrapa, que classifica um pH ideal entre 3,2 a 3,6 para emulsão industrial (EMBRAPA, 2015). Tendo em vista que as maioneses ainda estavam apresentando gosto ácido, a formulação K foi elaborada com a substituição do ácido cítrico pelo ácido láctico e sórbico, que são ácidos utilizados na maionese comercial.

O ácido láctico diminui a atividade da água, o que contribui para bloquear o desenvolvimento bacteriano, aumentando assim o tempo de conservação, apresentando um efeito inibidor contra certo número de microorganismos patógenos como a *Salmonella* (FIB, 2011). E o ácido sórbico foi utilizado para manter o pH ácido. Porém devido ao uso do ácido láctico, a emulsão apresentou sabor adocicado, descaracterizando o produto, e com um pH de 4,91, fora do padrão industrial. E após um período de 30 dias de armazenamento a emulsão apresentou um grande crescimento microbiológico.

Novos testes foram elaborados com pequenas modificações nos teores de ácidos. As formulações L, M, N e, O foram elaboradas com extrato crioconcentrado em dois estágios, com teores de sólidos solúveis em 19,5°Brix, partindo de 3,2°Brix (Tabela7).

**Tabela 7** - Testes para formação de emulsão contendo ácido fosfórico e sórbico

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)						
			Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido sórbico	Ácido fosfórico
L	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,15	1	0,15	1
M	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1	0,3	0,5
N	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1	0,5	0,3
O	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,2	0,3	1	0,5	0,3

Fonte: Autoria própria (2017).

Buscando uma padronização do pH, foi elaborado o teste L, onde em sua formulação foi utilizado o ácido cítrico juntamente com o ácido fosfórico e ácido sórbico. O ácido fosfórico possui a característica de diminuir o pH, é um meio termo entre a acidez pronunciada da fruta (ácido cítrico) e a suavidade do ácido láctico (FIB, 2015). Essa formulação apresentou quebra da emulsão durante o

preparo, podendo ser justificada pelo excesso de ácido e/ou tempo de batidura, e também resultou em uma emulsão com gosto residual de ácido e óleo. Em seguida foi preparada outra emulsão (M) reduzindo a quantidade de ácidos, mas também não apresentou sabor agradável.

No teste N foram alteradas as concentrações dos ácidos fosfórico e sórbico, mas ainda apresentou um sabor residual ácido, desse modo, o teste O foi realizado com diminuição do ácido cítrico, aumento do sal e do açúcar para melhorar o sabor, apresentando-se melhor que a formulação anterior, contudo, ainda ácido. Como o ácido sórbico estava sendo utilizado apenas por questões microbiológicas, este foi substituído por sorbato de potássio, que também apresenta uma alta eficiência microbiológica, atuando na inibição de fungos e leveduras (FIB, 2011). Portanto, foram testadas mais algumas formulações com extrato de soja crioconcentrado em dois estágios, com a utilização de sorbato de potássio (Tabela 8).

**Tabela 8** - Testes para formação de emulsão com substituição do ácido sórbico por sorbato de potássio.

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)						
			Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido fósfórico	Sorbato de potássio
P	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1	0,3	0,5
Q	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,1	0,5	1,1	0,3	0,4
R	22°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,1	0,5	1,1	0,4	0,3
S	22°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,1	0,5	1,2	0,3	0,3
T	22°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,2	0,5	1,1	0,4	0,3

Fonte: Autoria própria (2017).

O teste P foi realizado com a substituição de ácido sórbico pelo sorbato de potássio e com a utilização de sal e açúcar reduzida novamente. Essa emulsão não apresentou gosto ácido, porém devido à utilização do sorbato, foi perceptível um sabor metálico/azedo. No teste Q foi diminuída a porcentagem de sorbato de potássio, aumentada a quantidade de goma xantana e de sal, obtendo-se uma emulsão mais agradável ao palato e com textura semelhante à comercial, com pH de 3,74. Ambos os testes apresentaram melhor textura e coloração mais clara.

Ainda foram realizadas novas formulações para analisar as características da emulsão e ajuste do pH. Novo extrato de soja foi produzido contendo 3,2°Brix e crioconcentrado em dois estágios até 22°Brix, o qual foi usado nas formulações R, S e T, as quais se diferenciaram nas porcentagens de ácidos

utilizados. A formulação R, devido ao valor de pH encontrado na formulação anterior, foi produzida com um aumento de ácido fosfórico e diminuição do sorbato de potássio visando encontrar um sabor melhor, esta apresentou um pH de 3,90 e uma textura consistente, porém também ácida. Desse modo o teste S foi elaborado com um aumento da goma xantana e, diminuição do ácido fosfórico, para controlar o pH (4,05), mas essa emulsão apresentou um gosto ácido, com uma textura semelhante a um molho mais líquido do que cremoso. Já no teste T aumentou-se a quantidade de açúcar e ácido fosfórico, diminuindo-se a goma xantana, essa emulsão apresentou pH 4,09 e gosto ácido, porém ligeiramente mais suave.

Os testes U, V e X foram realizados com extrato crioconcentrado em dois estágios a 18,1°Brix, inicialmente com 3,2°Brix (Tabela 9). Visando mascarar o gosto ácido, foram produzidas com a mistura de óleo de soja e azeite de oliva extra virgem (Andorinha), porém esses testes continuaram apresentando gosto ácido, além de sabor perceptível do azeite e pouca estabilidade. Portanto, optou-se por não utilizar o azeite, pois ele influenciou intensamente no sabor e encareceria o produto final.

**Tabela 9** - Testes de maionese com adição de azeite de oliva

Formulações	Concentração do ES	Ingredientes (%)							
		Extrato de soja	Óleo + azeite*	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido fósforico	Sorbato de potássio
U	18,1°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1,0	0,5	0,3
V	18,1°Brix (2x)	59	38**	0,3	0,1	0,5	1,3	0,5	0,3
X	18,1°Brix (2x)	59	38**	0,3	0,1	0,5	1,3	0,3	0,3

\* ambos foram adicionados em partes iguais.

\*\* foram 28,5% de óleo e 9,5% de azeite.

Fonte: Autoria própria (2017).

Os testes foram finalizados, e com base em todas as modificações observadas, a formulação S foi escolhida como a melhor, pois todas apresentaram um gosto ácido. Mas essa formulação apresentou uma consistência cremosa e um pH dentro dos parâmetros, e entre todas as amostras que estavam armazenadas (P, Q, R, S e T) essa era a que estava com melhor aparência e um sabor mais agradável ao palato, após sete dias de armazenamento sob refrigeração.

Com a elaboração de dez lotes de extratos de soja crioconcentrados percebeu-se que há uma imensa dificuldade na reprodutibilidade do teor de sólidos

solúveis. Provavelmente por ter sido um trabalho manual, pode ter havido perdas de sólidos com o descongelamento, durante a quebra do extrato congelado antes da centrifugação.

A elaboração de maionese com reduzido teor lipídico, isenta de ovo como emulsificante e contendo proteínas de soja para formação da emulsão é um trabalho árduo, como visto nos experimentos aqui desenvolvidos. Após 23 testes foram observados vários fatores influentes, mas ainda não se obteve uma formulação similar à maionese comercial, quanto ao sabor, consistência e pH. Segundo Chang et al. (2017) com a diminuição da concentração de gordura, a fase aquosa e o teor de água podem aumentar, correspondentemente, induzindo à diminuição da viscosidade e firmeza da emulsão semi-sólida. Além disso, as proteínas apresentam uma redução ou perda da atividade emulsificante em regiões de pH próximo ao ponto isoelétrico, no caso da soja pH 4,5, e a presença de sais também influencia (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). Sendo assim, outros aditivos devem ser testados para melhorar as características de formação e estabilização da emulsão, assim como o sabor da maionese.

## 5 CONCLUSÃO

Para a crioconcentração do extrato de soja, oriunda de uma safra antiga com estocagem de um ano, foram necessários quatro estágios para atingir o teor de sólidos solúveis de 17°Brix. No entanto, esse mesmo valor foi atingido com dois estágios nos grãos oriundos de safra nova e sem estocagem, mas foi percebida uma grande dificuldade para a reprodutibilidade da crioconcentração.

Foi possível formular maionese contendo extrato de soja crioconcentrado, com reduzido teor lipídico e isenta de ovo. Após 23 testes, observaram-se vários fatores influentes na formação e estabilidade da emulsão e nas características da maionese, quanto ao sabor, pH, textura e desenvolvimento de bolores e leveduras. A melhor formulação testada continha 59% de extrato de soja crioconcentrado (22°Brix), 28,3% de óleo de soja, 0,4% de sal, 0,1% de açúcar, 0,5% de ácido cítrico, 1,2% de goma xantana, 0,3% de ácido fosfórico e 0,3% de sorbato de potássio.

## REFERÊNCIAS

ABU GHOSH, M. et al. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gume protein emulsifier in a model mayonnaise system. *Journal of Food Engineering*, v.84, p.348-357, 2008.

AIDER, M.; HALLEUX, D.; AKBACHE, A. Whey cryoconcentration and impact on its composition. *Journal of Food Engineering*, v. 82, p.92-102, 2007.

AMARAL, V. M. G. *A importância da soja como alimento funcional para a qualidade de vida e saúde*. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica/ Gestão da Qualidade Total) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

AOAC - American of Analytical Chemists. *Official methods of analysis*, ed.17, 2000.

ARAÚJO, J. M.A. *Química de Alimentos: teoria e prática*. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004.

BADOLATO, G. et al. Evaluation of long term stability of model emulsions by multisample analytical centrifugation. *Progress in Colloid and Polymer Science*. v. 34, p. 66-73, 2008.

BASTIDA-RODRÍGUEZ, J. The food additive polyglycerolpolyricinoleate (E-476): structure, applications, and production methods. *ISRN Chemical Engineering*, v.2013, p.1-21, 2013. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/isrn/chemeng/2013/124767/>>. Acesso em 26 abr. 2017.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A.P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, p. 431-439, 2004.

BENGOECHEA, C. et al. Influence of Semicontinuous Processing on the Rheology and Droplet Size Distribution of Mayonnaise like Emulsions. *Food Science and Technology International*, London, v. 15, n. 4, p. 367-373, 2009.

BEZERRA, A. S. M. et al. Preparação saudável para adolescentes: sanduíche com pão de abóbora, hambúrguer de tambaqui e maionese de soja. *Saber Científico*, v. 4, n. 1, p. 9 - 17, 2015.

BINKS, Bernard P. Particles as surfactants - similarities and differences. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, Oxford, v. 7, n. 1-2, p. 21-41, 2002.

BORTNOWSKA, G.; TOKARCZYK, G. Comparison of the physical and sensory properties of model low-fat mayonnaises depending on emulsifier type and xanthan gum concentration. *Electronic Journal of Agricultural Universities*, v.12, 2009.

BRASIL. Resolução RDC nº268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 22 de setembro de 2005.

\_\_\_\_\_. Resolução RDC nº276, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CAMPOS, D. C. P. et al. Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 29, n. 4, p. 919-926, 2009.

CHANG, C.; et al.. Effect of protein microparticle and pectin on properties of light mayonnaise. *LWT - Food Science and Technology*, v. 82, p.8-14, 2017.

CUNHA, M. A. A.; PERIN, C.; SANGALLI, R.; DIAS, C. A.; BEUX, S.. Produção de biscoitos com subproduto de soja (*okara*). *Synergismus Scientifica*, UTFPR, Pato Branco, v.2, 2007.

DEPREE, J. A.; SAVAGE, G. P. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology*, v. 12, n. 5/6, p. 157-163, 2001.

DICKINSON, E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 23, n. 6, p. 1473-1482, 2009.



\_\_\_\_\_. Hydrocolloids at interfaces and the influence on thermoproperties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*. v.17, n. 1, p. 25–39, 2003.

DOLZ, M.; HERNADEZ, M.J.; DELEGIDO, J. Oscillatory measurements for salad dressings stabilized with modified starch, xanthan gum, and locust bean gum. *Journal of Applied Polymer Science*, New York, v. 102, n. 1, p. 897-903, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja na alimentação, 2017. Disponível em: < [http://www.cnpso.embrapa.br/soja\\_alimentacao/index.php?pagina=23](http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23)>. Acesso em: 15 jun2017.

\_\_\_\_\_. SILVA, Janine Passos Lima. *Validação do uso de antimicrobiano natural em maionese do tipo caseira para prevenção de surtos de origem alimentar*, Brasília, 2015.

FELBERG, I.; DELIZA, R.; GONÇALVES, E. B.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. C.; CABRAL, L. C.. Bebida mista de extrato de soja integral e castanha-do-brasil: caracterização físico-química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 163-174. 2004.

FELLOWS, P. J. *Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.

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

FIB, Food Ingredients Brasil. *Dossiê Gomas*, n. 32, 2015. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/357.pdf>> Acesso em 22 maio. 2017.

\_\_\_\_\_. *Dossiê Proteínas*, n. 28, 2014a. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/357.pdf>> Acesso em 22 maio. 2017.

\_\_\_\_\_. *Rancidez Oxidativa: Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos*, n. 29, 2014b. Disponível em: <[http://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf](http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf)> Acesso em 22 maio. 2017.

\_\_\_\_\_. *Dossiê Conservantes*, n.18, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/186.pdf>>. Acesso em 11 out. 2017.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. FDA final rule for food labeling: health claims: soy protein and coronary heart disease. *FedReg*, v. 64, p.57700-57733, 1999.

FRIEDIRICH, I.; TEVOS, M.; QUADROS, S.. *Biopolissacarídeos*. Seminário de Engenharia Bioquímica, Florianópolis, 2008.

GOMES, J. C.; GOMES, E. D.; MINIM, V. P. R.; ANDRADE, N. J.. Substituto de gordura à base de proteína. *Rev. Ceres*, v. 55, n. 6, p. 543-550, nov.-dez. 2008.

GROSSKLAUS, R. Fat replacers - requirements from a nutritional physiological point of view. *Eur J Med Res.*,v. 98, n. 4, p. 136 - 141, 1996.

HERNÁNDEZ, E.; RAVENTÓS, M.; AULEDA, J. M.; IBARZ, A. Freeze concentration of must in a pilot plant falling film cryoconcentrator. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, p. 130–136, 2010.

KOGAN, G., SADOVSKAYA, I., CHAIGNON, P., CHOKR, A.; JABBOURI, S.. Biofilms of clinical strains of *Staphylococcus* that do not contain polysaccharide intercellular adhesin. *FEMS MicrobiolLett*, p.11–16, 2006.

KRSTONOSIC, V.; DOKIC, L.; NIKOLIC, I.; MILANOVIC, M.. Influence of xanthan gum on oil-in-water emulsion characteristics stabilized by OSA starch. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 45, p. 9–17, 2015.

LARROSA, V.J.; LORENZO, G.; ZARITZKY, N. E.; CALIFANO, A.N. Effect of the Addition of Proteins and Hydrocolloids on the Water Mobility in Gluten-Free Pasta Formulations. *Water*, p. 1-17, 2012.

LERSCH, M.. *Texture – A hydrocolloid recipe collection*, 2008. Disponível em: <<http://blog.khymos.org/wp-content/2009/02/hydrocolloid-recipe-collection-v3.0.pdf>>Acesso em 23 maio 2017.

LIU, H.; XU, X. M.; GUO, SH. D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT- Food Science and Technology*, Zurich, v. 40, n. 6, p. 946 – 954, 2007.

LIU, K. S.. *Soybeans: chemistry, technology and utilization*. New York: Chapman e Hall, 1997, 532p.

MARIN, M.; MADRUGA, N. A.; RODRIGUES, R. S.; MACHADO, M. R. G.; Caracterização físico-química e sensorial de bebida probiótica de soja. *B.CEP-PA*, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 93-104, 2014.

MCLELLAN, M. R.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Juice processing. In: BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. (Eds.). *Processing Fruits: Science and Technology*, 2. ed., Chapter 4. Boca Raton, FL.: CRC Press.. 2004. p.73-97.

MENACHO, L. M. P.. *Influência do processo de germinação dos grãos de duas cultivares de soja BRS 133 e BRS 258 nos compostos bioativos da farinha integral de soja germinada*. 2009. 176 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MOURA, J.. *Cozinha com Ciência e Arte*. Lisboa: Bertrand Editora, 2011.168p.

MUN, S.; KIM, Y. L.; KANG, C. G.; PARK, K. H.; SHIM, J. Y.; KIM, Y. R. Development of reduced-fat mayonnaise using 4aGTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, ed. 44, p. 400–407, 2009.

NAKAGAWA, K.; NAGAHAMA, H.; MAEBASHI, S.; MAEDA, K.. Usefulness of solute elution from frozen matrix for freeze-concentration technique. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 28, n. 5, p. 718–724, 2010.

NIKZADE, V.; TEHRANI, M. M.; TARZJAN, M. Optimization of low-cholesterol-low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabi-

lizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*, n.28, n.8, p. 344-352, 2012.

O'BRIEN, R. D. Fats and oils formulation. In: O'BRIEN, R.D. *Fats and oils – formulating and processing for applications*. 3. ed. Boca Raton: CRC, 2009, p.263-345.

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A.. Alimentos funcionais. In: \_\_\_\_ *Nutrição para Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos*, Curitiba: CRV, 2013. p. 151 – 164.

PEREIRA, G. G.. *Utilização de extrato hidrossolúvel de soja na produção de sorvete*. 2010. 166p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências do Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PETZOLD, G.; MORENO, J.; LASTRA, P.; ROJAS, K.; ORELLANA, P.. Block freeze concentration assisted by centrifugation applied to blueberry and pineapple juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, p.192-197, 2015.

PINHEIRO, M. V. S., PENNA, A. L. B.. Substitutos de gordura: tipos de e aplicações em produtos lácteos. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 2. p. 175-186, 2004.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2007, 190p.

RIBEIRO, G. P.; ANDRADE, A. P. C.; DANIELS, J.; SEIBEL, N. F.. Desenvolvimento de bebidas à base de soja com polpas de mamão e manga. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 36, n. 2, p. 341-347, 2014.

RISCARDO, M. A., FRANCO, J. M., GALLEGOS, C. Influence of composition of emulsifier blends on the rheological properties of salad dressing-type emulsion. *Food Science and Technology International*, v.9, p.53-63, 2003.

SACCO, G. B.. *Obtenção de um leite de soja de qualidade através do tratamento dos grãos em forno micro-ondas*. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade, Piracicaba, p.9-15, 2001.

SALAH, R. B.; CHAARI, K.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H.. Production of xanthan gum from *Xanthomonas campestris* NRRL B-1459 by fermentation of date juice palm by-products (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Food Process Engineering*. v.34, n, 2, p. 457–474, 2011.

SEIBEL, Neusa Fátima. *Soja: cultivo, benefícios e processamento*. Curitiba: CRV, 2018. 150p.

SHEN, R.; LOU, S.; DONG, J. Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry*, London, v. 126, p. 65-71, 2011.

SILVA, E. V.; NETO, J.F.S.; MELO, F.S.N.; ARAUJO, A.D. *Análise da qualidade microbiológica de maioneses comercializadas em Pombal-PB*. Primeira semana acadêmica de engenharia de alimentos de Pombal – UFCG. Disponível em: < [http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVA\\_S/article/download/1003/923](http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVA_S/article/download/1003/923)> Acesso em: 23 out. 2017.

TADROS, T.. Application of rheology for assessment and prediction of the long-term. physical stability of emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*. v. 108– 109, p 227–258, 2004.

TCHOLAKOVA, S.; DENKOV, N. D.; LIPS, A. Comparison of solid particles, globular proteins and surfactants as emulsifiers. *Physical Chemistry Chemical Physics*, Cambridge, v. 12, p. 1608–1627, 2008.

USDA – *United States Department of Agriculture*, 2011. National Nutrient Database for Standard Reference. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>> Acesso em: 26 abr. 2017.

XIE, M.H; XIA, J. Y; ZHOU, Z; ZHOU, G.Z; CHU, J; ZHUANG, Y. P. Power consumption, local and average volumetric mass transfer coefficient in multiple impeller stirred bioreactors for xanthan gum solutions. *Chemical Engineering Science*, p.144-156, 2014.

YAZICI, F.; AKGUN, A. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, v. 68, n. 3, p.245-254, 2004.

ZADINELLO, R. E.; COELHO, S. R. M.; TÉO, C. R. P. A.; NÓBREGA, L. H. P.. Métodos de extração, formulação e avaliação sensorial de produtos à base de extrato hidrossolúvel de soja. *Varia Scientia Agrarias*. v. 1, n. 1, p. 111-120, 2010.



## ELABORAÇÃO DE GELEIA DE ABACAXI COM PIMENTA

*Andréia Macedo De Souza Lainetti  
Neusa Fátima Seibel*

### 1 INTRODUÇÃO

A geleia é um tipo de doce, que pode ser produzida a partir de frutas inteiras e/ou sucos de frutas, com adição de açúcar, pectina e ácido, podendo ser adicionados outros ingredientes permitidos e podendo apresentar frutas inteiras, partes e/ou pedaços de variadas formas, sendo que as mesmas serão submetidas ao processamento até a obtenção de concentração e consistência semi-sólida adequada (PEREDA et al., 2005). A palavra geleia é de origem francesa que significa solidificar ou gelificar. O produto possui aspecto semitransparente e boa consistência, sendo necessária a presença de pectina, encontrada nas frutas, para que haja a formação do gel (RORIZ, 2010). No Brasil as geleias de frutas podem ser consideradas como o segundo produto em importância para indústria de conservas de frutas.

O abacaxi é uma planta da família *Bromeliaceae*, que se desenvolve em climas tropicais e subtropicais e, pode ser consumido tanto *in natura* como na forma de produtos industrializados. É uma fruta não climatérica que contém 80% a 85% de água, 12% a 15% de açúcares, 0,6% de ácidos, 0,4% de proteínas, bromelina, fibras e vitaminas, com destaque para A e C. O melhor período de



safrinha compreende os meses de dezembro a janeiro. No Brasil, são cultivadas várias espécies, porém, a que se destaca é a variedade Pérola. Suas propriedades nutricionais auxiliam no bom funcionamento imunológico, melhora a função intestinal e facilita a digestão pela ação da bromelina, além de regular a atividade muscular do coração e é um excelente diurético (SOUZA; DURIGAN, 2007).

As pimentas são os frutos das plantas do gênero *Capsicum* originárias das Américas do Sul e Central, existindo 20 a 27 espécies catalogadas. Sua característica peculiar é a sensação de ardência, devido à ação de uma substância natural chamada capsaicina. O nível de ardência é influenciado por componentes ambientais e genéticos, tais como: estrutura genética da variedade, condições climáticas, condições de crescimento e idade da fruta. As pimentas podem ser consumidas em forma de grãos inteiros, moídos, molho, geleia ou em misturas com outros condimentos e possuem ações benéficas como o efeito antioxidante e o termogênico. Possuem antioxidantes como vitaminas A (carotenoides, como betacaroteno), vitaminas C e E, além dos flavonoides, que são substâncias importantes para metabolizar a ação de radicais livres e atuar na prevenção de doenças crônicas como as cardíacas, o diabetes, o câncer e contra o envelhecimento precoce. O efeito termogênico eleva a temperatura do organismo, aumentando o gasto calórico e, conseqüentemente, pode auxiliar no emagrecimento (CARVALHO et al., 2009).

O objetivo desta pesquisa foi analisar as características físico-químicas das principais matérias-primas, abacaxi e pimenta dedo-de-moça, usadas na elaboração da geleia de abacaxi com pimenta, que foi avaliada por determinações físico-químicas, microbiológicas e teste de aceitação sensorial e comparada com duas geleias comerciais.

## 2 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

O consumidor cada vez mais tem procurado novos alimentos de boa qualidade e a capacidade de reinventar e inovar dos produtores tem se mostrado eficiente na conquista de antigos e novos clientes. A maioria das pessoas ficaria curiosa para experimentar um sabor exótico acrescentado a um produto tradicional já apreciado pelo consumidor. Ao longo dos anos vem se incorporando o processo de inovação, em face da crescente concorrência internacional, o qual tem importância crucial para sobrevivência do setor econômico em que a empresa atua (PINHEIRO; SOARES, 2013).

O desenvolvimento de novos produtos tem adquirido crescente importância nas indústrias de alimentos, e o aumento de conhecimentos não é necessariamente

alcançado somente dentro da empresa, também pode ser obtido por meio de concorrentes, fornecedores e clientes. Essa cultura de conhecer o microambiente no qual a empresa está inserida pode ser implementada de forma eficiente, onde os objetivos devem estar alinhados com o tipo de inovação que a indústria pretende. Consequentemente existe uma interação efetiva entre as equipes que se propõem a desenvolver e absorver tais conhecimentos em função da criação de um novo produto (LYNN; REILLY, 2003).

Nenhuma empresa ou instituição pública pode considerar-se atualizada, todas deverão lutar contraparte de seu passado e contra o obsolescência para inovar e se transformar. Transformar significa questionar todas as dimensões organizacionais para dar margem à novidade e a novas fontes de sucesso (MOTTA, 2001).

Conforme Kotler (2000) é visível o que a orientação de *marketing* determina: que as necessidades e desejos do mercado consumidor são os pontos de partida para se começar a procurar ideias, e grande parte delas surgiu de consumidores, diagnosticando e descrevendo problemas ou por meio do estudo de líderes de opinião. Mas grandes empresas de sucesso têm adotado a cultura empresarial de incentivar seus funcionários na busca constante por novas práticas de aperfeiçoamento da produção, dos produtos e dos serviços, permitindo que todos possam analisar e criticar de forma construtiva.

Dominguez (2000) menciona que ao longo do tempo, as empresas bem-sucedidas foram deslocando seu foco da visão interna de melhoria de seus processos para a abordagem voltada para o mercado, objetivando atender as necessidades e desejos de consumidores e entregar valor superior a seus clientes, descobrindo que efetivamente é o cliente quem determina o valor do produto ou serviço. Participação, integração e conectividade tornaram-se palavras-chave na criação e manutenção de um relacionamento de longo prazo entre empresas e clientes, constituindo a base do denominado *marketing* de relacionamento.

## 2.1 GELEIA

Segundo a Resolução Normativa CNNPA nº 12 de 1978, geleia de frutas é:

O produto preparado com frutas e/ou sucos ou extratos aquosos das mesmas, podendo apresentar frutas inteiras, partes e/ou pedaços sob variadas formas, devendo tais ingredientes ser misturados com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ácidos e outros ingredientes permitidos, tal que a mistura será convenientemente processada até uma consistência semi-sólida adequada e, finalmente, condicionada de forma a assegurar sua perfeita conservação (BRASIL, 1978).

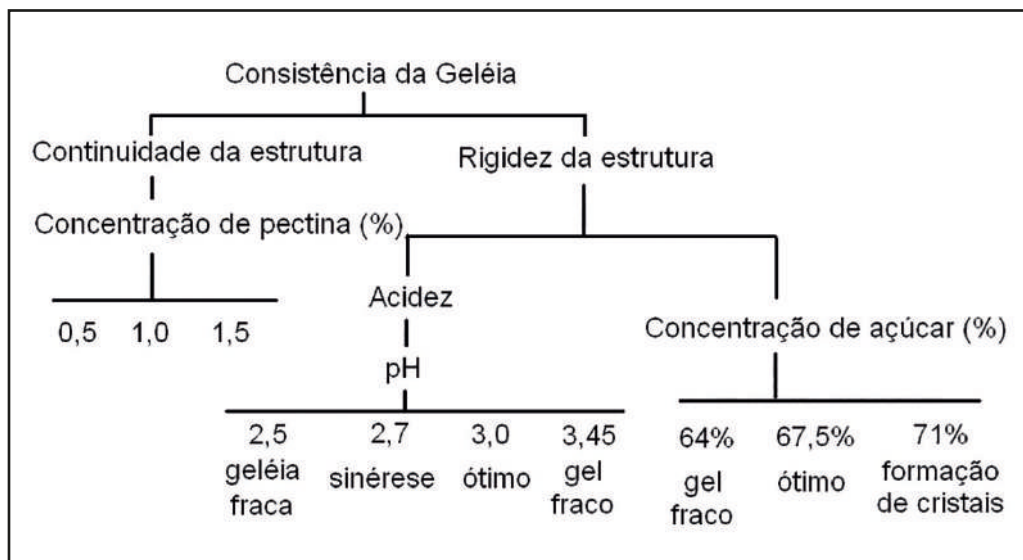
As geleias constituem-se em importante alternativa para o processamento, e aproveitamento de consumo de frutas. Para ter uma geleia de boa qualidade as frutas devem estar em bom estado de maturação, onde apresentam melhor cor, sabor e aroma, além de estarem mais ricas em açúcares e pectina. Esse processamento não depende da aparência da fruta, pois os descartes dos cortes das frutas quando processados podem ser utilizados na fabricação de geléias, desde que apresentem boa qualidade (JORGE, 2002).

Geleia é o produto a base de frutas, que após passar por processo de cozimento, apresenta forma geleificada devido ao equilíbrio entre seus componentes principais: pectina, açúcar e ácido, obtendo-se um alimento de umidade intermediária (MAYHEW, 2008).

A grande diversidade de frutas cultivadas levou os produtores de geleias a criarem mais opções de sabores além dos tradicionais: morango, uva e goiaba. Hoje se encontram geleias das mais variadas frutas, pois mesmo quando estas não são ricas em pectina, como é o caso do abacaxi, e de ácido, pode-se realizar a complementação desses componentes durante o processo de produção da geleia (TORREZAN, 1998).

A formação da geleia se dá com a combinação de água, açúcar, ácido e pectina, segundo Jackix, (1998), isso determina a formação do gel péctico, conforme a figura 1.

**Figura 1** – Diagrama de Rauch para as consistências das geleias

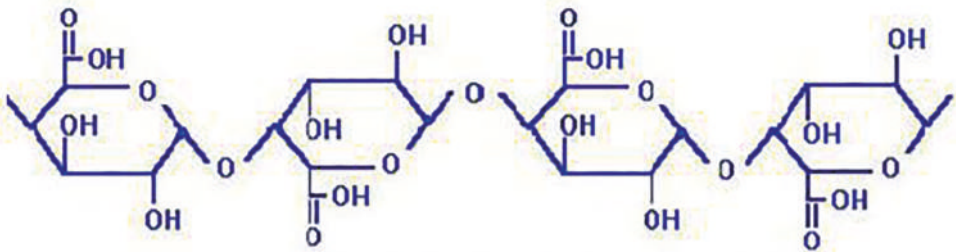


Fonte: Jackix (1998).

O diagrama de Rauch apresenta concentrações para se formar um gel ótimo e concentrações que podem descaracterizar o gel formando um gel fraco e presença de sinérese. Segundo Jackix (1998) para se formar um gel ótimo a concentração de pectina deve ser entre 0,5%, 1% e 1,5% dependendo do grau de metoxilação da pectina, o pH deve estar em torno de 3,0, abaixo de 2,8 pode apresentar um gel fraco com sinérese e acima de 3,4 um gel fraco, e a concentração de açúcar deve ser 67,5%, abaixo de 64% apresentará um gel fraco e acima de 71% formação de cristais.

As pectinas são polissacarídeos, que servem como principal componente das paredes celulares dos tecidos vegetais (Figura 2) (OETTERER, 2006). A quantidade de pectina a ser acrescentada na fabricação de geleias está relacionada com a quantidade de açúcar adicionado e com o teor de pectina presente na própria fruta ou suco. Normalmente essa quantidade é calculada entre 0,5% a 1,5% de pectina em relação à quantidade de açúcar usado na formulação. Este teor pode variar dependendo se a fruta apresentar maior ou menor quantidade naturalmente (KROLOW, 2005).

**Figura 2** – Estrutura química da pectina



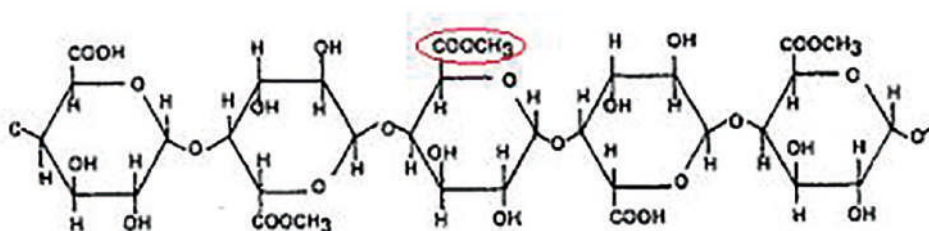
Fonte: FOOD-INFO (2008).

A pectina comercial é obtida a partir de frutas cítricas, que contêm entre 20 e 30% de pectina e de igual maneira de polpa de maçã que contêm entre 10 a 15% de pectina. No Brasil apenas a pectina obtida de frutas cítricas é fonte de produção comercial e a quantidade necessária para formar o gel depende muito da sua qualidade e do grau de metoxilação. Geralmente 1% é suficiente para produzir uma geleia firme. A adição dos ácidos tem por finalidade abaixar o pH para obter-se a geleificação adequada e realçar o aroma natural do produto. A concentração do ácido é medida pelo pH e é o fator que interfere diretamente na geleificação. A acidez total deve estar entre 0,8 e 0,5. Acima de 1% pode ocorrer sinérese, ou seja, a exsudação do líquido da geleia.

Segundo Brandão e Andrade (1999), genericamente, as pectinas são subdivididas em duas classes, uma com alto grau de metoxilação (>50%) e a outra com baixo grau de metoxilação (<50%), que pode também possuir grupos amida na estrutura. Comercialmente, as pectinas com alto grau de metoxilação apresentam teores na faixa de 55% a 75%, já nas de baixo grau de metoxilação, esses teores variam de 15% a 45%. Quando amidadas, as pectinas de baixo teor em grupamentos metoxílicos apresentam composição em grupamentos amida na faixa de 10% a 25%.

O grau de metoxilação (*degree of methoxylation*) se relaciona com a quantidade de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metil. Nas pectinas de alta metoxilação, 50% ou mais dos ácidos galacturônicos, apresentam-se esterificados com metoxil e nas pectinas de baixa metoxilação, menos de 50% (WHISTLER; DANIEL, 1985). A maior parte das pectinas de alta metoxilação (DM>50%) (Figura 3) é empregada na elaboração de geleias de frutas com alta concentração de açúcares. Essas pectinas são sub-classificadas conforme a velocidade de geleificação, sendo: rápida, semirrápida e lenta (BRANDÃO; ANDRADE, 1999).

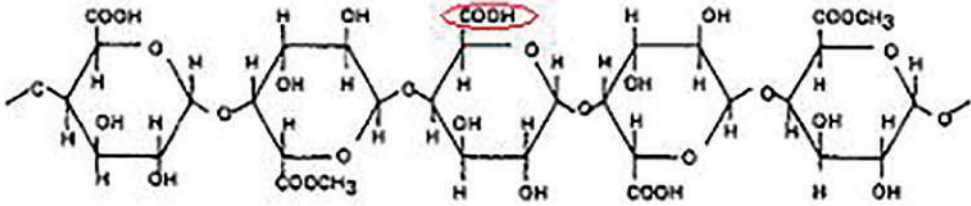
Figura 3 - Pectina de alta metoxilação (ATM)



Fonte: Siguemoto (1993)

As pectinas de baixa metoxilação (DM<50%) (Figura 4) são obtidas das pectinas de alta metoxilação por hidrólise ácida ou alcalina e por isto, apresentam propriedades completamente diferente das pectinas de origem (ROLIN, 2002). Cobrem uma larga escala de sólidos solúveis (10% a 70%) e condições de pH (2,8 a 6,5) oferecendo versatilidade em suas aplicações práticas (SIGUEMOTO, 1993; WHISTLER; DANIEL, 1985).

Figura 4 - Pectina de baixa metoxilação (BTM)



Fonte: Siguemoto (1993)

## 2.2 ABACAXI

Segundo Souza e Durigan (2007) o abacaxi é uma fruta de regiões tropicais e subtropicais, não climatérica, portanto, deve ser colhido no estágio ótimo de amadurecimento. Depois de colhido da planta ele perde sua capacidade de amadurecimento e passa a apresentar queda na taxa respiratória. O abacaxi é rico em vitamina C, betacaroteno, vitaminas do complexo B e minerais como cálcio: manganês, potássio e ferro, e também de fibras, que são importantes para uma vida saudável. Além disso, contém uma poderosa enzima, chamada bromelina, que pode ajudar na redução de inflamações de muitas causas, também contribui para uma boa digestão e é essencial para as pessoas do grupo sanguíneo A. O abacaxi é rico em fibras solúveis, sendo ótimo para controlar os níveis de colesterol no sangue e a hipertensão arterial, evitar anemias e acelerar a cicatrização dos tecidos. O abacaxi contém a celulose, uma substância que é indispensável para o funcionamento intestinal. Também é ótimo purificador do sangue, é diurético e ajuda a digestão, por isso é muito usado em dietas de emagrecimento.

O abacaxi é uma fruta cultivada em várias regiões do Brasil, apresenta alta qualidade sensorial devido ao seu sabor e aroma característicos que são atribuídos aos constituintes químicos, como os açúcares, ácidos, ésteres, carotenoides entre outros (ANTONIOLLI et al., 2005). O abacaxi, apesar de possuir baixo teor de pectina é muito utilizado na elaboração de geleias, pois contém um grande teor de ácidos na fruta, o que o caracteriza como uma fruta que contempla as exigências para elaboração desse alimento, visto que o processo necessita da presença de ácidos, responsáveis pela geleificação do produto (SILVA, 2006).

Recomenda-se realizar o plantio no final da estação seca e início da estação chuvosa. Em culturas irrigadas, o plantio pode ser realizado durante o ano todo. Os solos para plantio do abacaxi devem ser de textura média ou arenosa,

bem drenados, de preferência planos ou com pouca declividade, profundidade do lençol freático superior a 90 cm e pH na faixa de 4,5 as 5,5. Os solos não podem estar sujeitos ao encharcamento, mas solos argilosos também podem ser utilizados desde que apresentem boa aeração e drenagem, (EMBRAPA, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas tropicais e, devido à diversidade de solo e de clima, é possível a produção de frutas de clima temperado e subtropical, produtos com potencial para o mercado externo. A importância econômica do abacaxi aparece em destaque por ser um fruto com condição de atividade absorvedora de mão-de-obra no meio rural, contribuindo para a geração de emprego e renda. Em 2016, o Brasil ocupou a primeira colocação na produção mundial de abacaxi, totalizando 1,7 milhões de toneladas da fruta, sendo as regiões Norte e Nordeste as maiores produtoras (EMBRAPA, 2016).

Por ser um fruto com grande apreciação em muitas regiões do mundo, torna-se uma das principais frutas cultivadas no Brasil. Apesar de ser cultivado em grande escala, a indústria de alimentos ainda não comporta toda esta produção, sendo que o maior consumo é *in natura*. A indústria vem buscando algumas alternativas para sua utilização, visando à fabricação de produtos que não sejam tradicionais, para absorver toda a produção nos períodos de safra do abacaxi (ARAÚJO et al., 2009)

## 2.3 PIMENTA

As pimentas, originárias do continente Americano, são espécies do gênero *Capsicum* com mais de 150 espécies catalogadas. Possuem características próprias, com frutos que geralmente apresentam sabor picante, estimulam as funções digestivas e representam parte da dieta de 25% da população mundial nas formas em pó, seca, ou conserva (CARVALHO; BIANCHETTI, 2004).

As pimentas são amplamente valorizadas na culinária mundial como condimento e na indústria são utilizados os seus pigmentos, aromas e substâncias pungentes. São ricas em vitaminas, flavonoides, carotenoides e outros metabólitos secundários com propriedades antioxidantes que podem reduzir o risco de desenvolvimento de câncer e de outras doenças crônico-degenerativas (MORESCO et al. 2012, *apud* LUTZ; FREITAS, 2008).

A cultivar *Capsicum chinense* é considerada a mais brasileira das espécies, visto que foi cultivada inicialmente pelos indígenas na Amazônia, região que representa uma área de maior diversidade da espécie, onde o cultivo de pimentas é um importante fator de geração de renda para as populações agrícolas. Sabe-se



que a cultivar *Capsicum chinense* originou mais de 40 variedades ou genótipos (DOMENICO et al., 2012).

Segundo a Embrapa (2007), a pimenta deve ser cultivada preferencialmente nos meses de alta temperatura, condição que favorece a germinação, o desenvolvimento e a frutificação, obtendo-se, assim, um produto de alto valor comercial com menor custo de produção. Altas cotações para o produto são alcançadas nos meses de inverno, quando o Sul e Sudeste são abastecidos pela produção das regiões Nordeste e Centro-Oeste. A pimenteira é uma planta exigente em calor, sensível a baixas temperaturas e intolerante a geadas, e nessas regiões encontra-se temperatura ideal para seu cultivo.

A pimenta dedo-de-moça, uma das mais consumidas no Brasil, é da espécie *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, e pode apresentar mudanças de cor durante seu amadurecimento. Quando verde, a dedo-de-moça tem a presença do pigmento clorofila, que é degradado durante a fase de maturação, dando início à síntese dos carotenoides, responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelha (GRAZIOLI; ROSA, 2014).

Os carotenoides presentes nas pimentas são precursores da vitamina A e a quantidade presente no fruto dependerá do estágio de maturação e genótipo. Entre os carotenoides presentes, a capsantina está em maior quantidade no fruto maduro, onde representa mais de 50% dos carotenoides (CARVALHO et al., 2014).

Não se tem uma estimativa exata da produção de pimenta no Brasil porque em grande parte a pimenta é cultivada por pequenos agricultores de diversas regiões brasileiras, mas acredita-se que a área cultivada anualmente chega próximo de cinco mil hectares com uma produção de 75 mil toneladas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração da geleia foi utilizado abacaxi cultivar Havaí, pimenta dedo-de-moça, pectina cítrica (GENU®) ATM 105, sacarose comercial, água e ácido cítrico (Quimidrol®). As matérias-primas foram adquiridas no comércio local de Londrina - PR. A elaboração e as análises físico-químicas e sensorial foram realizadas nos laboratórios específicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO DA GELEIA

Os frutos foram adquiridos e transportados até o Laboratório de Bebidas e Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Londrina).



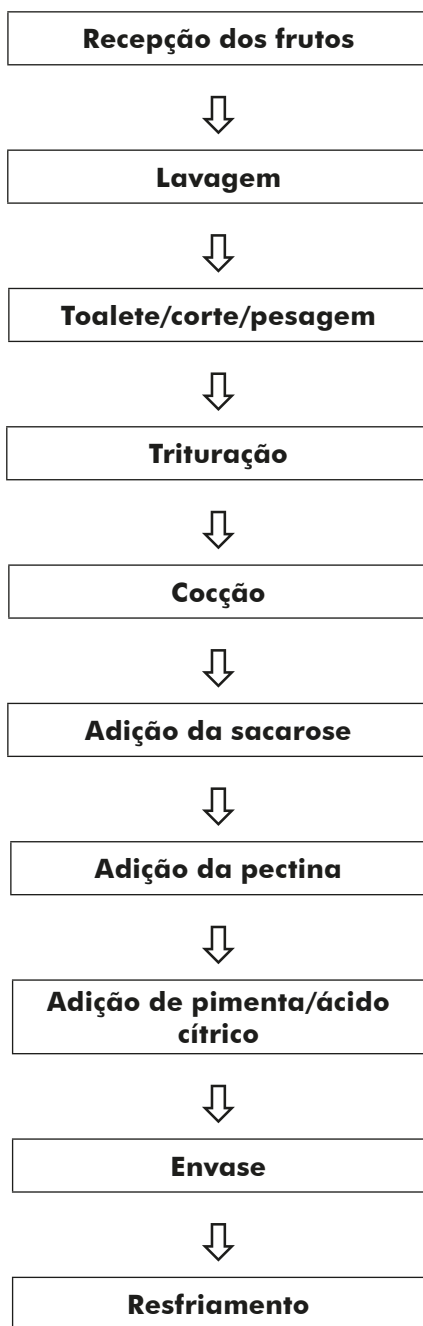
Para a obtenção da formulação da geleia, foi realizada a lavagem do abacaxi e da pimenta em água corrente, em seguida realizou-se a sanitização e o toailete dos frutos. Os abacaxis foram descascados, pesados e cortados em cubos, os quais foram triturados com água na proporção 1:1. A pimenta foi aberta para remoção das sementes e cortada em pequenos pedaços. O peso dos ingredientes foi calculado: açúcar, 50% em relação ao extrato de fruta, pectina, 0,3% em relação ao extrato total e pimenta sem semente, 1% em relação ao peso da fruta (Quadro 1).

**Quadro1** - Formulação da geleia de abacaxi com pimenta

<b>INGREDIENTES</b>	<b>PESO/VOLUME</b>	<b>Proporção equivalente (%)</b>
Abacaxi	1,872 kg	100
Pimenta	18,72g	1 (peso da fruta)
Sacarose	936g	50 (peso da fruta)
Pectina	11,23g	0,3 (extrato total)
Ácido cítrico	13,10g	Quantidade necessária para atingir o pH 3.
Água	1,872ml	---
Extrato total	3,744 kg	---

Fonte: Autoria própria (2017).

Após a trituração do abacaxi, formou-se o extrato da geléia, que foi levado à cocção até obter fervura, sob agitação constante, 90% da sacarose foi adicionado aos poucos até a dissolução, e o restante (10%) foi misturado com a pectina e adicionado somente quando a solução apresentou-se mais viscosa, continuou-se a cocção até a solução apresentar 63°Brix. Durante a cocção foram retiradas amostras da solução para controle dos sólidos solúveis totais. O pH do produto foi verificado paralelamente para a determinação da quantidade necessária de ácido cítrico que atingiria o pH 3. O ácido cítrico e a pimenta dedo-de-moça cortada sem sementes foram adicionados no final do cozimento. O envase foi realizado à quente em frascos de vidro de 230 ml com tampa de rosca, após o enchimento, os vidros foram invertidos por 1 minuto, com posterior resfriamento da geleia até 45°C para que ela fosse armazenada. Após 7 dias de armazenamento o gel já estava completamente estabilizado, então foram realizadas as análises microbiológicas, físico-químicas e sensorial.

**Figura 5-** Fluxograma da elaboração de geleia de abacaxi com pimenta

Fonte: Autoria própria (2017).

## 3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Análises microbiológicas foram realizadas para garantir a inocuidade do produto para a realização da análise sensorial de acordo com a RDC 12 de 2001, que exige análise de Bolors e Leveduras. Além dessa análise realizou-se também Contagem Total de Microrganismos Aeróbios Mesófilos e Coliformes Totais, segundo Silva (2010).

## 3.3 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA GELEIA E DAS MATÉRIAS-PRIMAS

As matérias primas, a geleia elaborada e mais duas geleias de abacaxi com pimenta, comercializadas artesanalmente na região, foram avaliadas com as seguintes análises:

- pH (AOAC, 1996 - Método 981.12) utilizando potenciômetro Digimed DM-22 (São Paulo, Brasil) diretamente em 100 ml da solução de abacaxi triturado, da pimenta e da geleia todos em triplicata.
- Acidez total titulável (AOAC, 1995 – Método 942.15 A), cinco gramas das amostras de geleia, de abacaxi e pimenta foram homogeneizadas em 50 ml de água e transferidas para um frasco Erlenmeyer de 125 ml, foram adicionadas de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e, então, a solução foi titulada com hidróxido de sódio a 0,1 N, fator de correção (Fc)= 1,0049 todos em triplicata, calculada pela fórmula:

$$\text{Acidez} = V. M. Fc. 100/P$$

- Sólidos solúveis totais (SST) em °Brix (AOAC, 1995 – Método 932.12) utilizando refratômetro de bancada tipo ABBE, foram retiradas pequenas amostras (2 a 3 gotas) da solução para medida direta no início, durante e no final da cocção.
- Umidade e cinzas das geleias, pelo método de estufa a 105°C e mufla a 550°C, respectivamente (AOAC, 2000), em triplicata. Os resultados foram calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Umidade}\% = [\text{perda de peso (g) / peso da amostra em (g)}] \cdot 100$$

$$\text{Cinzas}\% = [\text{peso da cinzas (g) / peso da amostra em (g)}] \cdot 100$$

- A cor da geleia foi lida em dez pontos diferentes utilizando o colorímetro Konica Minolta CR400 (Osaka, Japão), os valores de luminosidade L\*, a\*

(componente vermelho-verde) b\* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. As amostras da geleia foram adicionadas em placa de petri, onde foram observados pontos diferentes da geleia produzida e das geleias comerciais.

### 3.4 TESTE SENSORIAL AFETIVO

A formulação da geleia foi testada quanto à aceitação sensorial e ordenação de preferência em laboratório específico, contendo cabines individuais com espaço suficiente para acomodar confortavelmente o julgador e as amostras. As amostras foram codificadas com algarismos de três dígitos e apresentadas aos julgadores de forma monádica, foram oferecidas 5 g de cada geleia, em copos descartáveis de 50 ml em temperatura ambiente, sendo servidas com água mineral para limpeza da cavidade oral. Utilizou-se a escala hedônica de 0 a 10 pontos, onde 0 desgostei muitíssimo, 5 nem gostei, nem desgostei e 10 gostei muitíssimo, proposta por Villanueva et al. (2005), os atributos avaliados foram aroma, cor, sabor, textura e aceitação global. No total, 122 provadores não treinados, com idade mínima de 18 anos, de ambos os sexos participaram da análise.

Os julgadores também realizaram um teste de ordenação com a geleia produzida e duas geleias de marcas comerciais e responderam a um questionário de frequência de consumo de geleias, abacaxi e pimenta. A intenção de compra foi avaliada com uma escala de 5 pontos, sendo 5 certamente compraria, 4 provavelmente compraria, 3 talvez compraria ou não compraria, 2 provavelmente não compraria e 1 certamente não compraria. Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) sob CAAE nº 59636416.7.0000.5547. Os julgadores que participaram do teste como voluntários da pesquisa de processo de geleia de abacaxi com pimenta assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) e foram orientados quanto ao teste antes de realizarem a análise sensorial.

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados das análises físico-químicas e sensorial das geleias, elaborada e comercial foram avaliados usando Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de significância  $p=0,05$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns estudos preliminares foram necessários para a adequação dos ingredientes, principalmente quanto ao gosto doce, sabor da fruta e picância da pimenta, foram realizados quatro testes. No primeiro teste o abacaxi com água teve proporção (1:3) e a sacarose (50% do extrato total), pectina (1% do extrato total) e a pimenta (2% do peso da fruta), observou-se que a geleia não apresentou gosto de abacaxi, ficou muito doce e concentrada com aparência de gelatina e a pimenta predominou no sabor do produto, foi preciso corrigir o pH com ácido cítrico, pois o mesmo apresentou-se acima do ideal. Nos segundo e terceiro testes diminuiu-se a pectina (0,75%), a pimenta (1%) e o extrato da fruta com água (1:1 e 1:2), a sacarose foi mantida igual ao procedimento anterior. Nos dois testes a geleia apresentou-se muito doce e não apresentava o sabor do abacaxi. Foi necessário adequar a sacarose (50% no peso da fruta), e a pectina (0,3% do extrato total), assim, no quarto teste o alimento apresentou-se na forma geleificada, devido ao equilíbrio entre seus componentes principais: pectina, açúcar e ácido e com as características sensoriais das matérias-primas. Contudo, também foram realizados ajustes para a correta formação do gel quanto ao uso da pectina e ácido, encontrando-se a formulação mais adequada, a qual foi analisada.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos na caracterização das matérias-primas: abacaxi e pimenta. Essas características podem interferir diretamente no produto final.

**Tabela 2-** Caracterização das matérias-primas abacaxi e pimenta

	<b>ABACAXI</b>	<b>PIMENTA</b>
pH	3,62 ± 0,01	5,36 ± 0,01
Acidez total titulável (%)	0,46 ± 0,07	0,24 ± 0,06
SST (°Brix)	13,07 ± 0,11	7,07 ± 0,11
Umidade (%)	86,79 ± 0,53	89,43 ± 0,27
Cinzas (%)	0,32 ± 0,01	0,62 ± 0,02
L*	69,24 ± 4,80	30,10 ± 1,69
a*	-7,56 ± 0,59	32,75 ± 2,23
b*	35,79 ± 3,20	23,94 ± 1,98

SST = Sólidos Solúveis Totais; Acidez total titulável = % de ácido cítrico. L\* = luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco); a\* = variam do verde (-) ao vermelho (+); b\* = variam do azul (-) ao amarelo (+).

Fonte: Autoria própria (2017).

O abacaxi pode apresentar grande variação na sua composição química, de acordo com a variedade, época de produção e a região produtora. Neste estudo optou-se por utilizar a variedade Havaí. O pH e a acidez total titulável são diretamente proporcionais, e pode ser observada essa correlação na Tabela 2, pois quanto menor o pH, maior a acidez total e vice-versa. No caso do abacaxi e da pimenta, a acidez é atribuída aos ácidos formados durante as alterações químicas, e tanto no abacaxi como na pimenta prevalece a presença do ácido cítrico.

Sandri et al. (2011), ao avaliar o abacaxi Pérola em partes distintas, polpa e cilindro central, observou diferenças significativas entre as partes, ou seja, a parte escolhida de um fruto para elaboração de um produto, interferirá significativamente em suas características. O valor de SST obtidos nesse trabalho foi superior ao encontrado pelo autor, tanto na polpa (10,51) como no cilindro central (8,34). Os SST podem variar de acordo com o estágio de maturação do fruto, quanto mais avançada a maturação maior a concentração de SST, que em frutas constitui-se basicamente de açúcares.

Soethe et al. (2016), avaliaram SST em pimenta dedo-de-moça em 7 estágios de maturação, e notaram um crescente aumento do °Brix do 20° dia até o 80° dia, que variou de 6,6 a 13,7 °Brix. Ao comparar o resultado apresentado na Tabela 2 com o do autor, verificou-se uma similaridade com o resultado obtido por Soethe et al. (2016) no 30° dia de maturação, que foi de 7,1. Ferrão et al. (2011) encontraram valores que variaram de 5,5 a 11,9 °Brix em pimentas em estágio de maturação.

A cor também foi verificada por Soethe et al. (2016) nas pimentas dedo-de-moça que encontraram valores para luminosidade ( $L^*$ ) que variaram de 63,8 (20° dia) a 34,5 (80° dia) indicando um decréscimo no decorrer da maturação. O valor de  $L^*$  encontrado nesse trabalho ficou próximo aos encontrados pelo autor no final do estágio de maturação. O valor de  $L^*$  vai de 0 a 100, onde 100 representa o branco e 0 o preto. No caso do abacaxi, o  $L^*$  foi de 69,24, ou seja, está mais próximo do branco do que a pimenta, que foi de 30,10. A luminosidade é influenciada pelas mudanças de cor nos frutos e também pela perda de massa durante a maturação, ocasionada pela redução no teor de água devido à transpiração que conseqüentemente reduz os valores de  $L^*$  (CABRAL et al., 2010). Os componentes  $a^*$  (vermelho-verde) e  $b^*$  (amarelo-azul) também foram bem expressivos nas duas matérias-primas. O valor positivo do componente  $a^*$  indica a cor vermelha, bem representada na pimenta, enquanto o abacaxi obteve um valor de  $a^*$  negativo, mostrando uma tendência ao verde. Valores positivos do componente  $b^*$  mostraram uma tendência ao amarelo, enquanto valores ne-

gativos ao azul, sendo assim, pode-se observar que o abacaxi apresentou mais componente amarelo do que a pimenta.

Pode ser observado, de acordo com a tabela 2, que o abacaxi e a pimenta *in natura* analisados apresentaram elevado teor de umidade 86,79% e 89,43%, respectivamente. De maneira geral, as hortaliças e frutas possuem valores de umidade maiores que 70% e, frequentemente, superam 85%. Foram encontrados resultados de cinzas nas amostras de abacaxi *in natura* de 0,32% e para a pimenta de 0,62%, os quais representam alimentos com potencial mineral para a saúde de quem consome.

É importante observar que a composição das cinzas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos, devido às perdas por volatilização ou mesmo pela reação entre os componentes. As cinzas são consideradas como medida geral de qualidade e frequentemente são utilizadas como critério na identificação dos alimentos (CHAVES et al., 2004).

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização da geleia produzida (G) e de duas geleias de marcas comerciais (A e B).

**Tabela 3.** Caracterização das geleias

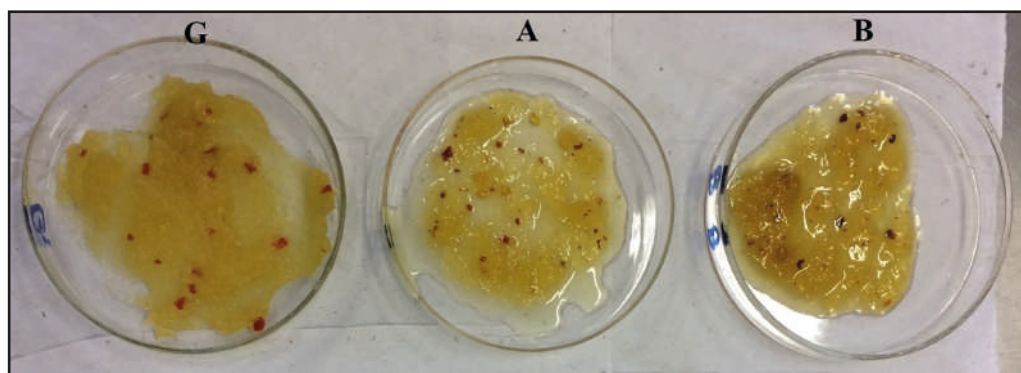
	<b>G</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>pH</b>	3,24 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,93 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,84 ± 0,01 <sup>c</sup>
<b>Acidez total titulável (%)</b>	1,35 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,58 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>SST (°Brix)</b>	66,70 ± 0,51 <sup>b</sup>	58,26 ± 0,05 <sup>a</sup>	66,43 ± 0,49 <sup>b</sup>
<b>Umidade (%)</b>	32,10 ± 0,01 <sup>b</sup>	37,91 ± 0,16 <sup>c</sup>	29,04 ± 1,12 <sup>a</sup>
<b>Cinzas (%)</b>	0,33 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,28 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,25 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>L*</b>	39,05 ± 3,95 <sup>a</sup>	59,20 ± 3,98 <sup>c</sup>	53,39 ± 6,22 <sup>b</sup>
<b>a*</b>	-2,55 ± 0,75 <sup>b</sup>	-1,82 ± 1,51 <sup>b</sup>	1,13 ± 2,89 <sup>a</sup>
<b>b*</b>	20,55 ± 1,74 <sup>a</sup>	31,53 ± 5,86 <sup>b</sup>	35,86 ± 4,12 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). G = geleia desenvolvida; A e B = geleias comerciais. SST = Sólidos Solúveis Totais; Acidez total titulável = % de ácido cítrico. L\* = luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco); a\* = variam do verde (-) ao vermelho (+); b\* = variam do azul (-) ao amarelo (+).

Realizou-se a medida de pH do extrato de abacaxi antes do preparo, o mesmo estava em 3,64 e durante o preparo da geleia foi corrigido com ácido cítrico para 3,08. A caracterização da geleia foi realizada 7 dias após sua produção, e com a nova medição de pH verificou-se que o mesmo estabilizou em 3,24. De

acordo com o Diagrama de Rauch (JACKIX, 1988) o pH interfere na consistência da geleia, sendo o pH 3,0 a 3,2 considerado o ótimo, abaixo desse valor pode ocorrer sinérese e formação de uma geleia fraca, e acima de 3,3 forma um gel fraco. Esses defeitos nas características foram percebidos nas geleias comerciais (Figura 6), que não apresentavam consistência de geleia, provavelmente devido ao elevado valor de pH apresentado.

**Figura 6.** Comparação fotográfica das geleias analisadas.



G = geleia produzida; A e B = geleias comerciais.

Fonte: Autoria própria (2017)

A concentração de açúcar utilizada seguiu a Resolução CNNPA nº 12 de 1978 (BRASIL, 1978), para geleia tipo extra deve ser adicionando 50% de açúcar em relação ao peso da fruta. Segundo a Resolução a percentagem mínima de SST deve ser de 65%, neste caso a geleia produzida (G) e a marca B encontraram-se dentro do valor estabelecido, enquanto a marca A apresentou valor bem abaixo. A concentração de SST interfere na consistência da geleia, sendo considerado o ótimo 67,5, valores abaixo de 64 resultam em gel fraco e acima de 71 ocorre formação de cristais (JACKIX, 1988). Essas características foram observadas nas geleias, ficando bem perceptível na marca A, que diferiu significativamente das demais, apresentando valores 11% abaixo do ideal para SST, resultando em um gel fraco.

Segundo a Resolução CNNPA nº 12 de 1978, os valores de umidade são de no máximo 38% para geleias comuns e 35% para extras. Neste caso, a geleia produzida e a marca B enquadraram-se nos valores de geleia extra, e a geleia A pode ser caracterizada como geleia comum, segundo essa característica, mas desconhece-se a composição total daquele produto, já que foi adquirido no mercado local.



Apesar da Resolução CNNPA nº 12 de 1978 (BRASIL, 1978) ter sido revogada pela Resolução ANVISA/MS RDC nº 272 de 2005 (BRASIL, 2005), ela é muito útil, pois define características ideais para a obtenção de uma geleia de qualidade, como é o caso da adição de pectina, com tolerância máxima de 2% de adição no produto. A adição insuficiente de pectina promove a sinérese da geleia e para evitar esse defeito a concentração considerada ideal de pectina é de 1% segundo Jackix (1988). Porém, neste estudo utilizou-se 0,3% já que em testes com concentrações maiores o gel formado apresentou-se muito firme, descaracterizando a consistência da geleia que deve apresentar elasticidade ao toque, retornando à sua forma após ligeira pressão (BRASIL, 1978). Esse efeito, provavelmente é devido ao grau de metoxilação da pectina, o qual é desconhecido, por ter sido usada pectina comercial de grau analítico. Licodiedoff et al. (2010), testou três concentrações de pectina de alta metoxilação (0,5%, 0,75% e 1,00%) para avaliar a sinérese em geleia de abacaxi e observou que a adição de 1% resultou em menores valores de sinérese.

A sinérese observada nas geleias comerciais pode ter influenciado na cor das geleias. A Luminosidade foi significativamente diferente nas três geleias, sendo que aquelas que se mostraram com maior perda de água (A e B), apresentaram altos valores de  $L^*$ . Segundo Dias et al. (2011), a pectina contribui para as alterações no valor de  $L^*$ , devido à sua característica de formar um estado amorfo na geleia, com propriedade de transmitir boa parte da luz incidida, conferindo ao produto aspecto claro. Estudos realizados por Policarpo et al. (2007), mostraram uma redução no valor de  $L^*$  quando o teor de pectina foi aumentado nas formulações de doces em massa. O abacaxi apresenta baixo valor de pectina, por isso é aconselhável sua adição na formulação, porém ao analisar os rótulos das marcas comerciais, verificou-se que não houve adição de pectina nas formulações e a baixa concentração oriunda da fruta, nessas geleias, pode ter interferido no valor de  $L^*$ .

Na geleia B, o componente  $a^*$  que indica a presença da cor vermelha, diferiu ( $p \leq 0,05$ ) das demais, porém esse valor pode ser considerado baixo quando comparado ao valor obtido na pimenta, desta forma pode-se observar que os pigmentos responsáveis pela cor da pimenta não interferiram na cor das geleias. O componente  $b^*$  indica a presença da cor amarela, nas geleias A e B os valores encontrados foram similares ao encontrado no abacaxi, a geleia G apresentou menor valor desse componente, possivelmente a relação quantidade de açúcares e tempo de cozimento da geleia pode ter interferido na cor, ocorrendo maior reação de caramelização com formação de componentes caramelos.

Segundo a RDC 12 de 2001, a qualidade microbiológica de geleias é avaliada somente pela análise de Bolores e Leveduras, porém foram realizadas também análise de Contagem Totais e Coliformes Totais. O resultado para Bolores e Leveduras foi de  $1,6 \times 10^2$  UFC/g, estando de acordo com os padrões legais vigentes. Segundo a RDC 12/2001 é aceitável até  $10^4$  UFC/g de Bolores e Leveduras em geleias.

Os resultados para Contagem total e Coliformes Totais foram  $1,1 \times 10^2$  UFC/g e negativo (NMP), respectivamente. Esses resultados asseguraram a qualidade microbiológica da geleia, possibilitando seu uso para análise sensorial não apresentando riscos aos julgadores. Segundo Santos et al. (2012), em condições de pH ácido e sólidos solúveis elevados, não ocorre crescimento de bactérias causadoras de doenças de origem alimentar. Além disso, a presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio e, conseqüentemente, diminui a atividade de água do alimento, bem como remove a camada de água que protege as moléculas de pectina, possibilitando a formação do gel pectina-açúcar, criando, assim, condições desfavoráveis para o crescimento de bactérias, leveduras e bolores.

A análise sensorial foi realizada por 122 julgadores, sendo 61,5% do sexo feminino e 38,5% do sexo masculino. 40,1% dos julgadores tinham idade entre 18 e 20 anos, 36,9% entre 21 a 25 anos, 7,4% entre 26 e 30 e 15,6% idade acima de 30 anos. A geleia desenvolvida foi avaliada em uma escala de 0 a 10 pontos e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Análise sensorial geleia de abacaxi com pimenta

<b>ATRIBUTOS SENSORIAIS</b>	<b>NOTAS</b>
Aroma	6,98 ± 2,19
Cor	8,05 ± 1,68
Sabor	7,90 ± 1,92
Textura	7,90 ± 1,72
Aceitação Global	7,75 ± 1,75

Escala de 0 a 10 pontos. (Onde 0 desgostei extremamente, 5 não gostei e nem desgostei e 10 gostei extremamente).

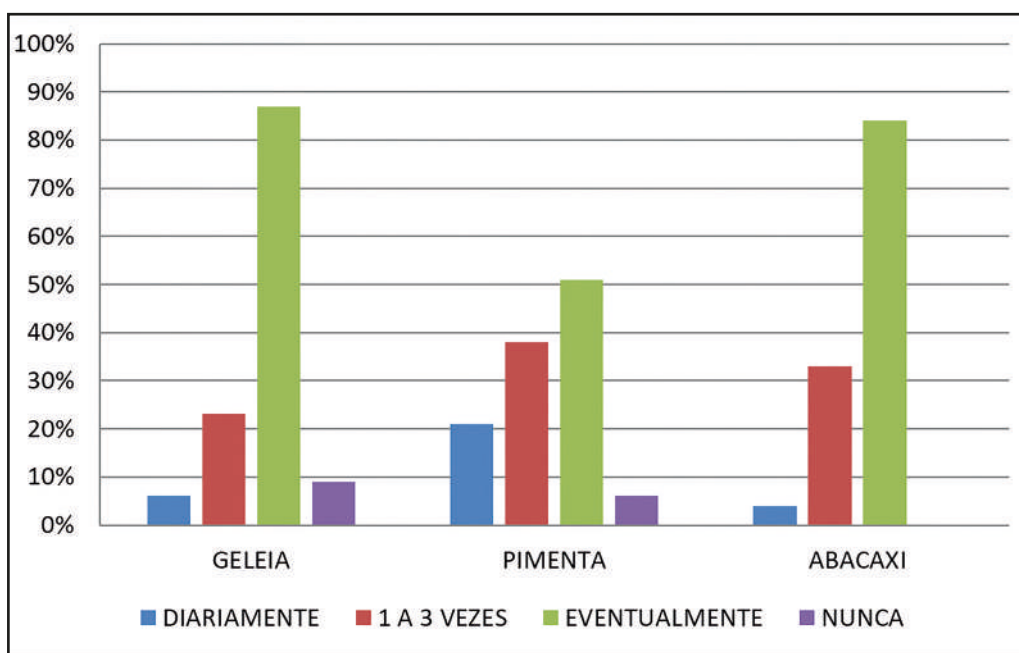
Fonte: Autoria própria (2017).

As notas obtidas variaram de 6,98 a 8,05, que na escala sensorial utilizada equivalem a gostei ligeiramente a gostei muito. O aroma foi a característica com menor nota, devido ao cozimento a geleia não apresentou um aroma característico de fruta fresca que os julgadores esperavam. Com relação ao sabor, os jul-

gadores em geral gostaram, mesmo aqueles que não têm o costume de consumir pimenta ou abacaxi, enquanto os julgadores que gostam e consomem pimenta, comentaram que a geleia poderia ser mais picante.

Com relação à frequência de consumo de geleia, pimenta e abacaxi, as respostas dos provadores foram as seguintes de acordo com a figura 7, onde os julgadores receberam um questionário com as seguintes perguntas: Qual a frequência que você consome geleia? Qual a frequência que você consome produtos à base de pimentas? Qual a frequência que você consome produto à base de abacaxi?

**Figura 7-** Frequência de consumo de geleia, pimenta e abacaxi realizada com 122 julgadores



Fonte: Autoria própria (2017).

No teste de ordenação para avaliar a preferência, onde comparou-se a geleia produzida com duas geleias comerciais, não houve diferença ao nível de 5% entre as geleias, mesmo as geleias comerciais apresentando defeitos tecnológicos, característicos do processo de formação do gel, como sinérese.

Quanto à intenção de compra, 23,8% dos julgadores disseram que “certamente comprariam”, enquanto 42,7% “provavelmente comprariam”, 24,6% “talvez comprariam/talvez não comprariam”. E somente 6,5% “provavelmente não comprariam” e 2,4% “certamente não comprariam”. Apesar da maioria dos

juízes consumirem eventualmente geleias, pimenta e abacaxi, o produto agradou ao paladar dos juízes.

A geleia de abacaxi com pimenta mostrou-se um importante alimento para agregar valor ao fruto e contribuir para a geração de renda, apresentou boas características tecnológicas e sensoriais que podem estimular o seu consumo.

## 5 CONCLUSÃO

A geleia de abacaxi com pimenta elaborada neste trabalho enquadrou-se dentro dos padrões estabelecidos na Resolução CNNPA nº 12 de 1978, com características físico-químicas de uma geleia extra. Este produto apresentou ausência dos micro-organismos causadores de doenças, sendo considerado seguro sob ponto de vista microbiológico. A formulação da geleia apresentou boa aceitação sensorial, com escores entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. Não houve diferença estatística na preferência sensorial da formulação elaborada e das marcas comerciais.

## REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, L. R. et al. Influência da posição e formato de corte na preferência sensorial de abacaxi ‘pérola’ minimamente processado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 27, n. 3, p. 511-513, 2005.

AOAC. *Official Methods of Analysis*. 16 ed. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1995.

\_\_\_\_\_. *Official Methods of Analysis*. 17 ed. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1996.

\_\_\_\_\_. *Official Methods of Analysis*. 21 ed. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 2000.

ARAUJO, K.G.L.; et al. Utilização de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cv. Pérola e Smooth cayenne para a produção de vinhos - estudo da composição química e aceitabilidade. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 29, n. 1, p. 56-61, 2009.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE C. T. Influência de Fatores Estruturais no Processo de Gelificação de Pectinas de Alto Grau de Metoxilação. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. Rio de Janeiro. Jul/Set. 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Fixa os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas). Resolução CNNPA n. 12, de 24 de setembro de 1978. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 setembro de 1978.

BRASIL. Resolução ANVISA/MS. RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Resolução ANVISA/MS. RDC Nº 272 de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de setembro de 2005.

CABRAL, V. O. S. et al. Water relations and rehydration of hot pepper fruits (*Capsicum* spp.). *Magistra*, v.22, n.2, p.83-87, 2010.

CARVALHO, C. I. S. et al. BRS Mari: Nova cultivar de pimenta dedo-de-moça para processamento. *Hortic. Bra.* Brasília, v.27, n.4, out/dez. 2009.p. 27.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI; L.B. Sistema de Produção de Pimentas (*Capsicum* spp.): *Botânica. Embrapa Hortaliças*, Sistemas de Produção, 4 Versão Eletrônica, dez, 2004.

CARVALHO, A.V.; MATTIETTO, R.A.; RIOS, A.O.; MORESCO, K.S.. Mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica. *Pesq. Agropec. Trop.*, v. 44, n. 4, p. 399-408, out./dez. 2014.

DIAS C. S.; et al. Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa* spp.) Cv. Prata durante o armazenamento. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo, v.70, n.1, p.28-34, 2011.

DOMENICO, C.I.; COUTINHO, J.P.; GODOY, H.T.; MELO, A.M.T.. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. *Horticultura Brasileira*. v. 30, n.3, p. 466-472. 2012.

DOMINGUEZ, S. V. O valor percebido como elemento estratégico para obter a lealdade dos clientes. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 07, n. 4, out/dez. 2000.

EMBRAPA. *A cultura do abacaxi*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. – 2. ed. rev. amp. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

\_\_\_\_\_. *Fertilizantes e Corretivo da Acidez do Solo em Pimenta-de Cheiro (Capsicum chinense)*. Embrapa Amazônia Ocidental Manaus, AM 2007.

\_\_\_\_\_. *Produção brasileira de abacaxi*. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1\\_abacaxi.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1_abacaxi.pdf)

FERRÃO, L. F. V. et al. Genetic divergence among sub-samples of pepper based on morpho-agronomic characters. *Horticultura Brasileira*. v. 29, n.3, p.354-358. 2011.

FOOD-INFO. *O que é a pectina?* Disponível em: < <http://www.food-nfo.net/pt/qa/qa-wi6.htm>>. Acesso em: 24 abr 2012.

GRAZIOLI, A.S ; ROSA, G.S. Análise de antocianias e carotenoides da pimenta vermelha dedo-de-moça (*Capsicum Baccatum* Var. *Pendulum*) sob diferentes condições de armazenamento e processamento. *COBEQ*. 2014. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1010-21701-178847.pdf>> Acesso em: 03 out. 2018

HONÓRIO, L. S.; MORETI, L. C. *Resfriamento de frutas e Hortaliças*. Brasília, 2002. p. 418-419.

JACKIX, M. H. *Geleias e doces em massa*. Doces, geleias e frutas em calda (teórico e prático). Campinas: UNICAMP, 1998.p. 85-99.

JORGE, J. T. *Processamento de Frutas e Hortaliças*. In: CORTEZ, B. A. L.; HONÓRIO, L. ; MORETI, L. C. Resfriamento de Frutas e Hortaliças. Brasília, 2002. p. 418-419.

KOTLER, P. *Administração de Marketing*. 10. Ed., 7ª reimp. – Tradução Bazán Tecnologia e Linguística. Revisão técnica Arão Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KROLOW, A. C.R. *Preparo artesanal de geleias e geleiadas*. Pelotas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Clima Temperado. 2005.p. 29.

LICODIEDOFF, S.; GODOY, R. C. B.; AQUINO A. D.; VIANA, E. S.. *Geleia de Abacaxi: influência do tipo de pectina nas alterações físico-químicas durante o armazenamento*. Embrapa Paraná. Cruz das Almas, BA, dez. 2010. (Comunicado Técnico 143)

LYNN, G.S.; REILLY, R.R., *Produtos arrasadores – 5 segredos para desenvolver produtos vencedores*. Rio de Janeiro: Campus, 2003. p. 230.

MAYHEW, M. J., *Jellies and Marmalades: Step-by-step Recipes for Home Preserving*. London: Annes Plushing Ltd., 2008.

MORESCO, K.S; CARVALHO, A.V; RIOS, A.O; FLORES, S.H. *Atividade antioxidante e compostos fenólicos de cinco acessos de pimentas*- Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88357/1/036980.pdf>> Acesso em: 03 out. 2018

MOTTA, P.R., *Transformação Organizacional: teoria e a prática de inovar*. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2001.

OETTERER, M. *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. Barueri, SP: Manole, 2006.

PEREDA, J. A.O. et al. *Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PINHEIRO, H.D.; SOARES, L.L...; *Processo inovador no marketing dos derivados do caju no mercado varejista de Teresina*. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/10semead/sistema/resultado/trabalhosPDF/329.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2013.

POLICARPO, V. M. N. et al. Green umbu (*Spondias Tuberosa Arr.Cam.*) preserve: physical, chemical and microbiological changes during store. *Journal Food Process Preserv*, v.31, n.2, p. 201-210, 2007.

RORIZ, V. *Nutrição em Foco*. São Paulo, 2010. 65p.

SANDRI, D. O. et al. Análise físico-química do abacaxi cultivar pérola na forma in natura em diferentes posições do fruto: cilindro central e polpa. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v.7, n.13, p.1378-1384, 2011.

SANTOS, P. R. G. et al. Geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.): desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial, química e estudo da estabilidade. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)* vol.71, n.2, p. 281-290. 2012.

SIGUEMOTO, A. T. Propriedades de pectina - Braspectina. In: SIMPÓSIO SOBRE HIDROCOLÓIDES, 24 a 25 de abril de 1991. Campinas. *Anais*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993.

SILVA, A. C. A. *Serviço Brasileiro Resposta Técnica - SBRT*. Porto Alegre: SENAI-RS, 2006.

SILVA, N. da J. et al. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água*. 4 ed. São Paulo: VARELA, 2010.

SOETHE, C. et al. Postharvest quality and functional compounds in “dedo-de-moça” ‘BRS Mari’ pepper fruit at different stages of maturity. *Ciência Rural*, v. 46, n.8, p.1322-1328, 2016.



SOUZA, S. B.; DURIGAN, F. J. Processamento mínimo de abacaxi. In: MORETTI, L. C. *Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças*. Brasília DF, 2007. p. 197-202.

TORREZAN, R. *Manual para a produção de geleias de frutas em escala industrial*. Rio de Janeiro, EMBRAPA - CTAA, 1998. 27 p.

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

WHISTLER, R.L.; DANIEL, J.R. *Carbohydrates*. In: FENNEMA, O.R. *Food Chemistry*. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 1985. p.70-125.

## **SORVETE *LIGHT* DE ALFARROBA COM CALDA DE HIBISCO**

*Camila Vicentino Fonteles  
Caroline Maria Calliari*

### **1 INTRODUÇÃO**

Com o aumento da facilidade ao acesso à informação, os consumidores estão mais atentos e conscientes com a relação entre alimentação e saúde. Essa conscientização vem aumentando a busca por alimentos mais saudáveis, de baixo valor energético, baixo conteúdo de gordura e açúcares e ingredientes naturais que possam ser agradáveis ao paladar, além de trazer benefícios à saúde (LAMOUNIER, 2012; BOFF et al., 2013).

Um grande destaque dentre os alimentos que podem ter essa característica mais saudável é o sorvete: um produto que mundialmente tem boa aceitação sensorial e ótima perspectiva de crescimento comercial. No Brasil, a expectativa é de que, apesar da crise econômica enfrentada atualmente, o volume produzido até 2020 chegue a 799 milhões de litros. De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes – ABIS, em 2016 o consumo *per capita* foi de 4,86 L/ano (SOUZA et al., 2010; FIEB, 2016; ABIS, 2017).

O sorvete é uma emulsão estabilizada composta principalmente de produtos lácteos, água, gordura, açúcar, estabilizante, emulsificante, corante e aro-

matizante. Do ponto de vista nutricional, é considerado um alimento completo e de alto valor nutritivo, pois fornece energia, proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, cálcio, fósforo e outros minerais, porém, as formulações convencionais possuem em sua grande maioria uma alta concentração de gorduras e açúcares, que são relacionados à textura, sabor e consistência do produto, mas tem a recomendação de ingestão diária limitada. A substituição parcial do açúcar (sacarose) utilizado na formulação do sorvete por fruto-oligossacarídeos (FOS) é uma das alternativas que podem tornar o produto mais saudável e ao mesmo tempo agradável ao paladar, pois seu gosto doce é similar ao da sacarose e sua função prebiótica traz inúmeros benefícios à saúde (PASSOS; PARK, 2002; SANTOS, 2009; SOUZA et al., 2010).

A substituição parcial do açúcar no sorvete por FOS poderá classificá-lo como um alimento *light*, que, de acordo com a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), são aqueles que apresentam redução mínima de 25% do teor de qualquer nutriente ou em valor energético quando comparado a produtos similares convencionais. Além disso, terá potencial para ser caracterizado como um alimento com propriedade funcional, dependendo da quantidade acrescentada em sua formulação, pois o FOS atua na manutenção da microbiota intestinal (PASSOS; PARK, 2002; BRASIL, 2016).

Outro fator que pode contribuir para tornar o produto mais saudável é a escolha de ingredientes naturais e ricos em nutrientes, como a farinha de alfarroba e o hibisco. A farinha de alfarroba pode ser aplicada como um substituto ao cacau, devido à similaridade de cor e sabor, mas com alguns benefícios extras, como potencial antioxidante elevado, ausência de agentes estimulantes e alto valor de açúcares naturais e fibras. O hibisco, por sua vez, vem sendo objeto de muitos estudos por conta de sua composição e utilização como matéria-prima em diversos produtos da indústria de alimentos e descrito pela literatura por suas propriedades benéficas à saúde, como atividade antioxidante, efeito anti-hipertensivo, função diurética, redução da obesidade e diabetes, entre outras (VIZZOTTO; CASTILHO; PEREIRA, 2009; MARTINS, 2015).

Considerando a busca por produtos mais saudáveis como uma tendência de mercado, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma formulação de sorvete mais saudável, com sabor diferenciado – de alfarroba com calda de hibisco - e substituindo parcialmente a sacarose por fruto-oligossacarídeo, podendo ser classificado como um sorvete *light* e inovador.

## 2 SORVETE

Segundo a portaria nº 266, de 22 de setembro de 2005, o sorvete classifica-se na categoria de gelados comestíveis, ou seja, um produto congelado que é composto por uma emulsão de gordura e proteína ou de água e açúcares à qual podem ser adicionados outros ingredientes desde que os mesmos não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

Na emulsão podem conter também ingredientes de origem láctea ou não, açúcares, emulsificantes, estabilizantes, flavorizantes, corantes e outros ingredientes que, após a mistura, passam pelo processo de congelamento para a rápida remoção de calor com agitação concomitante para que a incorporação de ar no produto (*overrun*) o torne macio, conferindo as características de textura e palatabilidade desejadas (FERRAZ, 2013).

A composição química é fundamental para a qualidade, pois determina importantes parâmetros estruturais e sensoriais, sendo de suma importância o balanceamento e a qualidade dos ingredientes. O tipo de gordura favorece o sabor, a textura e a consistência do sorvete, já os açúcares conferem corpo ao produto e influenciam a formação de cristais de gelo, devido ao abaixamento do ponto de congelamento da água, além de conferir gosto doce. Cada um dos ingredientes tem sua função específica na formulação e, dependendo da fonte da qual são obtidos e do processo de fabricação, interferem na sua funcionalidade, por isso são utilizados e estudados outros ingredientes que possam compensar a perda ou melhorar os atributos já existentes (SANTOS, 2009; SOUZA et al., 2010).

### 2.1 FRUTO-OLIGOSSACARÍDEOS

Em 1995, Gibson e Roberfroid definiram que os prebióticos são “ingredientes nutricionais não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon, melhorando a saúde do seu hospedeiro”. Dessa forma, os fruto-oligosacarídeos (FOS) são considerados prebióticos, pois auxiliam no crescimento de probióticos como *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bifidus* e *Streptococcus faecium* na microbiota intestinal humana, por serem resistentes à digestão (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

Dentre os prebióticos, destacam-se a oligofrutose, a inulina e os fruto-oligosacarídeos. São compostos muito similares tanto em suas estruturas químicas quanto na questão nutricional, e o que os diferencia é o grau de polimerização, ou seja, o número de unidades individuais de monossacarídeos que compõem

a molécula. A oligofrutose deriva da hidrólise parcial da inulina, extraída de raízes de chicória. A inulina é constituída por subunidades de frutose ligadas entre si e a uma molécula de glicose terminal, enquanto os FOS são compostos de frutanos tipo inulina de cadeia curta e sintetizados a partir da sacarose. São de ocorrência natural em produtos de origem vegetal como cebola, alcachofra e chicória (PASSOS; PARK, 2002; SAAD, 2006).

Os FOS são considerados carboidratos de reserva, solúveis, não digeríveis e são conhecidos como açúcares não convencionais que possuem propriedades funcionais de benefício à saúde. São considerados ingredientes e não aditivos alimentares, além de possuírem o *status* GRAS (*Generally recognized as safe*) por sua função de fibra alimentar (PASSOS; PARK, 2002; SAAD, 2006).

A inclusão de FOS na dieta favorece o crescimento das bifidobactérias ao mesmo tempo em que ajuda a inibir as bactérias patogênicas. Alguns dos benefícios à saúde humana relacionados ao consumo de FOS são: auxiliar na redução nos níveis séricos de colesterol total e lipídios, diminuir a potencialidade de várias patologias associadas ao alto número de bactérias intestinais patogênicas, além do aumento da digestão e metabolismo da lactose (PASSOS; PARK, 2002).

Os FOS possuem diversas características que os tornam interessantes como ingredientes alimentares, como para substituição de açúcar e redução de calorias, por exemplo. Possuem cerca de 35% do poder adoçante da sacarose e não são calóricos, pois não são metabolizados, atingindo o cólon onde são totalmente fermentados pela microbiota, têm solubilidade maior que a da sacarose (80% em água a temperatura ambiente), não cristalizam ou seja, não deixam a sensação de aspereza na boca, não precipitam, diminuem o ponto de congelamento em sobremesas e tem boa estabilidade em processos usuais da indústria tais como tratamentos térmicos (PASSOS; PARK, 2002).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, para que o produto receba alegação que possui FOS e que “contribui para o equilíbrio da flora intestinal” o mesmo deve fornecer no mínimo 2,5 g/100 g de FOS. O uso do ingrediente não deve ultrapassar 30 g na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante (BRASIL, 2016).

## 2.2 FARINHA DE ALFARROBA

A alfarroba (figura 1) é fruto da alfarrobeira, uma árvore de cultivo habitual em países próximos à bacia do mediterrâneo, sendo mais comum em países como Espanha, Portugal, Itália, Grécia, Marrocos e Turquia (PESSOA, 2013).

**Figura 1** – Alfarroba e farinha de alfarroba

Fonte: <<https://rotasaudavel.com/o-que-e-alfarroba>> (2017).

Seu fruto é uma vagem rígida, que atinge de 10 a 30 centímetros (cm) de comprimento, quando madura é formada pela semente e polpa. A polpa, após a secagem, trituração e torrefação, dá origem ao pó ou farinha de alfarroba, muito semelhante ao cacau em cor e aroma, podendo ser utilizada em substituição ao mesmo (SABATINI et al., 2011; PESSOA, 2013). A farinha possui alto valor nutritivo e não apresenta substâncias alergênicas e estimulantes, como cafeína e teobromina, presentes no cacau e que são consideradas como fatores antinutricionais. Apresenta alto teor de açúcares, porém com baixo conteúdo calórico, pois possui uma quantidade quase imperceptível de lipídios e alta quantidade de fibras (SILVA, 2006).

Também é rica em pectina e em glicídios simples (20 a 30%), como glicose, sacarose e frutose e suas proporções relativas são variáveis de acordo com a variedade e o clima de onde é produzida. Possui 18% de fibra (celulose e hemicelulose), 0,2 a 0,6% de gordura, 4,5% de proteína e elevado teor de cálcio e de fósforo. É exatamente essa relação entre o menor teor de lipídeos associado ao menor teor de compostos antinutricionais que é apontado como a vantagem da utilização da alfarroba em relação ao cacau em pó (SILVA, 2006; SABATINI et al., 2011).

Apesar da semelhança com o cacau, seu sabor não é tão acentuado quanto o chocolate escuro, mas, por possuir um sabor mais adocicado, as formulações dos produtos podem ter seu teor açúcares reduzidos, tornando o produto *light*, o que permite seu consumo pelos diabéticos. Por não conter glúten, a farinha de alfarroba pode ser consumida por celíacos, pessoas que tem restrições ao glúten (SILVA, 2006; SABATINI et al., 2011).

## 2.3 HIBISCO

Popularmente conhecido como vinagreira, azedinha, quiabo azedo, groselha, rosela, caruru-azedo, entre várias outras denominações, o *Hibiscus sabdariffa* é uma planta comestível nativa dos continentes africano e asiático. As diferentes partes da planta, como folhas, caules, raízes, frutos, sementes e os cálices podem ser utilizados de diversas formas, como no preparo de saladas frescas ou cozidas, conservas, bebidas, geleias, doces, entre outros, mas seu cálice (figura 2) é o mais visado comercialmente, por suas propriedades benéficas em formulações farmacêuticas e alimentares (VIZZOTTO; CASTILHO; PEREIRA, 2009; SILVA, 2012).

**Figura 2** - Cálices de Hibisco



Fonte: HORTA.INFO (2017).

De acordo com Vizzotto, Castilho e Pereira (2009), os cálices de hibisco são ricos em antocianinas e compostos fenólicos, sendo de extrema qualidade para o consumo humano, pois possuem alta atividade antioxidante, auxiliar ao organismo na inibição de radicais livres, que podem levar a doenças crônicas, como as cardiovasculares e o câncer.

Outras propriedades relacionadas ao consumo do hibisco envolvem a diminuição dos níveis de lipídios totais, colesterol e triglicérides, a ação anti-hipertensora e diurética, ser rico em cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C, além de ter quantidade significativa de fibras alimentares (VIZZOTTO; CASTILHO; PEREIRA, 2009).



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente trabalho, realizou-se uma pesquisa quantitativa e experimental que avaliou as características físico-químicas e sensoriais de um sorvete *light* de alfarroba e hibisco, realizado no mês de outubro de 2017, verificando qual formulação teve melhor aceitação sensorial.

#### 3.1 MATERIAL

Para a fabricação do sorvete foram utilizadas as seguintes matérias-primas: leite fluido (integral pasteurizado), leite em pó integral, açúcar cristal, creme de leite, fruto-oligossacarídeos (FOS), liga neutra, emulsificante Emustab®, farinha de alfarroba e calda preparada com hibisco fresco. Para a fabricação da calda de hibisco foi utilizado hibisco fresco, água potável e açúcar cristal. Os produtos foram adquiridos no comércio local. Os equipamentos utilizados no processo de fabricação do sorvete foram: balança eletrônica, termômetro digital, liquidificador industrial e sorveteira vertical R. Camargo®.

#### 3.2 MÉTODOS

O processo de produção do sorvete foi realizado em etapas, realizadas no laboratório de Tecnologia de Leites do *campus*, utilizando uma sorveteira vertical R. Camargo® com capacidade de até 15 litros para batimento e congelamento do sorvete.

As análises utilizadas nesta pesquisa englobam algumas descritas nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) para gelados comestíveis a base de leite, sendo: sólidos totais, lipídios e cinzas, além da análise de densidade aparente (*overrun*), que foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

Os resultados da análise sensorial foram comparados por análise de variância (ANOVA) pelo programa Excel 2007, seguido de teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

##### 3.2.1 PRODUÇÃO DO SORVETE

Foram elaboradas duas formulações, sendo a controle (C) com 100% de açúcar e a formulação (F) com substituição de 42% da sacarose por FOS (Tabela 1). O balanceamento das formulações (tabela 2 e 3) foi calculado, baseado na tabela referencial disponível no *site* da Selecta *Specialité* (SELECTA SORVETES, 2017). Foram produzidos no total 5,720 litros de calda base da formulação



C e 4,250 litros de calda base da formulação F. As quantidades de emulsificante e estabilizante foram utilizadas de acordo com a recomendação do fabricante.

**Tabela 1** – Ingredientes das formulações dos sorvetes de Alfarroba com calda de hibisco controle (C) e *light* (F)

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>C</b>	<b>F</b>
Leite integral	70	71
Leite em pó integral	7	7
Açúcar cristal	11,2	5,7
Creme de leite (18%)	8,4	8,5
Liga neutra	0,7	0,7
Emustab®	0,7	0,7
Farinha de alfarroba	2,1	2,2
FOS	-	4,7

Fonte: Autoria própria (2017).

**Tabela 2** – Balanceamento da formulação controle (C) do sorvete de alfarroba com calda de hibisco

<b>Ingredientes (g)</b>	<b>Gordura</b>	<b>S.N.G</b>	<b>Açúcares</b>	<b>Sólidos totais</b>
Leite fluido integral	120	360	-	480
Leite em pó	104	288	-	392
Açúcar	-	-	640	640
Creme de leite (18%)	68	29,6	-	101,2
Farinha de alfarroba	1,92	-	14,7	364,84
Total (g)	293,92	677,6	174,7	1978,04
%	5,21	12,01	11,60	35,07

Fonte: Selecta Sorvetes (2017).

**Tabela 3** – Balanceamento da formulação (F) do sorvete de alfarroba com calda de hibisco

<b>Ingredientes (g)</b>	<b>Gordura</b>	<b>S.N.G</b>	<b>Açúcares</b>	<b>Sólidos totais</b>
Leite fluido integral	90	270	-	360
Leite em pó	78	216	-	294
Açúcar	-	-	240	240
FOS	-	-	12,9	-
Creme de leite (18%)	51	222	-	75,9
Farinha de alfarroba	0,63	-	11,1	273,63
Total (g)	219,63	708	264	1243,53
%	5,19	16,73	6,24	29,39

Fonte: Selecta sorvetes (2017).

As tabelas de balanceamento foram elaboradas partindo das informações básicas disponibilizadas no *site* da Selecta *Specialitá*, e as informações sobre a farinha de alfarroba de acordo com Sabatini et al. (2011), pois a marca utilizada foi a mesma. A liga neutra e o Emustab® não entram no cálculo de balanceamento, pois as quantidades não influenciam no resultado final.

De acordo com a tabela referencial do *site* (figura 3), a composição de um sorvete para que tenha bom rendimento, cremosidade e estabilidade deverá ter o balanceamento conforme o teor de gordura (SELECTA SORVETES, 2017).

**Figura 3** - Tabela Referencial de balanceamento para composição de sorvetes do site Selecta

**TABELA REFERENCIAL**

A composição de um sorvete deverá ter o balanceamento conforme teor de gordura.  
Veja tabela abaixo da composição aproximada de sorvetes de diferentes teores de gordura:

GORDURAS	S.N.G.	AÇÚCAR	SÓLIDOS TOTAIS
3%	14 - 15%	14 - 18%	31 - 36%
4%	12 - 14%	14 - 18%	30 - 36%
5%	11 - 13%	14 - 18%	30 - 36%
6%	11 - 13%	14 - 18%	31 - 37%
8%	10 - 12%	16 - 18%	34 - 38%
10%	10 - 11%	16 - 18%	36 - 39%
12%	9 - 10%	16 - 18%	37 - 40%
14%	8 - 9%	16 - 18%	38 - 41%
16%	7 - 8%	16 - 18%	39 - 42%
18%	6 - 7%	16 - 18%	40 - 43%
20%	5 - 6%	16 - 18%	41 - 44%

\*S.N.G São Sólidos Não Gordurosos, podendo ser de leite, ou sólidos não gordurosos provenientes de outros ingredientes

Fonte: Selecta Sorvetes (2017).

Na primeira etapa de elaboração de ambas as formulações dos sorvetes, os ingredientes foram pesados separadamente. Foi realizada a mistura dos ingredientes em liquidificador, seguido da pasteurização da mistura à temperatura de 68 °C por 30 minutos. Logo após, a calda base foi resfriada de forma gradual, armazenada em congelador durante 24 horas e então homogeneizada novamente em liquidificador. Ao atingir 4 °C, as formulações foram submetidas ao batimento e congelamento na sorveteira à temperatura de -30 °C até atingir a consistência adequada (Figura 4). As formulações foram retiradas da sorveteira, envasadas em potes de 2 litros próprios para sorvete e armazenadas em freezer até a realização das análises subsequentes.

**Figura 4** - Sorvete de alfarroba passando pelo processo de congelamento na sorveteira a -30 °C



Fonte: Autorial própria (2017).

A produção da calda de hibisco foi realizada a partir de 1 kg de sépalas de hibisco previamente higienizadas em solução clorada e congeladas (devido à sazonalidade), que após o descongelamento foram cozidas em 1 litro de água com 500 g de açúcar até começarem a se desmanchar. A calda foi resfriada e armazenada sob refrigeração até o momento de ser incorporada no sorvete de forma manual, para que o mesmo tivesse característica de *sundae* (figura 5).

**Figura 5** – Sorvete de alfarroba sendo armazenado no pote adicionado de calda de hibisco



Fonte: Autorial própria (2017).

### 3.2.2 SÓLIDOS TOTAIS

Foi determinado de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O termo refere-se à matéria suspensa ou dissolvida na água. Os sólidos totais são determinados pela verificação da massa do resíduo de uma amostra, após evaporação e secagem até peso constante, a 103-105 °C em estufa, conforme a expressão matemática 1.

(1)

$$\text{Sólidos Totais (\%)} = \frac{100 \times P}{A}$$

Onde:

P = massa do resíduo seco (g)

A = massa da amostra (g)

Os cadinhos utilizados foram previamente tarados, em seguida pesou-se em triplicata cerca de 3 g da amostra derretida (sorvete e calda) que permaneceram secando em estufa a 105 °C até peso constante.

### 3.2.3 LIPÍDIOS

Para determinação de lipídios foi utilizado o método de Soxhlet, a partir do sistema automatizado Soxtec™ Systems, que se baseia no refluxo contínuo de um solvente orgânico que tenha afinidade pelo lipídio da amostra. O óleo da amostra é transferido para o solvente quando entra em contato com o mesmo e já no final do processo o óleo é recuperado sem ter sofrido qualquer mudança física, por meio da evaporação do solvente (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Para a análise foram pesados 5g de amostra, esgotado em uma porção de algodão sobre um papel filtro duplo em seguida colocado para análise no aparelho. O solvente utilizado foi o éter de petróleo e extração contínua por duas horas. O cálculo foi realizado pela diferença de peso (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

### 3.2.4 CINZAS

Resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550-570 °C. Este procedimento visa determinar a quantidade de matéria inorgânica (minerais) presente no sorvete. Para essa análise foi utilizado o método descrito no Manual do Instituto Adolfo Lutz (2008), avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento a 550 °C em mufla, calculado conforme a expressão matemática 2.

(2)

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

N = peso da amostra incinerada em g de cinzas

P = peso em g da amostra inicial

Para esta análise foram utilizados os cadinhos com os resíduos da análise de sólidos totais, submetidos durante seis horas de aquecimento a 550° C em forno mufla.

### 3.2.5 OVERRUN

O *overrun* é a quantidade de ar incorporada no sorvete por meio do batimento e congelamento simultâneos. Amostras são coletadas antes e após o processo e o parâmetro pode ser calculado por meio da expressão matemática 5 (MUSE; HARTEL, 2004).

(5)

$$\% \text{ Overrun} = \frac{(\text{peso da calda} - \text{peso do sorvete}) \times 100}{\text{peso sorvete}}$$

Onde:

p = peso de 250 ml de amostra

### 3.2.6 ANÁLISE SENSORIAL

Realizada no Laboratório de Análise Sensorial do *campus* com as duas formulações e aplicado o teste afetivo de aceitação com 76 provadores maiores de 18 anos, não treinados, sendo alunos e servidores da universidade. O projeto de pesquisa que deu origem a este trabalho foi submetido ao comitê de ética (CAAE: 42530615.1.0000.5547). Os provadores foram orientados quanto à pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de realizar a análise sensorial. Um questionário referente aos dados dos provadores e seus hábitos de consumo de sorvete também foi aplicado.

As amostras foram servidas em copos plásticos transparentes de polipropileno (PP) com capacidade para 50 ml, codificados com números aleatórios de três dígitos. Cada provador avaliou a amostra quanto à aceitação nos atributos aparência, aroma, textura, sabor e aceitação global, utilizando escala hedônica de 10 pontos – trata-se de um teste afetivo, no qual o provador indica o quanto gostou ou desgostou de determinado produto (INSTITUTO ADOLFO LUTZ,

2005; VILLANUEVA; PETENATE; DA SILVA, 2005). O índice de aceitação foi calculado segundo a equação 6.

(6)

$$IA = \frac{Ax100}{B}$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto.

Os dados foram analisados com auxílio do programa Excel 2007.

## 4 RESULTADOS

De acordo com Souza et al. (2010), a qualidade do sorvete é determinada pelo tamanho e distribuição dos glóbulos de gordura não emulsionados, cristais de gelo, bolhas de ar e porções não congeladas que ocorrem na mistura, ou seja, para ter uma viscosidade adequada a formulação deve ser propriamente balanceada em composição, concentração e qualidade dos ingredientes.

Os dados disponibilizados pela Selecta Sorvetes, para auxílio no balanceamento de fórmulas, mostram que um sorvete cujo teor de gordura seja de 5% (assim como as formulações elaboradas neste trabalho), deve possuir aproximadamente 11-13% de sólidos não gordurosos (SNG), 14-18% de açúcar e 30-36% de sólidos totais (ST). A formulação C apresentou 12,1% de SNG, 11,6% de açúcar e 35,07% de ST. Já a formulação F apresentou 16,73% de SNG, 6,24% de açúcar (devido à substituição por FOS) e 29,39% de ST.

Defeitos oriundos do desbalanceamento da calda base para a formulação F poderiam ser justificados pelo alto teor de SNG que são constituídos por lactose (55%), proteínas e minerais (37%), além de vitaminas hidrossolúveis (8%). As proteínas tem a função de cobrir a superfície dos glóbulos de gordura e as bolhas de ar com o chamado filme proteico interfacial, estabilizando a espuma. Quando seus teores forem muito elevados com relação ao balanceamento, o sorvete pode vir a apresentar uma textura arenosa pela formação de cristais de lactose. Já a quantidade de açúcar que foi abaixo dos valores dos balanceamentos para ambas as formulações pode ter aumentado o ponto de congelamento do sorvete, reduzindo a viscosidade e cremosidade.

Mesmo apresentando valores fora dos padrões de balanceamento para um sorvete com parâmetros de qualidade adequados, a formulação F apresentou textura e estabilidade satisfatórias, provavelmente devido às propriedades do FOS

adicionado. Outro ponto observado foi que na formulação C houve formação de cristais de gelo maiores e perceptíveis; essa falha tecnológica pode ter ocorrido devido ao tempo em que o mesmo foi submetido ao batimento e congelamento na sorveteira ou à quantidade de açúcar reduzida com relação ao balanceamento (SEOLIN et al., 2013)

Na tabela 4 estão apresentados os parâmetros físico-químicos do sorvete controle (C) e contendo FOS (F).

**Tabela 4** – Parâmetros físico-químicos do sorvete de alfarroba com calda de hibisco controle (C) e com adição FOS (F)

Parâmetros	C	F	Legislação
Sólidos totais (%)	29,37±0,30 <sup>a</sup>	29,65±0,07 <sup>a</sup>	-
Lipídios (%)	4,1±0,0 <sup>a</sup>	3,7±0,0 <sup>a</sup>	Mín. 2,5
Cinzas (%g)	0,92±0,00 <sup>a</sup>	0,94±0,00 <sup>a</sup>	-
Overrun (%)	57,34	64,71	Máx. 110

\*Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença estatística (teste de Tukey  $p < 0,05$ ).  
Fonte: Autoria própria (2017).

Os sólidos totais representam a soma de todos os ingredientes sólidos não aquosos da mistura. Quanto maior seu conteúdo, mais suave será a textura, mais firme será o corpo e maior será seu valor nutritivo. Geralmente a faixa recomendada é de 32-42%. São representados por três categorias: açúcares, fase gordurosa e SNG. Os valores obtidos para o teor de sólidos totais mostram que não houve uma diferença significativa entre as formulações, ou seja, a substituição do açúcar não promoveu redução significativa desses sólidos e, apesar de os valores indicados pelo balanceamento estarem abaixo da proposta inicial, sua qualidade final foi boa (DURSO, 2012).

O padrão de identidade e qualidade de sorvetes indica que o valor mínimo de lipídios deve ser de 2,5 g/100 g, logo as duas formulações estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2005). Quanto ao balanceamento, as formulações apresentaram quantidade de gordura abaixo do esperado, já que a calda base foi preparada para uma quantidade de gordura de 5%.

Os valores obtidos para o teor de cinzas (minerais) foi de 0,92% para a formulação controle e de 0,94% para a formulação com FOS, valores satisfatórios e que podem ser explicados pela alta quantidade de minerais presentes na farinha de alfarroba, segundo Sabatini et al. (2011).

Com relação à taxa de *overrun*, de acordo com a RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, a densidade aparente de gelados comestíveis é 475 g/L. Ambos

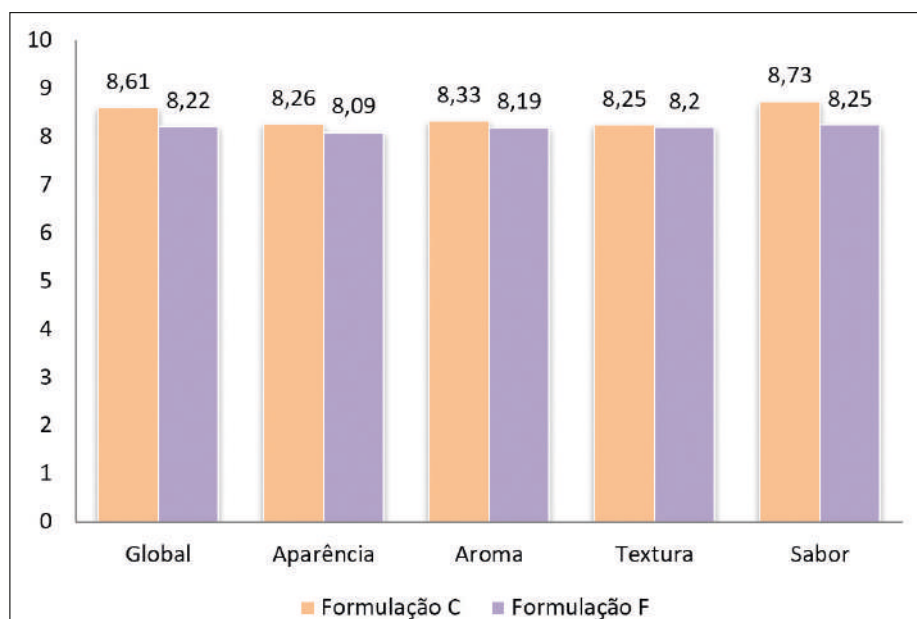
sorvetes obtiveram valores semelhantes e de acordo com a portaria, demonstrando que a substituição do açúcar não causou diferença significativa, já que o FOS agiu fornecendo corpo e melhorando a viscosidade, possibilitando uma maior incorporação de ar.

Para a análise sensorial aplicada, o perfil dos 76 provadores de acordo com as respostas dos questionários foi o seguinte: 96% estavam na faixa de 18 a 35 anos, sendo 64% do sexo feminino.

Referente ao consumo de sorvetes pelos provadores, 44% consome semanalmente, 44% mensalmente e 12% eventualmente. A respeito de já ter consumido algum outro alimento com alfarroba, apenas 9% disseram que sim, sendo que a maioria conhece chocolate de alfarroba; já com relação ao hibisco, 70% responderam que já consumiram outro alimento com hibisco, sendo o chá o mais relatado entre eles.

Apenas 32% dos provadores disseram que costumam consumir produtos *light* e os dois motivos mais relatados foram emagrecimento e saudabilidade. Dentre os 68% que não costumam consumir esses produtos, os maiores motivos citados foram que não veem necessidade ou que não gostam do sabor. Nesse contexto, as médias das notas obtidas para os atributos das formulações C e F estão representadas no gráfico 1.

Gráfico 1 – Média de notas da análise sensorial da formulação C e F



Fonte: Autoria própria (2017).



Para os atributos de aparência, aroma e textura não houve diferença estatística significativa entre as amostras e as médias dos índices de aceitação ficaram entre 80% a 83% nos três atributos para ambas as amostras. Segundo os IA (índices de aceitação) obtidos, para o quesito sabor, a amostra C foi a mais bem aceita pelos provadores (IA = 87,3%), enquanto o IA da amostra F foi de 82,5%. Para a avaliação global, a amostra C foi a mais bem aceita pelos provadores nesse atributo. O índice de aceitação também foi calculado: para a amostra C ele foi de 86,1% e para a amostra F de 82,2%. Interpretando os resultados de IA, ambas as formulações foram bem aceitas, uma vez que o IA de 70% é o mínimo para ser considerada boa aceitação (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETA, 1987; DUTCOSKY, 2007).

## 5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a alfarroba em pó pode ser utilizada como ingrediente para a produção de sorvetes, assim como o FOS, pois as formulações contendo ambos apresentaram boa aceitação, além de possuírem propriedades benéficas à saúde.

O produto *light* foi bem aceito pelos provadores, apresentando índices de aceitação superiores a 80% em todos os atributos sensoriais avaliados. Os resultados deste trabalho podem contribuir para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, para consumidores que buscam uma alimentação mais saudável e saborosa.

Dessa forma, conclui-se que pela alta aceitação na análise sensorial realizada, outros estudos de mercado poderiam ser feitos, a fim de conhecer o seu potencial para então produzi-lo em escala comercial.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS E CONGÊNERES – ABIAD. *Pesquisa avalia potencial de consumidor brasileiro para produtos mais saudáveis*. Disponível em: <<http://abiad.org.br/pb/pesquisa-avalia-potencial-de-consumidor-brasileiro-para-produtos-mais-saudaveis/>>. Acesso em: 24 maio 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES – ABIS. *Estatística: produção e consumo de sorvetes no Brasil*. 2017. Disponível em: <[http://www.abis.com.br/estatistica\\_producaoconsumodesorvetesnobre.html](http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobre.html)>. Acesso em: 22 abr. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. *Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde*. 22 dez. 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em: 21 out. 2017.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. *Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005*. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/?inheritRedirect=true#/visualizar/27624>>. Acesso em: 24 maio 2017.

BOFF, C. C. et al. Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1892-1897, out. 2013.

DURSO, F. M. *Fatores que afetam a vida de prateleira de sorvetes de massa artesanais*. 2012. 47 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia de Alimentos, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Champagnat, 2007.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA – FIEB. *Tendências para o mercado de sorvetes são apresentadas em evento*. 16 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.fieb.org.br/sindicatos/Noticia/3852/Tendencias-para-o-mercado-de-sorvetes-sao-apresentadas-em-evento.aspx>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

FERRAZ, J. P. *Perfil sensorial descritivo e direcionadores de preferência de sorvete de creme com fruto-oligossacarídeo e diferentes edulcorantes*. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125, p. 1401-1412, 1995.

HORTAS.INFO. Como plantar vinagreira. Disponível em: /hortas.info/como-plantar-vinagreira/ Acesso em 02 fev. 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. (versão eletrônica).

\_\_\_\_\_. Procedimentos e determinações gerais. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

LAMOUNIER, M. L. *Sorvete a base de preparado em pó*. 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.

MARTINS, A. M. Alfarroba: uma opção saudável de substituição ao cacau. *Nutrivisa: Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde*, Ceará, v. 2, n. 3, p. 141-146, nov. 2015/fev. 2016.

MUSE, M. R.; HARTEL, R. W. Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1-10, 2004.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Fruto-oligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-390, 30 maio 2002.

PESSOA, A. R. F. *Valorização biotecnológica da polpa de alfarroba*. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Farmacêuticas, Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Almada, Portugal, 2013.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Rev. Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 42, n. 1, jan./mar. 2006.

SABATINI, D. R. et.al. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. *Alim.Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 129-136, jan./mar. 2011.

SANTOS, G. G. SORVETE. Processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, Universidade Anhanguera, Campo Grande, v. 13, n. 2, 2009, p. 95-109.

SELECTA SORVETES (*site*). *Balanceamento de fórmulas*. Disponível em: <<http://www.selectasorvetes.com/pt/informacoes-tecnicas>>. Acesso em: 16 out. 2017.

SEOLIN, V. J. et al. Substituição de sacarose por fruto-oligossacarídeo em sorvete. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 1062-1073, 15 jul. 2013.

SILVA, A. A. J. et al. Hibiscus: as cores da saúde. *Revista Agropecuária Catarinense*, Santa Catarina, v. 25, n. 2, p. 34-37, jul. 2012.

SILVA, E. F. *Utilização da farinha de alfarroba (Ceratonia siliqua L) na elaboração de bolo e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos*. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Nutrição) – Faculdade União das Américas, UNIAMÉRICA, Foz do Iguaçu, 2006.

SOUZA, J. C. B. et al. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 155-165, jan./mar. 2010.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. *Análise sensorial dos alimentos*. Florianópolis: UFSC, 1987. 182 p.

VILLANUEVA, Nilda D. M.; PETENATE, Ademir J.; DA SILVA, Maria A. A. P. Performance of the Hybrid Hedonic Scale as Compared to the Traditional Hedonic, Self-Adjusting and Ranking Scales. *Food Quality and Preference*, Campinas, v. 16, p. 691-703, may 2005.

VIZZOTTO, M.; CASTILHO, P. M.; PEREIRA, M. C. Compostos bioativos e atividade antioxidante em cálices de hibisco (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Comunicado Técnico Embrapa*, Pelotas/RS, v. 1, out. 2009.



## **FILMES BIODEGRADÁVEIS DE GELATINA E QUITOSANA COM ADIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA CONSERVAÇÃO DE PRESUNTO EMBALADO A VÁCUO**

*Marcella Vitoria Galindo  
Isabela dos Santos Paglione  
João Augusto Salviano de Medeiros  
Fabio Yamashita  
Carlos Raimundo Ferreira Grosso  
Lyssa Setsuko Sakanaka  
Marianne Ayumi Shirai*

### **1 INTRODUÇÃO**

Os grandes problemas enfrentados pela indústria de alimentos estão relacionados à forma de manejo durante o transporte e o armazenamento de mercadorias, a contaminação microbiana, o amadurecimento precoce de frutas e os resíduos sólidos gerados pelas embalagens de polímeros sintéticos (LOREVICE; MOURA; MATTOSO, 2014). Uma das soluções para amenizar esses problemas é a produção de filmes biodegradáveis ativos, que vêm ganhando vasta importância, visando atender a necessidade do cliente que busca o armazenamento de alimentos com qualidade, elevada vida útil e menor impacto ambiental (SHOGRÉN; BAGLEY, 1999).

Os filmes ativos biodegradáveis podem ser incorporados com óleos essenciais ou qualquer substância bioativa que interaja diretamente com os alimentos, conferindo-lhes aspectos sensoriais e nutricionais desejáveis (AZEREDO;

FARIA; AZEREDO, 2000). Filmes a base de proteínas e polissacarídeos com adição de óleos essenciais têm sido reportados como materiais com baixa permeabilidade ao oxigênio e luz (LIU; KERRY; KERRY, 2006; KANATT; CHANDER; SHARMA, 2008; TONGNUANCHAN et al., 2015).

A gelatina tem sido utilizada na produção de filmes, sendo um biopolímero amplamente utilizado na área farmacêutica e de alimentos. É obtida a partir da desnaturação do colágeno, que é o principal constituinte de ossos e pele de bovinos, suínos e pescados (GÓMEZ-ESTACA et al., 2010). Entretanto, sua utilização é restrita pelo caráter hidrofílico e conseqüentemente por possuir baixa barreira ao vapor de água (CHIOU et al., 2008).

Uma solução para amenizar as propriedades hidrofílicas da gelatina é a realização de blendas com outros polímeros, como a quitosana, que é obtida a partir da desacetilação da quitina, que é um polissacarídeo natural abundante na natureza com vasta aplicação na produção de filmes biodegradáveis. É encontrada em carapaças de crustáceos (caranguejo, lagosta e camarões) e insetos, podendo ser produzida também por fungos (ABDOU; NAGY; ELSABEE, 2008; ELSABEE; ABDOU, 2013). Adicionalmente, possui grande potencial para ser utilizada na produção de embalagens alimentícias e como veículo para liberação controlada de aditivos, uma vez que pesquisas indicam que apresentam boas propriedades antimicrobianas frente aos microrganismos deteriorantes de alimentos (LOREVICE; MOURA; MATTOSO, 2014; RAVI KUMAR, 2000).

Diversos autores relatam a utilização de óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) em alimentos, pois apresentam propriedades antimicrobianas e antioxidantes e são considerados seguros para consumo humano. A utilização de óleos essenciais na produção de filmes ativos à base de gelatina e quitosana é de grande interesse, pois eles apresentam caráter hidrofóbico e diminuem a afinidade dos filmes com a água. Outro aspecto a considerar é que a adição direta de óleos essenciais em alimentos pode modificar as propriedades sensoriais, pois possuem sabor e aroma pronunciados. Já, a incorporação dos óleos nos filmes permite a sua liberação controlada, difundindo gradativamente para o alimento (BONILLA; SOBRAL, 2016; GÓMEZ-ESTACA et al., 2010; MELO, 2010; PAGNO, 2016).

Neste contexto, esta pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira consistiu na produção de filmes de gelatina e quitosana adicionados de óleos essenciais e na caracterização quanto às propriedades mecânicas, propriedades de barreira ao vapor de água, umidade, solubilidade, atividade antimicrobiana

e antioxidante. Na segunda etapa, os filmes foram aplicados na conservação de presunto embalados a vácuo, e análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas durante o armazenamento refrigerado.

## 2 FILMES BIODEGRADÁVEIS

Filmes e coberturas comestíveis biodegradáveis geralmente são produzidos utilizando-se como matéria-prima polissacarídeos, proteínas e/ou lipídeos. Os filmes são formados sobre suportes e depois aplicados como envoltório de alimentos, enquanto que, as coberturas são formadas diretamente na superfície do alimento (GENNADIOS; WELLER, 1994).

Os filmes biodegradáveis têm a mesma função dos filmes sintéticos convencionais usados como embalagem, protegem os alimentos contra agentes externos e proporcionam barreira contra a permeabilidade de água, gases e luz. Podem ser utilizados como carregadores de substâncias bioativas para a proteção dos alimentos que serão acondicionados, conferindo manutenção de propriedades sensoriais e segurança durante o seu armazenamento (SHOGREN; BAGLEY, 1999).

A utilização dos biopolímeros na produção de filmes biodegradáveis dependerá da sua disponibilidade, custo, propriedades de barreira, propriedades mecânicas e das condições em que os filmes serão armazenados, interferindo diretamente na sua integridade por conta da sua estrutura química (CUQ et al., 1995).

Para a produção dos filmes biodegradáveis é necessário que os biopolímeros constituintes da matriz apresentem boas interações entre si e sejam contínuos (GONTARD; GUILBERT, 1996). Além dos biopolímeros, para a confecção dos filmes, faz-se uso de plastificantes, como o glicerol, que os tornarão mais flexíveis (SHIH, 1996). Vários autores estudaram proteínas miofibrilares e polissacarídeos indicando que são bons componentes de matriz, uma vez que filmes de proteínas apresentam melhores propriedades mecânicas do que os de polissacarídeos, porém, os filmes de polissacarídeos são melhores barreiras contra gases e a mistura dos dois biopolímeros tornam os filmes com outras características (CUQ et al., 1995).

Filmes à base de proteínas (gelatina e colágeno, zeína, glúten) e/ou polissacarídeos (celulose, quitosana, gomas) possuem caráter hidrofílico e estão suscetíveis a variação de suas propriedades funcionais quando expostos a ambientes com alta umidade relativa (SHIH, 1996). Para amenizar este problema, pode-se

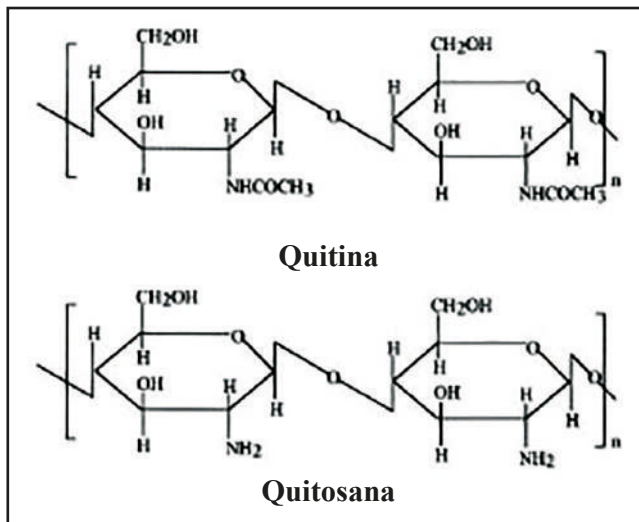


adicionar substâncias que confirmam caráter hidrofóbico, como os lipídeos, ou realizar blends com outros polímeros.

## 2.2 QUITOSANA

A quitosana é o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza, ficando atrás apenas da celulose. É obtida a partir da desacetilação da quitina, composta por unidades de 2-acetamido-2-deoxi-D-glicopiranosose e 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranosose unidas por ligações do tipo  $\beta$  (1-4). O grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) presente em sua estrutura, quando em meio ácido, apresenta cargas positivas devido à sua protonação ( $\text{NH}_3^+$ ). Geralmente é encontrada em exoesqueletos de crustáceos e insetos, podendo ser produzida também por fungos (*Aspergillus niger*, *Mucor rouxii* e *Penicillium notatum*) (ABDOU; NAGY; ELSABEE, 2008; ELSABEE; ABDOU, 2013). Na Figura 1 é possível observar a estrutura química da quitina e da quitosana.

Figura 1 - Estrutura química da quitina e quitosana



Fonte: Ravi-Kumar, 2000.

A quitosana tem sido reportada como um polímero não-tóxico, biodegradável, biocompatível, com propriedades funcionais, potencial antimicrobiano e antioxidante, sendo muito utilizada na indústria de alimentos, na área biomédica, farmacêutica, e para liberação controlada de fármacos e substâncias bioativas. Em função da sua estrutura química, a quitosana se torna uma excelente alternativa para ser utilizada como base na produção de nanopartículas, micropartí-

culas, hidrogéis, embalagens e filmes biodegradáveis (RAVI KUMAR, 2000; YUAN; CHEN; LI, 2016).

As embalagens de alimentos possuem como matriz polímeros provenientes de petróleo, e a quitosana, por ser biodegradável, torna-se uma alternativa para a diminuição dos impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos e possui atividade antimicrobiana contra vários microrganismos patogênicos e deteriorantes, uma vez que, devido às suas cargas positivas, ela interage com as cargas aniônicas da membrana celular dos microrganismos, impedindo que os mesmos se desenvolvam. Com isso, pode-se obter elevação da vida útil dos alimentos, manutenção das suas características sensoriais e nutricionais e redução de desperdícios (DUTTA et al., 2009).

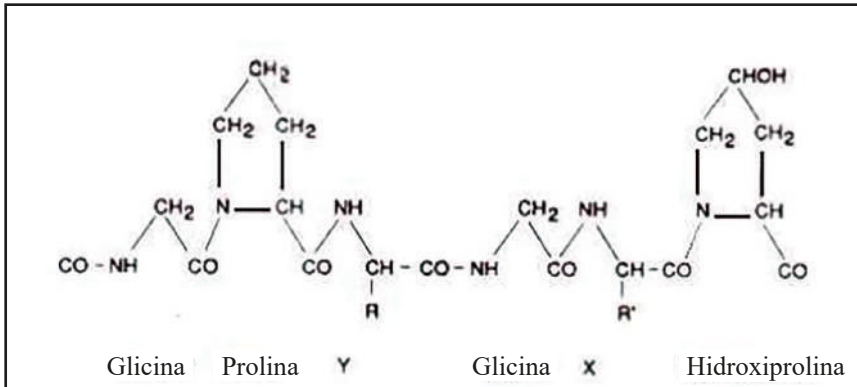
Alguns estudos utilizaram blendas de quitosana e gelatina para produção de filmes e obtiveram bons resultados de barreira ao oxigênio, água e luz. A junção dos dois biopolímeros está sendo muito utilizada para produção de embalagens alimentícias por serem biodegradáveis e amplamente encontrados na natureza (GÓMEZ-ESTACA et al., 2010; HOSSEINI et al., 2013; JRIDI et al., 2014; HOSSEINI et al., 2015)

## 2.3 GELATINA

A gelatina é uma proteína linear resultante da desnaturação do colágeno de origem bovina, suína e de pescados, por hidrólise em meio ácido ou meio alcalino, por meio da quebra das cadeias de tripla-hélices. Existem dois tipos de gelatina: tipo A e tipo B, que são diferentes no tipo de preparação específica. A do tipo A é previamente tratada com ácido antes da desnaturação com ponto isoelétrico (pI) de 7 - 9, e a do tipo B é tratada com substâncias alcalinas, obtendo-se um pI em torno de 4,6 - 5,2 (KARIM; BHART, 2009).

A gelatina encontra-se na forma cristalina com coloração amarelo-palha (BIGI et al., 1998), é solúvel em água quente e insolúvel em água fria. É uma proteína de digestão fácil e possui vários aminoácidos, menos o triptofano, além de fazer parte da composição de tecidos conectivos de animais. É constituída de prolina, hidroxiprolina e glicina, não-tóxica, biodegradável e de baixo custo. De acordo com a Figura 2, é possível observar a estrutura química da cadeia de gelatina. As moléculas de gelatina são constituídas de sequências triplas de glicina-X-Y, sendo X a prolina e Y, hidroxiprolina, que são responsáveis pela formação de géis, retendo água nas regiões de tripla hélice que serão formadas (POPPE, 1987 apud BERTAN, 2003).

**Figura 2** - Estrutura química da gelatina



Fonte: POPPE, 1987 apud BERTAN, 2003.

A gelatina é uma proteína muito utilizada para formação de filmes comestíveis e como agente encapsulante de substâncias bioativas, e alguns autores utilizaram gelatina afirmando ser uma boa matriz contra gases ( $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$ ) (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997).

Tongnuanchan et al. (2015) produziu filmes a base de gelatina com a incorporação de óleo de palma e obteve resultados satisfatórios em relação à propriedade de barreira ao vapor de água, onde, com o incremento da substância hidrofóbica, diminuiu-se significativamente a passagem de água pelo filme.

Gómez-Estaca et al. (2009) estudaram as propriedades de filmes de gelatina com a adição de extrato aquoso de orégano e alecrim e observaram que a adição dos extratos não alterou as propriedades de permeabilidade ao vapor de água, tornando-se semelhante ao filme controle que não possuía os extratos vegetais.

## 2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são substâncias naturais que desempenham função de proteção em plantas e utilizados como condimentos e flavorizantes em alimentos, sendo reconhecidos como GRAS (*Generally Recognized as Safe*) para o consumo humano. São conhecidos também como óleos voláteis de estrutura complexa de substâncias lipofílicas e odoríferas (CRAVEIRO; MACHADO, 1986; BURT, 2004).

São extraídos de diversas plantas em diferentes lugares (flor, semente, raiz), por diversas técnicas como, por exemplo, extração por solventes e destilação a vapor, sendo esta última a mais utilizada em escala de produção comercial, por apresentar 93% de rendimento de extração, e por ser mais barata

quando comparada a métodos mais avançados, como extração com fluidos supercríticos (MASANGO, 2005) e ser uma técnica relativamente simples que não utiliza solventes tóxicos como éter e hexano. A destilação por arraste de vapor fundamenta-se pelo arraste de água em um sistema fechado, onde este vapor quando em contato com a amostra, ocasiona a quebra da estrutura celular da planta e libera os compostos aromáticos (óleos essenciais) (PERINEAU; GANOU; VILAREM, 1992).

Alguns óleos essenciais possuem naturalmente atividade antioxidante e/ou antimicrobiana, que dependem das propriedades químicas da planta, fonte de onde o óleo foi extraído, e método ou solvente utilizado na extração. Os principais componentes responsáveis por essas características são terpenos, terpenos oxigenados, aldeídos, cetonas, álcoois e fenóis (BAKKALI et al., 2008). Entretanto, os óleos essenciais são constituídos de diferentes componentes, fazendo com que não seja apenas uma substância, mas sim a junção de vários compostos para a eficácia da atividade contra microrganismos (BURT, 2004).

Dentre os componentes químicos encontrados nos óleos essenciais, o carvacrol sobressai como um grande elemento relacionado à ação antimicrobiana contra bactérias Gram positivas e Gram negativas, interagindo com componentes da membrana celular do microrganismo, desequilibrando a permeabilidade de íons essenciais para o seu desenvolvimento (BURT, 2004; VELDHUIZEN et al., 2006). Para a ação antioxidante, são descritos como componentes majoritários: timol (BOZIN et al., 2006) e eugenol (WEI; SHIBAMOTO, 2010). Óleos essenciais podem ser utilizados como antioxidantes naturais, prevenindo a oxidação lipídica nos alimentos (DAPKEVICIUS et al., 1998). Pode ser utilizado também como componente ativo para aplicação em embalagens de alimentos, aumentando significativamente a barreira ao vapor de água devido à sua característica hidrofóbica (COMA, 2008).

Vários estudos utilizam óleos essenciais para aplicação em embalagens alimentícias (BITENCOURT, 2013; ROMANI; PRENTICE-HERNANDEZ; MARTINS, 2016; PAGNO, 2016; MARANGON et al., 2017). Dentre os óleos essenciais utilizados em filmes, o óleo de orégano e de alecrim apresentam grande aplicabilidade como alternativa para substituir aditivos antimicrobianos sintéticos (YUAN; CHEN; LI, 2016).

O alecrim (*Rosmarinus officinales* Laminaceous) é uma planta que cresce na forma de arbustos selvagem nos países do entorno do mar mediterrâneo e é amplamente utilizado na indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética, pois apresenta em sua composição química substâncias com princípios ativos

antioxidante e antimicrobiano, que se devem principalmente aos compostos fenólicos (FLAMINI et al., 2002).

Alguns autores utilizaram o óleo essencial de alecrim em filmes biodegradáveis e obtiveram resultados positivos contra o crescimento de microrganismos no alimento (MELO, 2010; YUAN; CHEN; LI, 2016), devido aos seus constituintes ( $\alpha$ -pineno, acetato de bornil, cânfora, 1-8-cineol, limoneno, borneol e verbenona), que compõe 80 % do total de componentes do óleo (BURT, 2004; OKOH; SADIMENKO; AFOLAYAN, 2010; KADRI et al., 2011). Em estudos relacionados, Silveira et al. (2012) verificaram atividade antimicrobiana frente a *S. aureus*, *L. monocytogenes* e *B. cereus* ao utilizar óleo essencial de alecrim puro por meio da técnica de difusão em disco.

O óleo de orégano (*Origanum vulgare*) é muito utilizado para a produção de filmes biodegradáveis para a conservação de alimentos, devido aos seus componentes carvacrol e timol (BOUNATIROU et al., 2007). Hosseini et al. (2015) incorporaram óleo de orégano (0,4 a 1,2%, m/v) em filmes de gelatina e quitosana e verificaram redução na resistência à tração dos filmes, e os mesmos apresentaram atividade antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* e *Escherichia coli*.

A utilização de óleos essenciais em alimentos deve ser cautelosa, pelo fato de que o excesso de compostos aromáticos no alimento acarretará características sensoriais indesejáveis. Dessa forma, pelas propriedades antimicrobiana e antioxidante que os óleos essenciais apresentam, seu uso é de grande interesse na produção de filmes ativos biodegradáveis, visando a uma melhoria na qualidade sensorial, nutricional e microbiológica dos alimentos (ARFA et al., 2007; SEYDIM; SARIKUS, 2006; ROMANI; PRENTICE-HERNANDEZ; MARTINS, 2016).

## 2.5 PRESUNTO

De acordo com a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por presunto, o “[...] produto cárneo industrializado obtido exclusivamente com o pernil de suínos, desossado, adicionado de ingredientes, e submetido a um processo de cozimento adequado”, com quantidade de proteína mínima de 14%, máximo de 2% de gordura (BRASIL, 2000), pH acima de 6, com teor de sal entre 2 a 4% e nitrito residual abaixo de 100 ppm, tornando-se um produto altamente perecível, (HOLLEY, 1997) e suscetível a diversos fatores, como contaminação microbiológica e alterações físicas e químicas (OLIVO, 2006).

A cor do produto cárneo é dependente da mioglobina que varia com a espécie do animal, estando ela oxidada (oximioglobina, metamioglobina) ou reduzida (deoximioglobina) e são parâmetros essenciais para a atratividade da carne pelo consumidor (CORNFORTH, 1994).

A oxidação lipídica divide-se em três fases: iniciação, propagação e terminação. A iniciação está relacionada com a presença de metais de transição, como o ferro, presente em produtos cárneos, que atuam como catalisadores, capazes de interagir com o oxigênio que reage com a molécula de ácido graxo insaturado, retirando o átomo de hidrogênio do carbono que se encontra ao lado da ligação dupla *cis* (KANNER, 1994). Na reação de propagação, ocorre a formação de peróxidos que podem ser quantificados nas análises de oxidação lipídica em alimentos (GRAY, 1978), e, na fase de terminação, ocorre a polimerização dos peróxidos, com a formação de produtos finais da oxidação, como aldeídos, hidrocarbonetos, álcoois e ácidos que estão associados no desenvolvimento de odores e sabores negativos, afetando diretamente na qualidade dos produtos cárneos (KUBOW, 1992).

O presunto fatiado, por ser bastante manipulado, apresenta facilidade em oxidar-se pelo fato de estar amplamente exposto ao oxigênio, tornando-se também propício para o desenvolvimento de microrganismos aeróbios. Como alternativa para minimizar as perdas sensoriais e nutricionais que o presunto pode vir a sofrer, o acondicionamento a vácuo é de suma importância, visando ao aumento da vida útil e segurança alimentar (BRESSAN et al., 2007). A contagem de microrganismos mesófilos para produtos cárneos processados deve consistir entre  $10^2$  e  $10^3$  UFC/g, o que abrange ampla variedade de espécies como, por exemplo, bactérias ácido-láticas (BORCH; KANT-MUERMANS; BLIXT, 1996).

Com a ausência do oxigênio, as bactérias ácido-láticas se desenvolvem e apresentam um grande número de microrganismos deteriorantes de carnes cozidas ou produtos cárneos a vácuo. Alguns autores afirmam que essas bactérias são parte da microbiota natural da carne utilizada para o processamento, e que são os responsáveis que fazem o produto apresentar odores indesejáveis e formação de limo na superfície (KORKEALA; MAKELA, 1989).

Para a verificação da vida útil de produtos cárneos é necessária à realização de análises no dia do processamento e no mínimo três vezes durante o seu acondicionamento. As análises mais importantes são: oxidação lipídica, pH e acidez, parâmetros microbiológicos, cor e características sensoriais (sabor, textura, odor) (EBURNE; PRETICE, 1996).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de uma pesquisa acadêmica, de caráter experimental. Todo o experimento foi realizado nos laboratórios do curso de Tecnologia de alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina, no período de março a novembro de 2017.

#### 3.1 MATERIAL

Para a produção dos filmes, utilizaram-se quitosana de baixa massa molar (Sigma Aldrich, EUA) com grau de desacetilação de 85%, gelatina tipo B com bloom 250 (Gelita do Brasil, Brasil), glicerol (Dinâmica, Brasil), óleo de alecrim (Ferquima, Brasil), óleo de orégano (Quinarí, Brasil) e Tween 80 (Anidrol, Brasil).

Para a realização das análises microbiológicas, utilizaram-se os seguintes materiais: Ágar Müeller Hinton (Himedia, Índia), caldo Müeller Hinton (Himedia, Índia), Ágar MRS (Himedia, Índia), Ágar Para Contagem (Himedia, Índia) e Peptona Bacteriológica (Himedia, Índia).

Para a análise de antioxidante, utilizaram-se 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) e 6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico (Trolox), ambos da Sigma Aldrich, EUA, e etanol absoluto (Anidrol, Brasil).

#### 3.2 PRODUÇÃO DOS FILMES

Os filmes foram preparados pela técnica de *casting*, a partir da metodologia empregada por Bonilla e Sobral (2016) com algumas modificações. Inicialmente prepararam-se as soluções de gelatina e quitosana separadamente. A quitosana (Q) 2% (m/v) foi dissolvida em ácido acético 1% (v/v) e mantida sob agitação magnética com aquecimento a 45 °C por 1 hora. A solução de gelatina (GEL) 4% (p/v) com adição de glicerol (1 g/100 ml de solução de gelatina) foi dissolvida sob agitação magnética e aquecimento a 55 °C por 35 min. Posteriormente, foi feita a mistura das duas soluções, na proporção de 1:1, com incorporação de 2% de óleo essencial (p/v) e 1% de Tween 80 (p/v). A concentração de óleo essencial a ser adicionada nos filmes foi definida por testes preliminares, considerando a presença de atividade antimicrobiana dos mesmos. Finalmente as soluções foram homogeneizadas em Ultra-turrax (marca IKA, modelo T18, EUA) a 10.000 rpm por 4 min., vertidos em placas de acrílico e secos em incubadora BOD (Tecnal, Brasil) *over night* a 25 °C. Os filmes produzidos consistiram em: controle (FC), sem adição de óleo, filme com óleo essencial de orégano (FO) e filme com óleo essencial de alecrim (FA).



### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES

A seguir estão descritas as técnicas de caracterização dos filmes de gelatina e quitosana adicionados de óleos essenciais produzidos neste trabalho.

#### 3.3.1 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante dos filmes foi determinada pelo método DPPH de acordo com Rufino et al. (2007), que se baseou na capacidade de um antioxidante reduzir o DPPH por meio da transferência de elétrons, fazendo com que descore a solução. Os filmes (1 g) foram misturados com 20 ml de etanol absoluto e homogeneizados a 6.000 rpm por 15 minutos. Em seguida, a mistura foi centrifugada, 30 µL do sobrenadante foi misturada com 3 ml de solução DPPH a 0,06 µM e manteve-se em ambiente escuro por 45 minutos. Após o tempo de incubação, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro UV-Vis (Femto, Brasil) com comprimento de onda de 518 nm. Os resultados foram quantificados por meio de uma curva de calibração com o padrão trolox, com concentrações que variaram de 100 a 1500 µmol/L ( $y = -0,0003x + 0,5632$ ;  $R^2 = 0,9994$ ), e foram expressos em µmol equivalente de trolox por 100 g de filme.

#### 3.3.2 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A atividade antimicrobiana dos filmes foi realizada pela técnica de difusão de disco, de acordo com a metodologia desenvolvida pelo *National Committee for Clinical Laboratory Standards* (NCCLS, 2003), onde os microrganismos utilizados foram *Staphylococcus aureus* (ATCC 25922) e *Escherichia coli* (ATCC 35218). Inicialmente as bactérias foram reativadas em tubos contendo caldo Müeller Hinton e incubadas a 35 °C por 24 horas. Após esse processo, retirou-se 0,1 ml do caldo e transferiu-se para um tubo contendo água peptonada 0,1% (p/v), e foi comparada a turbidez do tubo com o padrão 0,5 da escala McFarland, que corresponde a  $10^8$  UFC/ ml. Placas de Petri contendo Ágar Müeller Hinton foram adicionadas de 0,1 ml de suspensão bacteriana e foi feita a semeadura com alça de Drigalsky. Em seguida, os filmes com diâmetro de 1,5 cm foram dispostos no meio das placas. Finalmente, as placas foram incubadas a 35 °C por 24-48 horas, e observou-se a formação de halo de inibição.

#### 3.3.3 TESTE DE TRAÇÃO

Os testes de tração foram feitos em texturômetro da marca Stable Micro Systems, modelo TA XTplus (Inglaterra), conforme a norma D-882-00 da Ame-



rican Society for Testing and Material (ASTM, 2001). Para cada formulação foram cortados dez corpos de prova nas dimensões de 1 x 8 cm, foi medida a sua espessura, e foram condicionados em dessecador contendo solução saturada de nitrato de magnésio (Umidade Relativa (UR) de 53%) a 25 °C, pelo período de 48 horas. As condições do ensaio foram: distância inicial entre as garras de 30 mm e velocidade de tração de 0,8 mm/s.

A resistência máxima à tração ( $R_{m\acute{a}x}$ ) se dá pela relação entre a força máxima ( $F_{m\acute{a}x}$ ) medida e a área (A) inicial do corpo de prova, a qual é calculada com os valores de largura (L) e espessura (e) do corpo de prova, utilizando a Equação 1.

(1)

$$R_{m\acute{a}x} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{A_{m\acute{i}n}} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{L \cdot e_{m\acute{i}n}}$$

A elongação na ruptura (E) foi medida por meio da relação do percentual entre a elongação ( $E_{rup}$ ) do corpo de prova na ruptura e o seu comprimento inicial, que correspondeu à distância entre as garras ( $D_{garras}$ ) como mostrado na Equação 2.

(2)

$$E = \frac{E_{rup}}{D_{garras}} \cdot 100$$

O módulo de Young (MY) foi determinado a partir da região linear da curva de tensão *versus* deformação, conhecida como região elástica, de acordo com a Equação 3.

(3)

$$MY = \frac{F_x}{(e \cdot L)} \cdot \frac{DG}{A_x}$$

MY = Módulo de Young (MPa)

F<sub>x</sub> = Força registrada no ponto x da região linear (N)

e = Espessura do corpo de prova (m)

L = Largura inicial do corpo de prova (m)

DG = Distância entre as garras (m)

A<sub>x</sub> = Alongamento registrado no ponto x (m)

### 3.3.4 PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

Neste trabalho, o método aplicado para medir a permeabilidade ao vapor de água foi por gravimetria, de acordo com a ASTM E96-00 (2000), e a amostra foi colocada em uma cápsula de alumínio contendo sílica, condicionada em um dessecador com umidade relativa de 75%, e foram realizadas dez pesagens com intervalos de tempo para verificar o ganho de massa. Calculou-se a taxa de permeabilidade do material de acordo com a Equação 4, e a permeabilidade ao vapor de água, com a Equação 5.

(4)

$$TPVA = \frac{m}{t} \times \frac{1}{A}$$

(5)

$$PVA = \frac{(TPVA \times e)}{p_s \times (UR_1 - UR_2)} \times 100$$

PVA= Permeabilidade ao vapor e água (g.h<sup>-1</sup>. m<sup>-1</sup>. Pa<sup>-1</sup>)

e= Espessura média do corpo de prova (m)

P<sub>s</sub>= Pressão de saturação de vapor a temperatura do ensaio (Pa)

UR<sub>1</sub>= Umidade relativa dentro do dessecador (%)

UR<sub>2</sub>= Umidade relativa dentro da cápsula (%)

TPVA= Taxa de permeabilidade ao vapor de água (g. h<sup>-1</sup>. m<sup>-2</sup>)

m= Ganho de massa de água (g)

t= tempo (h)

A= Área de permeação do corpo de prova (m<sup>2</sup>)

### 3.3.5 SOLUBILIDADE EM ÁGUA

Para a realização da análise de solubilidade em água, foi utilizada a metodologia empregada por Gontard, Guilbert e Cuq (1992) com algumas modificações. Filmes de 4 cm<sup>2</sup> foram adicionados em erlenmeyers contendo 200 ml de água destilada e seguiram para agitação em incubadora shaker (Nova Técnica, Brasil) a 140 rpm por 24 horas e a 25 °C. Em seguida, os filmes foram secos em estufa a 105 °C por 24 horas para determinar a massa seca final. A solubilidade em água dos filmes foi calculada com a Equação 6.

(6)

$$\text{SOL} = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \times 100$$

$m_i$  = massa inicial (g)

$m_f$  = massa final (g)

SOL = Solubilidade do filme (%)

### 3.3.6 UMIDADE DOS FILMES

A umidade dos filmes foi determinada por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists 930.04 (AOAC, 1990). A umidade foi calculada com a Equação 7, onde  $U$  é a umidade do filme (%),  $m_i$  é a massa inicial da amostra (g) e  $m_s$  é a massa seca final da amostra (g).

(7)

$$U = \frac{(m_i - m_s)}{m_i \times 100}$$

$m_i$  = massa inicial (g)

$m_s$  = massa seca final da amostra (g)

U = umidade (%)

## 3.4 APLICAÇÃO DOS FILMES EM PRESUNTO EMBALADO A VÁCUO

Os filmes foram aplicados em fatias unitárias de presunto, adquiridas no comércio da cidade de Londrina – PR. O presunto foi cortado no tamanho de 8 cm x 14,5 cm e 1 cm de espessura. Cada face do presunto foi recoberta com uma formulação de filme (FC, FO ou FA), acondicionada em sacos plásticos e selada a vácuo com uma seladora (Selovac, Brasil). O presunto sem recobrimento com filme também foi embalado a vácuo como controle. Finalmente as amostras foram armazenadas em estufa incubadora (BOD) a 8 °C pelo período de 35 dias.

## 3.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

As análises microbiológicas, pH, oxidação lipídica e cor do presunto recoberto ou não com os filmes (Controle, FC, FA e FO) e embalados a vácuo foram realizadas nos tempos 0, 15 e 35 dias.

### 3.5.1 CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS E AERÓBIOS MESÓFILOS

As contagens de bactérias aeróbios mesófilos e bactérias ácido-láticas foram realizadas de acordo com Silva et al. (2007). Inicialmente, de cada formulação (C, FC, FA e FO) foram pesados 25 g de presunto, e adicionou-se em 225 ml de água peptonada 0,1% (m/v). Diluições seriadas foram realizadas até  $10^{-3}$ . A contagem de bactérias aeróbias mesófilas foi realizada em ágar PCA (*plate count agar*) com incubação a 35 °C por 48 horas, utilizando-se a técnica *pour plate* (por profundidade). Para a contagem total de bactérias ácido-láticas, utilizou-se o Ágar MRS, inoculação em sobrecamada e incubação a 35 °C por 48 horas. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) por g de presunto (UFC/g).

### 3.5.2 MEDIDA DE COR

A medida da cor do presunto foi feita com um colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-400, e inseriu-se a amostra diretamente no sensor do equipamento. Os parâmetros recolhidos dos filmes consistiram em  $L^*$ (luminosidade),  $a^*$ (vermelho-verde) e  $b^*$ (amarelo-azul).

### 3.5.3 OXIDAÇÃO LIPÍDICA DO PRESUNTO

Para a realização da oxidação lipídica, empregou-se a metodologia de quantificação de substâncias capazes de reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), descrita por Bruna et al. (2001). Foi feita a extração dos aldeídos utilizando um homogeneizador Ultra-turrax, a 10.000 rpm por 3 minutos, de uma solução contendo 5 g de presunto e 25 ml de uma solução de ácido tricloroacético 7,5% (p/v) e 0,1 % de BHT. Em seguida, a solução foi filtrada em papel filtro e uma alíquota de 5 ml do filtrado foi colocada em tubo de ensaio, logo após, foi adicionado 5 ml de solução de ácido 2-tiobarbitúrico a 0,02 mol/L, e aquecido em banho-maria (100 °C) por 40 minutos para a formação do complexo colorido. Posteriormente, essa solução seguiu para a medida da absorbância em espectrofotômetro UV/visível com comprimento de onda de 538 nm. Para a quantificação do complexo colorido, foi elaborada uma curva padrão de 1,1,2,2 tetrametoxipropano (Sigma Aldrich, EUA), nas concentrações de 1,5 a  $6,0 \times 10^{-8}$  ( $y=1 \times 10^7 x + 0,055$ ;  $R^2=0,9943$ ). O resultado da oxidação lipídica foi expresso em mg de malonaldeído/kg de amostra de presunto.

### 3.5.5 MEDIDA DE PH

As medidas de pH foram realizadas em triplicata, por meio de um pHmetro (Hanna Instruments, EUA) com eletrodo de vidro combinado, em que se utilizou 3 g de presunto em 30 ml de água deionizada.

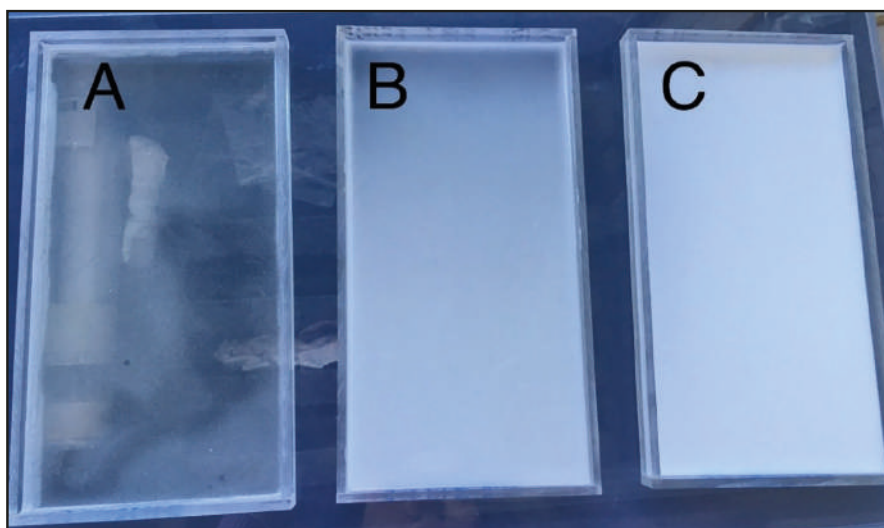
### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

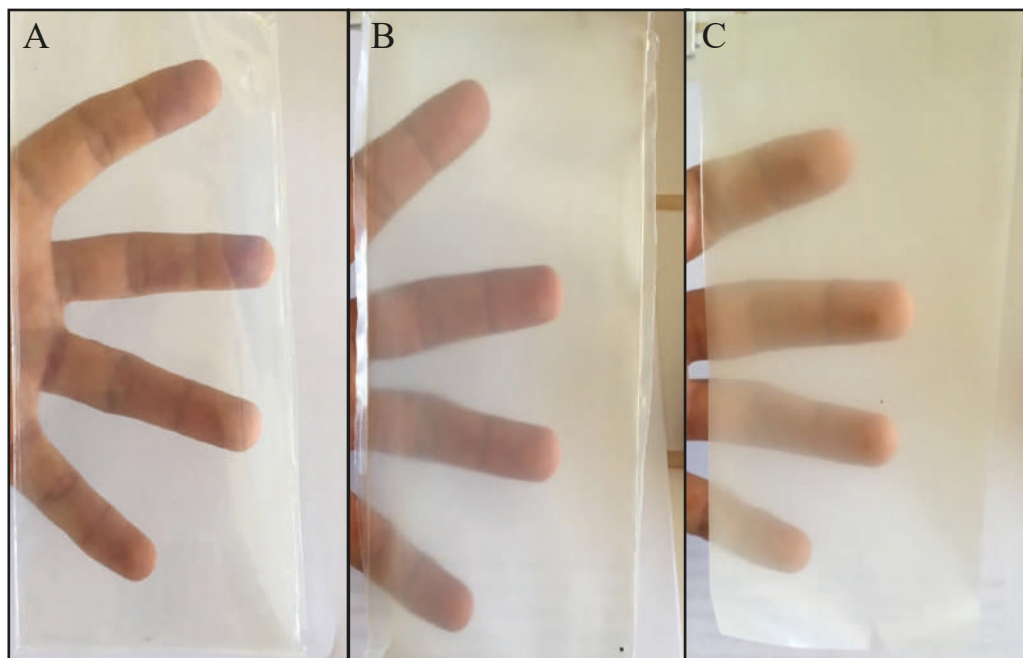
Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) com o auxílio do *software* Statística 7.0 (StatSoft, EUA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os filmes de gelatina e quitosana foram produzidos com êxito pela técnica de *casting*. A partir das Figuras 3 e 4, é possível visualizar a solução filmogênica e a aparência dos filmes após a secagem. Os filmes foram de fácil manipulação e saíram com facilidade das placas de acrílico depois de secos. O controle apresentou maior transparência e brilho, em contrapartida, os filmes adicionados de óleo essencial se mostraram mais opacos, corroborando as características descritas por Gallo et al. (2000). Todas as formulações apresentaram a superfície lisa, homogênea e sem migração aparente de glicerol ou óleo essencial.

**Figura 3** – Solução filmogênica controle (A) e com incorporação de óleo essencial de alecrim (B) e orégano (C)



**Figura 4** – Filmes de gelatina e quitosana secos: A (FC); B (FA); C (FO)

Fonte: Autoria Própria, 2017.

O controle da espessura é um parâmetro importante a se avaliar, pois reflete a repetibilidade e homogeneidade das embalagens, sendo difícil obter alta uniformidade na produção de filmes pela técnica de *casting*. Os filmes contendo orégano, alecrim e o controle apresentaram espessura média de 0,203, 0,165 e 0,117 mm, respectivamente, demonstrando que a incorporação dos óleos essenciais aumentaram a sua espessura, confirmando as características apresentadas por Ugalde (2014), autor que estudou blendas poliméricas de quitosana e amido de milho com incorporação de óleo essencial de orégano e cravo-da-índia. Mohammad et al. (2012) relatam em seu estudo sobre filmes de quitosana e amido que os valores médios de espessura foram de 0,20 mm, por meio da técnica de *casting*. Abdollahi, Rezaei e Farzi (2012) apresentam valores menores de espessura do que é reportado no presente trabalho, variando de 0,049 e 0,052 mm para filmes de quitosana adicionados de óleo essencial de alecrim e nanoargila de montmorilonita (MMT).

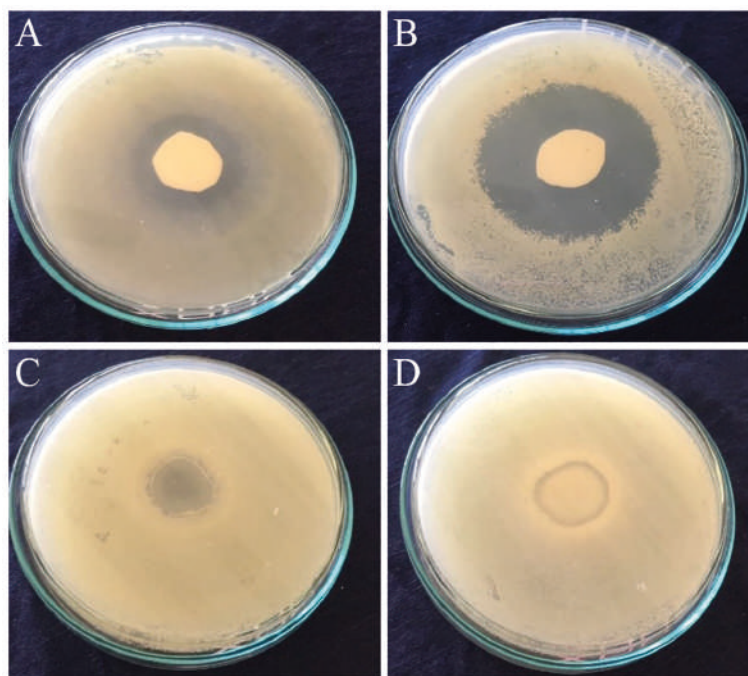
#### 4.1 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE

Em relação à atividade antimicrobiana dos filmes, o filme contendo orégano (FO) apresentou maior halo de inibição contra *S. aureus* e *E. coli*, obtendo di-

âmetro médio de 3 cm e 4,7 cm, respectivamente, em comparação com o filme incorporado com alecrim (FA), que apresentou halo de inibição de 2 cm contra *E. coli* e 1,8 cm contra *S. aureus*, e comparando-se com o filme sem óleo essencial (FC), que não apresentou efeito bactericida frente aos microrganismos em estudo (Figura 5). Comportamento similar foi relatado por Seydrim e Sarikus (2006), que constataram que óleo de orégano na concentração de 2% em filmes de proteína do soro do leite apresentou maior poder antibacteriano contra *S. aureus*, *L. monocitogenes*, *E. coli* e *Lactobacillus plantarum*, em comparação com os filmes contendo óleo de alecrim.

O efeito negativo do filme controle pode estar relacionado à dificuldade em que a quitosana e a gelatina apresentaram em difundir-se pelo meio, através da técnica de difusão de disco, fazendo com que os microrganismos pudessem desenvolver-se livremente ao redor do filme. Fato semelhante foi reportado por Ojagh et al. (2010) e Hafsa et al. (2016) em filmes de quitosana.

**Figura 5** – Halos de inibição dos filmes de gelatina e quitosana: A (FO) contra *E.coli*, B (FO), C (FA) e D (FC) contra *S. aureus*



Fonte: Autoria Própria, 2017.

Bonilla e Sobral (2016) obtiveram resultados contra *S. aureus* e *E. coli* significativos utilizando filmes de quitosana e gelatina incorporados com óleo de



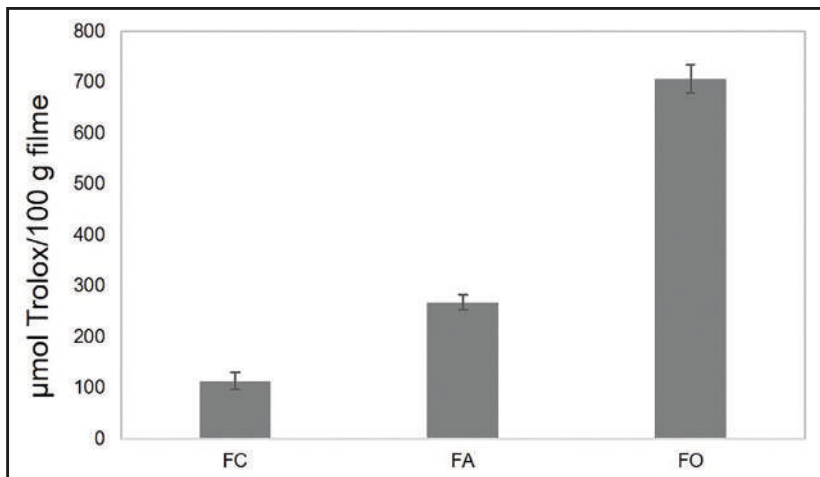
alecrim, sendo que os halos de inibição variaram de 23 a 26 mm. Gómez-Estaca et al. (2010) relataram que filmes à base de gelatina de pele de peixe com adição de óleo essencial de orégano apresentaram ampla capacidade inibitória contra diferentes microrganismos deteriorantes de alimentos, indicando que sua utilização se torna promissora, visando a um aumento de vida útil de alimentos.

Hafsa et al. (2016) estudaram propriedades antimicrobianas de filmes de quitosana incorporados com óleo essencial de *Eucalyptus globulus*, nas concentrações de 1% a 4%, contra *S. aureus*, *E. coli*, e *Pseudomonas aeruginosa*, e observaram que à medida que as concentrações de óleo aumentavam, os halos de inibição apresentavam valores maiores para as bactérias, obtendo maiores valores para *E. coli*, que variaram de 54,53 a 153,37 mm<sup>2</sup>.

Ojagh et al. (2010) obtiveram valores significativos de halos de inibição contra bactérias Gram positivas e Gram negativas, utilizando filmes de quitosana com óleo essencial de canela na concentração de 2%, sendo que para a bactéria *L. sakei* apresentou maior halo, no valor de 57,23 mm<sup>2</sup>.

Com relação à atividade antioxidante dos filmes, determinada pelo método DPPH, verificou-se que o filme controle e com adição de óleo de alecrim apresentaram baixa capacidade antioxidante quando comparados ao filme adicionado de orégano (Figura 6). Porém, ainda houve certa atividade antioxidante, mesmo sem a adição de óleos essenciais, e isso pode estar relacionado aos grupamentos amino presentes em sua estrutura, que possivelmente reagiram com os radicais livres (YUAN; CHEN; LI, 2016).

**Figura 6** - Atividade antioxidante dos filmes de gelatina e quitosana adicionados de óleo essencial de alecrim e orégano





O maior valor de atividade antioxidante de FO corrobora os resultados de atividade antimicrobiana apresentados anteriormente. Tal característica pode ser explicada pelo fato de o óleo de orégano possuir maior quantidade de compostos fenólicos, como timol e carvacrol (BOUNATIROU et al., 2007).

Estudos realizados por Takayama et al. (2016) relatam que o óleo essencial de alecrim apresentou capacidade antioxidante por possuir 28,5% de cineol, 27,7% de cânfora e 21,3% de alfa-pineno em sua composição, e os autores indicam que os monoterpenos são os principais responsáveis pela ação antioxidante do mesmo. Neste trabalho, diferentemente do óleo de orégano, seria necessário adicionar uma concentração maior de óleo de alecrim nos filmes para poder visualizar uma atividade antimicrobiana e antioxidante significativa.

## 4.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS

Adequadas propriedades mecânicas e de barreiras são requeridas em uma embalagem com a função de proteger a integridade do alimento e garantir uma maior vida útil do mesmo. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de propriedades mecânicas, em termos de resistência máxima a tração (T), alongação na ruptura (E) e módulo de Young (MY).

**Tabela 1** – Propriedades mecânicas de filmes de gelatina e quitosana adicionados de óleos essenciais

<b>Formulação</b>	<b>T (MPa)</b>	<b>E (%)</b>	<b>MY (MPa)</b>
FC	16,9 ± 2,7 <sup>a</sup>	50,5 ± 18,2 <sup>a</sup>	253,8 ± 29,1 <sup>a</sup>
FO	10,0 ± 2,9 <sup>b</sup>	58,0 ± 15,3 <sup>a</sup>	115,7 ± 11,1 <sup>c</sup>
FA	16,7 ± 2,5 <sup>a</sup>	59,0 ± 13,1 <sup>a</sup>	224,8 ± 9,33 <sup>b</sup>

Letras iguais na coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria Própria, 2017.

O filme FC apresentou resistência à tração de 16,9 MPa, alongação de 50,5% e módulo de Young de 253,8 MPa. Valores superiores foram encontrados por Hosseini et al. (2015) em filmes de gelatina e quitosana, possivelmente devido à diferença na proporção das mesmas. Liu et al. (2012) explicam que as interações que ocorrem entre gelatina e quitosana são fortes devido a ligações de hidrogênio e a formação de complexos entre ânions e cátions dos dois polímeros, sugerindo que a quitosana apresenta grupos mais reativos que auxiliam na interação com a gelatina, fortalecendo o filme.

A partir dos dados obtidos, observa-se que a adição de óleo essencial de orégano causou uma redução média de 62,5% na resistência à tração e de 45,5%

no módulo de Young. Isso pode ser atribuído ao efeito plastificante do óleo de orégano, que causou uma redução na interação polímero-polímero, conduzindo à descontinuidade da matriz do filme. A redução da continuidade e a falta de coesão da estrutura do filme diminuí, desta forma, a resistência à tração (TONGNUAN-CHAN et al., 2015). Para a elongação na ruptura não foi verificada diferença significativa entre as amostras. Comportamento similar foi reportado por Hosseini et al. (2015) em filmes compósitos de gelatina e quitosana, adicionados de diferentes concentrações de óleo de orégano (0,4 a 1,2%), e por Pelissari et al. (2009), em filmes de amido de mandioca e quitosana a adicionados de óleo de orégano.

A incorporação de óleo de alecrim não afetou de forma significativa as propriedades mecânicas dos filmes. Entretanto, Bonilla e Sobral (2016) encontraram valores de elongação maiores com filmes de quitosana e gelatina adicionados de diferentes extratos etanólicos, incluindo o de alecrim, que foi de 61%, valor levemente superior ao reportado no presente trabalho, que foi de 59%.

Chen et al. (2016) incorporaram diversas concentrações de nanoemulsão de óleo de canela em filmes de quitosana e observaram que os valores de módulo de Young e tração decaíram em comparação com o filme de quitosana sem adição de óleo. Benavides et al. (2012) produziram filmes de alginato com adição de óleo essencial de orégano em concentrações que variaram de 0,5 a 1,5%. Os autores verificaram que os valores de elongação na ruptura elevavam-se à medida que aumentava-se a concentração de óleo (2,2 a 3,7%), e no teste de tração, os valores decaíram conforme adicionou-se o óleo essencial, variando de 71,0 MPa do filme controle a 31,1 MPa, com 1,5% de óleo.

### 4.3 PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA, UMIDADE E SOLUBILIDADE

Os resultados de permeabilidade ao vapor de água (PVA), solubilidade e umidade dos filmes estão dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2** – PVA, solubilidade e umidade de filmes de gelatina e quitosana adicionados de óleos essenciais

<b>Formulação</b>	<b>PVA x 10<sup>7</sup>(g/h.m.Pa)</b>	<b>Solubilidade (%)</b>	<b>Umidade (%)</b>
FC	2,17±0,25 <sup>b</sup>	66,50 ± 3,76 <sup>a</sup>	5,07±2,43 <sup>a</sup>
FO	3,25±0,12 <sup>a</sup>	53,37 ± 3,91 <sup>b</sup>	5,22±1,02 <sup>a</sup>
FA	2,45±0,22 <sup>a,b</sup>	68,01 ± 1,31 <sup>a</sup>	5,09±2,34 <sup>a</sup>

Letras iguais na coluna não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Para PVA, o filme FO se sobressaiu, apresentando maior valor em relação às demais formulações. Fato discrepante do reportado por Gallo et al. (2000), que enfatizam que a adição de substâncias hidrofóbicas como óleos essenciais diminui a interação da matriz do filme com moléculas de água, conferindo um caráter mais hidrofóbico.

O incremento na PVA também foi observado em filmes de gelatina de peixe e quitosana adicionados de óleo de orégano (HOSSEINI et al., 2015) e filmes de gelatina e quitosana adicionados de diferentes extratos vegetais (BONILLA; SOBRAL, 2016). Provavelmente, os óleos essenciais não conseguiram se ligar quimicamente com os polímeros constituintes (gelatina e quitosana), fazendo surgir zonas de descontinuidade na matriz polimérica, o que provocou a perda de coesão do filme e assim facilitou a difusão de vapor de água (BONILLA; SOBRAL, 2016).

Wong et al. (1992) formularam filmes de quitosana a 1% pela técnica de *casting*, adicionaram ácido palmítico e estudaram o efeito que este ácido graxo causou, que consistiu no aumento da permeabilidade ao vapor de água, que pode ser explicado pela heterogeneidade da matriz do filme. Tognuanchan et al. (2015) reportaram que filmes a base de gelatina com incorporação de óleo de palma apresentaram redução significativa na PVA, utilizando concentrações de 25 a 75% de substância hidrofóbica.

A solubilidade em água dos filmes variou de 53,37 a 68,01%, e valores próximos foram encontrados por Hosseini et al. (2015) em filmes de gelatina e quitosana adicionados de óleo de orégano. O filme FO apresentou solubilidade significativamente menor que as demais amostras, não corroborando os resultados de PVA. Comportamento similar foi observado por Oliveira et al. (2017) em filmes de proteína do soro de leite incorporados de óleo de orégano, e os autores atribuem este fato ao caráter hidrofóbico do óleo.

O valor de umidade dos filmes não diferiu estatisticamente, diferente do reportado por Hafsa et al. (2016), que demonstraram em seu estudo que o teor de umidade dos filmes de quitosana com óleo essencial de eucalipto apresentou diminuição significativa, demonstrando também baixa solubilidade em água (30,92%).

#### 4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO PRESUNTO EMBALADO A VÁCUO

Os presuntos embalados a vácuo contendo filmes de quitosana e gelatina com e sem adição de óleos essenciais foram submetidos ao armazenamento refrigerado durante 35 dias. A partir da Figura 7, nota-se a aparência das fatias de

presunto no momento em que foram embalados em sacos plásticos e selados a vácuo. O filme FO, logo ao ser embalado com o presunto apresentou coloração esbranquiçada e os filmes FC e FA incharam ao entrar em contato com o presunto, possivelmente devido à migração de água do presunto para o filme.

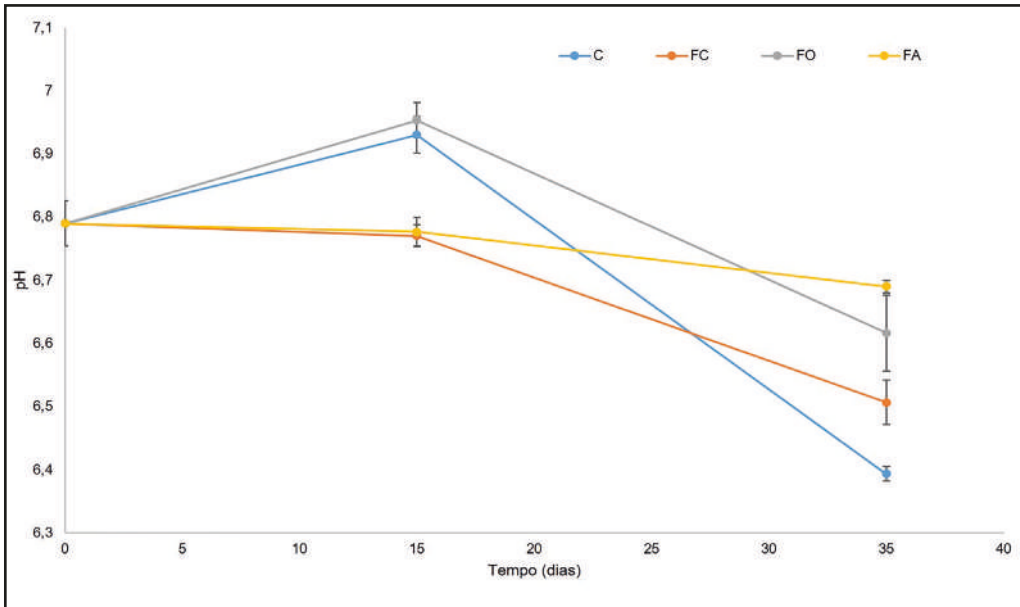
**Figura 7-** Presunto recoberto com os filmes FC, FO e FA e embalado a vácuo



Fonte: Autoria Própria, 2017.

Os valores do pH de presuntos embalados à vácuo com embalagens biodegradáveis e armazenados durante 35 dias estão apresentados na Figura 8. Foi possível observar que em até 15 dias de armazenamento os valores de pH foram estatisticamente iguais, indicando que possivelmente o método de acondicionamento a vácuo ajudou a manter as características iniciais do produto. Após 35 dias, o pH do presunto em diferentes tratamentos apresentou diferenças, sendo que os menores valores foram para as amostras C (6,39) e FC (6,51). Tal fato pode ser explicado devido à presença dos óleos essenciais na composição dos filmes, visto que eles possuem caráter antimicrobiano e antioxidante, e impediu a multiplicação de bactérias lácticas. Essas bactérias são responsáveis por produzirem ácidos orgânicos, contribuindo para a diminuição do pH e desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis aos produtos cárneos (KORKEALA; MAKELA, 1989). Valores baixos de pH podem ocasionar a oxidação da mioglobina interferindo também na cor do produto.

**Figura 8** – Valores de pH de presunto embalado a vácuo com filmes de gelatina e quitosana contendo óleos essenciais



Fonte: Autoria Própria, 2017.

De acordo com Fernandes (2015), o valor de pH de linguixas acondicionados em embalagem ativa contendo óleo essencial de orégano teve uma redução não acentuada em comparação com o tratamento controle realizado pelo autor.

Avaliando o efeito do tempo de armazenamento, verificou-se que o pH das amostras FO e FA se manteve constante, sugerindo que os óleos essenciais proporcionaram um efeito protetivo ao presunto durante 35 dias de armazenamento. Rodrigues (2015) embalou presunto fatiado com laminados de amido e PLA com e sem nanopartículas de prata e obteve valores de pH menor que 6, o que pode influenciar na alteração da cor do produto cárneo.

A estabilidade oxidativa dos presuntos embalados a vácuo com filmes de gelatina e quitosana contendo óleos essenciais foi avaliada pela determinação do índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), e os resultados estão resumidos na Tabela 3.

**Tabela 3** - Valores de Oxidação lipídica do presunto embalado a vácuo com filmes de gelatina e quitosana contendo óleos essenciais

<b>Tempo (dias)</b>	<b>C</b>	<b>FC</b>	<b>FO</b>	<b>FA</b>
0	0,66±0,097 <sup>aB</sup>	0,66±0,097 <sup>aB</sup>	0,66±0,097 <sup>aB</sup>	0,66±0,097 <sup>aB</sup>
15	0,82±0,07 <sup>aA,B</sup>	0,80±0,17 <sup>aB</sup>	0,90±0,11 <sup>aB</sup>	0,85±0,15 <sup>aAB</sup>
35	0,96±0,07 <sup>bA</sup>	1,16±0,04 <sup>aA</sup>	1,01±0,05 <sup>abA</sup>	1,08±0,09 <sup>abA</sup>

Letras minúsculas na linha e letras maiúscula na coluna iguais não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Durante os 15 dias de armazenamento não houve alteração significativa nos valores de oxidação lipídica do presunto. Após 35 dias de armazenamento, os maiores valores de oxidação lipídica foram observados nas amostras FC, FO e FA. Embora os filmes FC, FO e FA tenham apresentado atividade antioxidante (Figura 6), a partir dos resultados de oxidação lipídica não foi possível observar um efeito antioxidante dos filmes quando aplicados como embalagem ativa para presunto.

Ao final do armazenamento, as amostras C e FC começaram a apresentar pequenas manchas de fluorescência. De acordo com Frankel (1984), a fluorescência é formada pela reação de produtos secundários da oxidação, como o malonaldeído, que é um agente forte de ligação cruzada, com grupamentos amino de proteínas e DNA. Dessa forma, pode-se inferir que a oxidação lipídica do presunto está relacionada com o surgimento de manchas de fluorescência.

Entretanto, neste trabalho não foi verificado tal comportamento, pois as amostras FO e FA apresentaram maiores valores de oxidação lipídica, mas não se verificou a presença de manchas de fluorescência em sua superfície. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de o óleo presente no filme ter migrado para o presunto e ter sofrido reações de oxidação durante o armazenamento – tais compostos também foram quantificados no momento da análise.

Torres e Okani (1997) evidenciam que valores de TBARS até 1,59 mg de malonaldeído/kg de produto são incapazes de causar alterações sensoriais perceptíveis e de saúde ao consumidor, deixando evidente que o presente trabalho se encontra dentro dos limites descritos anteriormente. Já Greene e Cumuze (1982) estabelecem que 2 mg de malonaldeído/kg é aceitável em produtos cárneos.

Os parâmetros de cor, expressos em termos de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , estão descritos na Tabela 4. Foi possível observar que durante os 15 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre as amostras para todos os parâmetros avaliados. Após 35 dias, para o parâmetro  $L^*$  (luminosidade), o FC se mostrou

menor, enquanto que os outros tratamentos aumentaram os valores, indicando que os presuntos estavam com coloração mais clara.

De uma forma geral, ao final do armazenamento houve alteração na coloração do presunto, independentemente do tipo de filme utilizado. A coloração vermelha ( $a^*$ ) teve redução e a coloração amarela ( $b^*$ ) teve elevação e pode estar relacionada com a oxidação lipídica e com a oxidação dos pigmentos. O nitrosohemocromo, pigmento característico de produtos cárneos cozidos curados, pode ter oxidado para metamioglobina desnaturada ou houve a formação de porfirinas oxidadas (coloração verde, amarelo ou incolor).

**Tabela 4** – Parâmetros de cor do presunto embalado a vácuo com filmes de gelatina e quitosana contendo óleos essenciais

		<b>Tempo (dias)</b>		
		<b>0</b>	<b>15</b>	<b>35</b>
$L^*$	C	67,13±1,12 <sup>a</sup>	66,63±1,70 <sup>a</sup>	69,33±1,96 <sup>a</sup>
	FC		66,00±1,75 <sup>a</sup>	65,20±1,24 <sup>c</sup>
	FO		66,28±1,48 <sup>a</sup>	67,67±1,49 <sup>a,b</sup>
	FA		65,90±1,46 <sup>a</sup>	66,93±1,46 <sup>b,c</sup>
$a^*$	C	6,24±0,74 <sup>a</sup>	6,05±1,27 <sup>a</sup>	6,56±1,00 <sup>a</sup>
	FC		6,32±0,72 <sup>a</sup>	6,42±0,67 <sup>a,b</sup>
	FO		6,27±0,65 <sup>a</sup>	5,41±0,57 <sup>b,c</sup>
	FA		6,20±0,59 <sup>a</sup>	4,63±1,14 <sup>c</sup>
$b^*$	C	9,42±0,38 <sup>a</sup>	9,88±0,41 <sup>a</sup>	11,09±0,49 <sup>a</sup>
	FC		9,90±0,51 <sup>a</sup>	10,83±0,36 <sup>a,b</sup>
	FO		9,81±0,39 <sup>a</sup>	11,14±0,40 <sup>a,c</sup>
	FA		9,59±0,50 <sup>a</sup>	10,34±0,55 <sup>b,c</sup>

Letras iguais na coluna não diferem entre si ( $p_0 > 0,5$ ) pelo teste de Tukey.

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Os resultados da contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e da contagem total de bactérias lácticas estão na Tabela 5.

**Tabela 5** – Contagem de microrganismos mesófilos e bactérias lácticas em presunto embalado a vácuo com filmes de gelatina e quitosana contendo óleos essenciais

<b>Mesófilos (UFC/g)</b>	<b>0</b>	<b>15 dias</b>	<b>35 dias</b>
C	73	$2,8 \times 10^3$	>10
FC	-	25	>10
FO	-	>10	>10
FA	-	75	>10
<b>Bactérias lácticas (UFC/g)</b>	<b>0</b>	<b>15 dias</b>	<b>35 dias</b>
C	30	>10	$1,3 \times 10^3$
FC	-	>10	25
FO	-	>10	>10
FA	-	>10	5

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Durante o armazenamento refrigerado por 35 dias, não foi possível visualizar diferença entre os tratamentos para os microrganismos mesófilos. Para as bactérias lácticas, a amostra C apresentou maior contagem com relação às demais, sugerindo um leve efeito protetivos dos filmes no desenvolvimento de bactérias lácticas.

De acordo Slongo (2008), as bactérias ácido-láticas são microrganismos deteriorantes de produtos cárneos cozidos refrigerados à vácuo, que causam características indesejáveis a esses produtos. No presente trabalho, a contagem de bactérias lácticas foi baixa e com evolução lenta, comparada com Geitenes et al. (2013), que obtiveram crescimento de aproximadamente 7 log UFC/g de bactérias lácticas em presunto embalado a vácuo e armazenado por 45 dias.

Rodrigues (2015) utilizou embalagens biodegradáveis a base de amido e poli (ácido láctico) contendo nanopartículas de prata em presunto fatiado e verificou redução na contagem de microrganismos mesófilos e psicrotróficos durante 10 dias de armazenamento refrigerado.

Menezes (2016), aplicou óleo essencial de orégano na superfície de presunto fatiado e o embalou à vácuo, deixando-o armazenado durante 45 dias a 6 °C e obteve valores reduzidos de contagem de bactérias lácticas, não atingindo concentrações maiores que  $9,0 \times 10^5$  UFC/g.

Bressan et al. (2007), em seu estudo utilizando embalagens com atmosfera modificada, apresentaram valores reduzidos de contagem de aeróbio mesófilos em presunto, que foi de  $2 \times 10^2$  UFC/g sob atmosfera modificada e  $<10^1$  UFC/g para presuntos a vácuo.



## 5 CONCLUSÃO

Foi possível a produção de filmes biodegradáveis de gelatina e quitosana incorporados de óleos essenciais de orégano e alecrim com boa manuseabilidade, considerável resistência à tração e alongação na ruptura. Entretanto, somente o filme contendo óleo de orégano apresentou atividade antibacteriana contra *E. coli* e *S. aureus* e relevante potencial antioxidante.

A aplicação do filme contendo óleo de orégano em presunto embalado à vácuo auxiliou na redução da contagem de bactérias lácticas, mas não foi possível verificar o seu efeito antioxidante após 35 dias de armazenamento. Assim, estudos adicionais ainda são necessários para viabilizar a aplicação de filmes de gelatina e quitosana ativos em alimentos.

## REFERÊNCIAS

ABDOLLAHI, M.; REZAEI, M.; FARZI, G. A Novel Active Bionanocomposite Film Incorporating Rosemary Essential Oil and Nanoclay Into Chitosan. *Journal of food Engineering*, v. 111, p. 343-350, 2012.

ABDOU, E. S.; NAGY, K. S. A.; ELSABEE, M. Z. Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Local Sources. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 1359-1367, 2008.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis: 930.04. Moisture Content in Plants*, v. 1, n. 40, 1990.

ARFA, A. B.; CHRAKABANDHU, Y.; PREZIOSI-BELLOY, L.; CHALIER, P.; GONTARD, N. Coating Papers with Soy Protein Isolates As Inclusion Matrix of Carvacrol. *Food Research International*, v. 40, n. 1, p. 22-32, 2007.

ASTM. American Society for Testing and Materials. *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. ASTM E96-00*, Philadelphia, 8, 2000.

ASTM. American Society for Testing and Materials. *Standard Test Method for Tensile Properties Of Thin Plastic Sheeting. D882-00*, Philadelphia, 08.01, 9, 2001.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. D. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 20, n. 3, p. 337-341, 2000.

BAKKALI, F. et al. Biological Effects of Essential Oil - A Review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BENAVIDES, S.; VILLALOBOS-CARVAJAL, R.; REYES, J. E. Physical, Mechanical and Antibacterial Properties of Alginate Film: Effect of the Cross-linking Degree And Oregano Essential Oil Concentration. *Journal of Food Engineering*, v. 110, p. 232-239, 2012.

BERTAN, L. C. *Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos a base de gelatina, ácidos graxos e breu branco*. 149f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BIGI, A.; BRACCI, B.; COJAZZI, G.; PANZAVOLTA, S.; ROVERI, N. Drawn Gelatin Films with Improved Mechanical Properties. *Biomaterials*, v. 19, n. 24, p. 2335-2340, 1998.

BITENCOURT, C. M. *Desenvolvimento e aplicação de filmes à base de gelatina aditivados com extrato etanólico de cúrcuma (Curcuma longa L.)*. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

BONILLA, J.; SOBRAL, P. J. A. Investigation of the Physicochemical, Antimicrobial and Antioxidant Properties of gelatin-Chitosan Edible Film Mixed with Plant Ethanolic Extracts. *Food Bioscience*, v. 16, p. 17-25, 2016.

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M. L.; BLIXT, Y. Bacterial Spoilage of Meat and Cured Meat Products. *International Journal of Food Microbiology*, v. 33, n. 1, p. 103-120, 1996.

BOUNATIROU, S.; SMITI, S.; MIGUEL, M. G.; FALEIRO, L.; REJEB, M. N.; NEFFATI, M.; COSTA, M. M.; FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.;

PEDRO, L. G. Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities of the Essential Oils Isolated from *Tunisian Thymus Capitatus* Hoff. et Link. *Food Chemistry*, v. 105, p. 146-155, 2007.

BOZIN, B.; MIMICA-DUKIC, N.; SIMIN, N.; ANACKOV, G. Characterization of the Volatile Composition of Essential Oil of Some Laminaceae Spices and the Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Entire Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, n. 5, p. 1822-1828, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. *Regulamento técnico de identidade e qualidade de presunto*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRESSAN, M. C.; LODI, F.; FERREIRA, M. W.; ANDRADE, P. L.; BOARI, C. A.; PICCOLI, R. H. Influência da embalagem na vida útil de presuntos fatiados. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 2, p. 433-438, 2007.

BRUNA, J. M.; ORDÓÑEZ, J. A.; FERNÁNDEZ, M.; HERRANZ, B.; HOZ, L. de la. Microbial and Physico-Chemical Changes Turing the Ripening of Dry Fermented Sausages superficially Inoculated with or Having Added an Intracellular Cell-Free Extract of *Penicillium aurantiogriseum*. *Meat Science*, v. 59, p. 87-96, 2001.

BURT, S. Essential oils: Their Antimicrobial Properties and Potential Applications in Food – a Review. *International Journal of Food Microbiology*, v. 94, p. 223-253, 2004.

CHEN, H.; HU, X.; CHEN, E.; WU, S.; MCCLEMENTS, D. J.; LIU, S.; LI, B.; LI, Y. Preparation, Characterization, and Properties of Chitosan Films with Cinnamaldehyde Nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*, v. 61, p. 662-671, 2016.

CHIOU, B. S. et al. Cold water Fish Gelatin Films: Effects of Cross-linking on Thermal, Mechanical, Barrier, and Biodegradable Properties. *European Polymer Journal*, v. 44, p. 3748-3753, 2008.

COMA, V. Bioactive Packaging Technologies for Extend Shelf Life of Meat-Based Products. *Meat Science*, v. 78, n. 1-2, p. 90-103, 2008.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. D. Aromas, insetos e plantas. *Ciência Hoje*, v. 4, n. 23, p. 54-63, 1986.

CORNFORTH, D. Colour Meat – Its Basis And Importance. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product*. Black Academic & Professional, 1994. chap. 2, p. 34-78. (Advances in Meat Research Series, v. 9).

CUQ, B.; AYMARD, C.; CUQ, J. L.; GUILBERT, S. Edible Packaging Films Based on Fish Myofibrillar Proteins: Formulation and Functional Properties. *Journal of Food Science*, v. 60, n. 6, p. 1369-1374, 1995.

DAPKEVICIUS, A.; VENSKUTONIS, R.; VAN BEEK, T. A. LINSSEN, J. P. H. Antioxidant Activity of Extracts Obtained by Different Isolation Procedures from Some Aromatic Herbs Grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 77, n. 1, p. 140-146, 1998.

DUTTA, P. K. et al. Perspectives for Chitosan Based Antimicrobial Films in Food Applications. *Food Chemistry*, v. 114, n. 4, p. 1173-1182, 2009.

EBURNE, R. C.; PRENTICE, G. Modified Atmosphere Packed Ready to Cook and Ready to Eat Meat Products. In: MAN, C. M. D.; JONES, A. A. *Shelf life evaluation of foods*. Boston: Springer, 1996. p. 156-178.

ELSABEE, M. Z.; ABDU, E. S. Chitosan Based Edible Films and Coatings: A Review. *Material Science and Engineering*, v. 33, p. 1819-1841, 2013.

FERNANDES, R. P. F. B. *A valiação do potencial de revestimentos de origem proteica incorporados com extratos e/ou óleos essenciais de plantas aromáticas na preservação de produtos cárneos*. 130 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

FLAMINI, G.; CIONI, P.L.; MORELLI, I.; MACCHIA, M.; CECCARINI, L.; Main Agronomic Productive Characteristics of two Ecotypes of *Rosmarinus Officinalis* L. and Chemical Composition of their Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, p. 3512-3517, 2002.

FRANKEL, E. N. Lipid Oxidation: Mechanisms, Products and Biological Significance. *Agricultural Research Service*, v. 61, n. 12, 1984.

GALLO, J. A. Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipid Hydrophobicity, Physical State and Distribution Effects on the Properties of Emulsion-based Films. *Journal of Membrane Science*, v. 180, n. 1, p. 37-46, 2000.

GEITENES, S.; OLIVEIRA, M. F. B.; KALSCHNE, D. L.; SARMENTO, C. M. P. Modelagem do crescimento de bactérias lácticas e análise microbiológica em apresuntado e presunto cozido fatiados e embalados a vácuo. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 15, n. 1, p. 113-133, 2013.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. L. Moisture Adsorption by Grain Protein Films. *Transactions of ASAE*, v. 37, n. 2, p. 535-539, 1994.

GÓMEZ-ESTACA, J.; LACEY, A. L.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MONTERO, P. Biodegradable Gelatin-chitosan Films Incorporated with Essential Oils As Antimicrobial Agents for Fish Preservation. *Food Hydrocolloids*, v. 27, n. 7, p. 889-896, 2010.

\_\_\_\_\_.; MONTERO, P.; FERNÁNDEZ-MARTÍN, F.; ALEMÁN, A.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Physical and Chemical Properties of Tuna-skin and Bovine-hide Gelatin Films with Added Aqueous Oregano And Rosemary Extracts. *Food Hydrocolloids*, v. 23, n. 5, p. 1334-1341, 2009.

GONTARD, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging: Technology and Properties of Edible and/or Biodegradable Material of Agricultural Origin. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 1, p. 3-15. 1996.

\_\_\_\_\_.; CUQ, J. L. Edible Wheat Gluten Films: Influence of the Main Process Variables on Film Properties Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science*, v. 57, n. 1, 1992.

GRAY, J. I. Measurement of Lipid Oxidation: A Review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 55, p. 539-546, 1978.

GREENE, B. E.; CUMUZE, T. H. Relationship Between TBA Numbers and Inexperienced Panelists Assessments of Oxidized Flavor in Cooked Beef. *Journal of Food Science*, v. 47, n. 1, p. 52-54, 1982.

HAFSA, J.; SMACH, M.; KHEDHER, M. R. B.; CHARFEDDINE, B.; LIMEN, K.; MAJDOUB, H.; ROUATBI, S. Physical, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Chitosan Films Containing Eucalyptus Globulus Essential Oil. *LWT- Food Science and Technology*, v. 68, p. 356-364, 2016.

HOLLEY, R. A. Impact of Slicing Hygiene Upon Shelf Life and Distribution of Spoilage Bacteria in Vacuum Packaged Cured Meats. *Food Microbiology*, v. 14, p. 201-211, 1997.

HOSSEINI, S. F.; REZAEI, M.; ZANDI, M.; FARAHMANDGHAVI, F. Bio-based Composite Edible Films Containing Origanum Vulgare L. Essential Oil. *Industrial Crops and Products*, v. 67, p. 403-413, 2015.

\_\_\_\_\_.; GHAVI, F. F. Preparation and Functional Properties of Fish Gelatin-Chitosan Blend Edible Films. *Food Chemistry*, v. 136, n. 3-4, p. 1490-1495, 2013.

JRIDI, M.; HAJJI, S.; AYED, H. B.; LASSOUED, I.; MBAREK, A.; KAMMOUN, M.; SOUISSI, N.; NASRI, M. Physical, Structural, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Gelatin-Chitosan Composite Edible Films. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 67, p. 373-379, 2014.

KADRI, A.; ZARAI, Z.; CHOBBA, I. B.; BÉKIR, A.; GHARSALLAH, N.; DAMAK, M.; GDOURA, R. Chemical Constituents and Antioxidant Properties

Of *Rosmarinus Officinalis* L. Essential Oil Cultivated from the South-Western of Tunisia. *Journal os Medicinal Plants Research*, v. 25, n. 5, p. 5999-6004, 2011.

KANATT, S. R.; CHANDER, R.; SHARMA, A. Chitosan and Mint Mixture: A New Preservative for Meat and Meat Products. *Food Chemistry*, v. 107, n. 2, p. 845-852, 2008.

KANNER, J. Oxidative Process in Meat and Meat Products: Quality Implications. *Meat Science*, v. 36, p. 169-189, 1994.

KARIM, A. A.; BHART, R. Fish Gelatin: Properties, Challenges, and Prospects as an Alternative to Mammalian Gelatins. *Food Hydrocolloids*, v. 23, p. 563-576, 2009.

KORKEALA, H.; MAKELA, P. Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Vacuum-packed Cooked Ring Sausages. *International Journal of Food Microbiology*, v. 9, p. 33-43, 1989.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. *Food Technology*, v. 51, n. 2, p. 60-74, 1997.

KUBOW, S. Routes of Formation and Toxic Consequences of Lipid Oxidation Products in Foods. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 12, p. 63-81, 1992.

LIU, L.; KERRY, J. F.; KERRY, J. P. Effect of Food Ingredients and Select Lipids on the Physical Properties of Extruded Edible Films/Casings. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 41, p. 295-302, 2006.

LIU, Z.; GE, X.; LU, Y.; DONG, S.; ZHAO, Y.; ZENG, M. Effects of Chitosan Molecular Weight and Degree of Deacetylation on the Properties of Gelatin-based Films. *Food Hydrocolloids*, v. 26, n. 1, p. 311-317, 2012.

LOREVICE, M. V.; MOURA, M. R.; MATTOSO, L. H. C. Nanocompósito de polpa de mamão e nanopartículas de quitosana para aplicação em embalagens. *Química Nova*, v. 37, n. 6, p. 931-936, 2014.

MARANGON, C. A.; MARTINS, V. C. A.; LEITE, P. M. F.; SANTOS, D. A.; NITSCHKE, M.; PLEPIS, A. M. G. Chitosan/gelatin/copaiba Oil Emulsion Formulation and Its Potential On Controlling The Growth Of Pathogenic Bacteria. *Industrial Crops and Products*, v. 99, p. 163-171, 2017.

MASANGO, P. Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 8, p. 833-839, 2005.

MELO, A. A. M. *Efeito de filme ativo incorporado com óleo essencial de alecrim (Rosmarinus officinalis L.) na conservação de carnes de frango desfiado*. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MENEZES, N. M. C. *Efeito da adição de óleo essencial de orégano sobre a vida útil de presunto fatiado a vácuo: modelagem em condições isotérmicas e não isotérmicas*. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MOHAMMAD, O. T.; RAHMAN, N.; HAQUE, M. E.; KHAN, R. A.; DAFAD-ER, N. C.; ISLAM, R.; NURNAB, M.; TONNY, W. Modification of Mechanical and Thermal Property of Chitosan-Starch Blend Films. *Radiation Physics And Chemistry*, v. 81, n. 10, p. 1659-1668, 2012.

NCCLS. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria. *National Committee for Clinical Laboratory Standards*, Wayne, PA, USA, p. 8, 2003.

OJAGH, S. M.; REZAEI, M.; RAZAVI, S. H.; HOSSEINI, S. M. H. Effect of Chitosan Coatings Enriched with Cinnamon Oil on the Quality of Refrigerated Rainbow Trout. *Food Chemistry*, v. 120, p. 193-198, 2010.



OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative Evaluation of the antibacterial Activities of the Essential Oils of *Rosmarinus Officinalis* L. Obtained by Hydrodistillation and Solvent Free Microwave Extraction Methods. *Food Chemistry*, v. 120, p. 308-312, 2010.

OLIVEIRA, S. P. L. F.; BERTAN, L. C.; RENSIS, C. M. V. B.; BILCK, A. P.; VIANNA, P. C. B. V. Whey Protein-based Films Incorporated with Oregano Essential Oil. *Polímeros*, v. 27, n. 2, p. 158-164, 2017.

OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. (Ed.). *Atualidades em ciência e tecnologia de carnes*. São Paulo: Varela, 2006. cap. 15, p. 155-162.

PAGNO, C. H. *Efeito da adição de nanoestruturas, óleos essenciais e quitosana no desenvolvimento de filmes e coberturas biodegradáveis com propriedades antimicrobianas*. 2016. 177f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PELISSARI, F. M.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F.; PINEDA, E. A. G. Antimicrobial, Mechanical and Barrier Properties of Cassava Starch-chitosan Films Incorporated with Oregano Essential Oil. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, v. 57, n. 6, p. 7499-7504, 2009.

PERINEAU, F.; GANOU, L.; VILAREM, G. Studying Production of Lovage Essential Oils in a Hydrodistillation Pilot Unit Equipped with a Cohobation System. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, v. 53, p. 165-171, 1992.

RAVI KUMAR, M. N. V. A Review on Chitin and Chitosan Applications. *Reactive and Functional Polymers*, 46, p. 1-27, 2000.

RODRIGUES, R. M. S. *Produção e aplicação de embalagens ativas biodegradáveis na conservação de presunto fatiado*. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

ROMANI, V. P.; PRENTICE-HERNANDEZ, C.; MARTINS, V. G. Active and Sustainable Material from Rice Starch, Fish Protein and Oregano Essential Oil for Food Packaging. *Industrial Crops and Products*, v. 97, p. 268-274, 2016.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PERES-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *Comunicado técnico: EMBRAPA*, 2007.

SEYDIM, A. C.; SARIKUS, G. Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Films Incorporated with Oregano, Rosemary and Garlic Essential Oils. *Food Research International*, v. 39, p. 639-644, 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. dos; GOMES, R. A. R. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 536 p.

SILVEIRA, S. M.; JUNIOR, A. C.; SCHEUERMANN, G. N.; SECCHI, F. L.; VIEIRA, C. R. W. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils from Selected Herbs Cultivated in The South of Brazil Against Food Spoilage and Foodborne Pathogens. *Ciência Rural*, v. 42, p. 1300-1306, 2012.

SHIH, F. F. Edible Films From Rice Protein Concentrate and Pullulan. *Cereal Chemistry*, v. 73, n. 3, p. 406-409, 1996.

SHOGREN, R. L.; BAGLEY, E. B. Natural Polymers as Advanced Materials: Some Research Needs and Directions. In: *Biopolymers*. Washington, 1999. (ACS Symposium Series, v. 723). cap. 1. p. 2-11.

SLONGO, A. P. *Uso de alta pressão hidrostática em presunto fatiado: avaliação físico-química e sensorial e modelagem do crescimento microbiano*. 143f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

TAKAYAMA, C.; FARIA, F. M.; ALMEIDA, A. C. A.; DUNDER, R. J.; MANZO, L. P.; SOCCA, E. A. R.; BATISTA, L. M.; SALVADOR, M. J.; SOUZA-BRITO, A. R. M.; FERREIRA, A. L. Chemical Composition of Rosmarinus Officinalis Oil and Antioxidant Action Against Gastric Damage Induced by Absolute Ethanol in the Rat. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 6, n. 8, p. 677-681, 2016.

TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S.; PRODPRAN, T.; NILSUWAN, K. Emulsion Film Based on Fish Skin Gelatin and Palm Oil: Physical, Structural and Thermal Properties. *Food Hydrocolloids*, v. 48, p. 248-259, 2015.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. *Revista Nacional da Carne*, v. 243, p. 68-76, 1997.

UGALDE, M. L. *Biofilmes ativos com incorporação de óleos essenciais*. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, Erechim, 2014.

VELDHUIZEN, E. J.; TJEERDSMAN-VAN BOKHOVEN, J. L. M.; ZWEIJTZER, C.; BURT, S. A.; HAAGSMAN, H. P. Structural Requirements for the Antimicrobial Activity of Carvacrol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, n. 5, p. 1874-1879, 2006.

WEI, A.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant/Lipoxygenase Inhibitory Activities and Chemical Compositions of Selected Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 12, p. 7218-7225, 2010.

WONG, D. W. S.; GASTINEAU, F. A.; GREGORSKI, K. S.; TILLIN, S. J.; PAVLATH, A. E. Chitosan-Lipid Films: Microstructure and Surface Energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 40, n. 4, p. 540-544, 1992.

YUAN, G.; CHEN, X.; LI, D. Chitosan Films and Coatings Containing Essential Oils: The Antioxidant and Antimicrobial Activity, and Application in Food Systems. *Food Research International*, v. 89, p. 117-128. 2016.

# Capítulo 10

## **ANÁLISE DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS: UM ESTUDO DAS EMBALAGENS DE PÃES DE FÔRMA**

*Suellen Santos Kikuchi Ribeiro  
João Cairo Ferreira  
Marco Antônio Ferreira*

### **1 INTRODUÇÃO**

O pão está entre os alimentos que mais prevalece na construção da dieta do brasileiro, com alto consumo diário e em proporções próximas entre o público masculino e feminino, além de ser acessível para diferentes rendas familiares. O consumo de pão dentro dos domicílios do Brasil pode chegar a até 6% da quantidade de caloria total da alimentação familiar (SOUZA et al., 2013).

As tendências de consumo dos brasileiros têm passado por um processo de mudança ao longo dos últimos anos, principalmente em relação à alimentação. Os consumidores buscam por variedades e inovações no setor alimentício, mostrando uma postura mais crítica e exigente à criação de novos produtos. Fatores como a individualidade, o ambiente e as alterações emocionais de cada indivíduo devem ser levados em consideração na análise de tendência de consumo de cada grupo de consumidores (GOULART; CHEUNG, 2014).

Parte da mudança na produção de alimentos vem surgindo para acomodar as necessidades do público mais sensível às questões sustentáveis. A publicação da ONU referente ao desperdício mundial de alimentos e a sua relação com o cenário brasileiro têm levado parte da população a se engajar em uma campa-

nha solidária à economia de recursos naturais. A escolha de locais para realizar as refeições é um fator muito importante no país. Segundo Agrocluster (2015), estatísticas apontam que entre os brasileiros que escolhem realizar refeições fora de seus domicílios, cerca de 40% optam por um atendimento especializado em restaurantes à *la carte* e/ou em padarias.

A distribuição da renda é outro fator que influencia diretamente nas decisões alimentares no Brasil, pois apenas uma pequena parcela de cidadãos considerados como mais ricos retém cerca de 30% do rendimento do país, o que indica que o poder de compra de grande parte da população é um fator essencial para traçar o perfil de consumo (AGROCLUSTER, 2015).

Surge então uma nova linha de produção alimentícia, com o intuito de atrair consumidores que buscam produtos e serviços diferenciados, fenômeno denominado “gourmetização” (FERREIRA; VALDUGA; BAHL, 2016). Segundo Sebrae/ABIP (2009), essa tendência de produção e consumo busca atender as necessidades de singularidade dos consumidores, que procuram produtos diferentes, que fogem do padrão, e que os façam ganhar *status* e qualidade de vida.

Para acompanhar o desenvolvimento das novas tecnologias do setor alimentício e atender as demandas das novas tendências de consumo, o setor de panificação passa então a reformular seus espaços físicos e os produtos disponibilizados ao consumidor. Esse crescimento mostra um investimento e uma mudança notável quanto à forma de comercialização e produção desde 2009, período em que cerca de 80% dos estabelecimentos de panificação levaram o título de padarias artesanais, tendo como foco a produção própria e personalizada para consumidores da região em que estavam alocadas, tentando atingir um público maior e mais versátil (SEBRAE/ABIP, 2009).

A importância do pão na cultura brasileira e as alterações sofridas no setor da panificação nos últimos anos são fatores essenciais na análise de mercado e de tendências desse ramo. Devido a isso, é importante avaliar e conhecer os consumidores, os estabelecimentos de panificação e suas rotinas, para que com esses dados seja possível, futuramente, criar um plano estratégico para a melhoria dos processos de desenvolvimento de novos produtos, de produção e divulgação de alimentos de diferentes panificadoras, confeitarias e indústrias com foco em nichos específicos de consumidores.

Um estudo feito entre os anos de 2008 e 2009 mostra que o consumo de pão de sal entre homens e mulheres acima de 10 anos de idade foi de 63%, o que evidencia que ele está entre os alimentos mais consumidos entre o público brasileiro, juntamente com o arroz, o café e o feijão, e de forma homogênea em

todo território, não havendo uma região em que ele prevaleça em comparação as outras (SOUZA et al., 2013).

As mudanças de hábitos de consumo estão cada vez mais presentes, principalmente entre as faixas etárias mais novas. No mesmo estudo, foi verificado que adolescentes não incluíram nenhuma hortaliça em sua dieta básica e citaram o consumo de doces, biscoitos e bebidas lácteas, o que pode acarretar na redução de consumo de pães, uma vez que esses jovens são os futuros adultos e responsáveis pelas compras de alimentos em suas residências (SOUZA et al., 2013).

Apesar de o pão estar entre os alimentos mais consumidos, essa categoria alimentícia da dieta básica dos brasileiros (categoria em que o pão se encaixa) estão tendo o seu consumo reduzido, como o arroz, por exemplo. Dados recolhidos entre 1974 e 2003 mostram que o consumo *per capita* desses alimentos foram reduzidos, como por exemplo o arroz, que passou de aproximadamente 31kg *per capita* para 17kg (COELHO; AGUIAR; FERNANDES, 2009).

Enquanto o consumo de alimentos da dieta tradicional brasileira vem diminuindo ao longo dos anos, o de frutas e alimentos preparados vem aumentando, devido ao nível de escolaridade dos brasileiros ter melhorado, ao acesso às informações em relação às necessidades nutritivas de cada faixa etária e às mudanças de estrutura das famílias, pois a mulher passa a trabalhar fora de casa e a procurar alimentos mais práticos e rápidos de consumir (COELHO; AGUIAR; FERNANDES, 2009).

Acredita-se que com o passar dos anos a produção de pães venha tentando adapta-se às alterações de comportamento e necessidades dos consumidores, modificando a evolução e a criação de novos produtos, para atender as demandas desse público cada vez mais exigente e para acompanhar as novas tendências de produtos com apelo mais nutritivo e saudável.

O objetivo deste trabalho foi analisar o processo de comunicação a um nicho de consumidores que buscam alimentos saudáveis e realizar um estudo de sobre pães de fôrma funcionais.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS, TENDÊNCIAS DE CONSUMO E CARACTERÍSTICAS MERCADOLÓGICAS INERENTES AO PÃO**

A produção e o consumo de pães ao longo da história difundiu-se e diferenciou-se através das diversas religiões, culturas e filosofias quanto às decisões de investimentos e melhorias das tecnologias na produção alimentícia.

Sabendo-se da importância desse alimento ao redor do mundo, torna-se necessária a análise das particularidades dos consumidores, como também a verificação, por meio da história do pão e de suas mudanças ao longo dos anos, de quais foram as melhorias feitas em seu processo de produção, divulgação e comercialização a fim de atender ao público que busca alimentos mais saudáveis.

## 2.1 O PÃO, SUA HISTÓRIA E CONTEXTO MUNDIAL

Não é possível determinar precisamente a história do pão, assim como a cronologia e a evolução dos costumes e estilo de vida humano, porém, estima-se que esse alimento faça parte da dieta humana por pelo menos 500 mil anos. Há indícios de seu consumo em diversos países e regiões (BRAGA, 2006).

Segundo Jacob (1944), os egípcios foram um dos primeiros povos a utilizar o conceito de forno para preparar suas refeições e, a partir disso, surgiram os modelos mais tradicionais de pão conhecidos ao redor do mundo. O mesmo autor conta como os registros históricos apontam que os gregos foram os pioneiros em padarias artesanais artísticas, fazendo com que eles sejam considerados os melhores produtores de pão da antiguidade ocidental.

Na atualidade, o Brasil, quando comparado a outros países da América Latina, tem um consumo de pão abaixo da média. O consumo desse alimento em 2004 foi em torno de 28 kg *per capita*, enquanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização das Nações Unidas (ONU) propõem, respectivamente, que o consumo desse alimento seja de pelo menos 60 kg e 50 kg por ano (PIRES et al., 2009).

De acordo com um levantamento do Sebrae publicado em 2000, o setor da panificação na década de 90 ocupava uma fração importante da economia brasileira, gerando empregos, faturando bilhões e chegando a quase 8% do total produzido pelo setor alimentício (SEBRAE, 2000).

Dados mais recentes da Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP) apontam que a panificação continua tendo um importante lugar na economia brasileira, representando ainda 7% do total de faturamento por indústrias, e receita de cerca de 70 bilhões, que significam quase 2% do PIB (ABIP, 2012).

## 2.2 ASPECTOS DE COMUNICAÇÃO NAS EMBALAGENS DE PÃO

A embalagem de um produto é um dos fatores mais importantes em sua divulgação e apresentação para o público, podendo ser o elemento decisivo para

o consumidor na hora da compra. Segundo Kotler (1995), a embalagem é uma grande ferramenta de *marketing* principalmente pelos seguintes fatores: o aumento do número de produtos vendidos sem vendedor, o reconhecimento do setor de vendas em relação à importância do desenho da embalagem, os benefícios que uma embalagem inovadora traz para os consumidores e a aceitabilidade do cliente em pagar a mais por produtos com maior conveniência e que aparentemente demonstrem mais confiabilidade e prestígio.

Oficialmente, a legislação vigente da Anvisa (2005) determina que as embalagens e a rotulagem de pães devem ser seguras para não oferecer nenhum risco a saúde do consumidor e proíbe a utilização de termos e frases que associem os produtos a cura de doenças e tratamentos terapêuticos. A legislação ainda exige que pães tenham a rotulagem nutricional (Quadro 1) adicionada na embalagem do produto e ainda orienta o consumidor a verificar tais informações e como utilizá-la (ANVISA, 2008). Devido à pequena quantidade de restrições previstas na legislação para esse pães, as empresas acabam tendo grande liberdade na hora de produzir as embalagens e imagens atreladas à venda desse tipo de alimento .

Por outro lado, analisando-se os métodos de criação de valor do produto do ponto de vista do comprador, há aspectos como estilo, *design*, embalagem e rótulo que precisam ultrapassar as informações básica exigidas para o produto. Sendo assim, a aparência, o molde, a exclusividade da embalagem, as informações do local de produção, conteúdo e formas de consumo do alimento que se está adquirindo tornam-se fatores essenciais na conquista do consumidor (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).

**Quadro 1** – Rotulagem Nutricional de Pão de Forma Tradicional

<b>PÃO DE FORMA TRADICIONAL</b>		
	<b>Quantidade por porção (5 g por parte comestível)</b>	<b>%VD(*)</b>
Valor Energético	529kj	6,5
Carboidratos	22g	7,5
Proteínas	6g	8
Gorduras Totais	1g	2
Gorduras Saturadas	0,2g	1
Gordura Trans	0,1g	VD não estabelecido
Fibra Alimentar	1,2	5
Sódio	11mg	0,5

(\*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Os valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das diferentes necessidades energéticas.








Fonte: Tabela TACO (NEPA, 2011).



Atualmente existem diversas marcas de pães nacionais e regionais, o que acaba estimulando ainda mais as empresas a desenvolverem embalagens que chamem mais a atenção do consumidor, transmitam os valores que o público procura e os façam criar laços com a marca e indicar para as pessoas que conhece. Segundo Kotler (1993), os fatores sociais associados a compra de produtos são grupos de referência como família, amigos, vizinhos e pessoas consideradas importantes na sociedade, de forma que seus gostos e escolhas afetam de maneira direta e indireta o comportamento e decisão de compra das pessoas.

Para o desenvolvimento de embalagens, leva-se em consideração que estas estão diretamente ligadas à decisão de compra, e aplicam-se conhecimentos de *design*, como a escala de cores, que podem influenciar no sentimento do consumidor. Por exemplo, para que seja estabelecido parte do relacionamento inicial com o consumidor, muitas empresas utilizam cores quentes (vermelho, laranja, parte do amarelo e do roxo) para as embalagens de pães das linhas tradicionais, pois essas cores podem trazer sensação de proximidade, densidade, calor e estímulo (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006).

**Quadro 2** – Cores utilizadas nas embalagens de pão de fôrma tradicional analisadas no trabalho (2017)

Marca	A	B	C	D	E	F	G
Embalagem							
Cores	Laranja, vermelho e branco.	Vermelho, azul, amarelo e branco.	Vermelho, amarelo, branco e azul.	Amarelo, vermelho e branco.	Azul, vermelho e branco.	Vermelho, azul e branco.	Vermelho, azul e branco.


Fonte: Autoria Própria (2017).

Já as cores frias (azul, verde, parte do amarelo e roxo), que normalmente são associadas a sensação de distância e transparência, também podem ser relacionadas a calma e leveza (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006). Muitas

marcas brasileiras de pães utilizam essas cores para os produtos integrais ou com ingredientes que tragam benefícios adicionais para o organismo (Quadro 3), para que seus produtos passem a sensação de leveza.

Dessa forma, pode-se verificar que as embalagens, além de fornecerem as informações obrigatórias sobre o produto, de acordo com a legislação vigente, também são o veículo de comunicação da empresa com o consumidor e a imagem que ela deseja passar sobre valores e qualidade dos seus produtos.

**Quadro 3** – Cores utilizadas nas embalagens de pão de fôrma integral

Marca	A	B	C	D	E	F	G
Embalagem							
Cores	Amarelo, marrom e azul.	Marrom e amarelo.	Verde, amarelo e azul.	Vermelho e branco.	Vermelho e branco.	Verde e branco.	Verde e branco.

Fonte: Autoria Própria (2017).

Ainda que as embalagens sejam, na maior parte do tempo, o principal veículo de comunicação entre a empresa e o consumidor, muitos produtos inovadores ainda acabam por deixar de ser mais bem conhecidos por não passarem por completo a mensagem que justifique sua compra em detrimento de outro produto a que o consumidor já está habituado, um exemplo disso ocorre com o pão funcional. No Brasil, até hoje só houve uma marca de pães disposta a produzir um pão funcional, porém, a embalagem desse produto somente transmitia informações como “Maxi Fibra” e imagens que relacionavam seu consumo ao bem-estar e melhor funcionamento do intestino (Figura 1).

**Figura 1** – Pão funcional e informações contidas na embalagem

Fonte: Autoria Própria (2017).

## 2.3 TENDÊNCIAS DE CONSUMO

Internacionalmente acontecem com frequência análises de tendências de consumo em diversos setores que oferecem serviços e produtos, para identificar as preferências e necessidades dos consumidores. Devido a constante preocupação em atender as necessidades e desejos dos clientes da melhor maneira possível, a área de alimentos analisa e divide as tendências de consumo em cinco principais grupos. Os relatórios estratégicos na área de alimentos apontam que esses grupos são: Sensorialidade e Prazer; Saudabilidade e Bem-estar; Conveniência e Praticidade; Confiabilidade e Qualidade; e Sustentabilidade e Ética (BARBOSA et al., 2010).

O perfil do consumidor brasileiro, não se encaixa diretamente em todas essas classificações. Segundo pesquisa do Ibope (2010), o brasileiro tem tendências de consumo que se assemelham com três das cinco categorias globais, que relacionam o prazer, a fidelidade às marcas e a conveniência dos produtos, sendo os fatores que mais influenciam na decisão de compra: o preço, a marca de confiança e a saudabilidade do produto.

O aumento ou declínio populacional, a taxa de natalidade, a colocação da mulher no mercado de trabalho, as condições financeiras, a escolaridade e a migração do campo para o meio urbano são traços da sociedade brasileira que ao longo das últimas décadas vêm se acentuando e continuarão a aumentar a influência nas escolhas dos consumidores. Fatores como o trabalho, a renda, o espaço e o tempo a serem gastos em uma refeição se tornam então pontos focais nas decisões de compra do brasileiro (COSTA; MACÊDO; HOCZAR, 2010).

- **Sensorialidade e Prazer:** esta categoria de produtos está diretamente ligada às emoções do consumidor em relação ao alimento. Segundo Barbosa et al. (2010), há nesta classe uma retenção maior de informação e educação, fazendo com que se exijam produtos de maior qualidade, e culinária que proporcione novas experiências e oportunidades.
- **Saudabilidade e Bem-estar:** já os produtos que focam a saudabilidade e bem-estar, buscam atingir o público que se preocupa com a saúde e com a melhor qualidade de vida. As doenças do novo século foram fatores decisivos para a criação deste novo grupo de consumidores que se preocupam com a prevenção e remediação de doenças que podem ser amenizadas com uma alimentação regrada. Marcas de supermercados mundialmente bem difundidas tem investido em produtos relacionados ao bem-estar e saúde, a fim de aproveitar o crescimento do interesse dos consumidores em produtos benéficos para o corpo (EXAME, 2015).
- **Conveniência e Praticidade:** este grupo busca atender os consumidores que ao longo dos anos são afetados pelo ritmo de vida acelerado e uma rotina cheia de atividades. Para auxiliar os consumidores com este perfil, as indústrias e restaurantes buscam criar produtos com tamanhos e quantidades menores, para consumo rápido e fora de casa (BARBOSA et al., 2010).
- **Confiabilidade e Qualidade:** o avanço tecnológico e o alcance rápido à informação têm permitido que os consumidores se tornem mais informados e atentos em relação aos produtos oferecidos nas diversas áreas de consumo. No setor alimentício, o acúmulo de informações faz com que o consumidor busque alimentos com maior qualidade, com certificações e garantia de origem (BARBOSA et al., 2010). Esta categoria de produtos está diretamente relacionada à aderência dos consumidores a marcas específicas.
- **Sustentabilidade e Ética:** segundo Bortolon e Mendes (2014), o ser humano passou a transformar o foco da sustentabilidade para algo pessoal, para satisfazer suas vontades, sem comprometer os recursos e capacidades

futuras. Partindo dessa ideia, surge a tendência de consumo que abrange a sustentabilidade e ética, onde os consumidores buscam produtos que gerem pouco impacto ambiental e que possam, de alguma maneira, ajudar pequenas empresas e famílias que se sustentam da produção agrícola e artesanal.

## 2.5 ALIMENTOS FUNCIONAIS E ESCOLHAS SAUDÁVEIS

O termo *alimento funcional* surgiu no Japão na década de 1980, porém, atualmente não existe nenhuma definição que seja aceita internacionalmente de forma homogênea, sendo que a mais aceita é a que os descreve como alimentos que trazem benefícios que vão além das funções básicas ao organismo, levando à prevenção de doenças e, de alguma forma, à melhoria da saúde e bem-estar (DIPLOCK et al., 1999).

A denominação de alimento funcional cabe ainda a alimentos naturais, em que algum componente tenha sido removido, a alimentos em que a biodisponibilidade de um ou mais componentes haja sido alterada, a alimentos em que algum composto tenha sido adicionado e ainda àqueles cuja a natureza de um ou mais componentes possa ter sido alterada, sempre levando-se em consideração que o funcionamento de cada alimento em cada organismo vai depender de suas diferenças genéticas, e que o alimento considerado funcional poderá não ter os mesmos efeitos para todos os indivíduos da população (KOK, 1999).

A legislação brasileira proíbe a utilização da alegação de propriedade funcional quando ligada à cura ou prevenção de doenças (ANVISA, 2017). A Anvisa (2017) regulamenta a utilização do termo de alimento funcional, que somente é permitida quando for comprovada a existência dos ingredientes e substâncias bioativas e probióticos registrados junto ao órgão competente, e a propaganda não pode ser feita de forma diferente em qualquer maneira de seu significado que já é previamente aprovado para rotulagem.

Para que as marcas possam chamar a atenção do consumidor para os benefícios dos produtos funcionais, muitas colocam frases em relação à composição nutricional diferenciada na frente da embalagem. Mesmo que algumas marcas não apresentem grandes modificações na rotulagem nutricional entre o pão tradicional e a linha funcional (Quadro 4), o produto funcional normalmente é anunciado como alimento com diversos benefícios para o funcionamento do organismo e mais rico em nutrientes do que os demais produtos.

Apesar das restrições de rotulagem e denominação, os alimentos funcionais estão se tornando cada vez mais visíveis dentro do setor alimentício, não só

por conta de seus benefícios para organismo, como também devido ao plano de fortalecimento da distribuição de informações sobre alimentação saudável da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004) e ao investimento em *marketing*, propaganda e publicidade de alimentos funcionais que as empresas têm explorando cada vez mais.

**Quadro 4** – Comparação da Rotulagem Nutricional de Pão de Fôrma Tradicional e Pão de Fôrma Funcional com Maxi Fibra (Inulina) marca X

	<b>PÃO DE FORMA TRADICIONAL</b>		<b>PÃO DE FORMA FUNCIONAL</b>	
	<b>Quantidade por porção (50 g por parte comestível)</b>	<b>%VD(*)</b>	<b>Quantidade por porção (50 g por parte comestível)</b>	<b>%VD(*)</b>
Valor Energético	529 kj	6,5	506 kj	6
Carboidratos	22 g	7,5	20 g	7
Proteínas	6 g	8	5,5 g	7
Gorduras Totais	1 g	2	1,4 g	3
Gorduras Saturadas	0,2 g	1	0,6 g	3
Gordura Trans	0,1 g	**	0 g	**
Fibra Alimentar	1,5 g	5	7 g	28
Inulina	0 g	**	4,4 g	**
Sódio	11 mg	0,5	255 mg	11

(\*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta 2.000 kcal ou 8.400 kj. Os valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das diferentes necessidades energéticas.

(\*\*) Valores Diários não estabelecido.

Fonte: Tabela TACO (NEPA, 2011).

Empresas como Nestlé e Danone investem em produtos funcionais desde 1990 no mercado exterior e atualmente têm buscado renovar as linhas de produtos lácteos dentro do mercado brasileiro, a fim de difundir a ideia da funcionalidade dos probióticos para o organismo (RAUD, 2008). Investimentos como este estão se tornando mais comuns por conta do aumento de 50% desse nicho entre os anos de 2002 e 2005, e por ser um setor muito lucrativo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2017).

Haja vista a nova necessidade dos consumidores, as empresas do setor de panificação têm se adequando para atender o público através do investimento em *marketing* de relacionamento, onde se tenta extrair o melhor proveito da empresa



e conscientizar todos os colaboradores, para que a busca pelo o sucesso da companhia e a satisfação do cliente sejam ideias intrínsecas no dia a dia empresarial (MACHADO et. al, 2012).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Tratou-se de um estudo descritivo que, segundo Andrade (2006), tem a função de transcrever dados encontrados em unidades de análise. O estudo contou com uma pesquisa qualitativa e bibliográfica. As pesquisas qualitativas e descritivas foram realizadas após as pesquisas bibliográficas.

As abordagens foram feitas com dez consumidores em potencial por meio de entrevistas não estruturadas, gravadas com o auxílio de um *smartphone*, com perguntas objetivas e subjetivas, ao longo ano de 2017, na cidade de Londrina, no Paraná. Os entrevistados foram selecionados de acordo com seu perfil de vida, idade (acima de 25), a fim de selecionar pessoas que realizassem as próprias compras de alimentos, tivessem hábitos alimentares previamente observados e disponibilidade de tempo para a realização do estudo. O tempo médio de cada entrevista foi de 12 minutos para que todos os aspectos do roteiro, ou aqueles que se apresentaram pertinentes a cada entrevistado, fossem abordados.

A unidade de análise desta pesquisa foram os consumidores, seus hábitos de consumo, e a forma de apresentação e exposição dos produtos consumidos por eles, além dos aspectos de *marketing* envolvidos na venda e divulgação desses produtos. Também foi feita a comparação entre consumidores que apresentavam características de consumo divergentes das dos pesquisados.

**Tabela 1** – Características dos entrevistados

<b>Característica</b>	<b>Suj. A</b>	<b>Suj. B</b>	<b>Suj. C</b>	<b>Suj. D</b>	<b>Suj. E</b>	<b>Suj. F</b>	<b>Suj. G</b>	<b>Suj. H</b>	<b>Suj. I</b>	<b>Suj. J</b>
Sexo	M	M	M	F	F	M	M	M	M	M
Idade	26	25	56	25	51	30	45	30	32	26
Perfil	PS	PS	S	NS	S	S	NS	S	PS	S
Duração (min)	15	14	10	12	11	10	8	9	10	12

Notas: PS – Pouco Saudável, S – Saudável e NS – Não Saudável

Fonte: Autoria Própria (2017).

Para tanto, o trabalho foi dividido em duas principais etapas, sendo elas:

- Pesquisa qualitativa e descritiva do comportamento de consumo do nicho estudado, por meio de uma entrevista não estruturada feita pessoalmente

com os consumidores, utilizando um roteiro de tópicos a serem abordados, descritos a seguir:

- Identificar quais são os hábitos alimentares.
  - Identificar a rotina de exercícios físicos praticados.
  - Identificar a frequência do consumo de pães.
  - Identificar os fatores que influenciam de forma primordial a decisão de compra de produtos de forma geral.
  - Identificar o grau de interesse por produtos saudáveis.
  - Apresentar três produtos denominados como A, B e C, da mesma marca X (não identificada, para que não influencie os resultados da pesquisa), das linhas Funcional, Tradicional e Integral, respectivamente, e identificar qual a intenção de compra analisando somente a embalagem.
  - Identificar se a rotulagem nutricional e os ingredientes dos produtos apresentados influenciam na decisão de compra.
  - Identificar se o preço dos produtos influencia na decisão de compra.
  - Identificar o conhecimento sobre o que o termo “alimento funcional” significa.
  - Identificar se há conhecimento em relação às diferenças entre um pão funcional e um produto integral.
  - Identificar quais são as informações que mais influenciam na decisão de compra no primeiro contato com um produto novo.
- Análise qualitativa e descritiva dos dados das transcrições das entrevistas por meio da comparação dos resultados por método de correlação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

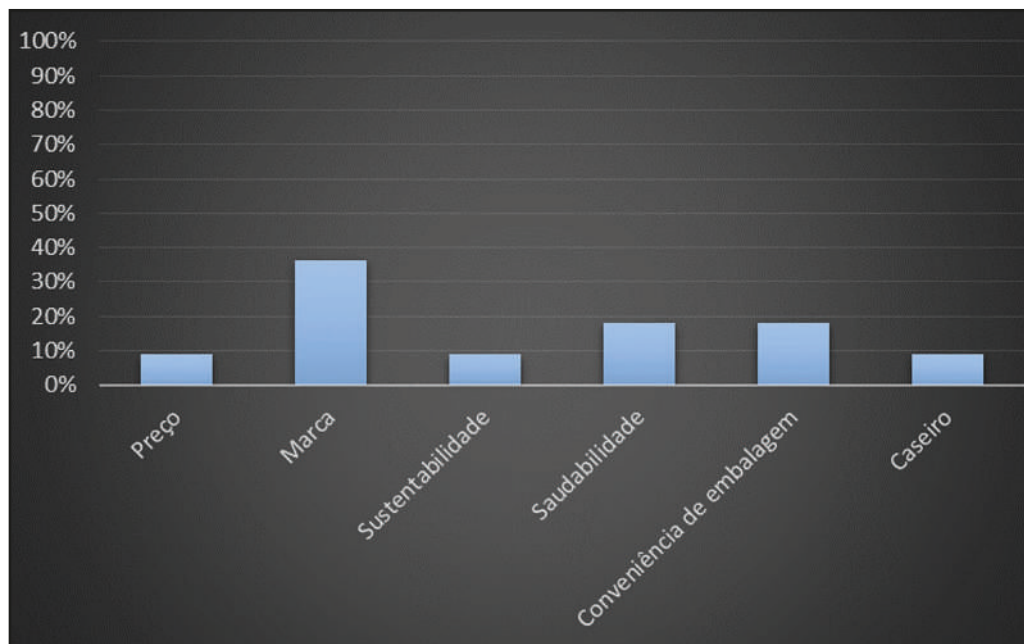
Neste estudo foram analisados os hábitos alimentares, as tendências de consumo de alimentos e a intenção de compra de pães denominados “saudáveis” de dez consumidores. Entre os entrevistados, houve a possibilidade de comparar as tendências de consumo de um público que busca alimentos mais saudáveis com outros públicos que costumam priorizar fatores distintos na sua decisão de compra de alimentos, principalmente o pão.

Levando-se em consideração os resultados da pesquisa feita pelo Ibope em 2010, os resultados deste estudo puderam enfatizar que o perfil de consumo de



alimentos dos brasileiros se limita, de forma geral, aos aspectos relacionados ao prazer, fidelidade à marca e conveniência dos produtos (IBOPE, 2010). Os entrevistados citaram principalmente a marca, saudabilidade e conveniência da embalagem como requisitos para suas decisões de compras, como está representado no Gráfico 1.

**Gráfico 1** – Fatores que influenciam a decisão de compra



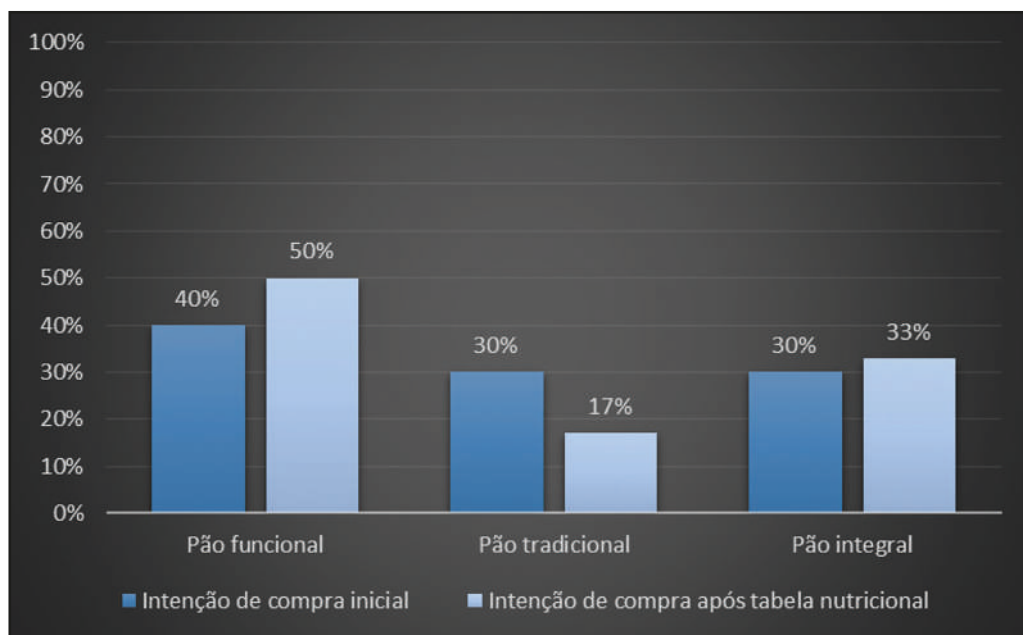
Fonte: Autoria Própria (2017).

Em relação à embalagem e ao *marketing* empregado nos produtos de panificação, parte dos entrevistados se mostraram com receio das informações ali transmitidas. O sujeito B citou: “geralmente a questão do selo verde eu não levo em consideração por achar que é mais *marketing* do que (o produto) realmente ser verde”, o mesmo ainda afirmou que utiliza pesquisas na internet para basear suas decisões de compra, o que pode indicar um aumento do considerado boicote dos consumidores, que utilizam as redes sociais e mídia na internet sem se ater à Responsabilidade Social Corporativa (CRUZ, 2011).

Por meio dos dados obtidos nas entrevistas, pode-se perceber que parte dos sujeitos entrevistados mudaram de opinião em relação à compra de um produto funcional após a verificação da tabela nutricional, passando a levá-lo em consideração como opção de compra (Gráfico 2), mesmo que a verificação da tabela

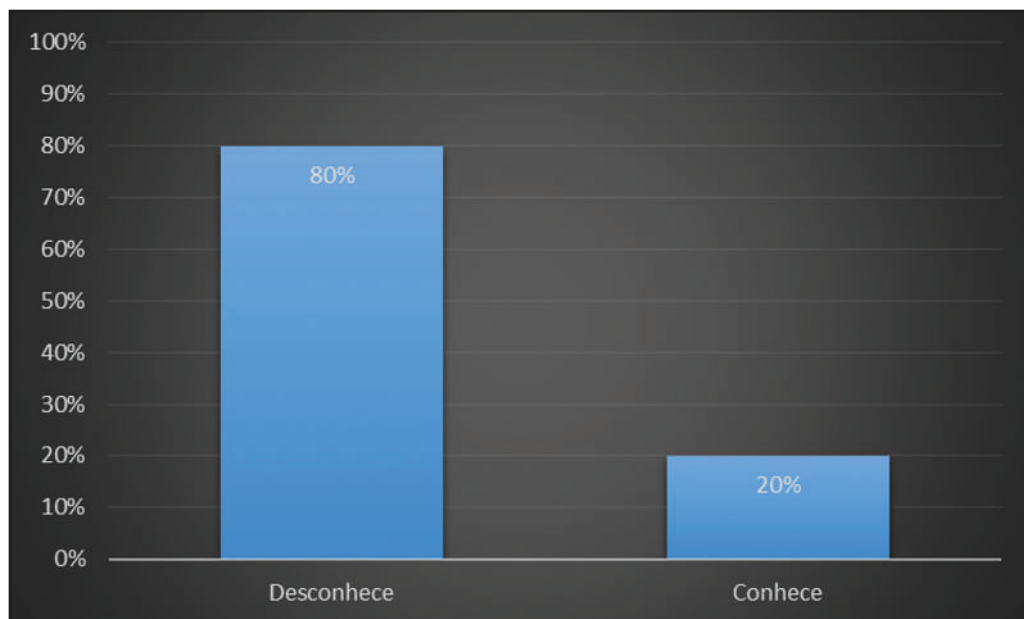
nutricional não seja um hábito que costumam praticar quando vão ao mercado. O sujeito E, por exemplo, quando questionado se normalmente avalia as informações da rotulagem nutricional dos alimentos, citou: “analiso mais o que está escrito na frente e os ingredientes”. Apesar de reconhecer que o produto A funcional apresentava características nutricionais mais interessantes em relação às fibras, muitos ainda permaneceram em dúvida entre mais de uma opção dos produtos apresentados.

**Gráfico 2** – Percentual de intenção de compra após conhecimento da tabela nutricional de cada produto



Fonte: Autoria Própria (2017).

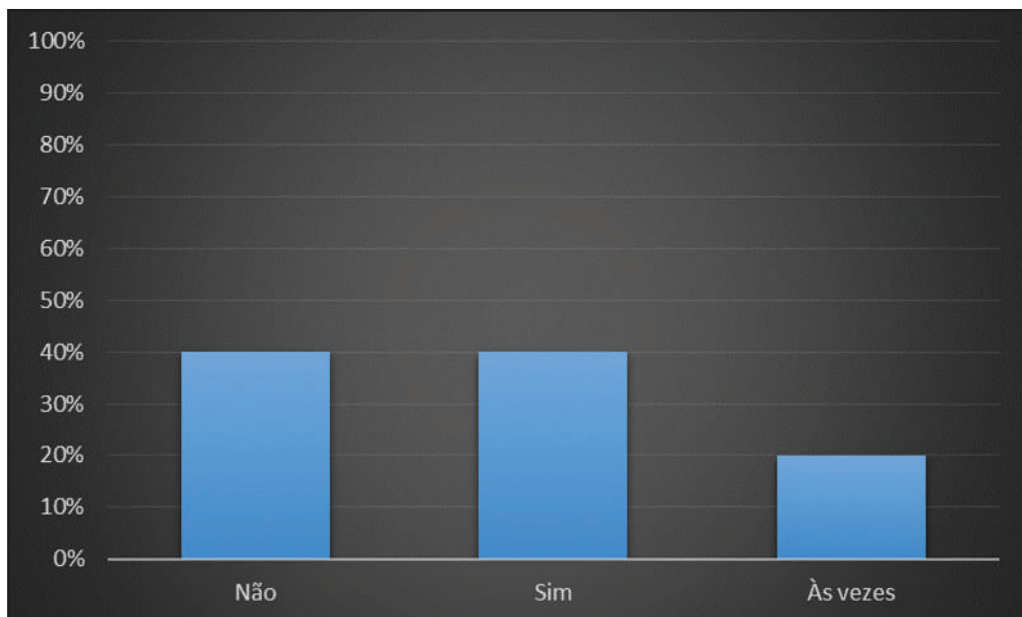
Cerca de 80% dos entrevistados alegaram ter hábitos alimentares saudáveis ou relativamente saudáveis, porém, somente 20% dos entrevistados mostraram ter conhecimento sobre o que são alimentos funcionais, como se pode verificar no gráfico 3, e somente 10% dos entrevistados soube explicar de forma superficial a diferença entre um pão funcional e um pão integral. O sujeito D chegou a citar que não gosta do termo *alimentos funcionais* por dar a impressão de que os outros alimentos são disfuncionais, o que mostra que as formas de divulgação desse tipo de alimento, mesmo que crescente nos últimos anos, ainda é muito limitada (RAUD, 2008).

**Gráfico 3** – Conhecimento sobre alimentos funcionais e seu significado

Fonte: Autorial Própria (2017).

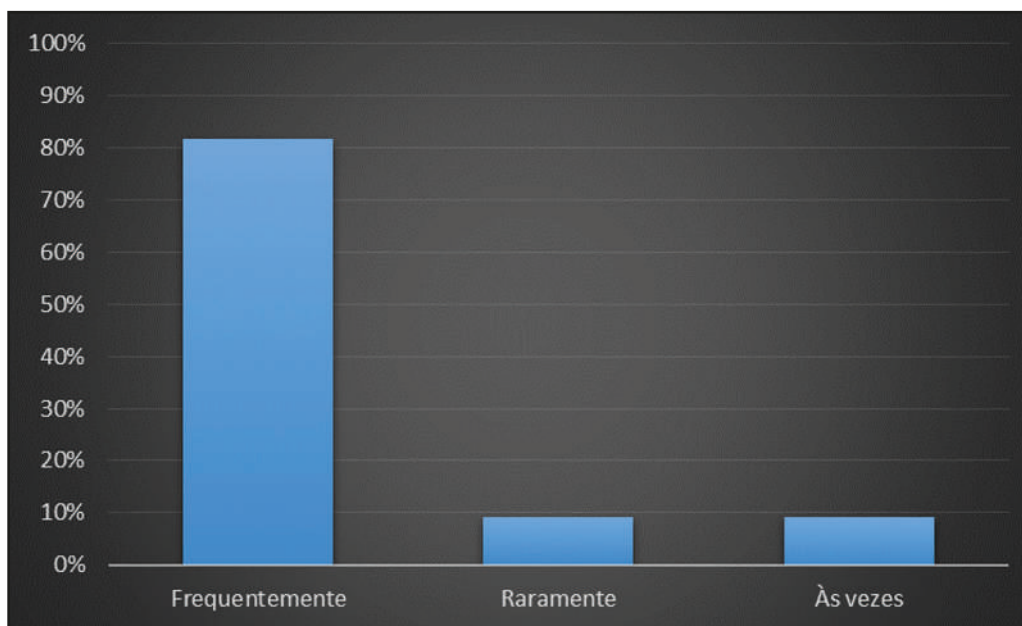
Ainda que a maior parte dos entrevistados tenham hábitos alimentares saudáveis, 40% não costumam praticar exercícios, 40% deles têm uma vida ativa e praticam exercícios físicos regularmente, e os outros 20% informaram que não têm uma rotina regular na prática de exercícios (Gráfico 4). Tal resultado aponta que apesar de passados 13 anos da publicação da cartilha da Organização Mundial de Saúde sobre a importância da alimentação saudável e prática de exercícios físicos, a parcela de brasileiros que ainda não praticam essas recomendações pode ser muito grande (WHO, 2004).

**Gráfico 4** – Respostas à pergunta “Você costuma praticar exercícios físicos regularmente e ter uma vida ativa?”



Fonte: Autoria Própria (2017).

O consumo de pães entre os entrevistados foi considerado frequente na maioria dos casos, onde 80% dos sujeitos da pesquisa afirmaram que consomem pão regularmente e em grande quantidade (Quadro 5). Os dados obtidos mostram que mesmo que o consumo anual de pães no Brasil ainda esteja abaixo dos 60 kg e 50 kg *per capita* recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização das Nações Unidas (ONU), respectivamente, esse alimento ainda está muito presente na mesa e na escolha alimentar dos brasileiros (PIRES et al., 2009).

**Gráfico 5** – Frequência do consumo de pães

Fonte: Autoria Própria (2017).

Ao sintetizar e comparar as respostas obtidas dos entrevistados com perfil saudável e os com perfil pouco saudável ou não saudável na tabela 2, pode-se perceber que o público apresentou resultados bem heterogêneos e ao contrário do que era esperado: a escolha de compra do produto A funcional teve maior aderência ao público pouco saudável ou não saudável do que aqueles do grupo principal do estudo. Fator como a leitura das tabelas nutricionais dos alimentos, que é um elemento obrigatório de acordo com a legislação, mostrou-se ser um aspecto pouco relevante para os entrevistados (ANVISA, 2005). Por outro lado, a cor da embalagem surgiu como fator extremamente determinante para a decisão de compra em duas das dez entrevistas realizadas, onde os dois sujeitos pesquisados informaram que não conseguem associar a cor azul com produtos saudáveis e que a cor não lhes agradava; tal reação à cor da embalagem não corresponde a sensação de calma e leveza a que as cores frias (azul, verde, parte do amarelo e roxo) normalmente são associadas (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006).

**Tabela 2** – Comparação dos resultados entre os dois perfis

<b>Aspectos analisados</b>	<b>Perfil saudável</b>	<b>Perfil não saudável ou pouco saudável</b>	<b>Porcentagem Saudável</b>
Hábito alimentar saudável	5	5	50%
Prática de exercícios físicos	4	0	100%
Consumo de pão frequente	3	5	37,5%
Procura por produtos saudáveis	5	2	71,4%
Escolha do produto funcional	3	2	60%
Análise da rotulagem nutricional	2	2	50%
Valorização da embalagem	3	3	50%

Fonte: Autoria Própria (2017).

Tal falta de associação pode ocorrer por muitas marcas brasileiras utilizarem a cor verde para suas linhas de produtos saudáveis, integrais e com algum apelo nutricional diferenciado dos produtos tradicionais, porém, mesmo que esse dado represente 20% dos entrevistados neste estudo, para uma pesquisa em maior escala, os resultados podem ser mais conclusivos em relação às emoções e associações despertadas através das cores das embalagens.

O estudo mostrou que apesar de o nicho estudado ter interesse por seguir bons hábitos alimentares e uma vida saudável, muitas vezes o consumo e compra de produtos denominados saudáveis pelas empresas fica defasado, por conta da falta de informação ou explicação de quais benefícios os produtos podem trazer para seu organismo de uma forma mais simples. Muitos dos entrevistados se mostraram relutantes em adquirir o produto funcional por não conhecerem a linha e qual vantagem ela teria em relação a um produto integral.

Outro aspecto relevante é o fato de o consumidor precisar de conhecimento prévio sobre os tipos de alimentos e suas variedades de classificações antes de chegar ao supermercado. Tal levantamento mostra que, apesar do investimento das empresas no *design*, cor e qualidade do material da embalagem, há talvez uma falta de investimento na pesquisa de campo em relação à quais informações são necessárias para atrair ou esclarecer as dúvidas do consumidor

na embalagem e qual o melhor formato de comunicação e estruturação das frases a serem colocadas.

Em relação às embalagens, o estudo demonstra que as empresas utilizam mais a cor verde para a associação com produtos saudáveis, e, quando o consumidor se depara com um alimento funcional rico em fibras, porém com a coloração azul de embalagem, o mesmo prefere o alimento que tenha a embalagem verde por achar que terá mais vantagens e será mais saudável do que a opção em outra cor de embalagem. Isso demonstra mais uma vez a falha em comunicar os reais benefícios do produto por meio da embalagem e diferenciá-los dos outros, de forma que o consumidor saiba qual é o melhor para a sua dieta de acordo com suas necessidades pessoais, e não somente pela cor do pacote.

Com os resultados obtidos não foi possível determinar o quanto os hábitos alimentares saudáveis de um nicho específico de consumidores pode afetar a produção de pães, por conta da dificuldade de compreensão por parte dos consumidores sobre as diferenças dos produtos apresentados, como também pela falta de conhecimento de algumas terminologias em relação aos pães e aos alimentos funcionais. Para que haja um resultado mais preciso, as entrevistas realizadas podem servir como base para o desenvolvimento de um questionário mais objetivo para recolher uma quantidade maior de respostas e para que seja possível analisar estatisticamente o comportamento desse grupo e suas influências nos mais diversos segmentos de alimentos, assim como para compreender as deficiências na comunicação entre o setor de panificação e o consumidor através da embalagem.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo visou verificar a influência de nichos específicos de consumidores na produção de pães e na forma de divulgação e *marketing* dos produtos direcionados a esses consumidores, com o intuito de verificar os pontos de melhorias e novas ideias para o setor de panificação.

Observou-se, por meio das entrevistas realizadas, que o entre os entrevistados não há os mesmos princípios de análise dos produtos alimentícios, e que quando se trata dos pães cada um tem um critério pessoal acerca do melhor produto para consumo, que pode ser o preço, a marca, os ingredientes, as informações superficiais da parte frontal da embalagem e até mesmo a cor de embalagem utilizada para os produtos considerados saudáveis

Em relação aos consumidores que não apresentaram perfil saudável, os dados demonstram que esses são mais interessados por tabelas nutricionais dos



produtos e pelo consumo de alimentos funcionais, os mesmos ainda consideram importante o consumo dos produtos com apelo saudável.

Sendo assim, o estudo mostrou que, para que se obtenha uma análise mais estatística dos resultados, o formato das entrevistas tem de ser mais objetivo, com a perspectiva de enquadrar os entrevistados em uma categoria mais homogênea, para que os dados possam ser utilizados nas áreas de *marketing* das empresas, visando ao melhoramento e ao desenvolvimento de novos produtos e embalagens.

Como principais limitações deste estudo, podem ser citadas a quantidade de entrevistas realizadas, o curto tempo de algumas entrevistas causado pela falta de conhecimento dos entrevistados em relação aos alimentos funcionais, a dificuldade em quantificar os resultados, por terem sido muito heterogêneos, e em utilizá-los de uma forma mais estatística. Do contrário, seria possível utilizar tais resultados como fonte de sugestões para as empresas que desenvolvem pães com apelo saudáveis, a fim de melhorar sua comunicação com os consumidores por meio das melhorias em suas embalagens e meios de propagação de informações.

Dessa forma, como sugestão para trabalhos futuros, o atual estudo deixa aberta a discussão sobre como as mudanças dos hábitos alimentares e novas necessidades dos consumidores no Brasil tem afetado setores de produção tão tradicionais como o setor da panificação, fazendo com que eles busquem a inovação e readaptação às cada vez mais novas tendências de consumo, de forma que os trabalhos possam apresentar dados mais estatísticos dessas mudanças e auxiliar na melhoria dos diversos setores de produção de alimentos.

## REFERÊNCIAS

ABIP. Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. *Desempenho do setor de panificação e confeitaria brasileiro*. 2012. Disponível em: <[http://www.abip.org.br/perfil\\_internas.aspx?cod=333](http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=333)> Acesso em: 21 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. *Resolução – RE n° 263 de 22 de setembro de 2005*. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_263\\_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3)>. Acesso em: 17 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. *Resolução – RE n° 1.591 de 14 de junho de 2017*. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=16/06/2017&jornal=1&pagina=34&totalArquivos=72>>. Acesso em: 17 ago. 2017.



\_\_\_\_\_. *Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação aos consumidores*. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/396679/manual\\_consumidor.pdf/e31144d3-0207-4a37-9b3b-e4638d48934b](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/396679/manual_consumidor.pdf/e31144d3-0207-4a37-9b3b-e4638d48934b)>. Acesso em: 18 ago. 2017.

AGROCLUSTER RIBATEJO. *Tendência do Mercado Alimentar do Brasil: Aspectos do consumo, produto, distribuição e comunicação*. 2015. Disponível em: <<https://www.agrocluster.com>> Acesso em: 18 ago. 2016.

ANDRADE, M. M. *Introdução à metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Atlas, 2006.

BARBOSA, L. et al. As tendências da alimentação. In: VIALTA, A. et al. *Brasil Food Trends 2020*. São Paulo: Gráfica Ideal, 2010. p. 23-37.

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad. Saúde Pública*, v. 19, n. 1, 2003.

BORTOLON, B.; MENDES, M. S. S. A importância da educação ambiental para o alcance da sustentabilidade. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*, Itajaí, v. 5, n. 1, p. 118-136, jan./mar. 2014.

BRAGA, P. *Pão da paz: 195 receitas de pão de países da ONU*. São Paulo: Gaia, 2006.

COELHO, A. B.; AGUIAR, D. R. D.; FERNANDES, E. A. Padrão de consumo de alimentos no Brasil. *RESR*, Piracicaba, v. 47, n. 2, p. 335-362, abr. 2009.

COSTA, A. C. P. B.; MACÊDO, F. S.; HOCZAR, G. Fatores que influenciam o consumo de alimentos. In: VIALTA, A. et al. *Brasil Food Trends 2020*. São Paulo: Gráfica Ideal, 2010. p. 23-37.

CRUZ, B. P. A. Boicote de consumidores em relação à responsabilidade social corporativa. *Anais do XXXV EnAnpad*. Rio de Janeiro, 2011.

DIPLOCK A.T. et al. Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document. *British Journal of Nutrition*, v. 88, p. S1-S27, 1999.

EXAME. *Brasil é o quarto maior mercado para produtos saudáveis*. 2015. Disponível em: <<https://exame.com>> Acesso em: 8 set. 2016.

FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. Rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

FELIPPE, F.; SANTOS, A. M. Novas demandas profissionais: obesidade em foco. *Revista da ADPPUCRS*, v. 5, n. 1, p. 63-70, 2004.

FERREIRA, M. R.; VALDUGA, V.; BAHL, M. Baixa gastronomia: caracterização e aproximações teórico-conceituais. *Turismo em Análise*, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 207-228, abr. 2016.

GOULART, G. S.; CHEUNG, T. L. Alimentos inovadores: comportamentos neofóbicos e desafios para as indústrias do setor. *Gestão de Produção*, São Carlos, v. 21, n. 3, p. 491-502, set. 2014.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística. O perfil do consumo de alimentos no Brasil. In: VIALTA, A. et al. *Brasil Food Trends 2020*. São Paulo: Gráfica Ideal, 2010. p. 49-61.

INSTITUTE OF MEDICINE. *Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines 2009*. Disponível em: <[www.nap.edu/catalog/12584.html](http://www.nap.edu/catalog/12584.html)> Acesso em: 11 jun. 2017.

JACOB, H. E. *6000 anos de pão*. Lisboa: Antígona, 1944.

KAC, G.; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. A transição nutricional e a epidemiologia da obesidade na América Latina. *Cad. Saúde Pública*, v. 19, n. 1, 2003.

KOK, F. J. Functional foods: relevance of genetic susceptibility. In: PROCEEDINGS OF FORUM ON FUNCTIONAL FOOD. *Anais...* Strasbourg: Council of Europe Publishers, 1999. p. 217-229.

KOTLER, P. *Administração de marketing*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

\_\_\_\_\_. *Administração de marketing*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

\_\_\_\_\_.; ARMSTRONG, G. *Princípios de marketing*. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2007.

MACHADO, E. R. et. al. *Marketing de relacionamento aplicado com ética: excelência no atendimento e satisfação do cliente*. 2012. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Faculdade Metodista Granbery, Juiz de Fora, 2012.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. NEPA. *Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO*. 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011.

PIRES, C. E. R. et al. Estratégias no mercado panificador: a nova tendência delicatessen. *Pretexto*, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 43-58, abr./jun. 2009.

PORTAL BRASIL. *Mais da metade dos adultos está acima do peso*. Saúde. PNS. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2015/08/mais-da-metade-dos-adultos-estao-acima-do-peso>> Acesso em: 20 maio 2017.

RAUD, C. Os Alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. *Revista de Sociologia e Política*, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, v. 16, n. 31, p. 85-100, 2008.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Estudo da atividade padaria – Consultoria de Administração Geral – Unidade Operacional de Orientação Empresarial SEBRAE*. São Paulo, fev. 2000.

SEBRAE/ABIP. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/ Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. *Estudo de tendências: perspectivas para a panificação e confeitaria*. 2009. Disponível: <<https://www.abip.org.br>> Acesso em: 20 set. 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS. 2017. Disponível em: <[http:// www.sbaf.org.br](http://www.sbaf.org.br)>. Acesso em: 21 ago. 2017.

SOUZA, A. M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 190-199, fev. 2013.

SOUZA, L. J. et al. Prevalência de obesidade e fatores de risco cardiovascular em Campos, Rio de Janeiro. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, v. 47, n. 6, p. 669-676, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. *World Health Assembly WHA 57*, 22 May 2004. Disponível em: <[www.who.int](http://www.who.int)> Acesso em: 10 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. Geneva: WHO, 2000. (Technical Report Series, 894).



## **OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE ALGINATO DE SÓDIO E SEU EFEITO SOBRE A ATIVIDADE DA B-GALACTOSIDASE**

*Anderson Massaro Takihara  
Raúl Jorge Hernan Castro-Gómez  
Luiz Rodrigo Ito Morioka  
Cláudio Takeo Ueno*

### **1 INTRODUÇÃO**

O leite é um produto de origem animal de grande importância na alimentação humana (GONZÁLEZ, 2001). Sua introdução na dieta acontece desde o início do desenvolvimento do indivíduo, pois busca substituir o leite de sua progenitora. Além disso, ele fornece uma rica carga de nutrientes, principalmente proteínas de alta qualidade, vitaminas e minerais (GONSALVES, 2002).

Apesar de existir uma grande variedade de animais produtores de leite ao redor do mundo, tais como cabras, ovelhas, camelos, iaques, búfalos, éguas, renas e lhamas (PARK; HAENLEIN, 2006), na maioria dos países, o leite de vaca é o mais utilizado para o consumo humano. Na composição do leite, estão presentes a proteína caseína e o carboidrato lactose (SWAISGOOD, 2010), que podem provocar reações alérgicas logo nos três primeiros anos de vida (HENRIKSEN et al., 2000).

Um grave problema no que tange à digestão do leite, sobretudo para as crianças na primeira infância, é a ausência ou reduzida presença da enzima lactase (OLIVEIRA; ROMAN, 2013), também denominada  $\beta$ -galactosidase, que hidrolisa a lactose em glicose e galactose (RIENZO et al., 2013). A deficiência na

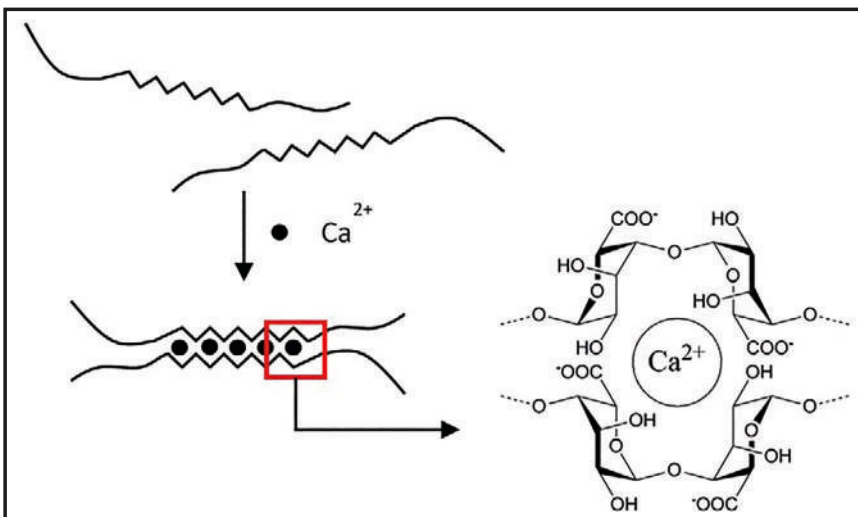
produção de  $\beta$ -galactosidase pode causar diarreia, inchaço e cólicas abdominais. Dada essa situação, as empresas desenvolveram tecnologias para a hidrólise do dissacarídeo em um momento anterior ao consumo, utilizando a lactase microbiana em solução ou imobilizada, de modo a beneficiar aqueles que sofrem dessa deficiência do organismo (SWAISGOOD, 2010).

A aplicação de enzimas nos processos da indústria de alimentos, no entanto, é dispendiosa. Estudos procuram melhorar e potencializar as técnicas de imobilização enzimática a fim de reduzir esse custo e viabilizar o emprego da tecnologia de enzimas (CASTRO et al., 2008).

Os principais modos para imobilizar enzimas são: imobilizar no interior do suporte e encapsular por meio de membrana ou imobilizar no lado externo do suporte, por meio de ligação covalente ou não covalente ou por adsorção. Para obter êxito, seja em qual método for, o seu armazenamento e a sua operação devem ser estáveis. Além disso, é preciso considerar custo do suporte, temperatura favorável à enzima, custo de imobilização, faixa de pH para que a enzima se mantenha estável, manutenção da atividade enzimática e quantidade de ciclos da enzima (CASTRO et al., 2008).

Entre os processos de produção de microcápsulas de alginato (esferas), destaca-se processo de gelificação iônica, cujo princípio é baseado na capacidade gelificante do polissacarídeo alginato de sódio ao entrar em contato com cálcio solúvel, complexando-se (Figura 1) (YANG; XIE; HE, 2011).

**Figura 1** – Gelificação iônica



O alginato de sódio é um polissacarídeo aniônico composto por ácido  $\alpha$ -L-gulurônico e o ácido  $\beta$ -D-manurônico, unidos por ligações glicosídicas 1-4 (YANG; XIE; HE, 2011). O processo de gelificação iônica mais conhecido é o externo, cujo procedimento baseia-se no gotejamento ou atomização de uma solução de alginato de sódio sobre uma solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) (RIBEIRO et al., 2005).

Além dessa característica gelificante, o alginato é praticamente atóxico e possibilita a incorporação de diversos compostos, permitindo aplicações em diversas áreas da indústria, desde alimentos, fármacos, entre outros, porém, é importante analisar a influência dos componentes sobre o composto incorporado à partícula (PAQUES et al., 2014).

O objetivo desta pesquisa foi determinar os melhores parâmetros de encapsulação da enzima  $\beta$ -galactosidase de origem microbiana *Kluyveromyces lactis* visando hidrolisar a lactose.

## 2 REDUÇÃO DO TEOR DE LACTOSE POR ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A lactose é uma grande molécula de açúcar presente no leite de mamíferos (RIENZO et al., 2013). É também um dissacarídeo composto por glicose, que tem papel fundamental na constituição de outras macromoléculas, e galactose (RIENZO et al., 2013; REMIÃO; SIQUEIRA; AZEVEDO, 2003).

Para que a lactose seja absorvida no intestino delgado e aproveitada pelo organismo humano é necessário que ocorra sua hidrólise nesses compostos monossacarídeos, pois somente assim é possível sua absorção. Essa quebra se dá por meio de ação de uma enzima, denominada lactase ( $\beta$ -galactosidase), presente em células de microvilosidades do epitélio do intestino delgado (BeMILLER; HUBER, 2010).

Segundo Parker e Pace (2016), a má digestão da lactose decorrente de uma deficiência dessa enzima, que pode ser encontrada em baixa quantidade ou mesmo estar ausente no organismo, leva a um estado sintomático de diarreias, inchaço e formação de gases após ingerir leite ou derivados. Tal condição é chamada de intolerância à lactose.

De acordo com BeMiller e Huber (2010), a lactose permanecerá no lúmen do intestino delgado, atraindo fluidos por meio de osmose, que provocarão distensão abdominal e cólicas. Posteriormente, irá para o intestino grosso, onde será fermentada por bactérias, gerando ácido láctico e outros ácidos de cadeia curta. O acúmulo dessas substâncias, por conseguinte, aumentará a retenção



de líquidos. Além do mais, como resultado da fermentação, o pH irá reduzir e irritar a superfície do colo, gerando aumento de movimentação do material intestinal. Os gases provenientes da fermentação promovem inchaço e cólicas. Como tentativa de suprir a deficiência de lactase, são descritas três alternativas. A primeira é a fermentação do produto, reduzindo a concentração de lactose. Outra é a ingestão da enzima pelo indivíduo antes do consumo de produtos lácteos. E por fim, produzir leite com reduzido teor de lactose por meio de adição da lactase.

## 2.1 MÉTODOS PARA DESLACTOSAR LEITE

Os dois métodos utilizados para hidrolisar a lactose mais conhecidos são: o método ácido e o método enzimático (GEKAS; LÓPEZ-LEIVA, 1985 apud LADERO; SANTOS; GARCIA-OCHOA, 2000). Apesar de ser muito mais rápido quando são utilizados ácidos como catalisadores do processo, o método ácido utiliza temperatura muito superior ao do método enzimático (150 °C e 30-40 °C, respectivamente), alterando a cor e odor dos catalisadores e, portanto, impedindo-os de serem aplicados diretamente nos alimentos. Por outro lado, o tratamento com enzima pode ser aplicado em leite ou soro sem necessitar de um tratamento prévio e se diferencia por conservar as propriedades dos alimentos, podendo aumentar sua capacidade adoçante. Considerando esses fatores, o método enzimático pode ser o mais adequado para a indústria alimentícia (LADERO; SANTOS; GARCIA-OCHOA, 2000).

Esse método é considerado complexo, que envolve várias reações em cadeia, gerando sacarídeos como produtos intermediários. Durante esse processo, outros carboidratos são formados, conforme a origem da enzima utilizada (PRENOSIL; STUKER; BOURNE, 1987).

## 2.2 $\beta$ -GALACTOSIDASE: ORIGEM E CARACTERÍSTICAS

Segundo Shukla e Wierzbicki (1975), a  $\beta$ -galactosidase pode ser extraída de plantas (ex.: pêssego, damasco e amêndoa), órgãos de animais (ex.: intestino, cérebro e pele), bactérias (ex.: *Escherichia coli*, *Streptococcus lactis* e *Lactobacillus bulgaricus*), fungos (ex.: *Aspergillus niger*, *Aspergillus orizae* e *Mucor pucillus*) e leveduras (ex.: *Saccharomyces lactis* ou *Kluyveromyces lactis*, *Candida pseudotropicalis* e *Saccharomyces fragilis* ou *Kluyveromyces fragilis*).

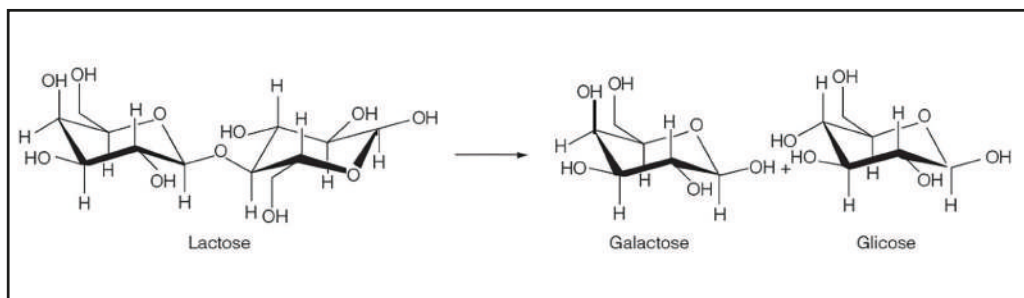
As enzimas obtidas a partir de fonte microbiana apresentam várias vantagens em relação às demais fontes, como rendimentos elevados, facilidade de manuseio e alta taxa de multiplicação (PANESAR; KUMARI; PANESAR,

2010). As principais enzimas utilizadas para hidrolisar a lactose são aquelas provenientes das leveduras como a *Kluyveromyces fragilis* ou a *Kluyveromyces lactis* (ZADOW, 1984).

Segundo Itoh, Suzuki e Adachi (1982), as  $\beta$ -galactosidases de leveduras têm condições ideais de pH entre 6,0 e 7,5 e de temperatura entre 30 a 40 °C. Considerando que a atividade enzimática ótima ocorre em pH próximo ao neutro, as aplicações para a hidrólise da lactose no leite e em produtos derivados são mais facilmente empregadas, obtendo ampla aceitação no uso em alimentos (PANESAR; KUMARI; PANESAR, 2010).

Atribui-se à enzima  $\beta$ -galactosidase a propriedade de catalisar a reação de hidrólise da lactose em glicose e galactose (RIENZO et al., 2013). A rota enzimática de hidrólise é representada na Figura 2.

**Figura 2** – Rota enzimática de conversão da lactose por  $\beta$ -galactosidase



Fonte: Martins, Burkert (2009).

### 2.2.1 KLUYVEROMYCES LACTIS

A  $\beta$ -galactosidase proveniente de *Kluyveromyces lactis* é uma das enzimas mais amplamente utilizadas e possui uma massa molecular de 118 kDa (ZHOU; CHEN, 2001), por isso, é considerada uma proteína de elevada massa molecular. Devido à sua função hidrolítica, essa enzima tem sido aplicada na produção de alimentos deslactosados (MARTÍNEZ-VILLALUENGA et al., 2008).

Contudo, uma das desvantagens da  $\beta$ -galactosidase de *Kluyveromyces lactis* é a forte inibição causada por uma elevada concentração de cálcio no leite (TOSTES, 2006). Além de apresentar inibição competitiva pelos produtos formados, como a galactose, que pode causar uma progressiva inibição da enzima e, conseqüentemente, uma autolimitação da sua eficiência catalítica (HU et al., 2010) e a glicose, que apesar de também possuir ação inibitória, não é

competitiva, ou seja, provoca uma inibição muito inferior em comparação com a galactose (CAVAILLE; COMBES, 1995).

## 2.3 IMOBILIZAÇÃO DE ENZIMAS

A partir do avanço da indústria no desenvolvimento de lactases comerciais, criou-se a necessidade de se desenvolver outras técnicas de hidrólise enzimática. O método tradicionalmente utilizado pela indústria, que ocorre por meio da adição da  $\beta$ -galactosidase diretamente no leite fluido, é limitado, pois não há a possibilidade de reutilização da enzima, uma vez que ela é adicionada no início da hidrólise e perdida quando o hidrolisado sofre pasteurização (FODA; LOPEZ-LEIVA, 2000).

Com isso, a imobilização da enzima ganha espaço, visto que possui a vantagem de poder ser utilizada em vários tipos de reatores, como colunas de enchimento, tanques agitados e reatores de leite fluidizado, além da disponibilidade para reuso, dependendo das condições de lavagem (TURECEK; PITTNER; BIRKNER, 1990).

A imobilização tem semelhança com o processo de insolubilização, pois impede que o catalisador passe por livre difusão para o meio externo, tornando possível, desse modo, a separação e recuperação do imobilizado por meio de decantação (PEREDA et al., 2005). Além disso, visa proteger as enzimas de condições ambientais adversas, tais como pH, solventes, sais, inibidores, temperatura, entre outros presentes no meio (PARK; HOFFMAN, 1990).

## 2.4 MICROENCAPSULAÇÃO

A microencapsulação é uma técnica relativamente nova de imobilização de partículas sólidas, dispersão e gotas de líquido. Teve início na década de 30 e é utilizada até hoje, momento em que se encontra em evidência devido às suas várias opções de uso, como por exemplo, diminuição da volatilidade e reatividade dos ingredientes. Já é considerada por pesquisadores como uma fonte de ingredientes inovadores com propriedades únicas (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Existem vários métodos pelos quais se pode fazer uso da microencapsulação; a escolha mais adequada se baseia na finalidade da microcápsula, no diâmetro desejado, no modo como será liberado o material microencapsulado e nas propriedades físico-químicas dos dois principais envolvidos, o agente encapsulante e o material encapsulado (JACKSON; LEE, 1991).

Segundo Freitas (2007), para as enzimas, especificamente, deve-se considerar que:

- são presas em membranas semipermeáveis poliméricas, com grande área de contato por unidade de volume;
- são limitadas para os substratos que possuem peso molecular reduzido, uma vez que estes devem transpor a membrana para alcançar as enzimas;
- há o risco de o catalisador ser inativado enquanto ocorre a imobilização;
- é possível que a enzima se incorpore na parede da membrana.

A escolha do agente encapsulante a ser utilizado depende das características físico-químicas do material encapsulado, da técnica de microencapsulação e do meio de inserção das cápsulas. É necessário que haja a formação de uma camada coesa entre o material de parede e o material de recheio; também devem ser compatíveis, ainda que, imiscíveis. Além disso, o material de parede deve apresentar estabilidade, impermeabilidade, flexibilidade e resistência, conferindo o revestimento desejado ao material de recheio (ANAL; SINGH, 2007).

Dentre os materiais utilizados como agentes encapsulantes, o alginato vêm sendo aplicado devido aos seus efeitos benéficos para o consumo humano e à sua versatilidade na indústria (HELGERUD et al., 2010). O alginato, um polissacarídeo aniônico linear, é constituído por  $\alpha$  - 1,4 - L - ácido gulurônico (bloco - G) e  $\beta$  - 1,4 - D - ácido manurônico (bloco - M), que têm sua origem nas algas marrons como a *Laminaria hyperborea* e a *Laminaria digitata* (YOO et al., 2006). Sua ação gelificante surge da ligação cooperativa de cátions divalentes que ocorre entre os blocos - G (VOS et al., 2009; FUNDUEANU et al., 1999).

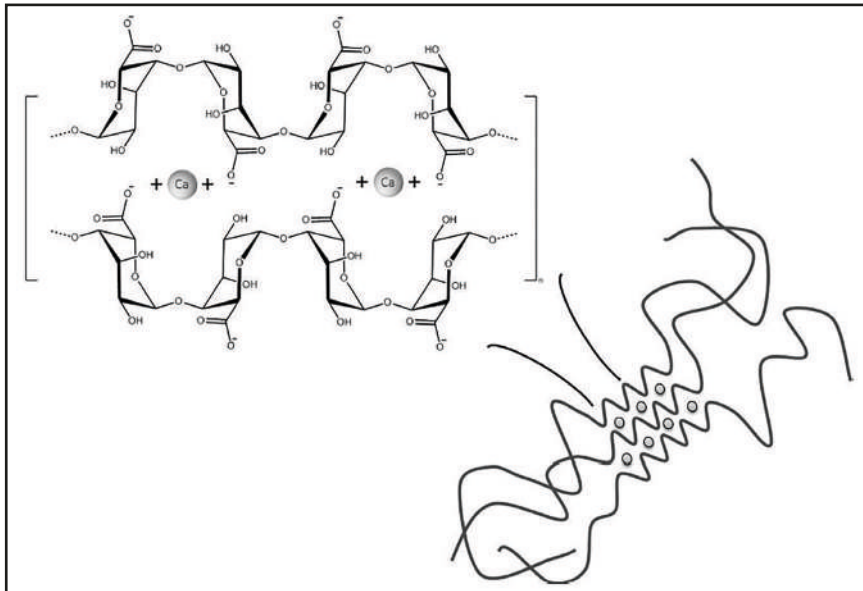
Os benefícios do alginato associados a novas tecnologias permitiram que o material tivesse êxito. Desse modo, a microcápsula de alginato é capaz de proteger os materiais ativos encapsulados de condições adversas do ambiente como por exemplo, o calor e a umidade, garantindo maior estabilidade e biodisponibilidade aos compostos (PASIN; AZÓN; GARRIGA, 2012).

As principais técnicas utilizadas para a microencapsulação são: gelificação iônica, coacervação simples e complexa, *spray frying*, *spray cooling*, liofilização, leito fluidizado, co-cristalização e a produção de lipossomas. O método a ser escolhido depende de alguns fatores, como o mecanismo de liberação desejado, o tipo de material de recheio e a sua aplicação. Os métodos se diferenciam quanto a sua natureza física, físico-química ou química (JACKSON; LEE, 1991; JONES; McCLEMENTS, 2010).

## 2.4.1 GELIFICAÇÃO IÔNICA

Dentre as diversas técnicas de microencapsulamento, o método de gelificação iônica se destaca por ser de baixo custo e simples (MUKAI-CORREA et al., 2005). Esse método pode ser de dois tipos: a gelificação iônica interna e a externa. No primeiro, são produzidas partículas por meio de uma solução polimérica, que contém o material de recheio, adicionada de sais de cálcio insolúveis. Essa solução sofre emulsão em fase oleosa, que contém um agente surfactante. Então, é adicionado um meio ácido a fim de reduzir o pH para que haja a liberação dos íons cálcio, possibilitando a complexação dos grupos carboxílicos com o cálcio (CHAN; LEE; HENG, 2006; REIS et al., 2006; SILVA et al., 2006; SCHOUBBEN et al., 2010). Já no segundo tipo de gelificação iônica, a externa, ocorre a incorporação do material de recheio a uma solução de alginato de sódio, que será gotejada em uma solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) por meio de uma seringa ou pipeta de calibre reduzido (SMRDEL et al., 2008). A gelificação iônica externa apresenta determinadas vantagens em relação à interna: é simples, branda e dispensa o uso de solventes orgânicos. Essas características tornam a técnica promissora e crescente, atraindo as indústrias, principalmente as de fármacos e alimentos (AGNIHOTRI; MALLIKARJUNA; AMINABHAVI, 2004; PATIL et al., 2010).

A gelificação iônica torna possível a formação instantânea de microcápsulas que englobam no interior de uma rede tridimensional células, fármacos, entre outros (VOS et al., 2009; DRAGET et al., 1998). Os íons de cálcio se encontram no interior de cavidades eletronegativas, de forma semelhante a ovos dentro de uma caixa de ovos, e por este motivo, existe o termo “caixa de ovo” (Figura 3). Quando os íons de cálcio e o guluronato se interagem ionicamemente, é conduzida a elaboração de um gel termoestável forte que apresenta propriedades altamente dependentes da forma de preparação e das características do polímero (VOS et al., 2009; FUNDUEANU et al. 1999).

**Figura 3** - Modelo da técnica de gelificação iônica “caixa de ovos”

Fonte: Corona-Hernandez et al. (2013).

As micropartículas produzidas por meio da gelificação iônica apresentam poros de tamanho inferior aos das produzidas por outras técnicas, pois, possuem elevada concentração de solução polimérica. Assim, têm como característica a superfície uniforme, uma vez que as condições de preparo são brandas (VOS et al., 2009; SILVA et al., 2003; HILDEBRAND; TACK, 2000; FUNDUEANU et al., 1999).

### 3 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados em parceria com a Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina, PR, durante o período de 20 de maio de 2016 até 31 de maio de 2017, nos laboratórios do programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados.

Foram utilizadas a lactose P.A. (Anidrol<sup>®</sup>), alginato de sódio Amostra Protanal RF 6650 (FMC<sup>®</sup>) doado pela empresa Química do Brasil Ltda, cloreto de cálcio (Anidrol<sup>®</sup>) e kit para teste enzimático-colorimétrico de glicose (Bioliqid<sup>®</sup>).

A metodologia utilizada para a imobilização da  $\beta$ -galactosidase foi realizada com base nos procedimentos empregados por Escobar, Souza e Lehn (2014), com modificações relacionadas aos parâmetros de imobilização. A enzima utilizada em todo o experimento foi a  $\beta$ -galactosidase comercial

(MAXILACT<sup>®</sup> LX5000 – 5000 UI), Gist-Brocades, Holanda, doada pela empresa Global Food, São Paulo, Brasil.

### 3.1 PARÂMETROS DE MICROENCAPSULAÇÃO

Para a avaliação das melhores condições de formulação das microesferas de  $\beta$ -galactosidase foram realizados ensaios delimitados por meio de um delineamento estatístico, do modelo de Box e Behnken (DBB) com três variáveis independentes em três níveis (-1, 0, 1). Conforme demonstrado na tabela 1, foram testadas as seguintes variáveis: tempo de maturação (3, 6 e 9 minutos), concentração de  $\text{CaCl}_2$  (0,2; 0,4 e 0,6 %) e concentração de alginato de sódio (1,2; 1,5 e 1,8 %).

**Tabela 1** - Otimização das concentrações de alginato,  $\text{CaCl}_2$  e tempo de maturação

Experimento	Tempo maturação	$\text{CaCl}_2$ % (p/v)	Alginato % (p/v)
1	-1 ( 3 )	-1 (0,2)	-1 (1,2)
2	-1 ( 3 )	0 (0,4)	1 (1,8)
3	-1 ( 3 )	1 (0,6)	0 (1,5)
4	0 ( 6 )	-1 (0,2)	1 (1,8)
5	0 ( 6 )	0 (0,4)	0 (1,5)
6	0 ( 6 )	1 (0,6)	-1 (1,2)
7	1 ( 9 )	-1 (0,2)	0 (1,5)
8	1 ( 9 )	0 (0,4)	-1 (1,2)
9	1 ( 9 )	1 (0,6)	1 (1,8)

Níveis			
Fatores:	-1	0	1
Tempo (min.)	3	6	9
$\text{CaCl}_2$ (g%)	0,2	0,4	0,6
Alginato (g%)	1,2	1,5	1,8

Fonte: Autoria própria (2017).

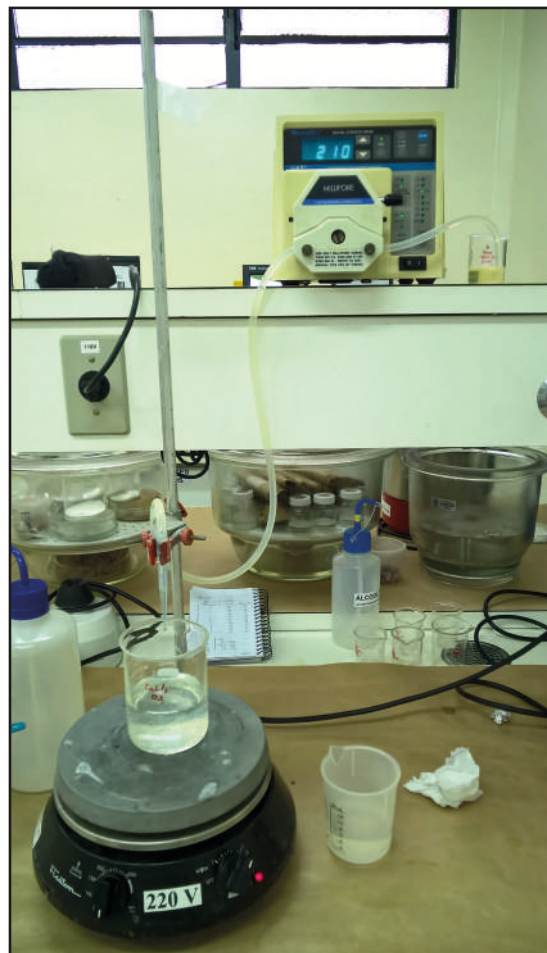
### 3.2 IMOBILIZAÇÃO DA ENZIMA $\beta$ -GALACTOSIDASE

Considerando que o procedimento de imobilização se repetiu para todas as corridas, alterando apenas as condições das variáveis, esta etapa iniciou-se com o preparo de 30 ml de uma solução de alginato de sódio a 1,2% (m/v) com solução



tampão fosfato de potássio 0,1M pH 6,8, na qual foi adicionada um volume de 10 ml de enzima, estabelecendo uma proporção de 3:1. Conforme demonstrado na figura 4, para a formação das cápsulas, utilizou-se de uma bomba peristáltica (MILLIPORE®), suporte universal acoplada a garra metálica, mangueira, e ponteira com abertura de 2 mm de diâmetro para o gotejamento da enzima com alginato em uma solução de cloreto de cálcio 0,2% (m/v), a 7 cm de altura, que foi mantida sob agitação, utilizando um agitador magnético (FISATOM®). Logo após três minutos de contato, as esferas constituídas com a  $\beta$ -galactosidase foram separadas por peneira e lavadas com água destilada, sendo, posteriormente, utilizadas para a hidrólise da lactose a fim de verificar a sua atividade enzimática (Figura 5).

**Figura 4** – Equipamentos utilizados para gelificação iônica



Fonte: Autoria própria (2017).



**Figura 5** – Microcápsulas de  $\beta$ -galactosidase de *K. lactis*



Fonte: Autoria própria (2017).

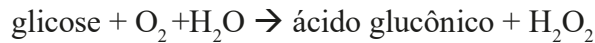
### 3.3 HIDRÓLISE DA LACTOSE EM FUNÇÃO DO TEMPO

Para a hidrólise da lactose, foi preparada uma solução de lactose anidro 1% em água destilada, onde foram adicionadas as esferas a 10% (m/v). A reação de hidrólise foi realizada em pH 6,8, na temperatura de 37 °C, sob agitação de 120 rpm em incubadora com agitação orbital TE-420 (TECNAL<sup>®</sup>). As amostras foram coletadas nos tempos de 0, 15, 30, 60, 120, 180 e 240 minutos de hidrólise. Então, as enzimas foram inativadas em banho-maria sob 100 °C por 5 minutos, seguido pela análise de glicose, utilizando o kit glicose-oxidase enzimático colorimétrico (Bioliqid<sup>®</sup>), e a leitura da absorbância a 505 nm foi realizada em espectrofotômetro 600 Plus (FEMTO<sup>®</sup>). Os dados foram analisados com o auxílio do programa disponível “Statistica 6.0”.

#### 3.3.1 DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE ENZIMÁTICA

O método de glicose-oxidase enzimático-colorimétrico se baseia na quantificação de glicose produzida decorrente da digestão da lactose. Essa quantificação nas amostras é avaliada pelo kit enzimático-colorimétrico (glicose-oxidase/peroxidase), de acordo com Trinder (1969). A reação envolve a oxidação

da glicose seguida de um composto colorido que surge por meio da ação de peroxidases. O reagente formado tem seu máximo de absorção em espectrofotômetro (600 Plus FEMTO®) na faixa de 505 nm. A glicose tem a sua oxidação catalisada pela glicose-oxidase de acordo com a seguinte reação:



O peróxido de hidrogênio formado reage com a 4-aminoantipirina e fenol, sob a ação da enzima peroxidase, formando o complexo corado vermelho cuja intensidade da coloração é proporcional à quantidade de glicose encontrada na amostra (ADALBERTO, 2005).

De acordo com o fabricante do kit enzimático-colorimétrico (Bioliqid®), o cálculo utilizado para determinar a glicose (mg/dL) foi conforme a equação 1:

(1)

$$\text{Glicose [mg/dL]} = \frac{\text{Absorbância Teste}}{\text{Absorbância Padrão}} \times 100$$

Para o cálculo do rendimento da hidrólise, foi considerado o peso molecular da solução de lactose 1% (0,0292 mol).

O cálculo da atividade enzimática (Bioliqid®) foi determinado por meio da equação 2:

(2)

$$\text{AE}(\mu\text{molGlicose / min}) = \frac{\text{Glicose (mg / dL)} \times 1000}{\text{PMG} \times \text{TR}}$$

Sendo:

AE= Atividade Enzimática.

PMG= Peso Molecular da Glicose.

TR= Tempo de Reação.

### 3.4 ANÁLISE DE RETENÇÃO DA $\beta$ -GALACTOSIDASE IMOBILIZADA

Após determinar as melhores condições para a hidrólise de lactose pela enzima microencapsulada, foram realizados testes de determinação de proteína pelo método de Lowry et al. (1951). O seu princípio se baseia na complexação do cobre quando em contato com meio alcalino, produzindo uma cuproproteína

de coloração azul, que pode ser detectada por meio da faixa de absorção em espectrofotômetro. Em meio alcalino, ocorre uma reação entre os íons cobre com as ligações peptídicas das proteínas, de forma que a cor púrpura complexada é proporcional à quantidade de proteínas concentradas na amostra (LOWRY et al., 1951). O método de Lowry apresenta como principal vantagem a sua maior sensibilidade em relação a outros métodos, assim como possui melhor exatidão, maior economia de amostra e é menos vulnerável a alguns tipos de interferentes (ZAIA; ZAIA; LICHTIG, 1998).

Para a análise de liberação de proteínas, foi realizada a adição das microcápsulas (10% m/v) em solução aquosa, utilizando agitador orbital TE-420 (TECNAL<sup>®</sup>), a 120 RPM, na temperatura de 30 °C, pH 7,0. Alíquotas de 1 ml foram coletadas nos tempos de 0 e 180 minutos. A determinação da liberação das proteínas foi realizada de acordo com o método de Lowry et al. (1951). Em paralelo, fez-se análise de atividade enzimática pela  $\beta$ -galactosidase nas mesmas condições, somente diferenciando pela solução de lactose utilizada.

Para o cálculo da determinação de proteínas, foi calculado inicialmente o fator de calibração parcial conforme a equação 3:

$$(3) \quad \text{FCP1} = \text{Q1/A1}$$

Sendo:

FCP= Fator de Calibração Parcial.

Q = Quantidade de proteína adicionada.

A = Absorbância.

A partir da média dos FCP's obtém-se o fator de calibração médio (FCM). Em seguida, calcula-se a proteína (mg/ml) das amostras, utilizando a equação 4:

$$(4) \quad \text{Abs} \times \text{FCM} \times 100$$

Sendo:

Abs = Absorbância medida da amostra.

FCM = Fator de calibração médio.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram analisados com o auxílio do programa disponível “Statistica Versão 6.0”. Os resultados demonstram que o R-quadrado (R-sqr) foi positivo, ao nível de 86,88 %, conforme pode ser analisado na figura 6. Dessa forma, pode-se dizer que os valores observados foram adequados às condições preconizadas.

**Figura 6** - Efeitos estimados dos parâmetros de imobilização da  $\beta$ -galactosidase

Effect Estimates; Var.: 180; R-sqr=,86884; Adj.: 47538 (Experimento - microcápsula 2) 3 3-level factors, 1 Blocks, 9 Runs; MS Residual=1143,519 DV: 180										
Factor	Effect	Std.Err.	t(2)	p	-95, % Cnf. Limit	+95, % Cnf. Limit	Coeff.	Std Err. Coeff.	-95, % Cnf. Limit	+95, % Cnf. Limit
Mean/Interc.	115,0150	19,52365	5,891060	0,027626	31,012	199,0185	115,0150	19,52365	31,0115	199,0185
(1)Maturação (min)(L)	61,0811	27,61062	2,212232	0,157449	-57,718	179,8800	30,5405	13,80531	-28,8589	89,9400
Maturação (min)(Q)	63,0631	23,91150	2,637353	0,118707	-39,820	165,9459	31,5315	11,95575	-19,9099	82,9730
(2)CaCl <sub>2</sub> ( %)(L)	52,9730	55,22123	0,959286	0,438642	-184,625	290,5708	26,4865	27,61062	-92,3124	145,2854
CaCl <sub>2</sub> ( %)(Q)	45,5856	47,82299	0,953215	0,441083	-160,180	251,3513	22,7928	23,91150	-80,0901	125,6757
(3)Alginato ( %)(L)	-16,0360	27,61062	-0,580792	0,620107	-134,835	102,7629	-8,0180	13,80531	-67,4175	51,3814
Alginato ( %)(Q)	6,8468	23,91150	0,286341	0,801553	-96,036	109,7297	3,4234	11,95575	-48,0180	54,8649

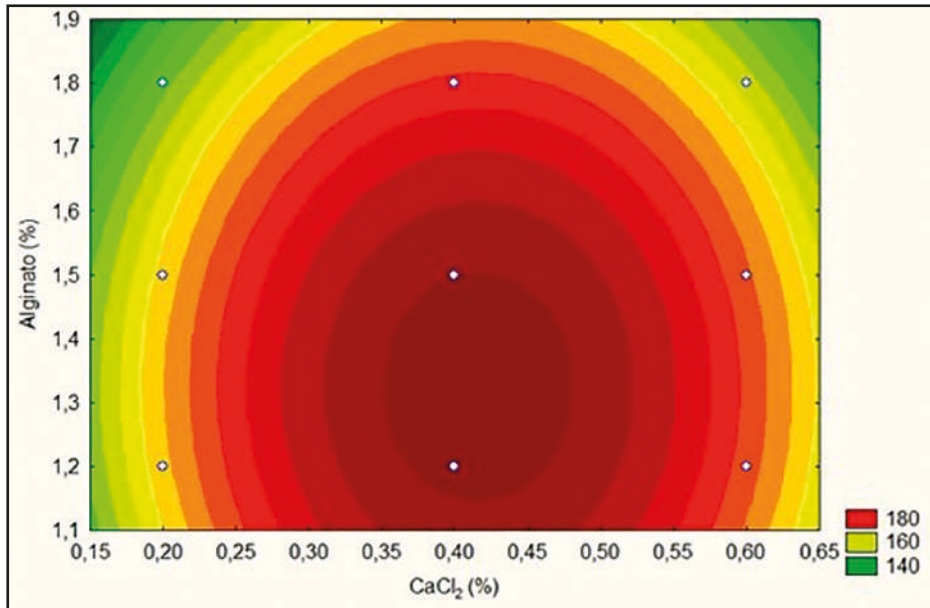
Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com os dados apresentados na figura 6, os efeitos lineares encontrados para maturação e CaCl<sub>2</sub> foram não significativos, positivos, indicando que não influenciaram negativamente para o resultado do experimento. Enquanto o efeito linear para a concentração de alginato também foi não significativo, mas negativo, indicando que quanto menor a concentração de alginato, mais alta seria a atividade enzimática; porém, ao relacionar com a consistência das microcápsulas, verificou-se que, ao diminuir essa concentração, a formação das microcápsulas seria prejudicada.

### 4.1 OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ENCAPSULAÇÃO

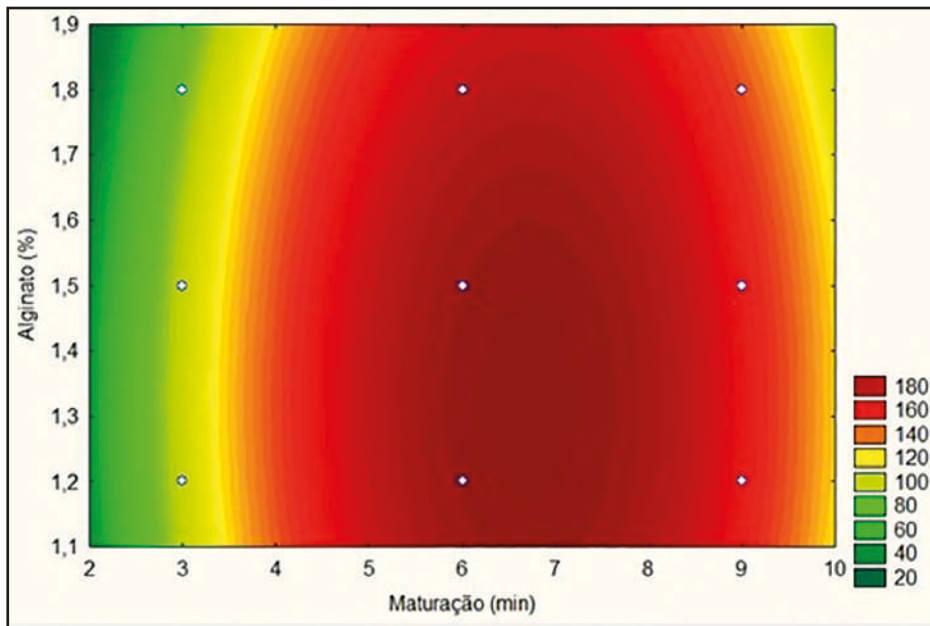
Os resultados obtidos a partir do delineamento Box-Behnken permitiram definir que as melhores concentrações de alginato de sódio, CaCl<sub>2</sub> e tempo de maturação foram: 1,2g% (m/v), 0,4g% (m/v) e 6 minutos de maturação respectivamente, conforme observado nas figuras 7, 8 e 9:

**Figura 7** – Superfície de contorno para os efeitos relacionados de concentração de alginato de sódio e concentração de CaCl



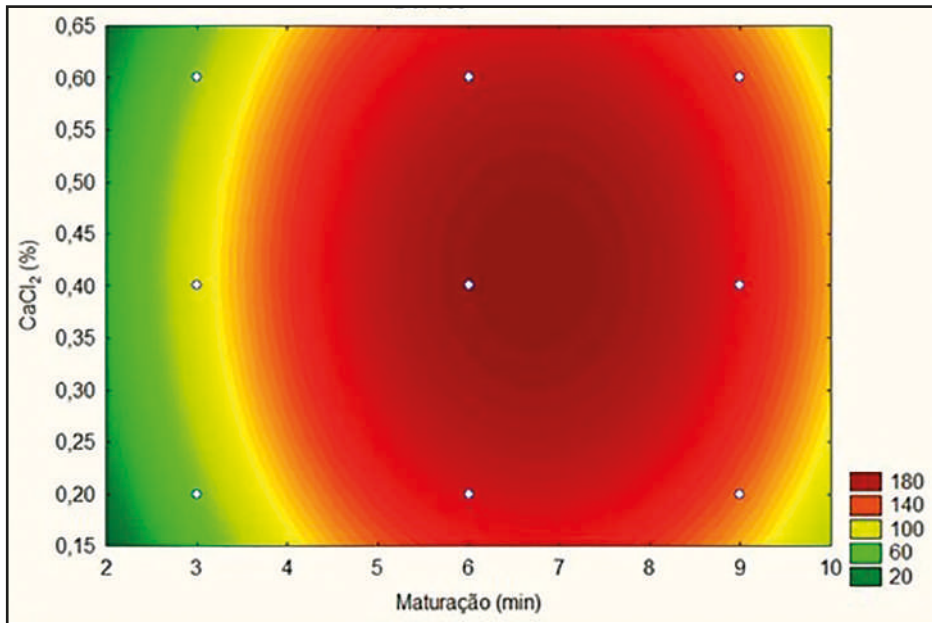
Fonte: Autoria própria (2017).

**Figura 8** – Superfície de contorno para os efeitos relacionados de concentração de alginato de sódio e tempo de maturação



Fonte: Autoria própria (2017).

**Figura 9** – Superfície de contorno para os efeitos relacionados de concentração de cloreto de cálcio e tempo de maturação



Fonte: Autoria própria (2017).

## 4.2 INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO

O cálcio se destaca por ser um dos elementos mais importantes na composição do leite. Por isso, torna-se necessário esclarecer as suas possíveis influências sobre a atividade catalítica das  $\beta$ -galactosidase (HAIDER; HUSAIN, 2007). De acordo com Vos et al. (2009) e Fundueanu et al. (1999), as concentrações de cálcio muito baixas e muito elevadas têm efeito negativo na atividade hidrolítica da  $\beta$ -galactosidase imobilizada e isso se relaciona às superfícies de contorno apresentadas nas figuras 7 e 9, em que a atividade enzimática decaía conforme as concentrações utilizadas se distanciavam da região de maior intensidade.

Uma quantidade reduzida de cálcio disponível na técnica de gelificação iônica resultaria em uma fraca interação iônica entre os íons de cálcio e os gulonatos, impossibilitando a formação de um gel termoestável forte, e, portanto, formando microcápsulas inconsistentes (VOS et al., 2009; FUNDUEANU et al., 1999). Por outro lado, elevadas concentrações de cálcio podem causar a perda de atividade enzimática. Haider e Husain (2007) realizaram testes com várias concentrações de cloreto de cálcio com o objetivo de verificar os seus efeitos sobre a atividade da  $\beta$ -galactosidase preparada sob diferentes condições. A amostra da



$\beta$ -galactosidase na forma imobilizada apresentou uma redução próxima de 40% quando permanecida em contato com uma solução de cloreto de cálcio a 5% durante 1h a 37 °C. Em outro estudo, Brady, Logan e McHale (1998) compararam duas amostras da enzima  $\beta$ -galactosidase submetidas à presença de dois diferentes cátions,  $Mn^{2+}$  e  $Ca^{2+}$ , durante 4h. Na condição com o  $Mn^{2+}$ , a enzima manteve 25% de sua atividade enzimática, enquanto que, na condição com o  $Ca^{2+}$ , houve a inativação da enzima  $\beta$ -galactosidase.

### 4.3 HIDRÓLISE DA LACTOSE EM FUNÇÃO DO TEMPO

O tempo de hidrólise da lactose pela enzima microencapsulada nos experimentos, em geral, foi crescente ao longo dos 240 minutos totais: a hidrólise total da lactose ocorreu a partir de 60 minutos de incubação (Tabela 2), ocorrendo hidrólise total para a maioria dos experimentos a partir de 120-180 minutos.

O percentual de hidrólise superior a 100% pode ser devido a reações do kit enzimático com parte do produto, devido à grande semelhança existente com a glicose, sendo necessário analisar a reação desse kit frente a substratos de galactose e lactose puros.

**Tabela 2** – Hidrólise da lactose das microcápsulas em função do tempo (%)

Experimento	Tempo (min)						
	0	15	30	60	120	180	240
1	6,14	44,99	55,53	63,76	80,22	49,62	62,28
2	18,16	51,4	53,22	79,45	63,51	82,53	104,13
3	14,89	43,13	67,36	77,9	134,47	92,3	103,1
4	0,93	16,69	52,71	86,39	89,73	160,18	91,79
5	8,14	28,44	45,25	85,62	86,39	162,75	86,64
6	10,15	34,11	51	69,42	128,3	168,66	101,3
7	4,21	46,53	51,68	111,84	123,67	129,58	80,22
8	3,54	25,77	50,34	65,31	95,13	169,69	86,39
9	7,28	19,83	48,08	73,53	129,32	99,5	76,87

Fonte: Autoria própria (2017).

Escobar, Souza e Lehn (2014) imobilizaram 0,75 ml da enzima comercial  $\beta$  galactosidase de *Kluyveromyces lactis* (Lactozym® 3000L) em 14,25 ml de alginato de sódio 0,8% (p/v), em uma proporção de 1:19. O tempo de contato na solução de  $CaCl_2$  0,3% (p/v), na qual foram gotejadas, foi de 10 minutos. A

análise do tempo de hidrólise ocorreu ao longo de 6 horas, sob pH 7,0, sendo retiradas amostras a cada 30 minutos até o tempo de 180 minutos, após isso, amostras foram retiradas nos tempos de 240 e 360 minutos. Nessas condições, a máxima hidrólise ocorreu no tempo de 360 minutos, apresentando uma taxa de conversão da lactose de aproximadamente 40%. Supõe-se que a diferença observada com o presente estudo, no qual a total conversão ocorreu primeiramente a 60 minutos, se deva às diferentes proporções utilizadas de alginato de sódio e enzima comercial *K. lactis*.

Elnashar e Yassin (2009) realizaram experimentos a partir da enzima  $\beta$ -galactosidase, obtida de *Aspergillus oryzae* imobilizada em carragena com quitosana. Os resultados indicam uma taxa de conversão da lactose de 70% em sete horas de hidrólise. Esse valor inferior pode ser relacionado às interações da carragena e quitosana e outros compostos que constituem o suporte de imobilização, além da faixa de pH testada, que variou de 4,5 a 5,5, e a faixa de temperatura, de 50 °C a 55 °C.

#### 4.4 EFICÁCIA DE RETENÇÃO DA $\beta$ -GALACTOSIDASE IMOBILIZADA

As concentrações dos reagentes utilizados nesse experimento foram definidas a partir da análise de otimização dos parâmetros de encapsulação.

A capacidade de retenção da enzima determinada por este trabalho foi relativamente satisfatória, e a determinação de proteína na solução de lactose utilizada para medir a glicose e na solução aquosa foram bem baixas nos dois dias de experimento (Tabela 3), entretanto, a atividade enzimática e o rendimento de hidrólise da lactose sofreram uma queda brusca do primeiro para o segundo dia.

**Tabela 3** - Reciclo da enzima  $\beta$ -galactosidase imobilizada

Análises	Tempo (dia)	
	1	2
Glicose (mg/ dL)	482,66	79,05
Rendimento (%)	91,83	15,04
Atividade enzimática ( $\mu$ mol glicose/min)	14,89	2,44
Proteína na lactose (mg/ ml)	0,74	0,00
Proteína na solução aquosa (mg/ ml)	1,00	0,19

Fonte: Autoria própria (2017).



## 5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que os melhores parâmetros para a imobilização da enzima beta galactosidase foram: concentração de cloreto de cálcio a 0,4%, concentração de alginato de sódio a 1,2% e tempo de maturação 6 minutos; e o melhor tempo para hidrólise da lactose foi determinado em 180 minutos (ou 3 horas).

O microencapsulamento da  $\beta$ -galactosidase comercial permitiu o reuso da enzima por tempo limitado, mesmo não ocorrendo o seu desprendimento da microcápsula. A análise da atividade da enzima microencapsulada decaiu ao longo de 48 horas, após isso, as microcápsulas perderam atividade, provavelmente devido a interações com o cálcio da microcápsula ou desnaturação da enzima ou, ainda, a presença de produtos que possam ocasionar inibição competitiva.

A possibilidade de compartimentalizar as microcápsulas no interior de reatores abre possibilidades da utilização dessa enzima em escala industrial, sem que haja a perda em processos de pasteurização. A redução do diâmetro das partículas é possível por meio de um atomizador como equipamento para gerar gotículas minúsculas que permitirá formar microcápsulas de tamanho menor, e que, possivelmente, poderá influir no rendimento da hidrólise, pois aumentará a superfície de contato.

Estudos em processos de fluxo contínuo (coluna) de substrato podem reduzir os efeitos de inibição por produtos (galactose e glicose), visto que estes serão removidos pelo fluxo. Estudos envolvendo outros polissacarídeos existentes para microencapsulação da enzima podem auxiliar na melhoria do seu tempo de vida, bem como substituir e/ou reduzir a concentração de cálcio ou mesmo substituí-lo por magnésio para auxiliar na estabilidade e *shelf-life* da enzima.

## REFERÊNCIAS

ADALBERTO, P. R. *Produção, isolamento e caracterização de  $\beta$ -galactosidas de Trichoderma reesei: interação de íons metálicos na atividade enzimática*. 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

AGNIHOTRI, S. A.; MALLIKARJUNA, N. N.; AMINABHAVI, T. M. Recent Advances on Chitosan-based Micro- and Nanoparticles in Drug Delivery. *Journal of Controlled Release*, v. 100, n. 1, p. 5-28, 2004.

ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent Advances in Microencapsulation of Probiotics for Industrial Applications and Targeted Delivery. *Trends in Food Science & Technology*, v. 18, n. 5, p. 240-251, 2007.

BeMILLER, J. N.; HUBER, K. C. Carboidratos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 76-129.

BRADY, D.; LOGAN, S. R.; McHALE; A. P. The Effect of Soluble Alginate and Calcium on B-Galactosidase Activity Produced by the Thermotolerant, Ethanol-Producing Yeast Strain *Kluyveromyces marxianus* imb3. *Bioprocess Engineering*, v. 18, p. 101-104, 1998.

CASTRO, H.F.; ZANIN, G. M.; DE MORAES, F. F.; SÁ-PEREIRA P. Imobilização e Estabilização de Enzimas. In: BON, P.S.; FERRARA, M.A.; CORVO, M.L.; VERMELHO, A.L.; PAIVA, C.L.A.; ALENCASTRO, R.B.; COELHO, R.R.R. (Org.). *Enzimas em Biotecnologia: Produção, Aplicações e Mercado*. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 506 p.

CAVILLE, D.; COMBES, D. Characterization of  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces lactis*. *Applied Biochemical Biotechnology*, v. 22, p. 55-64, 1995.

CHAN, L. W.; LEE, H. Y.; HENG, P. W. S. Mechanisms of External and Internal Gelation and their Impact on the Functions of Alginate as A Coat and Delivery System. *Carbohydrate Polymers*, v. 63, n. 2, p. 176-187, 2006.

CORONA-HERNANDEZ, R. I. et al. Structural Stability and Viability of Microencapsulated Probiotic Bacteria: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 12, p. 614-628, 2013. il.

DRAGET, K. I. et al. Na- e K- alginate; effect on Ca<sup>2+</sup>-gelation. *Carbohydrate Polymers* 35, p. 1-6, 1998.

ELNASHAR, M. M. M.; YASSIN, M. A. Lactose Hydrolysis by  $\beta$ -galactosidase Covalently Immobilized to Thermally Stable Biopolymers. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 159, p. 426-437, 2009.

ESCOBAR, G. P.; SOUZA, C. F. V. de; LEHN, D. N. Avaliação de beta-galactosidase livre e imobilizada na hidrólise da lactose do permeado de soro de queijo. *Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 11, n. 1, p. 117-129, 2014.

FODA, M. I.; LOPEZ-LEIVA, M. Continuous Production of Oligosaccharides from Whey Using a Membrane Reactor. *Process Biochemistry*, v. 35, p. 581-587, 2000.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. A microencapsulação a serviço da indústria alimentícia. *Food Ingredients Brasil*, Barueri, v. 15, n. 25, p. 30-36, mar./maio 2013.

FREITAS, F. F. *Otimização do processo de imobilização de  $\beta$ -galactosidase de *Aspergillus oryzae* em alginato de sódio com gelatina e glutaraldeído*. 2007. 224 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

FUNDUEANU, G. et al. Physico-chemical Characterization of Ca-alginate Microparticles Produced with Different Methods. *Biomaterials*, v. 20, p. 1427-1435, 1999.

GONSALVES, P. E. Alimentos de origem animal. In: \_\_\_\_\_. *Livro dos alimentos*. 2. ed. São Paulo: MG editores, 2002. p. 113-152.

GONZÁLEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios de hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. *Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo das vacas leiteiras*. Porto Alegre: 2001. p. 5-22.

HAIDER, T.; HUSAIN, Q. Calcium Alginate Entrapped Preparations of *Aspergillus oryzae*  $\beta$  Galactosidase: Its Stability and Applications in The Hydrolysis

of Lactose. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 41, p. 72-80, 2007.

HELGERUD, T. et al. Alginates. In: IMESON, A. *Food Stabilisers Thickeners and Gelling Agents*. Reino Unido: Blackwell Publishing Ltd, 2010. p. 50-72.

HENRIKSEN, C. et al. Nutrient Intake Among Two-year-old Children on Cows' Milk-restricted Diets. *Acta Paediatr.*, v. 89, p. 272-278, mar. 2000.

HILDEBRAND, G. E.; TACK, J. W. Microencapsulation of Peptides and Proteins. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 196, p. 173-176, 2000.

HU, X. et al. Engineering of a Fungal  $\beta$ -galactosidase to Remove Product Inhibition by Galactose. *Appl Microbiol Biotechnol*, v. 87, p. 1772-1782, 2010.

ITOH, T.; SUZUKI, M.; ADACHI, S. Production and Characterization of  $\beta$ -galactosidase from Lactose-fermenting Yeasts. *Agricultural and biological chemistry*, v. 46, n. 4, p. 899-904, 1982.

JACKSON, L. S.; LEE, K. Microencapsulation and Food Industry. *LWT – Food Science and Technology*, Londres, v. 24, n. 4, p. 289-297, 1991.

JONES, O. G.; MCCLEMENTS, D. J. Biopolymer Nanoparticles from Heat-Treated Electrostatic Protein–Polysaccharide Complexes: Factors Affecting Particle Characteristics. *Journal of Food Science*, v. 75, n. 2, p. 36-43, 2010.

LADERO, M.; SANTOS, A.; GARCIA-OCHOA, F. Kinetic Modeling of Lactose Hydrolysis with an Immobilized  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis*. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 27, p. 583-592, maio 2000.

LOWRY, O. H. et al. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. Biol. Chem.*, v. 193, p. 265-275, 1951.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C. et al. Optimization of Conditions for Galactooligosaccharide Synthesis During Lactose Hydrolysis by  $\beta$ -galactosidase from *Kluyveromyces lactis* (Lactozym 3000 L HP G). *Food Chemistry*, v. 107, p. 258-264, 2008.

MARTINS, A. R.; BURKERT, C. A. V. Galacto-oligossacarídeos (GOS) e seus efeitos prebióticos e bifidogênicos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 12, n. 3, p. 230-240, 2009.

MUKAI-CORREA, R.; PRATA, A. S.; ALVIM, I. D.; GROSSO, C. Caracterização de microcápsulas contendo caseína e gordura vegetal hidrogenada obtidas por gelificação iônica. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 8, n. 1, p. 73-80, jan./mar., 2005.

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. Carboidratos. In: \_\_\_\_\_. *Nutrição para Tecnologia e Engenharia de Alimentos*. Curitiba: CRV, 2013. p. 23-34.

PANESAR, P. S.; KUMARI, S.; PANESAR, R. Potential Applications of Immobilized  $\beta$ -Galactosidase in Food Processing Industries. *Enzyme Research*, p. 1-16, 2010.

PAQUES, J. P. et al. Preparation Methods of Alginate Nanoparticles. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 209, p. 163-171, mar. 2014.

PARK, T. G.; HOFFMAN, A. S. Immobilization of *Arthrobacter Simplex* in a Thermally Reversible Hydrogel: Effect of Temperature Cycling on Steroid Conversion. *Biotechnology and Bioengineering*, v. 35, p. 152-159, 1990.

PARK, Y. W.; HAENLEIN, G. F. W. Overview of Milk of Non-bovine Mammals. In: \_\_\_\_\_. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Ames: Blackwell Publishing, 2006. p. 3-10.

PARKER, R.; PACE, M. Food and Health. In: \_\_\_\_\_. *Introduction to food science and food systems*. 2. ed. Canada: Cengage Learning, 2016.

PASIN, B. L.; AZÓN, C. G.; GARRIGA, A. M. Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, v. 3, n. 1, p. 130-151, jan./jun. 2012.

PATIL, J. S. et al. Ionotropic Gelation and Polyelectrolyte Complexation: The Novel Techniques to Design Hydrogel Particulate Sustained, Modulated Drug Delivery System: A Review. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, v. 5, n. 1, p. 241-248, 2010.

PEREDA, J. A. O. et al. Vitaminas, minerais e enzimas. In: \_\_\_\_\_. *Tecnologia de alimentos – volume 1: componentes dos alimentos e processos*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 81-100.

PRENOSIL, J. E.; STUKER, E.; BOURNE, J. R. Formation of Oligosaccharides During Enzymatic Lactose: Part I: State of Art. *Biotechnology and Bioengineering*, v. 30, p. 1019-1025, dez. 1987.

REIS, C. P. et al. Review and Current Status of Emulsion/Dispersion Technology Using An Internal Gelation Process for The Design of Alginate Particles. *Journal of Microencapsulation*, v. 23, n. 3, p. 245-257, 2006.

REMIÃO, J. O. R.; SIQUEIRA, A. J. S.; AZEVEDO, A. M. P. Utilização de glicose pelos tecidos. In : \_\_\_\_\_. *Bioquímica: guia de aulas práticas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 164-167.

RIBEIRO, A. J. et al. Chitosan-reinforced Alginate Microspheres Obtained Through the Emulsification/Internal Gelation Technique. *Eur. J. Pharm Sci.*, v. 25, p. 31-40, 2005.

RIENZO, T. et al. Lactose Intolerance: from Diagnosis to Correct Management. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, Roma, v. 17, n. 2, p. 18-25, 2013.

SCHOUBBEN, A. et al. Development of a Scalable Procedure for Fine Calcium Alginate Particle Preparation. *Chemical Engineering Journal*, v. 160, n. 1, p. 363-369, 2010.

SHUKLA, T. P.; WIERZBICKI, L. E. Beta-galactosidase Technology: A Solution to the Lactose Problem. *C R C Critical Reviews in Food Technology*, v. 5, n. 3, p. 325-396, jan. 1975.

SILVA, C. et al. Administração oral de peptídeos e proteínas: II. Aplicação de métodos de microencapsulação. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 39, n. 1, jan./mar., 2003.

SILVA, C. M. et al. Alginate Microspheres Prepared by Internal Gelation: Development and Effect on Insulin Stability. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 311, n. 1-2, p. 1-10, 2006.

SMRDEL, P. Shape Optimization and Characterization of Polysaccharide Beads Prepared by Ionotropic Gelation. *Journal of Microencapsulation*, v. 25, n. 2, p. 90-105, 2008.

SWAISGOOD, H. E. Características do leite. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 689-757.

TOSTES, A. A. M. *Estudo da hidrólise enzimática do soro de queijo utilizando as lactases Prozyn<sup>®</sup> e Lactozym<sup>®</sup>*. 2006, 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

TRINDER, P. Determination of Blood Glucose Using an Oxidase-peroxidase System with a Non-carcinogenic Chromogen. *J. Clin. Path*, v. 22, p. 158-161, 1969.

TURECEK, P. L.; PITTNER, F.; BIRKNER, F. Degradation of Polysaccharides by Immobilized Depolymerizing Enzymes. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 25, p. 1-8, 1990.

VOS, P. et al. Multiscale Requirements for Biencapsulation in Medicine and Biotechnology, *Biomaterials*, v. 30, p. 2559-2570, 2009.

YANG, J.; XIE, Y.; HE, W. Research Progress on Chemical Modification of Alginate: A Review. *Carbohydrate Polymers*, v. 84, p. 33–39, 2011.

YOO, S. H. et al. Microencapsulation of  $\alpha$ -tocopherol Using Sodium Alginate and Its Controlled Release Properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 38, p. 25-30, 2006.

ZADOW, J. G. Lactose - Properties and Uses. *Journal of Dairy Science*, v. 67, n. 11, p. 2654-2679. 1984

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C. T. B. V.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. *Química Nova*, v. 21, n. 6, p. 787-793, 1998.

ZHOU, Q. Z. K.; CHEN, X. D. Effects of Temperature and pH on the Catalytic Activity of the Immobilized Beta-galactosidase from *Kluyveromyces lactis*. *Biochemical Engineering Journal*, v. 9, n. 1, p. 33-40, nov. 2001.





## **ACEITAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJO MINAS PADRÃO COM TEOR DE SÓDIO REDUZIDO**

*Marly Sayuri Katsuda  
Vanessa da Silva Martins  
Luciana Furlaneto-Maia  
Valéria Barbosa Gomes de Santis  
Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya  
Ana Flávia de Oliveira*

### **1 INTRODUÇÃO**

O queijo Minas Padrão, também chamado de Minas Curado, Minas Pressado ou Minas Pasteurizado, é um dos queijos mais antigos e populares do Brasil. Teve sua origem em Minas Gerais no início do século passado, o qual foi adaptado e definido tecnologicamente ao longo dos anos. Este queijo é o mais consumido e está entre os 5 queijos mais produzidos pelas indústrias laticinistas no país (OLIVEIRA, 1986).

Seu tempo mínimo de maturação ocorre com 20 dias, mas sob refrigeração esse queijo possui uma vida útil de dois a três meses, com riscos de apresentar gosto amargo. Quanto à composição, o queijo Minas Padrão pode ser classificado como queijo semigordo a gordo e de média a alta umidade, com teor médio de 1,5 % de cloreto de sódio (FURTADO, 2005).

Os produtos lácteos contribuem com 11% da ingestão de NaCl na dieta americana, enquanto no Reino Unido esse gênero alimentício contribui com 8% de ingestão de NaCl da dieta (HENDERSON et al., 2003). No Brasil, levando-se

em consideração o consumo médio de produtos lácteos *per capita* por ano (OECD-FAO, 2013) e a média de teor de sódio desses alimentos estabelecido pela Anvisa (BRASIL, 2012a), os produtos lácteos contribuem em média com 4% da ingestão de NaCl na dieta brasileira, sendo significativamente menor que o consumo dos Estados Unidos e países da União Europeia. Porém, certos tipos de queijos podem contribuir com 0,8 gramas de NaCl com apenas uma porção de 40 gramas (SAINT-EVE et al., 2009).

Estudos envolvendo avaliação de sódio em queijos comerciais brasileiros demonstraram que 90% das amostras de requeijão e queijo Minas Padrão e 75% das amostras de Muçarela e queijo Prato são classificadas como de ‘alto’ teor de sódio (Felicio et al., 2013). Os pesquisadores concluíram que o queijo Minas Padrão contribui significativamente para a ingestão de sódio na porção estabelecida pela Anvisa: esse produto fornece 17,8% da recomendação diária máxima estabelecida pela OMS (WHO, 2003).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu uma meta global para reduzir as taxas de morte por doença crônica, portanto, foram selecionadas duas intervenções: reduzir o consumo de NaCl da população e controlar o consumo do tabaco. De acordo com a OMS, os adultos devem consumir menos de 2000 mg de sódio, o que equivale a 5 gramas de NaCl e, pelo menos, 3510 mg de potássio por dia (WHO, 2013).

A redução do teor de sódio em queijos pode alterar algumas características físico-químicas, a qualidade microbiológica e a aceitação sensorial (PURDY; ARMSTRONG, 2007). Estudo realizado em queijo Minas Frescal salgado com diferentes proporções de NaCl pelo KCl (25 a 75%) permitiu concluir que até 50% de substituição não ocasionou alteração sensorial e nas características físico-químicas, apenas aumentou a firmeza dos queijos com substituição do sódio durante os 21 dias de estocagem (Gomes et al., 2011).

Baseado nesse contexto, o presente trabalho visou investigar o efeito da redução do NaCl pela substituição do KCl nas características físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial do queijo tipo Minas Padrão.

## **2 A IMPORTÂNCIA DO CLORETO DE SÓDIO NA PRODUÇÃO DE QUEIJOS**

A salga é uma etapa essencial durante o processamento do queijo. O NaCl é incorporado ou permeado à coalhada, de modo a controlar a atividade da cultura *starter* utilizada, além de influenciar nas características físicas e

físico-químicas do queijo (MCMAHON, 2010). O NaCl é o principal agente determinante da atividade de água ( $A_w$ ) do produto e, conseqüentemente, exerce o controle sobre o crescimento microbiano, a atividade enzimática e as alterações bioquímicas durante a maturação do queijo (GUINEE, 2004). A concentração de NaCl influencia na atividade enzimática durante a maturação e pode ou não beneficiar as espécies microbianas que têm impacto no sabor. Outras funções do NaCl incluem melhoria na textura, inativação e/ou redução das bactérias deteriorantes envolvidas nas etapas de salga e maturação de diversos queijos (MCMAHON, 2010).

Durante o processo da salga do queijo, também há uma diferença de pressão osmótica entre a solução salina e a massa que provoca parte da liberação da umidade, drenando também proteínas do soro, ácido láctico e mineral dissolvido, enquanto o NaCl é absorvido. A fim de ter um bom equilíbrio, é importante que a concentração da solução salina e o pH sejam apropriados (o pH ideal da salmoura é entre 5,2 e 5,3). Além disso, o teor de cálcio deve estar entre 0,1 e 0,2%. Durante o processo de salga ocorrerá troca de íons  $Ca^{2+}$  e  $Na^+$  nas moléculas de paracaseína, isso faz com que a massa da coalhada fique mais suave. Se o pH estiver abaixo de 5,0, haverá mais íons  $H^+$  que  $Ca^{2+}$  ligados à molécula de paracaseína e, conseqüentemente, haverá uma incorporação suficiente de íons  $Na^+$  que tornará o queijo quebradiço. Porém, se o pH estiver em 5,8, haverá incorporação excessiva de íons  $Na^+$  e o queijo será bastante suave. A concentração da salmoura deve estar entre 18 e 23% de NaCl em temperaturas de 10 a 14 °C (GUINNE; O'KENNEDY, 2007; FARKE, 2004; GUINNE, 2004; PERRY, 2004).

O NaCl, o pH e o teor de cálcio influenciam diretamente o grau de hidratação ou agregação da caseína que, por sua vez, afeta a capacidade de hidratação da matriz do produto e sua tendência à sinérese ou expulsão do soro. A adição de NaCl altera a função da caseína, diminuindo o pH, o que sugere que a interação do sódio com a caseína resulta na liberação de íons  $H^+$  (GUINEE, 2004).

De acordo com estudos realizados por Flourey et al. (2009a), o nível de NaCl não foi significativo para o tamanho das partículas de proteínas agregadas, embora a redução da concentração de NaCl tenha diminuído a solubilidade das proteínas significativamente, devido à alteração da força iônica do meio. Os resultados do experimento mostraram que a redução do teor de NaCl inicial na matriz do produto leva a alterações na composição e arranjo geométrico da caseína, com conseqüentes alterações na textura dos queijos, tais como dureza,

aderência e viscosidade. Segundo Flourey et al. (2009b), esses eventos ocorrem provavelmente porque a microestrutura da matriz do produto é pressionada pela redução do teor de NaCl, que limita a sua difusão na massa.

A proteólise é o principal e mais complexo evento que ocorre durante a maturação do queijo. Além de influenciar a suavidade, também tem papel importante no desenvolvimento de sabor por meio da formação de aminoácidos e peptídeos. O NaCl influencia a taxa de proteólise em queijos, alterando o estado de agregação das proteínas e moléculas do substrato, afetando e controlando o crescimento das bactérias *starters* e não *starters*, bem como influenciando diretamente na atividade das enzimas envolvidas (KATSIARI et al., 2001).

Portanto, os desafios são muitos quando optamos pela substituição do NaCl, pois ele desempenha diversas funções importantes nos queijos, de modo que sua redução pode comprometer a palatabilidade do produto, alterar a textura, a qualidade microbiológica e as características físico-químicas do queijo (PURDY; ARMSTRONG, 2007).

Felício et al. (2013) avaliou cerca de 156 amostras de diferentes tipos de queijos brasileiros e comparou seus teores de sódio com a classificação dos alimentos de acordo com o teor de sódio estabelecidos pela Anvisa (2012). Neste estudo, os autores observaram que aproximadamente 90% das amostras de requeijão e queijo Minas Padrão e aproximadamente 75% das amostras de Muçarela e queijo Prato são classificadas como 'alto' teor de sódio. As amostras de queijo Minas Frescal tiveram menores teores de sódio, com 40% das amostras sendo classificadas como 'moderado' teor de sódio. De acordo com os pesquisadores, o requeijão contribui significativamente para a ingestão de sódio na porção estabelecida pela Anvisa, seguido pelo queijo Minas Padrão, Prato, Muçarela e queijo Minas Frescal, que fornecem 17,8%, 17,6%, 17,2% e 14,2% respectivamente.

Nos países industrializados, a maior parte do NaCl vem de alimentos industrializados (WHO, 2003). Nos EUA, estima-se que 75% do NaCl é consumido por meio de alimentos processados (BRANDSMA, 2006). De acordo com a Tabela 1, o queijo Minas Padrão, bem como outros queijos, é uma grande fonte de NaCl na dieta também.

**Tabela 1.** Contribuição dos queijos na ingestão diária de sódio<sup>a</sup>

<b>Queijos</b>	<b>Ingestão (g)</b>	<b>Ingestão (%)</b>
Minas Frescal	284,2	14,2
Muçarela	344,7	17,2
Prato	353,5	17,6
Minas Padrão	356,7	17,8
Requeijão	391,3	19,5

<sup>a</sup> Considerando o consumo diário de duas porções de queijos (30 g cada) e valor máximo de 2000 mg Na/pessoa/dia.

Fonte: Felício et al. (2013).

Diante dessas pesquisas, há uma pressão sobre as indústrias para redução do teor de sódio em alimentos. Porém, segundo Brandsma (2006), o grande desafio é não prejudicar a palatabilidade dos produtos, pois, embora as pesquisas de mercado indiquem que o consumidor é a favor de produtos saudáveis, elas também indicam que o sabor dos alimentos continua a ser o fator mais crítico na decisão de compra.

A principal estratégia adotada pelas agências governamentais é criar acordos com as indústrias de alimentos processados e reduzir gradualmente o teor de sódio de seus produtos. No Brasil, o Ministro da Saúde determinou que 16 produtos, incluindo alguns produtos lácteos, devem apresentar redução do teor de sódio até 2020 (BRASIL, 2011).

Portanto, devido à inclusão dos produtos lácteos no plano de redução realizado pelo Ministro da Saúde em 2011 (BRASIL, 2011) e às evidências de que vários tipos de queijo tenham alto teor de sódio, alguns estudos vêm sendo realizados nos últimos anos acerca da substituição do sódio por outras substâncias.

Porém, apesar da gravidade do problema e o trabalho frequente para conscientização pública, a redução do teor de NaCl em alimentos processados e industrializados significa um grande desafio, pois essa redução pode afetar não só a percepção do salgado, como também outras propriedades do queijo, tais como estrutura, textura, crosta, características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, além de propriedades funcionais dos produtos (GUINEE; O'KENNEDY, 2007; PURDY; ARMSTRONG, 2007).

## 2.1 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE SÓDIO EM QUEIJOS

Existem duas maneiras para se controlar a quantidade de sódio em queijo. Uma é simplesmente reduzir a adição de NaCl. A outra é a utilização de

substitutos de NaCl, que têm pouco ou nenhum traço de sódio, mas que dão um sabor semelhante de NaCl ao queijo (JOHNSON et al., 2009).

Pesquisas mostram que a substituição parcial do NaCl por  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgCl}_2$  e a substituição total do NaCl por KCl não têm demonstrado bons resultados, pois resultam em queijos extremamente azedos, com sabor residual metálico e com alterações severas de textura, que podem ser em consequência do aumento de atividade lipolítica e proteolítica (GUINEE; O'KENNEDY, 2007).

Essas alterações que ocorrem no queijo quando são utilizados substitutos de NaCl podem ser explicadas pelas diferenças químicas entre o NaCl e os outros sais. Porém, o cloreto de potássio (KCl) é o composto quimicamente mais semelhante ao NaCl e, conseqüentemente, tem demonstrado melhores resultados nas pesquisas já realizadas (JOHNSON et al., 2009). Portanto, os cloretos de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e de magnésio ( $\text{MgCl}_2$ ) não são bons substitutos do cloreto de sódio (NaCl).

Um estudo realizado por Guinee e O'Kennedy (2007) com redução do teor de sódio em queijo Gouda nas proporções de 50:50, 70:30% e 60:40% de NaCl e KCl respectivamente, permitiu concluir que os tratamentos com maiores concentrações de NaCl são mais atrativos, pois mantêm as características de sabor e aroma dos queijos com teor de sódio convencional.

Gomes et al. (2011) investigaram o efeito da redução do teor de sódio com a substituição parcial do NaCl pelo KCl em salmoura com proporções de 0, 25, 50 e 75% (p/p) de KCl na aceitação sensorial, características físico-química e de textura em queijo Minas Frescal estocados durante 21 dias sobre refrigeração. Os autores observaram que a redução do teor de sódio em até 51,8% em queijo Minas Frescal apresentou boa aceitação sensorial, embora nestas proporções tenham promovido maior proteólise, possivelmente devido ao alto teor de umidade, que favorece as reações enzimáticas, tais como a ação hidrolítica da quimosina, que é a principal enzima responsável pela proteólise primária em queijo fresco (SOUZA et al., 2001). Os autores também relataram que a substituição parcial de 25 a 50% (p/p) de NaCl pelo KCl em queijo Minas Frescal não alterou significativamente essas características comparados com os queijos tradicionais. Essas observações foram condizentes com outros estudos em diversos queijos (KARAGOZLU et al, 2008; KATSIARI; VOUTSINAS, 1994; KATSIARI et al., 1998).

Apesar dos consumidores preferirem queijos com maior teor de NaCl (próximo de 1,75%) em relação aos queijos com menor teor de NaCl (1,25%) e com substituição parcial por KCl, a substituição do NaCl por KCl é aceitável pelo

consumidor, para muitos alimentos, desde que não ultrapasse 30 a 40% de NaCl substituído (GUÀRDIA et al., 2006; LINDSAY et al., 1982). Embora Gomes et al. (2011) tenham determinado que alguns queijos comerciais apresentam teores moderado ou baixo de sódio, os quais são aceitos por determinados grupos de consumidores.

## 2.2 QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO

Segundo a Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por queijo

[...] o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996, Seção 1, página 3977).

Este queijo é um produto tipicamente brasileiro, muito consumido e pode receber denominações como Minas Curado, Minas prensado ou Minas pasteurizado (FURTADO, 2005), o qual pode ser estocado sob refrigeração com uma vida útil de 2 a 3 meses, embora possa apresentar riscos de desenvolver gosto amargo.

Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2017), o queijo Minas padrão pode ser obtido a partir de leite coagulado pela ação do coalho ou enzimas coagulantes apropriadas, complementada por bactérias lácticas específicas, cuja massa pode ser crua ou semicozida, totalmente dessorada, prensada mecanicamente, salgada e maturada. Baseado na composição média de queijo tipo Minas padrão apresentado por alguns autores é possível classificá-lo quanto ao teor de gordura como um queijo semigordo a gordo e de alta umidade baseado na Portaria n. 146 (BRASIL, 1996).

Devido aos diversos procedimentos de elaboração do queijo tipo Minas Padrão e da qualidade do leite de acordo com a região em que é produzido, o mesmo apresenta variação na sua composição (Tabela 2).



**Tabela 2** - Composição média do queijo Minas Padrão

PARÂMETROS	COMPOSIÇÃO (%)
Umidade	46-49
Sólidos Totais	51-54
Gordura	23-25
Gordura no Extrato Seco	43-49
Cloreto de Sódio	1,4-1,6

Fonte: Furtado, 2005.

Rocha (2004) encontrou concentração de NaCl em queijo tipo Minas Artesanal superior se comparado ao citado por Furtado (2005), em média 2,5%. O pesquisador constatou que os queijos tipo Minas comercializados na região de Santa Maria apresentaram uma concentração de proteínas média de 25,5%, com pH 5,2 e acidez de 0,73 g de ácido láctico/100 g.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em 2013 no laboratório de Tecnologia de Laticínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Trata-se de um estudo experimental com dados quantitativos. Foram produzidos três queijos: um considerado padrão com cloreto de sódio (C), um com substituição de 50% de sódio (T1) e outro com 70% de sódio (T2). Todos foram armazenados sob refrigeração a  $10 \pm 1$  °C por 20 dias.

O leite utilizado na produção de queijo Minas Padrão foi padronizado para 3,4% e pasteurizado no laticínio na região de Londrina. O coagulante utilizado foi quimosina microbiana (*Aspergillus niger* var. *awamori*) da marca Estrela® e a cultura láctica utilizada possui característica mesofílica (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*), homofermentativo do tipo adição direta ao tanque, gentilmente doado pela empresa CHR-Hansen (R-704). A solução cloreto de cálcio 50 e o sal cloreto de potássio da marca Alphatec® utilizados para a elaboração dos queijos foram de grau analítico. O cloreto de sódio foi adquirido no comércio local, da marca Cisne®. Todos os reagentes utilizados para as análises físico-químicas foram de grau analítico de pureza. As placas de 3M™ Petrifilm™ (Sumaré/SP) para análises de coliformes totais e termotolerantes, e estafilococos foram gentilmente cedidas pela empresa Labtec Comércio de Produtos Microbiológicos Ltda. (Londrina/PR).

### 3.1 ELABORAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO

O processo de elaboração dos queijos ocorreu em duas repetições e desenvolvido de acordo com o procedimento descrito por Furtado (2005), com adaptações. O leite padronizado foi acondicionado em tanque de coagulação com temperatura ajustada para 35 °C. Em seguida adicionou-se 0,04% de solução de cloreto de cálcio 50% (v/v) e 0,003% (p/v) de cultura lática DVS R-704 (CHR-Hansen), seguido de agitação com pré-maturação de 10 minutos. Finalmente adicionou-se 0,08% de coagulante da marca Estrela e após homogeneização manteve-se em repouso. O corte da coalhada foi realizado no tamanho de 1 cm<sup>3</sup> de aresta seguido de agitação por 45 minutos. Em seguida, drenou-se parcialmente o soro do queijo e foi realizada a salga na massa na proporção de 1% v/v sobre o volume da coalhada. A salga consistiu na adição de NaCl/KCl nas seguintes proporções: 100% (C), 50:50 (T1) e 70:30 (T2). Após a homogeneização do sal na coalhada, a massa foi totalmente drenada e moldada em fôrmas cilíndricas chatas com dessoradores e tampas com capacidade para 500 g de queijo. Estes foram prensados por um período de 3,5 horas seguido de viragens sucessivas. As peças apresentaram o peso final médio de 330 g. Os queijos foram armazenados em refrigerador no período de 20 dias na temperatura de 10 °C ± 0,1.

### 3.2 CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA

Os queijos estocados durante 20 dias sobre refrigeração foram avaliados quanto ao teor de umidade, gordura, cinzas, cloretos e proteínas (AOAC, 2003). As amostras calcinadas foram lixiviadas em solução de ácido clorídrico 1% a quente e diluídas em água ultrapura para 100 ml. Os teores de sódio e potássio foram determinados por fotometria de chama no Instituto Federal do Paraná, unidade de Londrina, por meio da curva de calibração dos íons potássio e sódio. Todas essas análises foram realizadas em triplicatas.

### 3.3 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Foram realizadas contagem de coliformes totais e termotolerantes, estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp. no tempo inicial. As análises de coliformes e estafilococos coagulase positiva foram realizadas pelo método 3M<sup>tm</sup> Petrifilm<sup>tm</sup>. A pesquisa de *Salmonella* sp. foi realizada de acordo com os procedimentos descritos por Silva et al. (2007). Os resultados foram comparados com os requisitos microbiológicos para queijos especificados na Portaria n° 146 do

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996). Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

### 3.4 ANÁLISE SENSORIAL

Aos 20 dias de estocagem os queijos foram avaliados por meio do teste de aceitação por 78 provadores não treinados, composto por estudantes, funcionários e colaboradores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Os provadores foram inicialmente esclarecidos sobre o teor do projeto e em seguida assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CAAE n.50551615.0.0000.5547), seguindo a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.

As amostras foram fracionadas em cubos com arestas de 1,5 cm e armazenadas em recipientes plásticos com tampas sobre refrigeração a 10 °C. Foram servidas aos provadores em pratos, codificadas com números aleatórios de três dígitos e acompanhadas com um copo de água para enxágue da boca na prova entre as amostras. Foram apresentadas três amostras em duas sessões: uma amostra considerada padrão com cloreto de sódio (C), uma amostra com substituição de 50% de sódio (T1) e outra amostra com 70% de sódio (T2) aos 20 dias de armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1$  °C. Os provadores pontuaram as avaliações das amostras, em relação aos atributos aparência, sabor de queijo, gosto salgado, textura e nota global em uma ficha de escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, cujo 0 corresponde a “desgostei extremamente” e 10 “gostei extremamente”, proposta por Villanueva, Petenate e Silva (2005).

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das características físico-química e sensorial foram tratados estatisticamente adotando a análise de variância, e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey com nível de 5% de significância. O *software* utilizado para analisar os dados foi o BioEstat versão 5.0 (2007).

## 4 RESULTADOS

O leite pasteurizado utilizado para a produção dos queijos com reduzido teor de sódio foi avaliado quanto às características físico-química. A acidez titulável apresentou 0,15 g de ácido láctico/100 ml, pH de 6,70, densidade de 1,034 g/ml e teor de gordura padronizado para 3,4%. Portanto, a qualidade do leite

estava de acordo com os padrões recomendados pela legislação para leite de consumo (BRASIL, 2011). Para melhor compreensão dos resultados, o mesmo será dividido em três seções: características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, descritos a seguir.

#### 4.1 CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICA

O teor de umidade dos tratamentos T1 e T2 foi menor do que o controle ( $p < 0,05$ ) em ambos os períodos de estocagem (Tabela 3).

**Tabela 3.** Características físico-químicas dos queijos Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos que receberam tratamento com substituição parcial de sódio por potássio de 50% (T1) e 70% (T2) aos 20 dias de estocagem

Parâmetro	Tratamentos		
	C	T1	T2
Umidade (%)	48,35 ± 0,72 <sup>a</sup>	43,96 ± 0,29 <sup>b</sup>	43,10 ± 0,20 <sup>c</sup>
Gordura (%)	20,00 ± 1,73 <sup>a</sup>	21,30 ± 1,32 <sup>a</sup>	22,50 ± 1,00 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	3,14 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,30 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,52 ± 0,01 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	23,10 ± 1,40 <sup>a</sup>	23,54 ± 0,61 <sup>a</sup>	23,89 ± 0,44 <sup>a</sup>
Cloretos (%)	0,55 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,01 <sup>a</sup>
Sódio (mg/100 g)	247,35 ± 1,81 <sup>a</sup>	147,23 ± 1,60 <sup>b</sup>	97,68 ± 5,29 <sup>c</sup>
Potássio (mg/100 g)	20,05 ± 7,90 <sup>a</sup>	254,58 ± 2,73 <sup>b</sup>	296,45 ± 18,53 <sup>c</sup>

<sup>a,b</sup> – letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos no nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria Própria (2015).

A composição média esperada para o queijo Minas Padrão após 20 dias de maturação seria de 46-49% de umidade (FURTADO, 2005). Neste estudo, somente o queijo Minas Padrão controle apresentou teor de umidade dentro dos limites citados pelo autor. Por outro lado, Rocha (2004) e Oliveira (1986) determinaram em queijo Minas Padrão teores de umidade médio de 44,8% e 43%, respectivamente. Esses valores estão próximos ao observado neste estudo para os queijos com substituição de sódio pelo potássio, os quais tiveram redução significativa ( $p < 0,05$ ) no teor de umidade, o que demonstra que esses queijos podem não apresentar alterações significativas na sua consistência. Esse mesmo efeito também foi observado em queijo Nabulsi com 75% de redução de sódio pelo potássio (AYYASH; SHAH, 2011).

O teor de gordura, resíduo mineral e proteína não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) com a substituição do cloreto de sódio pelo potássio em queijo Minas Padrão. O teor de gordura em queijo Minas Padrão varia de acordo com a composição do leite, pois esse queijo pode ser classificado de semigordo a gordo, variando entre 25 a 59,9% de gordura na base seca (BRASIL, 1996). Rocha (2004), determinou em suas amostras de queijo Minas Padrão teores médios de 20,7% de gordura, quando estes são produzidos a partir do leite padronizado a 3,17%. Neste estudo, efetuando a correção do teor de gordura em base seca, todos os tratamentos encontram-se na classificação de queijo semigordo, baseado na Portaria nº 146 (BRASIL, 1996).

De acordo com Sghedoni, Retzl e Souza (1979), os valores médios de proteínas no queijo Minas Padrão devem ser de 25,4%. Perry (2004) relata que um queijo com 48% de gordura no extrato seco contém entre 23 e 25% de proteína. Rocha (2004) também encontrou valores médios de proteína de 25,5%. Desse modo, os valores de proteínas determinados neste estudo foram bem próximos aos encontrados pelos autores supracitados.

Os teores de cloretos em todos os tratamentos de queijos foram inferiores a 1%, proporção adicionada na coalhada antes da enformagem. Parte das perdas dos sais podem ter ocorrido por lixiviação durante a moldagem e prensagem. Segundo Amiot (1991), os queijos em geral possuem teores de cloretos que variam entre 1,0 e 2,0% (p/p). Furtado (2005) menciona que o teor de cloretos em queijo Minas Padrão encontram-se entre 1,4 e 1,6% (p/p). Oliveira (1986) menciona que o mesmo tipo de queijo Minas contém em média 1,6% (p.p<sup>-1</sup>) de cloretos. Segundo Felício et al. (2013), 10% das amostras de queijos Minas Padrão avaliadas apresentaram teores de sódio entre 120 a 400 mg/100 g, ou seja, os queijos provavelmente continuam no mínimo 0,4% de sal. Desse modo, os queijos elaborados neste estudo são classificados como queijo com 'moderado' a 'baixo' teor de sal.

Segundo a Anvisa (BRASIL, 2012b), para classificar um determinado alimento pronto para o consumo como baixo, muito baixo e isento de sódio, ele deve conter no máximo 80 mg, 40 mg e 5 mg de sódio por 100 g ou ml, respectivamente. As alegações comparativas de redução de sódio podem ser utilizadas quando o alimento tiver uma redução mínima de 25% no seu teor de sódio e essa redução for equivalente a no mínimo 80 mg de sódio por 100 g ou ml do alimento. Neste estudo, mesmo com 70% de substituição de sódio pelo potássio, o produto não enquadrado em nenhuma das categorias, pois a amostra T2 apresentou 97,68 mg de sódio em 100 g de queijo.

Rapacci, Antunes e Furtado (1996) determinaram 850 mg/100 g do teor de potássio em queijo Prato com 70% de substituição de sódio, enquanto o controle continha 50 mg/100 g de potássio. De acordo com os resultados dos pesquisadores, a substituição do sódio pelo potássio proporcionou um aumento de 1600% de potássio e uma redução de 85% de sódio no queijo contendo em média 0,85% de cloretos. Neste estudo, houve um aumento de 1478% de potássio no queijo, que recebeu 70% menos sódio comparado ao controle, totalizando uma redução de aproximadamente 61% de sódio.

O relatório da Anvisa (BRASIL, 2012a) menciona que o teor de sódio em queijo Minas Padrão apresentou em média de 546 mg/100 g do produto. A concentração de sódio dos queijos Minas Padrão neste estudo variou de 97,68 a 247,35 mg/100 g, o que permite concluir que é possível elaborar queijos Minas Padrão com teor moderado de sódio com pouca alteração físico-química.

## 4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Todos os tratamentos apresentaram contagens dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996) para queijo com alta umidade, o qual requer monitoramento de contagens de estafilococos coagulase positiva, coliformes a 35 °C e a 45 °C e *Salmonella* sp. (Tabela 4).

**Tabela 4** – Médias das contagens de estafilococos coagulase positiva, coliformes a 35 °C e a 45 °C e *Samonella* sp. dos queijos tipo Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos tratamentos com substituição de 50% de sódio (T1) e 70% de sódio (T2) aos 20 dias de armazenamento refrigerado a 10 ± 1°C

Parâmetro	Tratamentos		
	Controle	T1	T2
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	<1,0 x 10 <sup>1</sup>	<1,0 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes a 35 °C (UFC/g)	2,0 x 10 <sup>3</sup>	<1,0 x 10 <sup>1</sup>	<1,0 x 10 <sup>1</sup>
Coliformes a 45 °C(UFC/g)	<1,0 x 10 <sup>1</sup>	<1,0 x 10 <sup>1</sup>	<1,0 x 10 <sup>1</sup>
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente

\*Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996) baseado em queijo com alta umidade.

Fonte: Autoria Própria (2014)

Como a contagem de coliformes a 35 °C e 45 °C foram realizadas em Petri-film, os valores estão expressos em Unidades Formadoras de Colônias por unidade de amostra de peso (UFC/g), enquanto na legislação a unidade está baseada em Número Mais Provável (NMP) por unidade em peso do queijo.

A substituição de cloreto de sódio pelo potássio em queijo na proporção de 70% apresentou maior contagem de estafilococos comparado aos demais tratamentos. Aparentemente esse tratamento teve um problema de contaminação durante o processamento, embora esteja dentro dos limites legais para este tipo de queijo. Os estafilococos podem ser inoculados pelo manipulador, superfície ou mesmo pelo leite (FORSYTHE, 2013). O queijo adicionado somente por cloreto de sódio apresentou contagem de coliformes a 35 °C superior aos demais tratamentos. Possivelmente houve problema de contaminação durante a manipulação do queijo.

Kamleh et al. (2012) não observaram alterações significativas quanto à contagem de coliformes totais nos queijos Halloumi com 50% de substituição de sódio. Rapacci et al. (1996) também não notaram efeito na substituição parcial ou total de sódio pelo potássio sobre a contagem de coliformes em queijo tipo Prato em seu estudo.

De acordo com a Tabela 4 é possível afirmar que a substituição de sódio por potássio nas proporções de 50 e 70% não promoveu alterações microbiológicas comparados aos controles. Felício et al. (2013) mencionam que desde que garanta as práticas higiênicas na produção dos queijos, a sua qualidade microbiológica com substituição de sódio continuará estável ao longo do período de estocagem. De acordo com este estudo, houve redução significativa do teor de umidade dos queijos com substituição de sódio, o que pode colaborar para a sua estabilidade microbiana.

### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Os provadores parecem não ter percebido alteração na aparência do queijo Minas Padrão com substituição parcial do cloreto de sódio pelo potássio, uma vez que a aceitação geral e em todos os atributos foi boa e não apresentou diferença significativa entre o controle e tratamento (Tabela 5).

**Tabela 5** - Média das notas atribuídas por 78 provadores para cada atributo dos queijos tipo Minas Padrão com cloreto de sódio (C), comparados aos tratamentos com substituição de 50% de sódio (T1) e 70% de sódio (T2) aos 20 dias de armazenamento refrigerado a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$

Tratamentos	Atributos				
	Aparência	Sabor de queijo	Gosto salgado	Textura	Nota global
C	$9,1 \pm 1,3^a$	$8,5 \pm 1,7^a$	$8,1 \pm 2,0^a$	$8,6 \pm 1,7^a$	$8,6 \pm 1,5^a$
T1	$9,0 \pm 1,3^a$	$8,0 \pm 1,8^a$	$7,4 \pm 2,2^a$	$8,6 \pm 1,5^a$	$8,2 \pm 1,6^a$
T2	$8,9 \pm 1,1^a$	$7,5 \pm 1,8^a$	$7,0 \pm 2,5^a$	$8,4 \pm 1,6^a$	$7,8 \pm 1,5^a$

\*Letras minúsculas diferentes entre linhas indicam que os tratamentos diferem significativamente ( $p < 5\%$ ) entre si em cada atributo.

Fonte: Autoria Própria (2015).

A aceitação da cor do queijo com diferentes proporções de cloreto de potássio não demonstrou diferença estatística ( $p > 0,05$ ) comparado ao queijo controle. A substituição do sal também não afetou significativamente o gosto salgado do queijo Minas Padrão, embora os provadores tenham demonstrado considerável dificuldade na avaliação do gosto salgado do queijo com diferentes proporções de combinação de sódio e potássio, pois foi observada uma variação de 25%. Katsuda et al. (2017a) observaram redução significativa ( $p < 0,05$ ) no gosto salgado em queijo Minas Padrão ao reduzir até 80% de cloreto de sódio pelo potássio, embora as médias atribuídas pelos provadores em queijos com 40% de redução sódio foram inferiores aos tratamentos com 20% de cloreto de potássio (T1).

A aceitação da textura dos queijos com reduzido teor de sódio também não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) comparado ao queijo controle. Katsuda et al. (2017b) observaram que ao substituir cloreto de sódio por potássio em proporções superiores a 40% em queijo Minas Padrão, promoveu redução significativa da firmeza ao avaliar a textura quando comparado com o queijo salgado com 100% de sódio. Ayyash e Shah (2011) não observaram modificação significativa ( $p > 0,05$ ) na firmeza em queijo Nabulsi no tempo inicial de maturação ao substituir diferentes proporções de sódio pelo potássio (25 a 75%) comparado ao queijo controle. Porém, o tempo de maturação colaborou com a melhora da textura do queijo, tornando-o mais macio. Como neste estudo o queijo Minas padrão foi estocado a  $10^\circ\text{C}$  por um período de 20 dias, isso pode não ter colaborado com a alteração na sua textura, pois não foi percebido sensorialmente pelos provadores.

Os provadores não conseguiram identificar diferença ao atribuir nota para avaliação global dos queijos com reduzido teor de sódio, os quais não apresentaram diferença significativa comparado ao queijo controle. O estudo de subs-



tuição de cloreto de sódio pelo potássio em queijo tipo prato demonstrou que reduzir proporções superiores a 30% de sódio afetou a aceitação sensorial devido ao gosto residual amargo atribuído ao queijo (RAPACCI et al., 1996). Desse modo, o presente estudo permitiu observar que a substituição do sódio pelo potássio em até 70% na formulação do queijo minas parece não afetar a aceitação sensorial de consumidores.

## 5 CONCLUSÃO

A substituição do cloreto de sódio pelo potássio reduziu significativamente o teor de umidade dos queijos Minas Padrão comparado ao controle. Não houve diferença no teor de gordura, proteína e cinzas em queijo Minas Padrão com substituição do sódio pelo potássio neste estudo. O teor de cloretos no queijo foi inferior a 1%, o que pode ter influenciado na estabilidade composicional.

Todos os tratamentos apresentaram qualidade microbiológica dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente para a composição do queijo em estudo. Não houve diferença na substituição do sódio pelo potássio na contagem de coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. Observou-se apenas que houve um incremento na contagem de estafilococos coagulase positiva em queijos com 70% de substituição de sódio pelo potássio, bem como uma contagem elevada de coliformes a 35 °C em queijo controle.

Os queijos com substituição de sódio pelo potássio após 20 dias de estocagem foram bem aceitos, não havendo diferença na aceitação sensorial comparados ao controle.

## REFERÊNCIAS

AMIOT, J. *Ciencia y Tecnologia de la leche* – Principios e aplicaciones. Zaragoza: Acribia, 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 17. ed. Washington, DC: AOAC, 2003.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. The Effect of Substituting NaCl with KCl on Nabulsi Cheese: Chemical Composition, Total Viable Count, and Texture Profile. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 6, p. 2741-2751, 2011.

BRANDSMA, I. Reducing Sodium: A European Perspective Attitudes and Regulations Regarding Sodium in Foods Pose Challenges for The Food Industry. *Food Technology*, v. 60, n. 1, p. 24-29, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. *Diário Oficial da União*, 11 de março de 1996, Seção 1, p. 3977, 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A. Regulamento de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, o Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. *Diário Oficial da União*, 30 de dezembro de 2011. Seção 1, página 6, 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Informe Técnico nº 50/2012. *Teor de sódio dos alimentos processados*, 16 de outubro de 2012a. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89C+NICO+2012-+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 8 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*, 13 de novembro de 2012. nº 219, Seção 1., p. 125, 2012b.

\_\_\_\_\_. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. *Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.terraaviva.com.br/site/2017/marco/riispoa.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

FARKE, N. Y. Cheese Technology. *International Journal of Dairy Technology*, v. 57, n.1, p. 91-98, 2004.

FELICIO, T. L.; ESMERINO, E. A.; CRUZ, A. G.; NOGUEIRA, L. C.; RAICES, R. S. L.; DELIZA, R.; BOLINI, H. M. A.; POLLONIO, M. A.R. Cheese. What is its contribution to the sodium intake of Brazilians? *Appetite*, v. 66, p. 84-88, 2013.

FLOURY, J.; CAMIER, B.; ROUSSEAU, F.; LOPEZ, C.; TISSIER, J. P. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. *Food Science and Technology*, v. 42, p. 1611-1620, 2009a.

FLOURY, J.; ROUAUD, O.; POULLENNEC, M. L.; FAMELART, M. H. Reducing salt level in food: Part 2. Modelling salt diffusion in model cheese systems with regards to their composition. *Food Science and Technology*, v. 42, p. 1621-1628, 2009b.

FORSYTHE, S. J. *Microbiologia da segurança dos alimentos*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 600 p.

FURTADO, M. M. *Quesos Típicos de Latinoamérica*. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005. 192 p.

GOMES, A. P. et al. Manufacture of Low-sodium Minas Fresh Cheese: Effect of The Partial Replacement of Sodium Chloride with Potassium Chloride. *Journal of Dairy Science*, v. 94, ed. 6, p. 2701-2706, 2011.

GUÀRDIA, M. D. et al. Consumer Attitude Towards Sodium Reduction in Meat Products and Acceptability of Fermented Sausages with Reduced Sodium Content. *Meat Science*, v. 73, p. 484-490, 2006.

GUINNE, T. P. Salting and the Role of the Salt in Cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57, p. 99-109, 2004.

\_\_\_\_\_.; O’KENNEDY, B. T. Reducing Salt in Cheese and Dairy Spreads. In: \_\_\_\_\_. KILCAST, D.; ANGUS, F. (Ed.). *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*. Cambridge (UK): Woodhead Publishing Ltd., 2007. p. 316-355.

HENDERSON, L.; GREGORY, J.; IRVING, K. *National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19 to 64*. London: TSO, 2003. v. 3. p. 127-136.

JOHNSON, M. E. et al. Reduction of Sodium and Fat Levels in Natural and Processed Cheeses: Scientific and Technological Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 8, p. 252-268, 2009.

KAMLEH, R. et al. The Effect of Substitution of Sodium Chloride with Potassium Chloride on the Physicochemical, Microbiological, and Sensory Properties of Halloumi Cheese. *Journal Dairy Science*, v. 95, n. 3, p. 1140-1151, 2012.

KARAGOZLU, C.; KINIC, O.; AKBULUT, N. Effects of The Fully and Partial Substitution of NaCl by KCl On Physico-chemical and Sensory Properties. *International Journal of Food Science and Nutrition*, v. 59, p. 181–191, 2008.

KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P. Manufacture of Low-fat Feta Cheese. *Food Chemistry*, v. 49, p. 53-60, 1994.

\_\_\_\_\_. et al. Manufacture of Kefalograviera Cheese with Less Sodium by Partial Replacement of NaCl with KCl. *International Dairy Journal*, v. 61, p. 63–70, 1998.

\_\_\_\_\_. et al. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chemistry*, v. 73, p. 31–43, 2001.

KATSUDA, M. S. et al. Aceitação sensorial de queijo Minas Padrão com reduzido teor de sódio. In: LEITE, D. B. G.; FRASSON, A. C. *Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 3*. Curitiba: Atena, 2017a. p. 8-16.

\_\_\_\_\_. Queijo Minas Padrão com reduzido teor de sódio: efeito na composição e textura. In: LEITE, D. B. G.; FRASSON, A. C. *Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 3*. Curitiba: Atena, 2017b. p.157-167.

MCMAHON, D. J. Issues with Low and Lower Salt cheeses. *Australian Journal of Dairy Technology*, v. 65, p. 200-205, 2010.

OECD-FAO. *Agricultural Outlook 2013-2022*. 2013. Disponível em: <[http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH\\_AGLINK\\_2013](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2013)>. Acesso em: 8 set. 2014.

OLIVEIRA, J. S. *Queijo: fundamentos tecnológicos*. 2. ed. São Paulo: Unicamp, 1986.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Revista Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PURDY, J., ARMSTRONG, G. Dietary Salt and the Consumer: Reported Consumption and Awareness of Associated Healthy Risks. In: T. P. GUINEE; B. T. O'KENNEDY (Ed.), *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*. Boca Raton LA, USA: CRC Press., 2007. p. 99-123.

RAPACCI, M.; ANTUNES, L. A. R.; FURTADO, M. Efeito da substituição de NaCl por KCl nas características do queijo prato. *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes*, v. 50, n. 297, p. 3-12, 1996.

ROCHA, A. M. P. *Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão*. Dissertação (Mestrado) – UFSM, Santa Maria, 2004.

SAINT-EVE, A. et al. Reducing Salt and Fat Content: Impact of Composition, Texture and Cognitive Interactions on the Perception of Flavored Model Cheeses. *Food Chemistry*, v. 116, n. 1, p. 167-175, 2009.

SGHEDONI, A.; RETTL, C.; SOUZA, G. P.; Queijo Minas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 34, n. 203, p. 37-40, 1979.

SILVA, N. et al. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007.

SOUZA, M. J.; ARDO, Y.; MACSWEENEY, P. L. H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v.11, p.327–345, 2001.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the Hybrid Hedonic Scale As Compared to the Traditional Hedonic, Self-adjusting and Ranking Scales. *Food Quality and Preference*, v. 16. Issue 8, p. 691-703, 2005.

WHO (World Health Organization). *Reported of Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. Geneva: Switzerland, 2003. Disponível em: <[http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who\\_fao\\_experts\\_report.pdf](http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_experts_report.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2014.

WHO (World Health Organization). *WHO issues new guidelines on dietary salt and potassium*. Geneva: Switzerland, 2003. Disponível em: <[http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt\\_potassium\\_20130131/en/](http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt_potassium_20130131/en/)> Acesso em: 8 set 2014.



# **AUDITORIAS INTERNAS DA QUALIDADE E SEU PAPEL NA MANUTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO FSSC 22.000: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS LOCALIZADA EM LONDRINA-PR**

*Daiane Souza Santana  
Andréa Maria Baroneza*

## **1 INTRODUÇÃO**

É notável que o Brasil se destaca entre os maiores produtores de alimentos do mundo. A indústria alimentícia nacional certamente é um importante segmento da atividade econômica do país, com ampla potência na produção, exportação e evolução técnica de sua cadeia produtiva. De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA, 2017), nos últimos anos, seu faturamento tem crescido, alcançando cerca de R\$ 614,3 bilhões em 2016, o que corresponde a 10,1% do Produto Interno Bruto (PIB) e 25,4% do valor da produção industrial do país. Essa seção conta com aproximadamente 40 mil estabelecimentos entre pequenas, médias e grandes empresas propagadas por todo o país e gera uma quota próxima de um milhão de empregos, segundo a mesma Associação.



Dentro dessa ótica, a indústria alimentícia é considerada o berço da industrialização brasileira e de parte expressiva do empresariado nacional de grande porte, um importante setor para a economia brasileira. A evolução desse setor no Brasil é evidenciada por uma vasta experiência empresarial e capitalista (BIRCHAL, 2016). A sua trajetória até a atualidade vem sendo marcada por constantes transformações no sentido de torná-la cada vez mais competitiva. Essa competitividade está fortemente marcada pela exigência e constante busca das indústrias pela garantia de uma produção de alimentos seguros, que conta com avanços tecnológicos, técnicos e práticos para esse fim.

A segurança dos alimentos é preocupação inclusive do governo. Este, por intermédio do Ministério da Agricultura, legisla e realiza fiscalizações nos rótulos e amostras dos alimentos embalados para garantir que o consumidor não seja induzido ao erro ou enganado. A Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – também exerce papel fundamental nesse processo, fiscalizando as informações nutricionais dos produtos, assim como o Inmetro - Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial –, que fiscaliza o tamanho e o volume das embalagens.

Apesar de toda a preocupação do governo na criação de leis e exercício da fiscalização junto às indústrias de produção de alimentos e sua cadeia agroalimentar, a indústria, por si só, também demanda esforços no sentido de garantir que os consumidores adquiram produtos de qualidade, e a segurança alimentar é um dos atributos de qualidade que condiciona a política e a conduta ética das indústrias *versus* clientes. Isso porque a falta de segurança nos alimentos pode acarretar danos à saúde do consumidor, surtos de toxi-infecções e, conseqüentemente, levar pessoas a óbito. Uma situação irreversível como esta é irrecuperável quanto à imagem institucional da indústria, levando-a a fazer parte das estatísticas de mortalidade empresarial (MENDONÇA; SÃO JOSÉ; COSTA, 2004).

A qualidade tão fortemente tratada na atualidade nas indústrias de alimentos é o principal assunto desta pesquisa, que teve como objeto de estudo uma indústria do setor primário, produtora de embalagens para produtos alimentícios. Especificamente, a segurança alimentar depositada na produção das embalagens foi o foco desta investigação que, por meio de auditorias de segurança, procura garantir a manutenção da sua certificação de qualidade.

Sendo assim, compreende-se que a auditoria interna é uma das mais importantes ferramentas para o controle administrativo. A ausência de controles

adequados para empresas de estrutura complexa as expõe a inúmeros riscos, frequentes erros e desperdícios.

No geral, as indústrias produtoras de alimentos podem amparar-se em certificações que oferecem boas alternativas quanto ao assunto segurança alimentar. Essas certificações trazem legislações orientadoras e fiscalizadoras que, quando bem conduzidas e respeitadas por todos os envolvidos na cadeia produtiva, colocam a indústria em patamar diferenciado perante a seus concorrentes.

O objetivo deste trabalho foi descrever as contribuições que as auditorias de segurança alimentar – parte fundamental para a manutenção da Certificação da FSSC 22.000 – trouxeram para as embalagens flexíveis produzidas por uma indústria fabricante de embalagens de alimentos situada na região de Londrina - PR, na visão dos líderes de equipes.

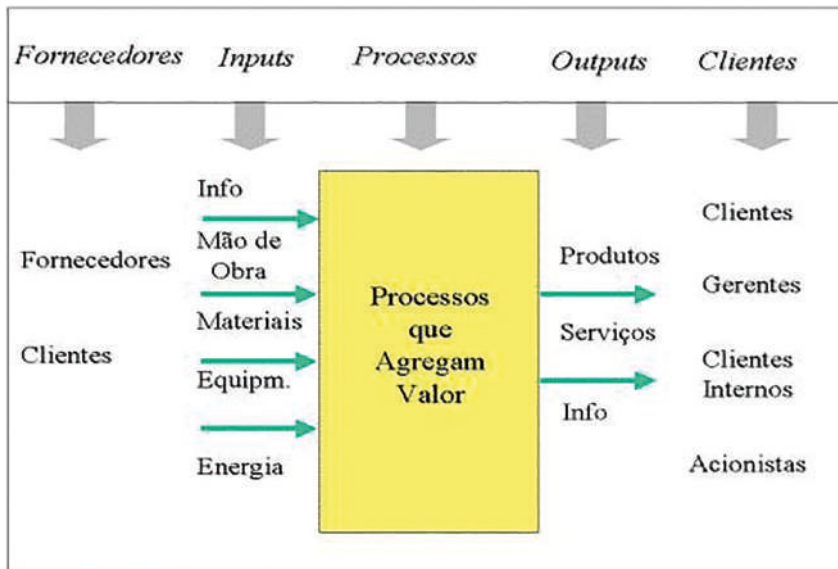
## 2 GESTÃO DA QUALIDADE

O tema qualidade, assegurado, é muito relevante nas empresas que buscam a produção de produtos e serviços com excelência. Porém, para alcançar tal objetivo, deve-se desenvolver e implantar nas organizações os sistemas de gestão da qualidade, com intuito de garantir o engajamento de todos envolvidos (OLIVEIRA et al., 2009).

Com a finalidade de ser esclarecido o conceito do Sistema de Gestão da Qualidade, faz-se necessário aclarar primeiramente o conceito de *sistema*. O sistema é composto de segmentos que interagem e se interdependem, buscando uma única meta e propósito em comum. Além disso, também é formado por sistemas menores, os quais são nomeados de subsistemas, e o desempenho de todas essas partes definirá o sucesso ou fracasso do mesmo.

Os sistemas de maneira geral são compostos por entradas (*inputs*), processamento, saídas (*outputs*) e retroalimentação. A figura 1 apresenta um sistema empresarial em formato de fluxograma para facilitar o entendimento:

**Figura 1** – Fluxograma do sistema empresarial



Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2009).

Segundo Oliveira et al. (2009, p. 15), o Sistema da Qualidade:

É um conjunto de elementos dinamicamente inter-relacionados, formando uma atividade que opera sobre entradas e, após processamento, transforma-as em saídas, visando sempre ao objetivo de assegurar que seus produtos e diversos processos satisfaçam às necessidades dos usuários e às expectativas dos clientes.

Quanto à definição da palavra qualidade, encontramos dois significados. O primeiro a explica como um conjunto de características do produto que satisfaz as necessidades dos clientes e, por esse motivo, leva à satisfação em relação ao produto. No segundo afirma que, na qualidade, não deverão existir falhas em um bem a ser consumido (AILDEFONSO, 2014).

Em outra visão, Paladini (1997) menciona que dificilmente será encontrado um conceito de qualidade com tanta propriedade e tão objetivo como o de Juran e Gryna (1991), que a definem como *fitness for use* (adequação ao uso). É possível que esse seja um dos conceitos mais divulgados na literatura sobre o tema.

Metodologicamente já foi comprovado ser viável e recomendável a gestão da qualidade nas organizações, uma vez que ela busca o desenvolvimento e crescimento organizacional de forma estratégica. Portanto, as empresas que não se preocupam seriamente com a qualidade de seus produtos e não colocam a satisfação dos clientes em primeiro lugar estarão sujeitas ao fracasso.

## 2.1 ISO E ISO 22.000

Visto que cada empresa tem sua maneira de conduzir suas atividades e, diante das atuais tendências de globalização econômica (queda de barreiras alfandegárias, Mercosul e outros), o que era desejável tornou-se mandatório: clientes e fornecedores do mundo todo devem utilizar um padrão ao que se diz respeito aos sistemas da qualidade. Uma vez que todos estão utilizando o mesmo vocabulário, é possível uma empresa brasileira atender as exigências de uma inglesa e vice-versa (PADULA; CUERVO, 2004).

A fim de se otimizar tempo e dinheiro em investimentos para se inteirar sobre normas estrangeiras, foram elaboradas pela International Organization for Standardization – Organização Internacional para Padronização (ISO) – normas internacionais que trazem temas relacionados à qualidade, essas normas ganham velocidade de inserções cada dia mais nas empresas, um modelo padrão mundial de referência quanto à gestão da qualidade. Oliveira et al. (2009, p. 60) apresentam um breve resumo referente ao conceito e objetivo da International Organization for Standardization (ISO):

A International Organization for Standardization é uma entidade não governamental, criada em 1947, com sede em Genebra, Suíça. Seu objetivo é promover o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas com a intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e serviços e desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividade econômica.

A ISO é composta pelos representantes das entidades máximas de normalização nos respectivos países associados, podendo citar Ansi (American National Standards Institute – Instituto de Normas América Nacional) nos EUA, BSI (British Standards Institute – Instituto de Normas Britânicas) na Inglaterra, DIN (Deutsches Institut fur Normung – Instituto Alemão de Normalização) na Holanda e o Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia) no Brasil. Vale ressaltar que as normas da série ISO devem ser revistas e revisadas, ao menos uma vez a cada cinco anos.

Para se alcançar destaque entre as indústrias no ramo de alimentos, indubitavelmente é necessário garantir a segurança do alimento e a integridade do consumidor final. Diante dessa exigência de clientes/consumidores, foi necessária a elaboração de uma certificação que pudesse abranger inteiramente a cadeia alimentícia, denominada Food Safety System Certification – FSSC 22.000 (Certificação do Sistema de Segurança Alimentar), que tem como base a ISO 22.000, no entanto, possui requisitos adicionais.

De acordo com Capiotto e Lourenzani (2013), a norma ABNT NBR ISO 22.000 (2006) especifica os requisitos para o sistema de gestão de segurança de alimentos que combinam os elementos-chaves geralmente reconhecidos para manter a seguridade ao longo da cadeia até o consumo final. Para que se possa alcançar essa certificação, é imprescindível que as empresas sigam as Boas Práticas de Fabricação (BPF), medidas aplicáveis a todos no segmento alimentício.

## 2.2 NORMAS DE CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS E FSSC 22.000

Conforme já relatado nos tópicos anteriores, a segurança de alimentos é um tema que sempre estará na mente dos consumidores. Com o passar dos anos, uma gama de normas de segurança do alimento regional e também customizadas avançaram a fim de melhorar a segurança alimentar, além de debater questões levantadas por fabricantes, fornecedores e consumidores.

Recentemente, a Iniciativa Global para a Segurança de Alimentos (GFSI) aprovou o conteúdo de uma nova norma de segurança de alimentos, a FSSC 22.000. A FSSC 22.000 reveste-se dos princípios de segurança de alimentos já conhecidos de normas antecedentes, tais como ISO 22000:2005, APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), BRC (British Retail Consortium - O Consórcio de Retalho Britânico) e IFS (International Food Standard - Padrão Internacional para Alimentos), assim como das especificações, a título de exemplo, PAS 220:2008 (Publicly Available Specification - Especificação para Avaliação Pública). A FSSC 22.000 revela uma das abordagens mais abrangentes para os sistemas de gestão de segurança de alimentos aos envolvidos na fabricação de bens alimentícios (SGS, 2009).

Por fim, pode-se afirmar que a FSSC 22.000 ajuda a gerar vantagens por ser uma ferramenta de gestão de negócios relacionada à segurança de alimentos e seus processos, com a capacidade de atender aos requisitos dos clientes, perante a certificação de sistemas de segurança do alimento acatado pelo GFSI (SGS, 2009).

### 2.2.1 BPF – BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

Pode-se classificar BPF como um conjunto de regras pré-estabelecidas para que as indústrias de alimentos sigam de modo a garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos. Também

se caracterizam por procedimentos descritos de forma simples e objetiva, como a sequência das atividades relacionadas à produção dos alimentos.

De acordo com Resolução 275 (2002), qualquer indústria no segmento alimentício deve seguir as Boas Práticas de Fabricação, caso contrário, não é seu direito manter-se em funcionamento. O BPF atua desde atividades relacionadas à limpeza, desinfecção, higienização, antissepsia, controle integrado de pragas, procedimento de recolhimento de alimentos (Recall) até a elaboração de um manual de boas práticas de fabricação.

Para cada segmento dentro do tema “indústria de alimentos” podem existir legislações específicas. No entanto, observa-se que é necessário para todas as organizações que industrializam produtos alimentícios seguir as três legislações, sendo elas: RDC nº 275 (2002), que dita os Regulamentos Técnicos de Procedimentos Operacionais Padronizados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos; as outras legislações são referentes à Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997 e à Portaria nº 1.428/MS, de 26 de novembro de 1993.

De acordo com a Portaria SVS/MS nº 326 (1997), foram estabelecidos os requisitos gerais (os quais são essenciais) de higiene e de BPF para alimentos produzidos/fabricados para o consumo humano. Por sua vez, a Portaria nº 1.428/MS (1993) refere-se ao Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos, as Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos e o Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos.

## 2.2.2 FSSC 22.000

Conforme o informado no *site Food Safety System Certification* (2017), a FSSC 22.000 foi desenvolvida para a certificação de sistemas de gestão de segurança dos alimentos de empresas que pertencem à cadeia de alimentos. Isso se estende desde o processamento ou fabricação dos produtos de origem animal, vegetais perecíveis, produtos conservados em temperatura ambiente e ingredientes alimentícios (como aditivos, vitaminas e culturas biológicas) até os fabricantes de embalagens para alimentos.

O esquema de certificação de sistema de gestão da segurança dos alimentos é potente e vigoroso, está baseado nas normas ISO e é aceito internacionalmente para auditoria e certificação de toda a cadeia de suprimentos. A FSSC 22.000 utiliza as normas existentes ISO 22.000 e as especificações técnicas dos PPR's

(Programas de Pré-Requisitos) do respectivo setor. Os fabricantes certificados pela ISO 22.000 podem obter a certificação FSSC 22.000 cumprindo com os requisitos das especificações técnicas dos PPR's e com os requisitos adicionais do esquema.

Segundo o *site* SGS (2009), a FSSC 22.000 foi validada como uma alusão mundial para a gestão da segurança de alimentos. Uma vez inteiramente firmada, há uma expectativa de que a FSSC 22.000 se torne a sexta norma a reunir-se aos esquemas estáveis reconhecidos pelo GFSI. Esse passo auxiliará no direcionamento da eficácia de custos e consistência nas cadeias de fornecedores de alimentos em todo o mundo. Com isso, alargará a confiança dos usuários finais de certificação de terceira parte, ao mesmo tempo em que permite flexibilidade e escolha.

Os autores prosseguem afirmando que o resultado é uma norma internacional, auditável e que especifica os requisitos para sistemas de gestão da segurança de alimentos por meio da incorporação de todos os elementos de BPF e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) juntamente com um sistema de gestão abrangente.

Essa norma dá às organizações um modo de demonstrar, num formato internacionalmente conhecido, que elas possuem um sistema de gestão abrangente que atende aos requisitos de segurança de alimentos, tanto de clientes quanto das agências regulatórias. A norma foi designada para cobrir todos os processos junto com a cadeia de fornecedores que lida direta ou indiretamente com o produto final sendo consumido (SGS, 2009).

Isso leva todos dentro da cadeia de fornecedores a um único sistema de gestão da segurança de alimentos consolidado, tornando mais fácil treinar, implementar e auditar a gestão da segurança de alimentos em todos os níveis da rede de alimentos.

De acordo com o *site Food Safety System Certification* (2017), entendemos que o principal objetivo decorrente da certificação da FSSC 22.000, sem dúvidas, é a evidência de que os sistemas de gestão de segurança dos alimentos das referidas empresas cumprem com todos os requisitos do esquema estabelecido, uma vez que permite aos fabricantes concentrar seus esforços de segurança alimentar em avanços científicos e técnicos e seus recursos de auditoria em melhoria contínua.

Além disso, segundo a mesma fonte, a FSSC 22.000 proporciona uma linguagem comum, que melhora a comunicação e a segurança de alimentos em toda a cadeia de abastecimento, fornece confiança a outras partes interessadas



da capacidade de uma organização para identificar e controlar os perigos de segurança alimentar e fornece também flexibilidade suficiente para ter em conta as necessidades específicas e variadas dos clientes.

Essa norma é regida por um Conselho de *Stakeholders* (trata-se de um público estratégico e descreve uma pessoa ou grupo que tem interesse em uma empresa, negócio ou indústria, podendo ou não ter feito um investimento neles). Nesse caso, é representado por uma série de setores internacionais relevantes com uma cadeia independente. Isso fornece à FSSC 22.000 uma independência de qualquer *stakeholder* específico e garante o comprometimento internacional.

A FSSC 22.000 estabelece os requisitos para a avaliação dos sistemas de gestão de segurança dos alimentos das organizações da cadeia de alimentos, bem como para a emissão dos certificados.

Quanto ao esquema, o mesmo abrange o transporte e armazenamento na planta como parte do processo. É aplicável a todas as organizações da cadeia dos alimentos, independentemente da sua dimensão e complexidade, com ou sem fins lucrativos, sendo elas públicas ou privadas (SGS, 2009).

Já em relação aos requisitos e regras, o esquema de certificação FSSC 22.000 inclui requisitos detalhados para: os sistemas de gestão de segurança dos alimentos das organizações na cadeia de alimentos; o sistema de certificação dos organismos de certificação; e a acreditação por parte dos organismos de acreditação. Além disso, a FSSC 22.000 inclui as regras para: os organismos de certificação licenciados pela Fundação para realizar a certificação; o processo de harmonização no qual os organismos de certificação associados participam para alinhar as questões de auditoria e certificação; os organismos de acreditação que acreditam os organismos de certificação associados; o Conselho das Partes Interessadas; os especialistas dos organismos de certificação informarem sobre a FSSC 22.000.

Portanto, de acordo com o *site Food Safety System Certification* (2017), pode-se afirmar que a FSSC 22.000 combina os benefícios de uma ferramenta de gestão de negócios, que vincula segurança de alimentos e processos comerciais com a habilidade de atender aos crescentes requisitos de clientes globais para certificação de sistemas de segurança de alimentos de fornecedores aprovados pelo GFSI. A FSSC 22.000 estipula um compromisso mensurável da alta direção e faz com que as empresas analisem os requisitos de seus clientes, definam processos e demonstrem controle consistente sobre os perigos identificados, atualização e melhoria do sistema para adaptação de mudanças no processo, requisitos ou regulamentações.



O valor acrescentado à organização com um sistema de gestão de segurança dos alimentos certificado pela FSSC 22.000 depende diretamente dos esforços feitos pela empresa, para manter esse esquema e o seu compromisso de melhoria contínua do seu desempenho.

## 2.3 AUDITORIAS

Segundo o *Manual de Auditoria Geral* da UFMG, desenvolvido por uma equipe sob a organização de Silva (2013), etimologicamente, a palavra “auditoria” é derivada do verbo latino *audire* que significa ouvir e que, posteriormente, levou à criação da palavra auditor (do latim *auditore*), como sendo aquele que ouve. Isso pelo fato de nos primórdios da auditoria os auditores extraírem as suas conclusões fundamentadamente com base nas informações verbais que lhes eram transmitidas.

Segundo esse manual de auditoria interna, atualmente atribuiu-se à auditoria um conjunto mais abrangente de importantes funções, envolvendo todo o organismo da entidade e dos seus órgãos de gestão. Vale ressaltar que a auditoria também tem o objetivo de identificar deficiências no sistema de controle interno e no sistema financeiro, apresentando recomendações para melhorá-los.

Com base no cenário atual do ambiente das indústrias, empresas ou organizações, percebe-se o aumento na demanda de adoção de medidas e técnicas de acompanhamento e controle que tende a minimizar falhas e evitar problemas futuros que coloquem em risco a imagem da organização diante de clientes, fornecedores e do mercado em geral. Essa nova postura corporativa tem proporcionado a materialização e a aplicação de diversos mecanismos, objetivando não apenas detectar e mensurar possíveis problemas, como também o oferecimento de alternativas de soluções (CONAB, 2017).

O mesmo autor destaca, dentre esses mecanismos, as políticas de gestão de riscos relacionadas à auditoria interna. A auditoria interna tem como função principal avaliar o processo de gestão, no que se refere aos seus diversos aspectos, tais como a governança corporativa, gestão de riscos e procedimentos de aderência às normas regulatórias, apontando eventuais desvios e vulnerabilidade às quais a organização está sujeita.

Mediante o exposto e ainda as novas exigências regulatórias que seguem na tendência mundial de fortalecimento, cada vez mais evidenciado nas estruturas de controle, tem aumentado consideravelmente, por parte das organizações, a criação ou o aperfeiçoamento do controle de riscos, levando, por consequência,

à elevação do grau de importância das atividades desempenhadas pela auditoria interna (CONAB, 2017).

Para Lisboa (2009), a auditoria interna tem como finalidade potencializar um plano de ação que auxilie a empresa a alcançar seus objetivos, adotando uma abordagem sistêmica e disciplinada para a avaliação e melhoria da eficácia dos processos de gerenciamento de riscos, com o objetivo de adicionar valor e melhorar as operações e resultados de uma organização.

Já Migliavacca (2002, p. 142) define os objetivos da auditoria interna como:

Prestar uma avaliação independente das diversas operações e controles da companhia, para determinar se os procedimentos e políticas estão sendo seguidos, se os padrões estabelecidos são cumpridos, se os recursos são usados eficiente e economicamente.

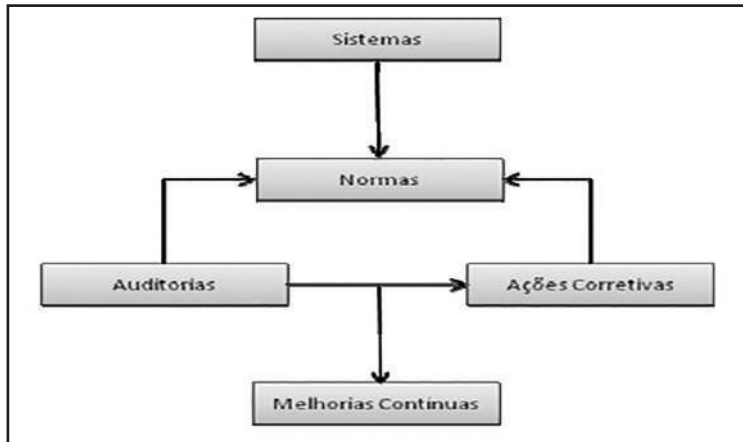
De forma regimental, legal e ideológica, a auditoria interna exerce função do controle. Porém, quando se fala em controle (na esfera pública), ele pode ser exercido pela sociedade, pela própria administração, pelo poder legislativo, pelo poder judiciário, pelo ministério público ou pelos tribunais de contas. No entanto, a auditoria interna é o controle da própria gestão.

A definição de auditoria interna segundo o padrão internacional (2002, p. 932), é:

A auditoria interna é uma atividade independente e objetiva de consultoria e consultoria, criada para agregar valor e melhorar as operações de uma organização, ajudando uma organização a atingir seus objetivos, trazendo uma abordagem sistemática e disciplinada para avaliar e melhorar a eficácia da gestão. (O Instituto de Auditores Internos - IIA).

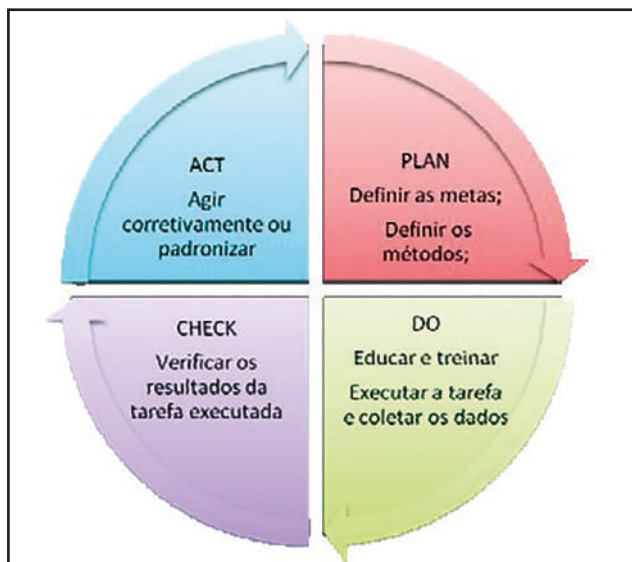
Além disso, segundo Crepaldi (2004), o auditor interno deve estar engajado e ter ciência de todos os processos da empresa onde está envolvido. Deve ter também o conhecimento do que pode ser considerado erro e fraude, uma vez que ambos devem ser examinados com atenção na realização do seu trabalho de precaução a perdas.

Em relação aos benefícios, Franco e Marra (1991) afirmam que seria a presença, na própria organização, de um setor que execute permanentemente o controle antecipado, concomitante e subsequente dos atos da administração. Segundo um manual de implementação da ISO 9.000, os sistemas da qualidade devem possuir as seguintes bases para obterem o resultado esperado:

**Figura 2 – Bases do SGQ**

Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com Paladini (2004), a auditoria interna gira em torno do ciclo tradicional de gerenciamento – PDCA. A prática da auditoria é um importante propulsora do ciclo PDCA, em especial nas fases *Check* (Verificar) e *Act* (Agir Corretivamente). Através da avaliação contínua dos processos da organização, é possível verificar se o que foi planejado foi consistentemente alcançado, em caso afirmativo a empresa deve adotar o padrão assertivo, e em caso negativo, buscar as causas das não conformidades e efeitos indesejados e procurar saná-las.

**Figura 3 – Ciclo PDCA**

Fonte: Adaptado de Paladini (2004).

Para garantir que as auditorias ocorram de maneira adequada, um procedimento documentado deve ser criado, mantido e atendido. Esse documento deve contemplar todos os itens da ISO 9001, do capítulo 4 ao capítulo 8. Além disto, o documento deve definir a responsabilidade e os requisitos para planejamento e execução de auditorias, estabelecimento de registros e relato de resultados. Quanto à seleção de auditores, alguns fatores importantes necessitam ser atendidos. Dentre eles estão: os auditores devem possuir competência comprovada para auditar a ISO 9001 na versão atual, devem usar de objetividade e imparcialidade e não podem auditar seus próprios trabalhos (ABNT, 2002).

A norma ainda complementa dizendo que com o resultado o grupo de auditores deve relacionar as não conformidades encontradas, as não conformidades em potencial e as oportunidades de melhoria. Todos os resultados da auditoria, bem como seu planejamento devem ser guardados e mantidos conforme estabelece o item 4.2.4 – Controle de registros da qualidade.

Ainda segundo a norma, o departamento responsável pela não conformidade deve assegurar que quaisquer correções e ações corretivas necessárias sejam executadas para eliminar não conformidades detectadas e suas causas. Ao término do prazo planejado, o responsável pela verificação deve buscar evidências objetivas de que tanto a não conformidade quanto as suas causas foram eliminadas.

### **3 METODOLOGIA**

Neste trabalho foi utilizada a abordagem metodológica qualitativa. Por meio dessa abordagem, foi possível atingir o objetivo da pesquisa em descrever as contribuições das auditorias internas para a manutenção da certificação FSSC 22.000 alinhando com as opiniões dos líderes de equipes.

Por meio de técnicas de análise de conteúdo, a abordagem qualitativa tem ênfase nas percepções dos atores envolvidos e é capaz de fornecer importantes subsídios aos avanços da compreensão do que está sendo pesquisado, especificamente quando se trata de estudo no campo da cognição e mais especificamente da teoria implícita (MEDEIROS et al., 2002).

A pesquisa qualitativa envolve a observação intensiva e de longo tempo num ambiente natural, o registro preciso e detalhado do que acontece no ambiente, a interpretação e a análise de dados utilizando descrições e narrativas de respondentes. Elas podem ser etnográficas, naturalistas, interpretativas, fenomenológicas, pesquisas-participante e pesquisas-ação (THOMAS; NELSON, 1996).

Quanto ao tipo de pesquisa, ela foi caracterizada como descritiva e a sua modalidade, uma pesquisa de campo por meio de estudo de caso. Segundo Triviños (1987), a pesquisa descritiva requer do pesquisador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinado cenário. São exemplos de pesquisa descritiva: estudos de caso, análise documental, pesquisa ex-post-facto.

A elaboração das questões de pesquisa exige um profundo conhecimento do problema a ser pesquisado. “O pesquisador precisa saber exatamente o que pretende com a pesquisa, ou seja, quem (ou o que) deseja medir, quando e onde o fará, como o fará e por que deverá fazê-lo” (MATTAR, 2001, p. 23).

Estudo de caso é o tipo de pesquisa no qual um caso (fenômeno ou situação) individual é estudado em profundidade para obter uma compreensão ampliada sobre outros casos similares. O estudo de caso descritivo procura apenas apresentar um quadro detalhado de um fenômeno para facilitar a sua compreensão, pois não há a tentativa de testar ou construir modelos teóricos. Na verdade, esse tipo de estudo constitui um passo inicial ou uma base de dados para pesquisas comparativas subsequentes e construção de teorias (GIL, 1991).

Para o levantamento das informações diretas com os líderes das equipes (público-alvo para a pesquisa) fez-se uso do instrumento de coleta de dados chamado entrevista semiestruturada, visto que ela apresenta maior flexibilidade na condução das respostas, utilizou-se também a pesquisa documental.

Uma das características de entrevista semiestruturada é a utilização de um roteiro previamente elaborado. Ainda que seja um método fácil de criar e executar, devem-se atentar aos termos de linguagem utilizados, ao uso inadequado de jargão, à formulação de perguntas com diversas finalidades e, até mesmo, à sequência inadequada das perguntas nos roteiros.

Para Triviños (1987), a entrevista semiestruturada está relacionada aos questionamentos básicos, os quais são apoiados em teorias e hipóteses que se associam com o tema da pesquisa. E, por meio das respostas obtidas, originarão novas hipóteses. Além disso, o autor afirma que “[...] a entrevista semiestruturada mantém a presença consciente e atuante do pesquisador no processo de coleta de informações” (TRIVIÑOS, 1987, p. 152).

Referente à pesquisa documental, pode-se afirmar que tem como finalidade identificar, analisar e representar o conteúdo dos documentos sob uma maneira de utilização de fonte simultânea. Com isso, permite maior facilidade de contextualização das informações por intermédio de procedimentos de transformação (BARDIN, 2015).

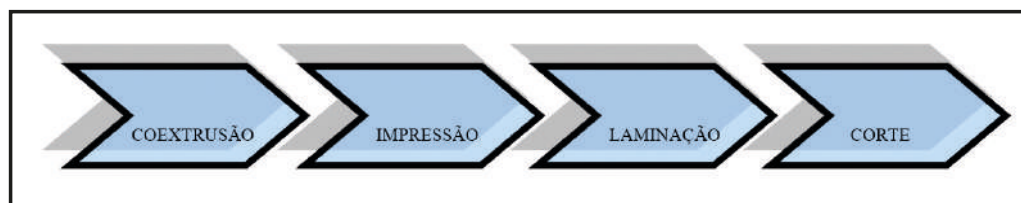
A empresa estudada comporta uma estrutura organizacional grande e complexa, apenas os clientes de flexíveis exigiram a certificação referida. Por esse motivo, apenas cinco líderes participaram da pesquisa, pois seis departamentos estão envolvidos com a produção das embalagens flexíveis (um dos líderes comanda dois departamentos). As demais áreas (descartáveis e rígidas) pretendem, em breve, alcançar a certificação de segurança alimentar e, para isso, buscam melhorias contínuas no quesito de Boas Práticas de Fabricação.

Os departamentos participantes da pesquisa foram:

- Departamento de Garantia da Qualidade – o líder conduz uma equipe de três pessoas;
- Departamento de Coextrusão – o líder é responsável por uma equipe de dezesseis colaboradores divididos em três turnos;
- Departamento de Laminadora – o líder acompanha doze colaboradores;
- Departamento de Impressão – o líder conduz o trabalho de sete pessoas;
- Departamento de corte – o líder supervisiona uma equipe de dez liderados e;
- Departamento de Manutenção – onde o líder faz a gestão de doze pessoas.

Para melhor compreensão, na figura a seguir, está visualmente esquematizada a ordem do processo de fabricação de embalagens flexíveis produzida pela empresa objeto de estudo. E, na sequência, a explicação de como se dá todo o processo de produção desse produto.

**Figura 4** – Ordem do Processo de Fabricação



Fonte: Autoria própria (2017).

O processo de produção das embalagens flexíveis passa por um processo preliminar de adição da matéria-prima principal: o polietileno (PE). Este PE, em estado inicial granulado, é submetido a altas temperaturas nas quais é derretido. Posteriormente, com auxílio de um jato de ar, é formado o filme plástico com abertura interna. O PE tem fórmula geral (CH<sub>2</sub>- CH<sub>2</sub>) e trata-se de um polímero de alta produção mundial e economicamente viável, o que explica o

seu uso em larga escala. Com esse processo inicial pronto, dá-se início a etapa de Coextrusão.

Na etapa de coextrusão, a primeira do processo, resinas poliméricas são fundidas pela aplicação de calor e pressão e forçadas a passar através de uma abertura (matriz) acuradamente dimensionada para a produção em caráter contínuo com geometria já estabelecida. A massa fundida proveniente do cabeçote da coextrusora passa pela matriz, enquanto o ar comprimido é injetado pelo centro da mesma fazendo com que o tubo proveniente dessa matriz circular seja expandido para a forma de balão tubular com paredes mais finas. A quantidade de ar introduzida no balão determina o diâmetro final e, conseqüentemente, a largura do filme desejado (além de influir na sua espessura).

Ainda na coextrusão, pode-se adicionar pigmento a matéria-prima, tornando-a colorida conforme o desejado. Antes do término do processo de coextrusão, o filme plástico é submetido a um tratamento chamado corona, para que posteriormente possa receber a impressão. O tratamento corona consiste no uso de uma descarga elétrica contínua de alta voltagem e alta frequência, que aumenta a umectabilidade da superfície de materiais plásticos em diversas formas, permitindo a aderência de outros materiais.

O processo de impressão flexografia, segunda etapa, é um método de impressão rotativa direta, que utiliza chapas de fotopolímero resiliente com uma imagem em relevo para transferir a tinta ao filme, a fim de dar acabamento e imagem à embalagem.

A laminação, terceira etapa, é quando a embalagem necessita de propriedades superiores, tais sejam elas mecânicas ou de barreira (a laminação nada mais é do que a união de dois ou mais substratos). Para a obtenção do filme de estrutura laminada, é necessário unir os filmes que irão compor a estrutura. Nesse processo, para obtenção do laminado, um adesivo especial é aplicado no lado interno de uma das camadas. Após a aplicação do adesivo, o filme passa por uma estufa para secagem e completa a evaporação dos solventes (essa etapa somente para adesivo com solvente). Uma calandra aquecida prensa o filme impregnado com o adesivo com o filme de apoio, laminando a estrutura.

Na etapa quatro, o corte – rebobinadeira –, faz-se a parte do processo final de acabamento. A bobina “mãe” é desbobinada e cortada de acordo com dimensões personalizadas para cada produto. Todas as bobinas utilizadas nas máquinas automáticas de empacotamento tem a necessidade de um perfeito bobinamento e alinhamento lateral. A bobina a ser processada é alinhada eletronicamente por um cabeçote fotoelétrico. O filme passa por cortes programados

de acordo com larguras pré-definidas, onde as extremidades são refiledas. O filme é rebobinado.

Ainda nessa etapa há o corte-solda, esse processo é responsável pela transformação do filme impresso em sacos. A bobina a ser processada é alinhada e dobrada no conjunto desbobinador. O filme é puxado pelos rolos tracionadores recebendo o sinal de registro da fotocélula para comandar a parada da puxada e ação do cabeçote de selagem. Esse cabeçote possui uma lâmina aquecida que baixa sobre o rolo selador, onde os sacos são soldados e cortados ao mesmo tempo.

### 3.1 MÉTODOS

As entrevistas foram gravadas com a autorização dos respondentes e, posteriormente, transcritas e analisadas no escopo de gerar informações fundamentais ao pesquisador, embasando suas inferências que tiveram por base o referencial teórico deste trabalho.

A pesquisa documental foi realizada a partir da disponibilização de documentos. São eles: manuais de normas e procedimentos internos que balizam a execução dos trabalhos da empresa estudada e a realização das auditorias internas e externas; e relatórios apresentados para as auditorias, que demonstram o resultado dos departamentos com relação ao alcance das metas definidas na certificação, em relação à segurança de alimentos.

Esses documentos serviram de materiais complementares que, analisados conjuntamente às respostas das entrevistas, ajudaram a pesquisadora a compreender e descrever as contribuições das auditorias para a manutenção da Certificação FSSC 22.000, quanto à segurança alimentar na fabricação de embalagens para alimentos.

### 3.2. ASPECTOS ÉTICOS

Os participantes do estudo foram orientados em relação ao objetivo da pesquisa e de como os dados extraídos serão utilizados. Os participantes ficaram à vontade pela decisão de participar da pesquisa. Foi entregue para cada participante da pesquisa um termo de consentimento livre esclarecido para devido preenchimento, antes do questionário sobre a pesquisa, sendo que esta não envolveu riscos aos participantes. Foram mantidos o sigilo e a ética na coleta dos dados. Cada participante recebeu um código e sua identidade não foi revelada no trabalho.



### 3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento de dados foi realizado por meio da análise de conteúdo. Essa forma constitui-se de um conjunto de técnicas utilizadas para analisar as comunicações. Ou seja, qualquer fala ou escrita é submetida a análise de conteúdo. Com auxílio dessa ferramenta, é possível obter-se a descrição de objetivos de maneira mais esclarecida, e ela também auxilia a demarcar os dados que serão efetivamente necessários para uma determinada pesquisa (BARDIN, 2015).

Além do mais, essa técnica ajuda na reinterpretação das mensagens e também a atingir uma compreensão de seus significados em um nível que vai além da leitura comum e, por isso, cada vez mais tem-se evoluído a valorização das abordagens qualitativas. Inclusive utilizando a indução e a intuição de maneira estratégica para alcançar a compreensão mais aprofundada do que se propõe a investigar (MORAES, 1999).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados nas entrevistas com os líderes dos departamentos que participam do processo de certificação foram analisados como explicitado a seguir. Quanto aos tipos de treinamentos que a empresa proporcionou aos líderes para a realização de seus trabalhos, todos afirmaram que os treinamentos dados correspondiam a: equipamentos de segurança interno; BPF; gestão de pessoas e ISO. Essa pergunta foi realizada com o intuito de verificar com os líderes o investimento em conhecimento que a empresa realiza para a execução de suas atividades e, principalmente, se esses treinamentos dados abarcam a gestão da qualidade, evidenciando aos líderes a importância que a empresa dá a qualidade do que produz.

Quando questionados a respeito da preocupação da empresa em relação à qualidade dos processos e produto final desenvolvido por ela, os respondentes percebem que a empresa tem esse fator como prioritário e essencial. Em todas as respostas mencionaram que a empresa disponibiliza recursos suficientes para ser um fornecedor global de embalagens reconhecido e valorizado pelos produtos de qualidade que entrega.

[...] hoje eu vejo que a empresa está mais engajada nesta questão de preocupação com a qualidade dos produtos que ela coloca no mercado. Até porque não somos exclusivos neste segmento, ou seja, a empresa está entendendo que o produto precisa ser realmente de qualidade para mantermos nossos clientes satisfeitos e é isto que está motivando a empresa para obter mais foco ainda na qualidade. (ENTREVISTADO 1).

Quando perguntado aos respondentes quais eram os tipos de certificações de qualidade que a empresa possui, os líderes dos departamentos responderam prontamente: garantia da qualidade, coextrusão e corte a ISO 9001 e a FSSC 22.000. O responsável pelos departamentos de Impressão e Laminadora respondeu que a empresa era certificada apenas pela FSSC 22.000 e não se lembrava se havia outra, pois o foco maior havia sido na implementação da FSSC 22.000. O intuito dessa pergunta era identificar se os líderes estão alinhados com as certificações existentes na empresa, principalmente a FSSC 22.000.

Em relação à importância das auditorias internas de segurança de alimentos para o alcance da certificação, após a compilação das respostas, foi possível perceber que na opinião dos líderes se dá essa importância devido à identificação de potenciais pontos não conformes, para correção, reforçar o cumprimento dos requisitos e direcionar para a certificação almejada. Mais uma resposta unânime entre os respondentes.

O quinto fator investigado na organização refere-se a qual(is) certificação(ões) da qualidade o departamento do líder entrevistado deve adequar-se. Em massa, responderam: ISO e FSSC 22.000. Essa pergunta foi elaborada a fim de identificar se os líderes realmente estavam cientes e envolvidos com as normas de qualidade que orientam o trabalho de seus respectivos departamentos.

Perguntado aos entrevistados sobre a função da auditoria interna quando aplicada nos processos inerentes ao seu departamento produtivo, os cinco entrevistados destacaram que ela ajuda a identificar possíveis não conformidades em seu processo, auxilia no cumprimento dos requisitos de qualidade, diagnostica o departamento responsável e orienta nas ações corretivas para sanar as não conformidades e, caso o processo esteja conforme, estimula a adoção do padrão assertivo.

[...] em minha opinião, a função da auditoria, além de avaliar a situação dos processos em si, também serve para orientar e tratar os “gaps” encontrados, buscar ações corretivas para eliminar as não conformidades, ou reduzir elas [sic], mas sempre mantendo transparência de ambos os envolvidos. (ENTREVISTADO 3).

Essa pergunta foi elaborada para analisar a percepção dos líderes sobre a relevância dessa ferramenta de gestão da qualidade e para confrontar com a literatura o seu entendimento sobre a importância e a função das auditorias na empresa. Essa questão contribui diretamente para um dos objetivos desta pesquisa e, segundo os autores Franco e Marra (1991), a importância da auditoria interna seria a presença, na própria organização, de um setor que execute

permanentemente o controle antecipado, concomitante e subsequente dos atos da administração.

Questionados sobre o passo-a-passo do processo de auditoria interna e sobre o envolvimento do auditor com o processo a ser auditado, quatro dos respondentes descreveram a seguinte ordem nas etapas da auditoria interna: 1. O agendamento prévio via *e-mail* da auditoria interna; 2. No dia da auditoria o auditor utiliza um *check-list* criado especificamente para BPF e segue fazendo suas observações de conformidade ou não; 3. Ao término da auditoria, o auditor envia para os responsáveis um relatório com os apontamentos e aguarda ações que visem minimizar ou eliminar a não conformidade (caso seja identificada), além disso, os relatórios são arquivados para efeito de registro. Já um dos entrevistados divergiu em parte dos demais, afirmando que as auditorias ocorrem sem aviso prévio, ou seja, como “auditoria surpresa”.

Segundo a análise de documentos da empresa, pesquisa documental, as etapas da auditoria interna comentadas pela maioria dos entrevistados são as mesmas descritas no manual.

Quanto ao envolvimento do auditor no processo de auditoria, todos mencionaram que o mesmo faz parte da garantia da qualidade, para que o resultado não seja mascarado em nenhum momento, ou seja, nem contra ou a favor da área que está sendo auditada. Complementaram dizendo que a equipe de qualidade está altamente capacitada, pois conhece todo o processo da empresa.

Tal comentário corrobora a literatura de Crepaldi (2004), que afirma que o auditor interno deve estar engajado e ter ciência de todos os processos da empresa onde está envolvido. Deve ainda ter o conhecimento do que pode ser considerado erro e fraude, uma vez que ambos devem ser examinados com atenção na realização do seu trabalho de precaução a perdas.

Procurou-se entender se os líderes recebem a orientação necessária para atender os requisitos da certificação, que certamente são os mesmos auditados. Em unanimidade, os respondentes destacaram que são conhecedores das normas que regem a FSSC 22.000. Participaram de treinamentos para entendimento da norma e também, antes da certificação, receberam uma consultoria externa, que apresentou o diagnóstico do sistema da empresa, assim como os pontos mais críticos e como corrigi-los. Dessa maneira, os líderes explicitaram que, em treinamento com suas equipes, compartilham essas orientações sempre dando a devida importância e indicando quais eram os requisitos das normas, a fim de que fossem cumpridos rigorosamente por toda a equipe.

[...] nós recebemos todo um treinamento pela garantia da qualidade sobre os requisitos da FSSC 22.000. E também recebemos antes da certificação uma consultoria externa que faz os apontamentos do cenário atual para que possamos verificar os pontos mais críticos e começar a atuar. (ENTREVISTADO 5).

Em relação aos treinamentos citados nessa análise, foi feito um levantamento de dados por meio de pesquisa documental, e há na empresa arquivos digitalizados das listas de participação dos líderes e liderados e a confirmação da efetuação de cada curso de capacitação da área da qualidade.

Quando questionados sobre o que é feito no departamento para garantir que os processos auditados apresentem o menor número de problemas possível ou nenhum defeito, todos os respondentes afirmaram seguir com sua equipe os rigorosos requisitos estabelecidos e ficar atentos aos *feedbacks* da equipe de garantia da qualidade. Declararam também que enviam membros da equipe a palestras, treinamentos internos e externos e realizam bate-papos informais com eles sobre as mudanças no processo que são organizadas pela qualidade.

Ao final da entrevista, perguntou-se sobre as melhorias que as auditorias internas ajudaram a gerar nas embalagens flexíveis produzidas pela empresa. Todos os respondentes afirmaram melhorias significativas em seus processos após a certificação FSSC 22.000, as quais mantêm os atributos das embalagens flexíveis e suas características livres de contaminação, ou seja, o cliente não será surpreendido com um produto que ora apresenta um nível de qualidade, ora outro.

Todas essas melhorias no processo, conseqüentemente, conduziram a empresa para a entrega de um produto final com um padrão de qualidade constante e consistente, um aspecto fundamental para os clientes da empresa em estudo. Isso corrobora as palavras de Rocha e Christensen (1999): a satisfação do cliente é vista como o princípio maior da organização e como forma única pela qual ela poderá sobreviver em longo prazo.

Após a apresentação da análise das entrevistas realizadas, a seguir, iniciaremos uma discussão acerca do atendimento aos objetivos específicos do trabalho, caminho fundamental para atingir o principal propósito da pesquisa, isto é, descrever as contribuições que as auditorias internas de segurança alimentar, parte fundamental para a manutenção da Certificação da FSSC 22.000, trouxeram às embalagens flexíveis produzidas pela indústria “X”, na visão dos líderes de equipes.

Para alcançar o primeiro objetivo específico de pesquisa, foi realizado um estudo bibliográfico extraído das teorias embasadoras o conhecimento

necessário sobre os benefícios da certificação da qualidade, da certificação FSSC 22.000 e das auditorias internas para a manutenção das certificações da qualidade. Um dos principais benefícios da certificação da qualidade, citada no *site* da FSSC – Food Safety System Certification (2017), é em proporcionar a segurança alimentar em toda a cadeia de suprimentos, fornecer confiança as outras partes interessadas e fornecer flexibilidade suficiente para ter em conta as necessidades específicas e variadas dos clientes.

Quanto aos benefícios das auditorias internas, Lisboa (2009) destaca a potencialização do plano de ação que auxilie a empresa a alcançar seus objetivos. A auditoria, por abordar uma visão sistêmica e disciplinada, ajuda a avaliar e melhorar a eficácia dos processos de gerenciamento de riscos.

Para atingir o segundo objetivo específico, procurou-se identificar na indústria objeto de estudo quais setores participam do processo de certificação e como foram orientados para atender os requisitos necessários para que a certificação fosse efetivada. Os departamentos envolvidos na produção de embalagens flexíveis são: garantia da qualidade, manutenção, coextrusão, laminação, impressão e corte. Em unanimidade, todos os líderes são conhecedores das normas que regem a FSSC 22.000.

Respondendo ao terceiro objetivo específico, o qual faz referência ao processo de auditoria interna executada pelos setores (em relação à segurança de alimentos), podemos dizer que as etapas realizadas pela empresa seguem o que dita a NBR ISO 19011 (2002). Essa norma estabelece a necessidade de criar e seguir um documento, realizar cobrança aos departamentos responsáveis em relação às ações corretivas para eliminar não conformidades detectadas e suas causas, além de manter guardados todos os resultados da auditoria, conforme dita o item 4.2.4 – Controle de registros da qualidade.

O penúltimo objetivo específico procurou certificar-se da importância e função das auditorias internas de segurança de alimentos na visão dos líderes. As respostas confirmaram a importância dada a essa ferramenta e o seu valor em operar nos *gaps* e sinalizar ações corretivas para as não conformidades. Corroboram o assunto o que prescreve o *Manual de Auditoria Interna* da UFMG, organizado por Silva (2013), que destaca a auditoria como um instrumento de identificação de deficiências no sistema de controle interno apresentando recomendações para corrigi-los.

O último objetivo específico visou identificar com os líderes quais melhorias já foram provocadas pelas auditorias internas, quanto à qualidade superior das embalagens produzidas no quesito segurança do alimento e manutenção da

certificação. Os apontamentos sinalizados pelos líderes mostraram que os processos de produção da empresa foram melhorados por meio das auditorias internas. O resultado das melhorias nos processos apontados na análise da entrevista contribuiu com tangibilidade para o produto final da empresa e, dessa forma, garantiu a manutenção da certificação FSSC 22.000.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi descrever a visão dos líderes de equipes de uma empresa fabricante de embalagens flexíveis de alimentos, referente às contribuições que as auditorias internas de segurança de alimentos proporcionaram a seus produtos finais. Conclui-se que a empresa em estudo, na visão de seus líderes, dá muito valor e importância às auditorias internas. Fica evidente que essa companhia atribui o seu crescimento no mercado à certificação de qualidade que possui, mantida por meio das auditorias.

Identificou-se que a principal contribuição das auditorias internas para o produto final da empresa – a embalagem flexível – foi em relação à redução de 87% de contaminação nos processos produtivos dos departamentos. Assim, entre os respondentes da pesquisa, as melhorias sinalizadas foram: 1. o ajuste de portas automáticas que estavam com algumas complicações e, permanecendo abertas, facilitavam a entrada de insetos, roedores etc.; 2. a substituição do fornecedor de serviço de controle de pragas pela contratação de uma empresa que faz monitoramentos semanais e apresenta relatórios mais robustos que evidenciam o controle efetivo de pragas; 3. as melhorias em relação ao BPF, pois foi reforçada através das auditorias internas a obrigatoriedade no cumprimento das regras que, atualmente, estão sendo seguidas com rigor (não apenas por colaboradores, mas por terceiros e visitantes) e; 4. o desenvolvimento de capas de bobinas, o qual possibilitou a redução do risco de contaminação próximo de zero, pois antes ficavam expostas na fábrica integralmente.

Além disto, as auditorias internas de segurança de alimentos contribuem significativamente para a gestão eficaz dos negócios, devem ser aplicadas com frequência em todos os processos de uma empresa a fim de alavancar resultados e não apenas exercer atividades de controles internos, visto que elas fornecem dados e identificam problemas que precisam ser eliminados. Também são parte da auditoria interna os relatórios com os resultados auditados e sugestões de melhorias.

Embora as auditorias de qualidade sejam focadas em processos e produtos, elas ajudam os líderes a identificar se as estratégias aplicadas estão trazendo

resultados. Em caso de desvios, elas ainda auxiliam na identificação da causa-raiz e nas ações corretivas necessárias como medidas. Pode-se complementar ainda que a condução correta de uma auditoria interna garante que os resultados sejam idôneos e conferidos com os indicadores de conformidade estabelecidos pelo Sistema de Gestão da Qualidade orientado pela norma.

## REFERÊNCIAS

ABIA. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. *A força do setor de alimentos*. 2001.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. *Indústria da alimentação*. 2017.

AILDEFONSO, E. C.; CEFETES – Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo. *Ferramentas da qualidade*. 2014. Disponível em: <<ftp://ftp.cefetes.br/cursos/CodigosLinguagens/EAILDEFONSO/FERRAMENTAS%20da%20QUALIDADE%20I.pdf>> Acesso em: 03 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 22000: sistema de gestão da segurança de alimentos: requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos*. Rio de Janeiro, 2002.

BARDIN, L. A análise de conteúdo e a Linguística. In: \_\_\_\_\_. *Análise de conteúdo*. Edição Revista e Atualizada. São Paulo, 2015. p. 40-45.

BIRCHAL, S. O. *Empresa e indústria alimentícia no Brasil*. Minas Gerais: Centro de Economia Aplicada, 2016. Disponível em: <<http://www.ceae.ibmecmg.br/wp/wp17.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997. Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 30 jul. 1997.



\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria SVS/MS nº 1.428, de 26 de novembro de 1993. Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos/ Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos/ Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2 dez. 1993.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados Aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 6 nov. 2002.

CAPIOTTO, G. M.; LOURENZANI, W. L. *Sistema de gestão de qualidade na indústria de alimentos: caracterização da norma ABNT NBR ISO 22.000:2006*. Tupã - SP: SOBER – Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Manual de auditoria interna*. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/nupin/ManualdeAuditoriaInterna.pdf>> Acesso em: 26 abr. 2017.

CREPALDI, S. A. *Auditoria: teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

FOOD SAFETY SYSTEM CERTIFICATION. *Certificação de Sistemas de Gestão de Segurança dos Alimentos 2200*. 2017. Disponível em: <[file:///D:/Downloads/FSSC\\_22000.pdf](file:///D:/Downloads/FSSC_22000.pdf)> Acesso em: 9 maio 2017.

FRANCO, H.; MARRA, E. *Auditoria contábil*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1991.



JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. *Controle da qualidade handbook*. São Paulo: Mackron Books, 1991. v. 2.

LISBOA, I. *Manual de auditoria interna – conceitos e práticas para implementar a auditoria interna*. Paraná: Maph Editora Ltda., 2009.

LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE. *FSSC 22000 Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos*. 2013. Disponível em: <<http://www.lrqa.com.br/Certificacao/FSSC-22000-Seguranca-em-Alimentos/#sthash.u6uX5AnF.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MEDEIROS, et al. *Comprometimento Organizacional: o Estado da Arte da Pesquisa no Brasil*. In: Anais do Enanpad 2002, Salvador, BA. Brasil, 2002.

MENDONÇA, M. M. F.; SÃO JOSÉ, E. B.; COSTA, S. R. R. *Estudo da gestão da qualidade aplicada na produção de alimentos*. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov. 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0201\\_1977.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0201_1977.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2016.

MIGLIAVACCA, P. N. *Controles internos nas organizações*. São Paulo: Edicta, 2002.

MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

OLIVEIRA, et al. *Gestão da qualidade: tópicos avançados*. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2009.

PADULA, M.; CUERVO, M. Legislação de embalagem para contato com alimentos: Mercosul e outros países latinoamericanos. *Polímeros*, São Carlos, v. 14, n. 1, p. E8-E13, mar. 2004.

PALADINI, Edson Pacheco. *Gestão da qualidade – teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2004.

\_\_\_\_\_. *Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total*. São Paulo: Atlas, 1997.

ROCHA, A.; CHRISTENSEN, C. *Marketing: teoria e prática no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SGS. Société Générale de Surveillance. *Interpretação da Norma de Certificação de Sistemas de Segurança de Alimentos FSSC 22000*. 2009. Disponível em: <<http://www.sgs.com/~~/media/Global/Documents/White%20Papers/sgs-fssc-22000-whitepaper-es-11.ashx>>. Acesso em: 8 maio 2016.

SILVA, T. V. F. *Manual de Auditoria Interna*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. Disponível em: <[https://www.ufmg.br/auditoria/images/stories/documentos/manual\\_2a\\_verso\\_revisado.pdf](https://www.ufmg.br/auditoria/images/stories/documentos/manual_2a_verso_revisado.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2017.

THOMAS, J.; NELSON, J. *Research methods in physical activity*. 3. ed. Champaign: Human Kinetics, 1996.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.



# IDENTIFICAÇÃO GENOTÍPICA DIRETA DE BACTÉRIAS POTENCIALMENTE PATOGÊNICAS EM QUEIJOS E EMBUTIDOS

*Luciana Furlaneto Maia  
Natara Fávaro Tosoni  
Janaína Schueler  
Fernanda Carla Henrique  
Rodolfo Campos Zanin  
Márcia Cristina Furlaneto*

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de queijo tipo Minas Frescal e embutidos é uma das principais fontes de renda de pequenos produtores e também uma forma de identidade de muitos estados brasileiros (FURTADO, 1980). No entanto, essa atividade ainda é realizada por produtores que não se atêm às boas práticas de higiene e fabricação e são, portanto, potenciais veículos de contaminações por diversos micro-organismos patogênicos.

Na cidade de Londrina-PR, é comum o comércio de queijo tipo Minas Frescal e embutidos de fabricação artesanal, principalmente, em feiras livres da cidade. As bactérias comumente encontradas nesses produtos são os *Enterococcus* e as bactérias do grupo dos coliformes, como a *Escherichia coli* e a *Salmonella*, micro-organismos diretamente relacionados à manipulação inadequada dos produtores e à falta de higiene durante a produção do alimento.

O desenvolvimento da amplificação de DNA *in vitro* pela Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) facilitou a identificação de micro-organismos em alimentos. Para esse fim, diversos trabalhos relatam o uso de PCR para a identificação de *Enterococcus* sp. (*E. faecium* e *E. faecalis*), *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* (ETEC e EPEC). Dessa forma, este estudo visa isolar e identificar tais micro-organismos de queijo Minas Frescal e embutidos utilizando a técnica de PCR, a partir do DNA de amostras identificadas pelos testes bioquímicos e diretamente do alimento.

## 2 BACTERIAS POTENCIALMENTE PATOGÊNICAS CONTAMINANTES DE ALIMENTOS

Os alimentos de origem animal ou vegetal, frescos ou processados, incluindo a água, podem veicular diversos micro-organismos patógenos, causadores de diversas perturbações fisiológicas nas pessoas que os consomem. Os alimentos que, eventualmente, estejam contaminados por micro-organismos causadores de doenças, ao ser ingeridos, permitem que os patógenos ou os seus metabólitos invadam os tecidos do hospedeiro causando graves doenças.

### 2.1 COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES

O grupo dos coliformes totais incluem bactérias da família *Enterobacteriaceae*, que fermentam a lactose, com formação de gás a 37 °C por 48h, Bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, não esporogênicos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas de incubação a 35 ± 0,2 °C, para todos os alimentos (LANDGRAF, 2005). O grupo dos coliformes termotolerantes incluem bactérias que fermentam a lactose com produção de gás à temperatura de 44-45 °C. Fazem parte desse grupo os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Desses quatro gêneros, apenas a *Escherichia* tem como *habitat* primário o trato intestinal do homem ou animal. Os demais gêneros podem ser encontrados, além das fezes, em vegetais e solo. A presença de coliformes totais não indica necessariamente contaminação fecal e nem a presença de coliformes termotolerantes. A pesquisa de presença desse grupo indica, com maior segurança, as condições higiênico-sanitárias do produto (LANDGRAF, 2005). Sua ocorrência em alimentos é avaliada sob dois aspectos: (1) por ser uma enterobactéria, sua presença no alimento indica contaminação de origem fecal, portanto, ele foi produzido em condições higiênicas insatisfatórias; (2) o outro aspecto a ser considerado é que algumas cepas são patogênicas para

o homem e animais e causam, principalmente, diarreias (KAPPER; NATARO; MOBLEY, 2004).

### 2.1.1 ESCHERICHIA COLI

*Escherichia coli* é uma bactéria de morfologia em bastonete Gram-negativo, anaeróbia facultativa e oxidase negativa (JAY, 1994). É considerada um micro-organismo patogênico classificado como “de severo perigo para a população em geral, representando risco de morte, sequelas crônicas ou longa duração” no grupo de risco IA pela *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF, 2002)

A presença de *E. coli* em alimentos pode ser interpretada de duas formas. Por se tratar de uma enterobactéria, sua presença nos alimentos indica, necessariamente, contaminação de origem fecal, ou seja, condições higiênico-sanitárias inadequadas. Outro ponto é que muitas classes de *E. coli* são patogênicas para o homem e animais (FRANCO, 2004).

Com base nos fatores de virulência, distintos sorotipos O:H, mecanismos de patogenicidade (interação com a mucosa intestinal), manifestações clínicas e epidemiologia as cepas patogênicas de *E. coli* são divididas em seis grupos: (1) *E. coli* enteropatogênica (EPEC), (2) *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), (3) *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), (4) *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), (5) *E. coli* enteroagregativa (EAggEC) e (6) *E. coli* difusamente adesiva (*diffusely adherent E. coli*) (KAPER; NATARO; MOBLEY, 2004).

*Escherichia coli* Enteropatogênica Clássica (EPEC) é um sorotipo de *E. coli* há muito conhecido que causa gastroenterites em crianças. A contaminação por esse micro-organismo se caracteriza pelos seguintes sintomas: diarreia acompanhada de dores abdominais, vômitos e febre, com a doença durando cerca de seis a três dias. A patogenicidade dessa cepa se deve à capacidade de adesão e destruição das microvilosidades das células intestinais. A EPEC está entre os principais agentes enteropatogênicos, em especial na diarreia do lactente, com altos índices de mortalidade. Esse micro-organismo é responsável por cerca de 30% de diarreia aguda em crianças pobres com idade inferior a seis meses. Recém-nascidos e lactentes jovens são as vítimas mais frequentes de infecção por *E. coli* enteropatogênica clássica. A diarreia causada pela infecção por *E. coli* é muito mais severa do que aquelas causadas por outros micro-organismos patogênicos. É acompanhada de dores abdominais, vômitos e febre. A doença dura em torno de seis horas até três dias, com incubação de 17 a 72 horas (FRANCO, 2004).

*Escherichia coli* Enterotoxigênica (ETEC) são cepas de *E. coli* que produzem enterotoxinas nocivas para os seres humanos. Os sintomas da doença causada por ETEC, quando muito grave, se parecem com os da cólera: fezes aquosas e desidratação, e tratando-se de pessoas com quadro de desnutrição, a desidratação ocorre de maneira muito severa. As bactérias desse grupo são as causas principais de diarreia em países subdesenvolvidos, pelo fato de estes não oferecerem condições de saneamento básico ou por ser inadequado. ETEC é considerada uma das principais causas da chamada “diarreia do viajante” que acomete pessoas que se deslocam com frequência para esses países subdesenvolvidos. Surtos de contaminação por *E. coli* enterotoxigênica em países da Europa e EUA estão ligados ao consumo de água e/ou alimentos contaminados por esse micro-organismo (FRANCO, 2004).

Segundo a Resolução – RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001, o limite máximo para contagem de coliformes termotolerantes para queijos de alta umidade é de  $5 \times 10^3$  UFC/grama de alimento e, para embutidos frescos, o valor máximo é de  $5 \times 10^3$  UFC/grama de alimento (BRASIL, 2001).

### 2.1.2 SALMONELLA SPP.

*Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e compreende bacilos Gram-negativos não esporulados, anaeróbios facultativos e são capazes de utilizar o citrato como única fonte de carbono. Esse gênero de bactéria é amplamente distribuído na natureza, sendo que o trato intestinal de humanos e animais são os mais comuns. Salmoneloses relacionada à laticínios é, na maioria das vezes, causada por leite cru ou inadequadamente pasteurizado e também queijo (FRANCO, 2004).

Algumas infecções de salmoneloses, como as espécies Typhi e Parathypi, provocam septicemia, febre, e infecções em praticamente todos os órgãos. Os sintomas aparecem após 12 a 36 horas de contato com o micro-organismo com duração de um a quatro dias. Outros sintomas podem aparecer depois de algumas semanas da infecção, artrite e síndrome de Reiter. Outras espécies de *Salmonella* causam cólicas abdominais, febre, dores de cabeça, diarreia e náusea (SILVA, 2007a). Em crianças e recém-nascidos, a infecção por *Salmonella* pode apresentar sintomas gravíssimos já que essa bactéria entra na corrente sanguínea e pode lesionar diversos órgãos. Há relatos de meningite e problemas renais decorrentes da infecção por *Salmonella* (FRANCO, 2004).

Acreditava-se que para uma infecção por *Salmonella* era necessária uma ingestão de um número de células superior a  $10^8$ . Entretanto, alguns fatores podem

alterar esse valor: dependendo do sorotipo de *Salmonella* e, da eficiência dos mecanismos de defesa no indivíduo e das características do alimento, ou seja, alimentos com alto teor lipídico, as *Salmonellas* ficam protegidas nos glóbulos de gordura e não são afetadas por enzimas e nem pela acidez gástrica. Essa bactéria é o agente de doença mais comum de origem alimentar que causa surtos de diarreia e nos EUA anualmente são diagnosticados aproximadamente 40000 casos de salmoneloses (SILVA, 2007b). Dados recentes apontam para um crescimento do número de infecções por *Salmonella* a cada ano (FRANCO, 2004).

Para medidas de controle, o calor é uma forma eficiente, entretanto, algumas cepas são mais resistentes do que outras. O ambiente influencia na resistência da *Salmonella*: ambientes úmidos diminuem a resistência do micro-organismo quando comparados à ambientes com baixa umidade (FRANCO, 2004). A Resolução nº 12 de 2001 da Anvisa estabelece ausência de *Salmonella* em 25 g de alimento, para queijos de alta umidade e embutidos frescos (BRASIL, 2001).

Diferentes sorotipos de *Salmonella* têm sido identificados em animais com salmonelose. Não existe espécie-especificidade na infecção dos animais pelos mais de 2000 diferentes sorotipos descritos para o micro-organismo, embora evidências apontem certa seletividade de determinados sorotipos nas infecções em animais. No entanto, tem-se observado o predomínio do sorovar Typhimurium na salmonelose em animais (ACHA; SZYFRES 2003; QUINN et al., 2005).

*Salmonella enteritidis* é um sorotipo que nos anos 1980, em países da Europa, foi o mais comum causador de surtos de diarreia associados ao consumo de ovos crus e carnes mal cozidas de aves (CDC, 2003). Causa febre, cólicas abdominais e diarreia, que pode apresentar grumos de sangue. É um sorotipo que demonstra certa resistência a antimicrobianos e algumas cepas apresentavam multirresistência (CONNOR, 2005). Esse sorotipo predominou entre todos os sorovares isolados entre 1994 e 1999 pelo Laboratório de Ornitopatologia da FMVZ de Botucatu/SP, e correspondeu a 75,6% dos 45 sorotipos isolados de aves naquele período (ANDREATTI FILHO et al., 2001).

A grande maioria dos sorotipos de salmonelas são patogênicos para o homem, de forma que os sintomas clínicos podem ser divididos em três grupos (CONNOR, 2005). O primeiro, é a febre tifoide, causada por *S. Typhi*, que atinge somente o homem e não possui reservatórios em animais, por isso, a infecção se dá entre as pessoas, pelo consumo de água contaminada ou alimentos contaminados por fezes de humanos. Uma vez contaminada, a pessoa pode ser portadora dessa bactéria por vários anos. A febre tifoide é caracterizada por septicemia, febre contínua, cefaleia, diarreia e pode evoluir para óbito. Quando contami-



nada, a infecção pode durar até oito semanas. No segundo grupo, está a febre entérica, que é ocasionada pela *S. Paratyphi* A, B e C e é mais branda que a febre tifoide, tendo duração média de três semanas, podendo ser causada pelo consumo de água e alimentos, principalmente vegetais e leite cru, mariscos e ovos. No terceiro grupo estão as infecções entéricas, causadas por outros tipos de *Salmonella*. São raros os casos clínicos fatais e, geralmente, é dispensada a antibioticoterapia. Os alimentos mais incriminados são a carne bovina, as aves, os suínos e os ovos crus.

### 2.1.3 ENTEROCOCCUS SP.

Os enterococos são células esféricas ou ovoides, dispostos geralmente em pares ou cadeias curtas em meio líquido. Algumas vezes podem apresentar-se em formas cocobacilares, quando o crescimento ocorre em ágar. São organismos Gram-positivos e podem ser móveis, apresentando poucos flagelos e ausência de cápsula (KONEMAN; ALLEN, 2001). São ainda anaeróbios facultativos e a temperatura ótima de crescimento é de 35 °C, embora a maioria dos micro-organismos se desenvolva entre 10 e 45 °C. Apresentam crescimento rápido em meios de cultura, e podem ser cultivados na presença de altas concentrações de sal (NaCl a 6,5%), toleram sais biliares a 40% e podem hidrolisar a esculina. Essas propriedades básicas podem ser utilizadas para distinguir enterococos de outros cocos Gram-positivos (SHANKAR et al., 1999).

A crescente importância dos enterococos como patógenos nosocomiais tem sido a habilidade natural de adquirir plasmídeos, ou seja, elementos extra cromossômicos que codificam características que permitem a sobrevivência ou vantagens quanto ao crescimento desses micro-organismos em ambientes não usuais e/ou estressantes, como o ambiente hospitalar. Linhagens virulentas podem ser resultantes da aquisição de genes pela troca genética e isso pode estar relacionado à diversidade de elementos genéticos (plasmídeos) (SHANKAR et al., 1999; RIBOLDI, 2009).

Por colonizar o trato intestinal, tem-se sugerido como um potencial risco sanitário, justificando seu uso como indicador de contaminação fecal (ARIAS et al., 2010), além de promover a deterioração de alguns alimentos. Existem 14 espécies descritas de *Enterococcus* sp., sendo *E. faecalis* e *E. faecium* os dois integrantes principais que constituem o grupo dos mais importantes agentes bacterianos relacionados com as infecções nosocomiais. Além disso, *E. faecalis* é a principal espécie isolada do trato gastrointestinal humano e também a espécie *E. faecium* pode ser encontrada em proporções variadas (SHANKAR et al., 1999).

As infecções mais associadas com os enterococos são as do trato urinário, intra-abdominais, pélvicas, bacteremia, endocardite, cutâneas, neonatais, do sistema nervoso central e do trato respiratório (GOULD et al., 2004).

### **3 ANÁLISES MOLECULARES NA IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS ALIMENTARES**

A análise microbiológica de um produto alimentício pode ser conduzida para investigar a presença ou ausência de micro-organismos nesse produto ou para quantificar os micro-organismos presentes e para identificar e caracterizar as diferentes espécies microbianas. Inúmeros métodos laboratoriais de análise podem ser utilizados e, atualmente, esses métodos são comumente divididos em métodos “convencionais” e métodos “rápidos” (FRANCO, 2004).

Os métodos convencionais recebem essa denominação porque foram desenvolvidos há muitos anos e desde então vêm sendo empregados como oficiais na maioria dos laboratórios brasileiros e também em outros países. Esses métodos de detecção de bactérias em alimentos envolvem etapas de pré-enriquecimento e enriquecimento seletivo, seguidos por testes de identificação morfológica, bioquímica e imunológica. Apesar de serem bem estabelecidos e de requererem materiais de consumo mais baratos, tais procedimentos apresentam algumas desvantagens como o intenso trabalho e a espera pelos resultados finais por vários dias. Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos na busca de métodos rápidos e confiáveis para a detecção de micro-organismos em alimentos (LANTZ; HAHN-HÄGERDAL; RADSTRÖM, 1994).

Os métodos rápidos surgiram a partir da década de 1970, como consequência da necessidade de se abreviar o tempo necessário para a obtenção de resultados analíticos, melhorar a produtividade laboratorial, simplificar o trabalho e reduzir custos. Além dessas vantagens, alguns desses métodos apresentam maior sensibilidade e especificidade que os métodos convencionais (FRANCO, 2004). Entre os métodos rápidos, está a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR).

A PCR tem sido estabelecida em diagnósticos microbiológicos como uma valiosa alternativa para os métodos convencionais. Rapidez, bom limite de detecção, seletividade e potencial para a otimização são as maiores vantagens desse método. Entretanto, existem algumas variáveis a serem consideradas no uso da PCR, como o custo do alto investimento tecnológico, a necessidade de aprovação oficial, regulamentos e instruções padronizadas (MALORNY et al., 2003). Por meio dessa técnica, é possível identificar micro-organismos a partir de seu

material genético. Repetidas séries do ciclo envolvem a desnaturação do DNA molde, o anelamento dos *primers* e a extensão dos *primers* anelados pelo DNA polimerase, resultando em uma acumulação exponencial de fragmentos específicos. Devido à extensão do *primer*, os produtos sintetizados em um ciclo podem servir de molde para os próximos, e o número de cópias do fragmento alvo dobra a cada ciclo. A complementaridade entre as bases nitrogenadas constituintes dos ácidos nucleicos e as variações de temperatura permitem a reprodução *in vitro* do processo que ocorre *in vivo* (BROWN, 2003). É utilizado um oligonucleotídeo iniciador (*primer*) específico para a identificação do gênero bacteriano, dando uma precisão na identificação de micro-organismos em alimento.

Os componentes essenciais para a PCR são a DNA polimerase termoestável, o *primer*, desoxinucleotídeos (dNTPs), DNA molde, íons magnésio, tampão e água. Geralmente o volume total de reação varia de 20 a 100  $\mu$ l. A PCR envolve ciclos repetidos de altas temperaturas para separar os filamentos de DNA, temperaturas relativamente baixas para permitir a hibridização dos *primers* (anelamento) com as regiões complementares do DNA alvo, e uma temperatura intermediária para a extensão da fita. A variação da temperatura é realizada com auxílio do termociclador. É essencial que o termociclador promova aquecimento e resfriamento idênticos, fornecendo resultados uniformes em todas as reações (ATLAS; BEJ, 1994).

Usualmente a PCR é empregada na análise de patógenos em alimentos a partir de amostras enriquecidas, quando teoricamente o micro-organismo atinge uma alta concentração, permitindo a detecção de forma adequada (LANTZ; HAHN-HÄGERDAL; RADSTRÖM, 1994). A PCR, a partir de amostras sem enriquecer, ou seja, diretamente do alimento, é uma alternativa viável pela maior praticidade e rapidez. Segundo Myint et al. (2006), a análise direta do DNA de micro-organismos do próprio alimento é realizada em menos de dois dias, comprovando a praticidade da PCR como ferramenta no monitoramento de patógenos numa indústria de alimentos.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas 14 amostras de queijo tipo Minas Frescal, cinco de linguiça defumada e nove de linguiça fresca, adquiridas aleatoriamente na forma de consumidor em feiras livres na cidade de Londrina-PR, durante o ano de 2011. As amostras foram transportadas na própria embalagem até o Laboratório de Microbiologia da UTFPR – *campus* Londrina, onde foram preparadas para posteriores análises microbiológicas. As análises ocorreram no mesmo dia da

aquisição da amostra ou em um período máximo de 12 horas, sendo mantidas sob refrigeração.

## 4.1 ISOLAMENTO CONVENCIONAL

Para estudar um micro-organismo em particular é necessário separá-lo da população mista em que se encontra. Para tanto, há necessidade de utilizar técnicas de isolamento que resultem em cultivo puro.

### 4.1.1 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO FENOTÍPICA DE *ESCHERICHIA COLI*

O isolamento de *Escherichia coli* foi realizado segundo a metodologia descrita por Kornacki e Johnson (2001), baseado no método do Número Mais Provável.

### 4.1.2 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO FENOTÍPICA DE *SALMONELLA*

O isolamento de *Salmonella* seguiu protocolo descrito FDA (2006). Esse método consiste em um pré-enriquecimento seguido de um enriquecimento e o plaqueamento seletivo diferencial. Posterior a isso, foram executados os testes bioquímicos de confirmação.

### 4.2.3 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO FENOTÍPICA DE *ENTEROCOCCUS*

O isolamento de *Enterococcus* consistiu em realizar um pré-enriquecimento seguido de um enriquecimento e o plaqueamento seletivo diferencial em Ágar Kanamicina Bile Esculina (KEA). Testes confirmatórios foram de catalase, crescimento em 10 e 45 °C, em meio de cultura hipersalinizado (NaCl 6,5%).

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO GENOTÍPICA

A identificação genotípica é uma técnica muito utilizada para a confirmação de micro-organismos patógenos em alimentos. Para tanto, o DNA deve estar livre do interior celular e a técnica de identificação mais aplicada é a Reação em cadeia da Polimerase (PCR).

### 4.2.1 EXTRAÇÃO DE DNA DE *E. COLI* E *SALMONELLA*

O DNA genômico de *E. coli* foi isolado utilizando-se a metodologia descrita por Farooq (2009), com modificações. Uma alçada dos isolados de *E. coli*, provenientes de crescimento em Ágar BHI, foi inoculada em 3 ml de caldo BHI e esses tubos incubados por aproximadamente 24h a 37 °C. Após esse período,

o conteúdo total foi transferido para tubos de microcentrífuga e centrifugados a 10.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi descartado e o sedimento lavado com água bi-destilada estéril, e novamente submetido à centrifugação a 10.000 rpm por 10 minutos. O sedimento foi ressuspensão em 500 µL de solução de lise (Tris-HCl 1,0 M, pH 8,0; EDTA 0,5 M; NaCl 3,5 M; SDS 10%) e 5 µL de proteínase K (20 mg/ml). O tubo foi deixado em banho-maria a 55 °C por no mínimo 1 h. Após isso, foi acrescentado o mesmo volume de fenol-clorofórmio, a fim de desproteinar a solução. Finalmente, o DNA foi desidratado com etanol gelado e ressuspensão em 50 µL de água bi-destilada estéril e conservado a -20°C.

#### 4.2.2 EXTRAÇÃO DE DNA DE *ENTEROCOCCUS*

O DNA genômico dos isolados foi extraído utilizando-se a técnica da lise térmica (HAGEN et al., 2002). Com auxílio de uma alça previamente flambada, os isolados de *Enterococcus* sp. foram inoculados em tubos contendo meio Infusão Cérebro Coração (BHI) e incubados por aproximadamente 24 h a 37 °C. Para a extração do DNA foi coletada uma colônia de cada isolado e estas foram ressuspensas em tubo de microcentrífuga, contendo aproximadamente 100 µL de água estéril. Os tubos foram incubados em banho contendo água a uma temperatura de aproximadamente 100 °C por 30 minutos. Após, foram centrifugados por 10 minutos a 12000 rpm, 3 µL de cada sobrenadante, contendo o DNA genômico, foi utilizado na reação de amplificação por PCR.

#### 4.2.3 EXTRAÇÃO DE DNA BACTERIANO DIRETO DO ALIMENTO

Para a extração do DNA genômico bacteriano a partir de amostras de alimentos, utilizaram-se duas metodologias designadas M1 e M2.

Metodologia M1: as amostras de alimentos foram submetidas à incubação em caldo de enriquecimento por 24 horas a 37 °C. A partir desse crescimento, foi retirado 1 ml e centrifugado a 15.000 g por 10 minutos. As células foram lavadas duas vezes com salina tamponada fosfatada estéril (PBS, pH 7,2). O DNA foi extraído por meio de aquecimento a 95 °C por 15 minutos em 20 µL de solução de lise 1:1 (0,125% SDS e 0,05M NaOH) e centrifugação a 15.000 g por 5 min. O sobrenadante foi coletado e armazenado em freezer.

Metodologia M2: a partir da primeira diluição da amostra, retirou-se 2 ml e procedeu-se a centrifugação a 15.000 rpm por 10 minutos. As células foram lavadas duas vezes com salina tamponada fosfatada estéril (PBS, pH 7,2). Acrescentaram-se 200 µL de água deionizada esterilizada. O DNA genômico foi extraído

por meio de aquecimento a 95 °C por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado e armazenado em freezer.

### 4.3 REAÇÃO EM CADEIA DA POLIMERASE (PCR)

Os *primers* utilizados neste trabalho estão descritos na Tabela 1. Utilizaram-se 125mM de cada um dos *primers*, 2 µL de solução tampão para PCR, 2,5mM de cloreto de magnésio, 109µM de dNTPs mix, 0,5U de *Taq* DNA polimerase e 1µl do DNA alvo (10-20ng·µl<sup>-1</sup>) em 20µl de volume final. A amplificação dos fragmentos alvo foi realizada em termociclador (Biocycler), por meio de desnaturação inicial do DNA a 94 °C por 5 minutos, seguida de 35 ciclos (94 °C - 1 minuto; 55 °C - 1 minuto e 72 °C - 1 minuto), e de extensão final a 72 °C por 10 minutos. Os produtos de PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 2% contendo brometo de etídeo e visualizados sob iluminação ultravioleta. O marcador de massa molecular utilizado foi o 100pb DNA Ladder (Invitrogen®).

**Tabela 1 - Oligonucleotídeos utilizados na reação de PCR para identificação de *E. faecalis*, *E. faecium*, *Escherichia coli* (EPEC, ETEC) e *Salmonella* spp.**

Micro-organismo	Oligonucleotídeos ( <i>primers</i> )	Produto amplificado
<i>E. faecalis</i>	+ATCAAGTACAGTTAGTCT -ACGATTCAAAGCTAACTG	941 pb
<i>E. faecium</i>	+TAGAGACATTGAATATGCC -TCGAATGTGCTACAATC	550 pb
<i>E. coli</i> EPEC	+GAC CCG GCA CAA GCA TAA GC -CCA CCT GCA GCA ACA AGA GG	384 pb
<i>E. coli</i> ETEC	+CAC CCG GTA CAA GGC AGG ATT -ATT TTT ACT TTC TGT ATT AGT CTT	190 pb
<i>Salmonella</i> sp.	+AAACGTTGAAAACTGAGGA - TCGTCATTCCATTACCTACC	119

Fonte: Autoria própria (2011).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram analisadas 14 amostras de queijo, cinco de linguiça defumada e nove de linguiça fresca. As 28 amostras foram submetidas às análises microbiológicas para detecção de *Enterococcus* sp. (*E. faecium* e *E. faecalis*), *Salmonella* spp. e *E. coli* (EPEC e ETEC). Na tabela 2, encontram-se os resultados para *Enterococcus* sp. O cálculo do número de UFC/g de ali-

mento, descrito por Silva et al. (2007b), foi em função do número de colônias típicas contadas, diluição inoculada e percentagem de colônias confirmadas. Oito amostras de queijo (57%), duas de linguiça defumada (14%) e quatro de linguiça fresca (28%) apresentaram contaminações por *Enterococcus* sp., variando de  $6 \times 10^3$  a  $2,5 \times 10^4$  UFC/g.

**Tabela 2** – Resultados de enumeração de *Enterococcus* sp. a partir de amostras de alimentos

AMOSTRA/ UFCg	Isolados							
Queijo	E17Q.10	E18Q.10	E19Q.10	E20Q.10	E22Q.10	E25Q.10	E27Q.10	E30Q.11
	$1,65 \times 10^4$	$1,25 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$1,65 \times 10^4$	$8,25 \times 10^3$	$6 \times 10^3$	$1,9 \times 10^4$
Linguiça Defumada	E1e.10	E1e.10						
	$6,6 \times 10^3$	$9 \times 10^3$						
Linguiça Fresca	E6f.11	E7f.11	E8f.11	E9f.11				
	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$	$8,7 \times 10^3$				

UFC: Unidade Formadora de Colônia; E: *Enterococcus*; Q: Queijo; e: Linguiça defumada; f: Linguiça Frescal.

Fonte: Autoria própria (2011).

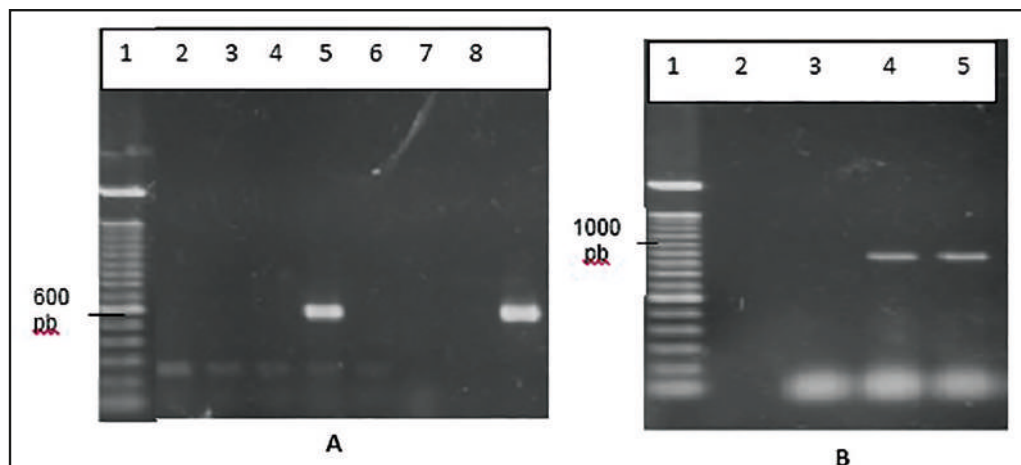
Nos testes presuntivos, *Enterococcus* sp. foi detectado em valores de  $6,0 \times 10^3$  a  $2,5 \times 10^4$  UFC/g de queijo analisados,  $6,6 \times 10^3$  a  $9,0 \times 10^3$  nas amostras de linguiça defumada e  $2,5 \times 10^3$  a  $1,5 \times 10^4$  nas de linguiça fresca. Enfatizando que os componentes adicionados no preparo da linguiça, como sal e pimenta, não interferiram na viabilidade celular deste micro-organismo.

As cepas isoladas que apresentaram características de *Enterococcus* sp. nos testes bioquímicos seguiram processo de extração de DNA para posterior análise molecular por PCR. Para as análises moleculares de determinação da espécie de *E. faecium* e *E. faecalis* foram utilizadas 17 colônias escolhidas aleatoriamente.

Um total de 29% das colônias submetidas à amplificação para determinação da espécie *E. faecium* apresentaram um amplicon de 550 pb, característico dessa espécie (Figura 1A). As colônias que não apresentaram amplificação para essa espécie foram submetidas à amplificação para a espécie *E. faecalis*. Duas colônias (13%) foram amplificadas para essa espécie (Figura 1B), apresentando um amplicon de 941pb. As demais colônias devem pertencer a outras espécies do gênero *Enterococcus*. Foram identificadas as espécies *E. faecium* e *E. faecalis*. A técnica de PCR foi importante para distinguir as espécies de *Enterococcus* sp., uma vez que os testes bioquímicos de identificação somente identificaram o gênero.



**Figura 1** – (A) Gel de agarose a 1,5% demonstrando o resultado de amplificação do gene espécie específico para *E. faecium* (550 pb). Canaletas 1 – peso molecular 1Kb; 2 a 7 – colônias isoladas de queijo; 8 a 9 – colônias isoladas de linguiça; (B) amplificação do gene espécie específico para *E. faecalis* (941 pb). Canaletas 1 – peso molecular 1Kb; 2 a 4 – colônias isoladas de queijo; 5 – colônia isolada de linguiça.



Fonte: Autoria própria (2011).

A presença dos enterococos na microbiota do trato gastrointestinal de seres humanos e animais explica a ocorrência em alimentos de todos os tipos. Uma vez presentes nos alimentos, esses micro-organismos são capazes de sobreviver e se multiplicar, podendo resistir a alguns processos tecnológicos de preparação e preservação dos alimentos (GIRAFFA, 2002). Fujimoto et al. (2011) obtiveram resultados semelhantes em queijos de coelho provenientes de duas regiões de produção artesanal do estado do Ceará. Por meio da técnica de PCR, foi identificada presença de 90% de *E. faecium*, 2,7% de *E. faecalis* e 7,3% de *Enterococcus* spp.

Riboldi et al. (2009) isolaram 56 cepas de *Enterococcus* sp. de diversos vegetais e, utilizando-se de PCR, foram confirmadas contaminações por *E. faecalis*, *E. faecium* e *Enterococcus* spp. Já um estudo realizado por Cariolato et al. (2008) relatou a presença de *E. faecalis* e *E. faecium* isolados de produtos lácteos e identificados por PCR.

Na tabela 3, encontram-se as amostras que apresentaram presença para *Salmonella* spp. nos testes presuntivos, ou seja, nos meios de cultura utilizados apresentaram colônias com características típicas para *Salmonella*. No entanto, nos testes moleculares (PCR) não foi verificada a presença de *Salmonella* spp., denotando um resultado satisfatório por apresentar-se dentro dos padrões



estabelecidos pela Anvisa (BRASIL, 2001). O *primer* utilizado neste estudo identifica o gênero *Salmonella* sp.

**Tabela 3** – Presença de *Salmonella* spp. a partir de amostras de alimentos

AMOSTRA/ UFC g	Isolados					
	S19Q.10	S22Q.10	S23Q.10	S24Q.10	S28Q.10	S30Q.10
Queijo						
Linguiça Defumada	S1e.10	S1e.10	S3e.10	S4e.10	S5e.10	
Linguiça Fresca	S3f.11	S5f.11	S8f.11	E9f.11		

S: *Salmonella*; Q: Queijo; e: Linguiça defumada; f: Linguiça Frescal.

Fonte: Autoria própria (2011).

Ávila e Gallo (1996) em trabalho realizado com leite cru, leite pasteurizado tipo C e queijo Minas Frescal não encontraram a presença de *Salmonella*, entretanto, algumas culturas apresentaram características bioquímicas similares a desse micro-organismo; estas, isoladas, não se confirmaram quando submetidas a testes sorológicos. Esse fato confirma que mesmo se utilizando da metodologia padrão considerada mais indicada para o isolamento de *Salmonella*, não há um meio de cultivo seletivo ideal para o seu isolamento. Dionizio et al. (2003) atribuem tal fato pela grande multiplicação de coliformes nos meios seletivos para *Salmonella* spp.

Nos testes presuntivos para *Escherichia coli*, foi detectada a presença em 14,28% das amostras de queijo em quantidades que variaram de 460 a 1100 NMP/g de alimento. Em linguiça fresca a presença do micro-organismo foi de 77,78% das amostras em valores de 43 a >1100 NMP/g. Já em linguiça defumada não foi verificada a presença de *E. coli*.

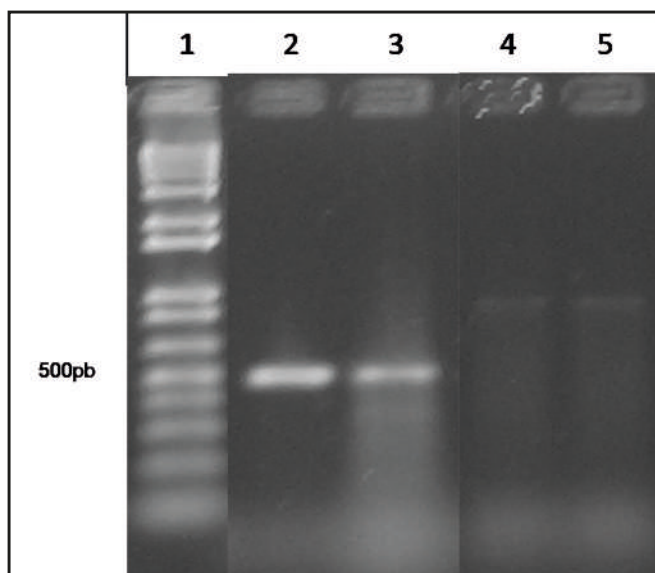
Para as análises moleculares de determinação de ETEC e EPEC foram utilizadas nove colônias escolhidas aleatoriamente. Os oligonucleotídeos para EPEC referem-se ao gene *eaf* que conferem uma proteína fimbrial específica dessa cepa. Já para ETEC, o gene amplificado seria o que transcreve a proteína termo lábil (LT) dessa cepa.

Os testes bioquímicos identificaram a presença de *E. coli* nas amostras de queijo, linguiça defumada e fresca. Após a aplicação da PCR, surgiram bandas referentes à EPEC e ETEC, contudo, bandas inespecíficas também foram visualizadas. Provavelmente a temperatura de pareamento não foi suficiente para essas cepas. Estudos posteriores serão realizados aumentando a temperatura.

A prevenção de contaminações de queijos tipo Minas Frescal depende de medidas sanitárias capazes de evitar o contágio por material fecal de origem humana e animal, como a lavagem das mãos em toda a cadeia de produção dos queijos, a utilização de água tratada e o tratamento de esgotos (KAPER; NATARO; MOBLEY, 2004).

Foi realizada neste estudo a extração de DNA bacteriano direto do alimento. Os testes de amplificação para as espécies de *Enterococcus* encontram-se na Figura 5. Observou-se que a metodologia é eficiente e que não há diferença se a extração é proveniente da metodologia 1 (M1) ou 2 (M2).

**Figura 5** - Gel de agarose a 1,5% demonstrando o resultado de amplificação do gene espécie específico para *E. faecium* (550 pb) e *E. faecalis* (941 pb). Canaletas 1 – peso molecular 100 pb; 2 e 4 – metodologia de isolamento de DNA (M1); 3 e 5 – metodologia de isolamento de DNA (M2)



Fonte: Autoria própria (2011).

O diagnóstico microbiológico em amostras de alimentos pode ser demorado, ocorrendo em diversas etapas, levando dias até o resultado final. Por isso, a técnica da PCR com a extração de DNA direta do alimento tem sido uma alternativa, pois, além da redução do tempo e custo com reagentes, é uma técnica de elevada confiabilidade de resultados.

Santos et al. (2001) utilizaram com sucesso a técnica de PCR direta de ovos contaminados artificialmente com *Salmonella* sp. Já Jordão Júnior et al. (2005) isolaram *Mycobacterium bovis* diretamente do leite.

## 6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa confirmou a presença de *Enterococcus* sp. (*E. faecium* e *E. faecalis*) em queijos Minas Frescal e em linguiças defumadas e frescas, comercializados em feiras livres na cidade de Londrina-PR. A presença de *E. coli* foi confirmada, com bandas referentes à EPEC e ETEC, contudo, bandas inespecíficas também foram visualizadas na PCR. Os resultados apresentados pela microbiologia tradicional e pela detecção molecular não foram iguais para *Salmonella* spp., confirmando a teoria de que as metodologias tradicionais não são suficientemente seguras na confirmação de patógenos, como no caso dessa *Salmonella*, que fornece resultados falso-positivos com frequência. A PCR aplicada diretamente do alimento, a partir do meio de pré-enriquecimento, foi adaptada com sucesso, não diferindo das metodologias de extração utilizadas.

Dada a importância que as toxinfecções alimentares assumem no contexto da saúde pública, este trabalho apresentou uma alternativa de diagnóstico na identificação de patógenos. O curto tempo de execução e a confiabilidade da PCR tornam-na uma excelente ferramenta em diagnóstico microbiológico.

## REFERÊNCIAS

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. Salmonelosis. In: ACHA, P. N.; SZYFRES, B. (Ed.). *Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales*. 3. ed. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 2003. p.242-260.

ANDREATTI FILHO, R. L. Sorovares de *Salmonella* isolados de materiais avícolas no período de 1994 a 1999. *Revista de Educação Continuada*, v. 4, p. 90-101, 2001.

ARIAS CA, CONTRERAS GA, MURRAY BE. Management of multidrug-resistant enterococcal infections. *Clinical Microbiology and Infection*, v.16, p.555-562, 2010.

ATLAS, R. M.; BEJ, A. K. Polymerase Chain Reaction. In: GERHARDT, P.; MURRAY, R. G.; WOOD. W. A. *Methods for General and Molecular Bacteriology*. American Society of Microbiology, 1994. p. 418-435.

ÁVILA, C. R.; GALLO, C. R. Pesquisa de *Salmonella* spp. em leite cru, leite pasteurizado tipo C e queijo “Minas Frescal” comercializados no município de Piracicaba - SP. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 53, p. 15-19, 1996.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001. *Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm)>. Acesso em: 1 out. 2010.

BROWN, T. A. A reação em cadeia da polimerase. In: \_\_\_\_\_. *Clonagem gênica e análise de DNA: uma introdução*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 187-201.

CARIOLATO, D. et al. Occurrence of Virulence Factors and Antibiotic Resistances in *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* Collected from Dairy and Human Samples in North Italy. *Food Control*, v. 19, p. 886-892, 2008.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Outbreaks of *Salmonella* Serotype Enteritidis Associated with Eating Shell Eggs – United States, 1999-2001. *MMWR*, v. 51, p. 1149-1152, 2003.

CONNOR, B. A.; SCHWARTZ, E. Typhoid and Paratyphoid Fever in Travelers. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 5, p. 623-628, 2005.

DIONIZIO, F. L. et al. Presença de *Salmonella* sp. em queijos Minas Frescal e requeijão em barras produzidos artesanalmente na região de Salinas, norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, I.; CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 7., 2003, Belo Horizonte. *Anais*. São Paulo, 2003. p. 57.

FAROOQ, S et al. Isolation of Atypical Enteropathogenic *Escherichia coli* and Shiga Toxin 1 and 2f-producing *Escherichia coli* from Avian Species in India. *Letters in Applied Microbiology*, v. 48, p. 692-697, 2009.

FRANCO, B. D. G. M. Critérios microbiológicos para avaliação da qualidade de alimentos. In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2004. p. 149 - 154.

FUJIMOTO, G. *Estudo de fatores de virulência e propriedades tecnológicas de culturas de Enterococcus spp. isoladas de queijo de coalho*. Dissertação (Mestrado) – Unicamp, 2011.

FURTADO, M. M. Queijo do Serro: tradição na história do povo mineiro. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes*, v. 35, p. 33-36, 1980.

GIRAFFA, G. Enterococci from Foods. *FEMS Microbiology Reviews*, v. 26, p. 163-171, 2002.

GOULD, C.V. et al. Chloramphenicol Resistance in Vancomycin-resistant Enterococcal Bacteremia: Impact of Prior Fluoroquinolone Use. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, v. 25, p. 138-145, 2004.

HAGEN T. J. et al. A 3-Hydroxy-4-methyl-5-pentyl-2-iminopyrrolidine: a Potent and Highly Selective Inducible Nitric Oxide Synthase Inhibitor. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, v. 12, p. 3337-3339, 2002.

JAY, J. M. *Microbiología moderna de los alimentos*. 3. ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 803.

JORDÃO JUNIOR, C. M. et al. Padronização da técnica de PCR na detecção de *Mycobacterium bovis* diretamente no leite. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 51-55, jan./mar. 2005.

KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBLEY, H. L. T. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Rev.*, v. 2, p. 123-140, 2004.

KONEMAN, E. W.; ALLEN, S. D. *Diagnóstico microbiológico*. Texto e atlas colorido. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2001. p. 589-685.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, Coliforms, and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. p. 69-82.

LANDGRAF, M. Micro-organismos indicadores. In: FRANCO, Bernadette D. G. M.; LANDGRAF, Mariza. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2005. p. 27-31.

LANTZ, P.; HAHN-HÄGERDAL, B.; RADSTRÖM, P. Sample Preparation Methods in PCR-based Detection of Food Pathogens. *Trends in Food Science & Technology*, v. 5, p. 384-389, 1994.

MALORNY, B. et al. Standardization of Diagnostic PCR for the Detection of Foodborne Pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, v. 83, p. 39-48, 2003.

MYINT, M.S. et al. The Effect of Pre-enrichment Protocol on the Sensitivity and Specificity of PCR for Detection of Naturally Contaminated *Salmonella* in Raw Poultry Compared to Conventional Culture. *Food Microbiology*, v. 23, p. 599-604, 2006.

QUINN P, J. et al. *Microbiologia veterinária e doenças infecciosas*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

RIBOLDI, G. P. et al. Antimicrobial Resistance Profile of *Enterococcus* spp. Isolated from Food in Southern Brazil. *Braz. J. Microbiol.*, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 125-128, 2009.

SANTOS, L. R. et al. Polymerase Chain Reaction (PCR) for the Detection of *Salmonella* in Artificially Inoculated Chicken Meat. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo*, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 247-250, 2001.

SHANKAR, V. et al. Infection-derived *Enterococcus faecalis* Strains Are Enriched in *esp*, a Gene Encoding a Novel Surface Protein. *Infection and Immunity*, v. 67, p. 193-200, 1999.

SILVA, N. et al. Contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. In: \_\_\_\_\_. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007a. p. 119-135.

\_\_\_\_\_. Salmonella. In: \_\_\_\_\_. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007b. p. 253-259.

# Capítulo 15

## **COOLER ALCOÓLICO GASEIFICADO COM ADIÇÃO DE EXTRATO AQUOSO DE HIBISCO**

*Fabiana Fiusa Ferreira  
Alexandre Rodrigo Coelho  
Caroline Maria Calliari*

### **1 INTRODUÇÃO**

No Brasil, bebida alcoólica é definida como um produto refrescante, aperitivo ou estimulante destinado à ingestão humana no estado líquido, sem finalidade medicamentosa e contendo mais de meio por cento, em volume, de álcool etílico a 20 °C (BRASIL, 2009). Segundo a legislação brasileira, as bebidas alcoólicas são classificadas em: fermentadas, por misturas e bebidas mistas, destiladas e destilo-retificadas. As bebidas fermentadas são preparadas por fermentação e operações posteriores de clarificação e acabamento; entre elas, encontram-se o vinho, obtido de uvas, e a cidra, obtida de maçãs (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1993).

No Brasil, a categoria *cooler* foi criada pela Vinícola Aurora, com o lançamento do produto *Keep Cooler* em 1986. Os ingredientes são vinho branco ou tinto de mesa, suco de frutas e aroma natural e se trata de uma bebida gaseificada (VINÍCOLA AURORA, 2017). Décadas depois, foram lançados produtos nacionais similares: a sidra Épo Hibi, com adição de hibisco e abacaxi, lançada em 2016 pela Morada Cia Etílica (WOLFF, 2016) e a Frezèe, marca



Cereser, de 2017, como inovação para o público jovem e ampliação de mercado (EMBALAGEMMARCA, 2017).

O objetivo desse trabalho foi, a partir da uva de mesa Benitaka, produzir vinho branco e, a partir de maçãs Fuji e Gala, produzir sidra, com a finalidade de obter duas formulações de *cooler* gaseificado, com adição de suco integral de uva branca e extrato aquoso concentrado de hibisco.

## 2 COOLER

A legislação brasileira (Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988) regulamenta que o *cooler* de vinho ou bebida refrescante de vinho deve apresentar graduação alcoólica de 3% a 7% em volume, a 20 °C, sendo elaborado a partir de vinho de mesa, suco de uva ou demais frutas e água potável, permitindo a incorporação de dióxido de carbono, extrato vegetal aromático e açúcares (BRASIL, 1990).

Segundo a legislação (BRASIL, 1988) no artigo 91 (seção VI do *cooler*), o *cooler* deverá conter no mínimo 50% de vinho de mesa, o qual, poderá ser substituído por suco de uva integral ou reconstituído, respeitando o limite mínimo da graduação alcoólica.

O *cooler* possui um sabor leve e pode ser considerado como uma opção mais saudável de bebida, pois possui elementos naturais em sua composição. O segmento ao qual o *cooler* pertence é o *ready-to-drink* (pronto para beber), que vem crescendo no setor de bebidas. No mercado a concorrência dos *coolers* são as cervejas e as sodas alcoólicas, conhecidas como *Ice*, que foram introduzidas no Brasil em 2001. As bebidas tipo *ice* têm por característica utilizarem vodca, rum, tequila, cachaça ou gim como base (SCHOSSLER, 2009).

### 2.1 HIBISCO

Proveniente dos continentes africano e asiático, o hibisco (*Hibiscus sabdariffa*), também conhecido no Brasil como azedinha, flor da Jamaica e groselha, é um arbusto anual, o qual pertence à família botânica *Malvaceae*, e apresenta ótima adaptação ao clima brasileiro, predominantemente tropical (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

Os cálices de hibisco apresentam alta atividade oxidante, que é a parte de maior interesse. A matéria-prima pode ser encontrada fresca ou desidratada e tem despertado o interesse das indústrias para a elaboração de sucos, chás, vinhos, licores, geleias, conservas e corantes naturais (CASTRO, 2003). O hibisco possui diversos benefícios, sendo utilizado em sistemas alimentares para

prevenir a contaminação bacteriana e aumentar a vida útil dos alimentos, pela capacidade bacteriostática e bactericida, atrasando o começo da deterioração e do crescimento de micro-organismos indesejáveis (ROSA, 2013).

## 2.2 SIDRA

A legislação brasileira de bebidas (Decreto nº 6.871/09) estabelece como sidra o produto obtido por meio da fermentação alcoólica do mosto de maçãs frescas, sãs e maduras sem adição de água, podendo ser adicionados açúcares como sacarose, glicose e frutose, até no máximo a mesma quantidade de açúcar contido na fruta. Além de poder ser adicionado cerca de 30% de suco de pera (BRASIL, 2009).

A fermentação do suco de maçã, com o intuito de gerar sidra, *é um processo* antigo e tradicional, no que diz respeito à produção de bebidas. No Brasil, utilizam-se misturas de cultivares de maçãs como matéria-prima, a fim de diminuir o pH do mosto. As maçãs são compostas de 75 a 90% de água, além de compostos nitrogenados, compostos fenólicos, substâncias pécticas, minerais, substâncias aromáticas e sólidos solúveis, como açúcares e ácidos orgânicos. Para que a sidra seja de alta qualidade, é preciso ter alguns cuidados em sua produção, como a escolha da matéria-prima, a levedura a ser utilizada e o controle das transformações bioquímicas sofridas durante a fermentação (SAVI, 2014).

O dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), gasoso ou líquido, solução de bissulfito de potássio ( $\text{KHSO}_3$ ) ou metabissulfito de potássio ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6$ ), quando aplicados, geram o mesmo efeito. O tratamento do mosto com baixa concentração de dióxido de enxofre antes da fermentação é uma das formas mais utilizadas no controle de micro-organismos indesejáveis, além de favorecer o crescimento de leveduras *Saccharomyces*, que apresentam uma certa resistência ao  $\text{SO}_2$  (NOGUEIRA, 2010).

## 2.3 VINHO BRANCO

A legislação brasileira (Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988) define que vinho é a bebida da fermentação alcoólica do mosto de uva sã, fresca e madura e pode ser classificado como vinho de mesa, vinho espumante, vinho licoroso e vinho composto; os tipos de vinhos são: vinho tinto, vinho rosado e vinho branco (BRASIL, 1988).

A composição e evolução do vinho estão diretamente ligadas a fenômenos bioquímicos; desde a transformação da uva em mosto e deste em vinho, ocorre uma série de fenômenos físicos, químicos e biológicos, resultando na formação da bebida (MARTINS, 2007).

Existem diversos fatores que contribuem para a obtenção de um bom vinho e o principal deles é a qualidade da uva. O que mais interfere na qualidade da uva são a maturação e o estado sanitário (RIZZON; ZANUS; MANFREDINI, 1996). A uva Benitaka, originada a partir de uma mutação somática, apresenta boa conservação após a colheita, possui polpa crocante, de sabor neutro e os seus cachos pesam em média 400 g. Ela chama a atenção pela sua coloração rosa escura (LEAO, 2004).

O processo de elaboração do vinho branco requer operações específicas: antes da fermentação é realizada a clarificação do mosto. Entretanto, existem pequenos agricultores que não possuem a tecnologia necessária para clarificação, por isso, utilizam uma dose mais elevada de metabissulfito de potássio (RIZZON; ZANUS; MANFREDINI, 1996) ou sódio (FAVERO; RIBEIRO; AQUINO, 2011). Além disso, é importante que o mosto seja separado imediatamente após o esmagamento (RIZZON; ZANUS; MANFREDINI, 1996).

### 3 MÉTODOS

A elaboração do vinho, sidra, *cooler* e todas as análises foram realizadas nos Laboratório de Bebidas e Vegetais, Laboratório de Análise Sensorial e Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina, e no Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no ano de 2017.

#### 3.1 PRÉ-TRATAMENTO DO HIBISCO

Para o pré-tratamento do hibisco foi realizada a toaleta dos cálices de hibisco, a remoção das sementes e a separação das sépalas com o auxílio de facas de aço inoxidável e abridor de coco. As sépalas foram higienizadas por imersão em solução clorada a 0,5%, por 15 minutos, enxaguadas em água corrente, centrifugadas para a remoção do excesso de água, acondicionadas em sacos de polipropileno (PP) e em seguida congeladas. O hibisco desidratado foi adquirido do comércio local.

#### 3.2 ELABORAÇÃO DA SIDRA

A sidra foi elaborada com aproximadamente 13 kg de maçãs Gala (34,6%) e Fuji (65,4%). As frutas foram selecionadas, lavadas e higienizadas por imersão em solução de água clorada 0,5%, durante 15 minutos, enxaguadas em água corrente e cortadas em pedaços de aproximadamente 3 cm com o auxílio de facas

de aço inoxidável para posterior trituração em liquidificador. A pasta obtida foi transferida para a despoldadeira, e então peneirada; assim se obteve o mosto da mistura das maçãs. Nesse momento foi retirada uma amostra para as análises, e realizada a adição do metabissulfito 1,3 g, juntamente com 2,5 g do fermento *Red Star Cote des Blancs*, o qual foi preparado conforme a indicação do fabricante quanto ao tempo e a temperatura. Após o preparo, o mosto foi dividido e transferido para 2 garrações previamente higienizados. Os garrações foram fechados com o sistema de *airlock*, para evitar o contato com o ar, e levados para fermentação em câmara fria, com temperatura controlada de 18 a 20 °C. A fermentação foi encerrada após 12 dias, e foi realizada a primeira trasfega, adição de 0,3 g de metabissulfito. Foram fechados novamente com sistema de *airlock* e armazenados em câmara fria a 4 – 6 °C para estabilização. A segunda trasfega foi realizada 61 dias após a primeira, e a terceira, 24 dias após a segunda trasfega. Durante esse período ficou armazenado em câmara fria com temperatura de 4 a 6 °C. O fluxograma do processo está representado na figura 1.

**Figura 1** – Fluxograma do processo de elaboração da sidra com maçã Gala e Fuji



Fonte: Autoria própria (2017).

### 3.3 ELABORAÇÃO DO VINHO

A diferença para a elaboração do vinho branco está na variedade de uva utilizada, sendo 13 kg Benitaka que, após a sanitização e lavagem em água corrente, passou por desengace manual e despoldadeira, com as mesmas operações subsequentes da produção da sidra. Houve diferença nos tempos das trasfegas,

pois a primeira ocorreu após o término da fermentação, que se encerrou aos 19 dias. A segunda trasfega foi realizada 54 dias após a primeira e a terceira e última trasfega, 24 dias após a segunda, enquanto o vinho fora mantido em câmara fria à temperatura de 4 a 6 °C durante todo o período da trasfega. O fluxograma do processo está representado na figura 2.

**Figura 2** – Fluxograma do processo de elaboração do vinho branco de uva Benitaka



Fonte: Autoria própria (2017).

### 3.4 EXTRATO AQUOSO DE HIBISCO

Para os testes preliminares foram utilizados dois extratos aquosos de hibisco, o primeiro com o hibisco *in natura* (10%) e o segundo foi utilizado hibisco comercial desidratado (1%). Os extratos foram obtidos por decocção durante 5 minutos. Após os testes preliminares de formulação do *cooler*, o extrato de hibisco desidratado foi melhor aceito quanto ao sabor, cor e praticidade.

### 3.5 ELABORAÇÃO DO COOLER

As duas formulações de *coolers* que podem ser observadas na Tabela 1 foram definidas após testes preliminares, onde se estabeleceu a % de cada constituinte da bebida que se mantivesse mais agradável ao paladar e dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

**Tabela 1.** Formulações dos *coolers* gaseificados de sidra ou vinho branco, adicionados de extrato aquoso de hibisco

Ingredientes	Formulações	
	SIDRA	Vinho Branco
Vinho branco	...	40%
Sidra	40%	...
Suco de uva branco integral	40%	40%
Extrato aquoso de hibisco (1%)	20%	20%

Fonte: Autoria própria (2017).

### 3.6 GASEIFICAÇÃO

A temperatura utilizada para realizar a gaseificação foi de 4 a 6 °C, o gás carbônico foi injetado nas bebidas previamente acondicionadas em garrafas PET (polietileno tereftalato) a 4 °C, utilizando cilindro de CO<sub>2</sub> sob a pressão de 3 atm. O processo foi repetido por três dias consecutivos para assegurar a carbonatação das bebidas.

### 3.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os procedimentos das análises físico-químicas foram realizados em triplicata conforme descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), *European Brewery Convention* (1987), *Official Methods of Analysis – AOAC* (1995) e *Alquimia da cerveja* (2015).

#### 3.7.1 TEOR ALCOÓLICO

Este parâmetro foi determinado utilizando um densímetro e a tabela de conversão da densidade obtida para o mosto, antes do início da fermentação e após completa fermentação do mosto. O resultado foi expresso em porcentagem alcoólica, calculado conforme equação (1).

(1)

$$\%ABV = (DO-DF) \times 131$$

Onde:

ABV = álcool por volume;

DO = densidade original do mosto;

DF = densidade final do vinho após fermentação (ALQUIMIA..., 2015).

### 3.7.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Para a análise do pH, primeiramente realizou-se a calibração do potenciômetro, com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0. Logo após, mediu-se o pH das amostras **não** gaseificadas, o eletrodo foi mergulhado no béquer e posteriormente foram registrados os valores. Em cada medição foi realizada a lavagem com água destilada e a secagem do eletrodo, atenuando a ocorrência de erros (AOAC INTERNATIONAL, 1995).

### 3.7.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

Foram analisados os teores de sólidos solúveis totais em refratômetro de bancada tipo Abbe e medido em °Brix. Com uma pipeta Pasteur, colocou-se cerca de duas gotas da amostra no refratômetro e analisaram-se os sólidos solúveis (AOAC INTERNATIONAL, 1995).

### 3.7.4 COR

Coletaram-se 10 ml de amostra do vinho, sidra e das duas formulações de *cooler* a 20 °C, descarbonatadas, e transferiram-se para cubeta de vidro. A leitura em espectrofotômetro, modelo PerkinElmer Lambda 25 UV/VIS, foi realizada em comprimento de onda 430 nm, zerando o equipamento com água destilada. A cor foi calculada utilizando a equação (2), de acordo com o método Analytica EBC (EUROPEAN BREWERY CONVENTION, 1987) e o resultado expresso respectivamente em EBC.

(2)

$$\text{Cor (EBC)} = A \times 25$$

Onde:

A= Absorbância da amostra a 430nm;

25= fator de conversão.

### 3.7.5 ACIDEZ TOTAL

Pipetaram-se 50 ml do *cooler* homogeneizado em um Erlenmeyer de 250 ml antes da gaseificação e diluíram-se com aproximadamente 50 ml de água. O potenciômetro foi calibrado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, e a titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante, até ponto de viragem pH 8,2 - 8,4. A acidez total foi calculada utilizando a equação (3) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

(3)

$$AT \text{ (mEq/L)} = \frac{1000 \times n \times N_{\text{NaOH}}}{v}$$

Onde:

n = volume da solução de NaOH gasto na titulação (ml);

N = Normalidade da solução de NaOH;

v = Volume da amostra (ml).

### 3.7.6 ACIDEZ VOLÁTIL

Pipetaram-se 20 ml do *cooler* homogeneizado antes da gaseificação, e realizou-se destilação da amostra no equipamento LABV-02. Foram recolhidos 250 ml do destilado em erlenmeyer de 300 ml, e em seguida realizou-se a titulação da amostra. O potenciômetro foi calibrado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, e a titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, sob agitação constante em velocidade baixa, até ponto de viragem da cor (incolor→rosa). A análise foi realizada no Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL). A acidez volátil foi calculada utilizando a equação (4) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

(4)

$$AV \text{ (mEq/L)} = \frac{1000 \times V \times N_{\text{NaOH}}}{a}$$

Onde:

AV = acidez volátil, expressa em mEq/L;

a = alíquota de amostra (ml);

v = volume de titulante gasto (ml);

N = Normalidade da solução de NaOH.

### 3.7.7 RENDIMENTO

O rendimento da sidra e do vinho branco foram calculados por diferença entre peso inicial da matéria-prima e volume final dos vinhos, e o resultado expresso em %.



### 3.8 ANÁLISE SENSORIAL

A avaliação sensorial dos *coolers* produzidos foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com 73 provadores não treinados, de ambos os sexos, entre alunos, professores e funcionários da instituição. Primeiramente, os provadores receberam o termo de consentimento livre e esclarecido, sendo orientados sobre a pesquisa. Um questionário referente aos dados dos provadores e seus hábitos de consumo de *cooler* de vinho e de hibisco foi aplicado concomitantemente ao teste. As amostras foram servidas a temperatura de 8 a 12 °C em copos de polimetilmetacrilato (PMMA) com capacidade para 50 ml. O teste foi aplicado em uma única sessão para as duas formulações, sendo entregues separadamente e com a respectiva ficha de avaliação. Foi realizado teste de aceitação para as duas formulações, utilizando escala hedônica híbrida de 10 pontos, onde 10 corresponde a gostei muitíssimo e 0 a desgostei muitíssimo, proposta por Villanueva, Petenate e Silva (2005), para os atributos cor, aroma, teor de gás, sabor e aceitação global. As expressões foram convertidas em valores numéricos e analisadas estatisticamente. Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa (CAAE: 42530615.1.0000.5547), vinculada ao projeto: Desenvolvimento de Produtos à Base de Hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.).

### 3.9 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os resultados das análises foram avaliados pelo *software Statistica 10.0*, utilizando análise de variância (ANOVA) e comparando as médias com o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos durante o estudo foram pH, sólidos solúveis °Brix e cor (EBC); durante a produção do vinho branco e da sidra, análise sensorial, os resultados físico-químicos das formulações dos *coolers* produzidos com a adição de hibisco, e, quanto aos parâmetros de °Brix, pH, cor (EBC), acidez total, acidez volátil e teor alcoólico (%ABV).

### 4.1 ANÁLISES DURANTE A ELABORAÇÃO DOS VINHOS

Os resultados obtidos durante a produção do vinho branco e da sidra, quanto ao potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis °Brix, estão expressos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados obtidos durante a produção do vinho branco e da sidra, °Brix e pH

<b>Amostras</b>	<b>° Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Cor</b>
Mosto da maçã	13	3,84	...
Mosto do uva	13	3,10	...
Sidra	4	3,80	4,25
Vinho branco	4	3,15	1,50

Fonte: Autoria própria (2017).

O °Brix reduziu, pois durante a fermentação as leveduras consomem os açúcares presente nas matérias-primas, ocasionando a transformação do açúcar em álcool, sendo esse fenômeno denominado de fermentação alcoólica (RIZZON; ZANUS; MANFREDINI, 1996).

## 4.2 ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS

Na Tabela 3 estão descritos os resultados físico-químicos das formulações dos *coolers* produzidos com a adição de hibisco, quanto aos parâmetros de ° Brix, pH, cor (EBC), acidez total, acidez volátil e teor alcoólico (%ABV). Observa-se que não houve diferença significativa no nível de 95% de confiança, entre os parâmetros de °Brix, pH, cor (EBC) e teor alcoólico (%ABV), e houve diferença significativa no nível de 95% de confiança, entre as formulações quanto a acidez total e acidez volátil, porém, as duas formulações ficaram dentro do limite estabelecido pela legislação que permite no máximo 20 mEq/L para acidez volátil e no mínimo 30 mEq/L para acidez total (BRASIL,1988).

**Tabela 3.** Resultados físico químicos das formulações dos *coolers* com hibisco

<b>Formulações</b>	<b>° Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Cor (EBC)</b>	<b>A.T. (mEq/L)</b>	<b>A.V. (mEq/L)</b>	<b>Teor alcoólico %ABV</b>
<i>Cooler</i> de sidra	7,17 ± 0,15 a	3,87 ± 0,01 a	8,75 ± 0,01 a	64,3 ± 0,21 a	2,44 ± 0,00 b	3,10 ± 0,01 a
<i>Cooler</i> de vinho branco	7,13 ± 0,15 a	3,74 ± 0,10 a	8,70 ± 0,01 a	56,5 ± 0,21 b	9,77 ± 0,00 a	3,12 ± 0,01 a

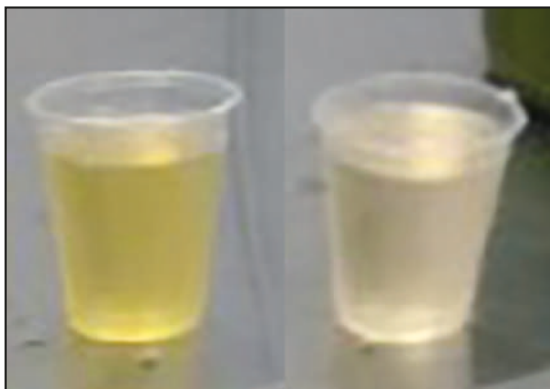
Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Autoria própria (2017).

Nos *coolers* produzidos houve variação na coloração pela adição do hibisco desidratado (1%). Na Figura 3, estão apresentados o vinho branco e a sidra, respectivamente. O *cooler* de vinho branco com hibisco e o *cooler* de sidra com hibisco estão apresentados na Figura 4.

Na sidra a cor foi de 4,25 e no *cooler* de sidra com hibisco, 8,75. O vinho branco apresentou coloração de 1,50 e o *cooler* de vinho branco com hibisco, 8,70. Já o *cooler* de vinho branco com hibisco teve uma variação maior comparado ao *cooler* de sidra com hibisco.

**Figura 3.** Vinho branco (direita) e sidra (esquerda)



Fonte: A autoria própria (2017).

**Figura 4.** *Cooler* de sidra com hibisco (esquerda) e *cooler* de vinho branco com hibisco (direita).



Fonte: A autoria própria (2017).

O resultado para o rendimento foi de 3,5 litros (27%) para a sidra, e 6 litros (46%) para o vinho branco. Provavelmente o rendimento poderia ter sido maior com a utilização de uma prensa, para melhorar a extração.

### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Dos 73 julgadores que participaram da análise sensorial realizada, 52,05% eram do sexo feminino e 47,95%, do sexo masculino, 80,83% estavam na faixa entre 18 e 25 anos e 19,17% > 30 anos. Referente à frequência do consumo semanal de *cooler* de vinho pelos provadores, 67,12% não consomem, 27,40% consomem de uma a duas vezes por semana, 2,74% consomem mais que três vezes por semana, enquanto 2,74% não responderam. A respeito do local de aquisição do *cooler* de vinho, 61,64% não responderam, e 38,36% compram em lojas de conveniência, bares, adegas e mercados.

Os resultados referentes à análise sensorial estão descritos na Tabela 4, sendo estes relacionados à cor, ao aroma, ao teor de gás, ao sabor e à aceitação global. No teste de aceitação, observou-se que não houve diferença significativa entre os atributos avaliados. As notas representadas na escala utilizada indicaram que houve alta aceitação para os atributos cor, aroma, textura e sabor. A aceitação global das amostras também representou que os julgadores aprovaram as formulações dos *coolers*, independentemente das formulações testadas de vinho branco ou sidra.

**Tabela 4.** Avaliação dos atributos sensoriais e aceitação global das formulações dos *coolers* com hibisco

Formulações	Análise Sensorial				
	Cor	Aroma	Teor de gás	Sabor	A.G.
<i>Cooler</i> de sidra	8,74 ± 1,18 <sup>a</sup>	8,10 ± 1,60 <sup>a</sup>	8,15 ± 1,60 <sup>a</sup>	8,11 ± 1,51 <sup>a</sup>	8,32 ± 1,22 <sup>a</sup>
<i>Cooler</i> de vinho Branco	8,75 ± 1,20 <sup>a</sup>	8,51 ± 1,53 <sup>a</sup>	8,33 ± 1,73 <sup>a</sup>	8,42 ± 1,37 <sup>a</sup>	8,54 ± 1,15 <sup>a</sup>

Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Autoria própria (2017).

Dentre as opções de valores para o *cooler* de vinho branco com hibisco, 42,47% dos provadores estariam dispostos a pagar R\$ 5,00 por uma garrafa *long neck* (350ml) do produto, enquanto 42,47% pagariam R\$ 10,00 e 10,96% pagariam R\$ 15,00 e 4,11% não responderam. Para o *cooler* de sidra com hibisco, 45,21% dos provadores estariam dispostos a pagar R\$ 5,00, 43,84% pagariam R\$ 10,00 e 10,96% pagariam R\$ 15,00.

Quanto ao consumo de outros alimentos contendo hibisco em sua composição, 56,16% dos provadores responderam que sim dentre os alimentos, 45,21% chá, 8,21% geleia e licor. Dos provadores, 61,64% afirmaram reconhecer a característica de hibisco no *cooler* de vinho, e 64,38%, no *cooler* de sidra. Considerando esses resultados, observa-se que as características do hibisco foram sensorialmente perceptíveis nas duas formulações de *coolers* produzidos.

## 5 CONCLUSÃO

Foi possível elaborar o vinho branco com a uva Benitaka e a sidra com as maçãs Gala e Fuji, e, a partir dos vinhos produzidos com a adição do extrato aquoso de hibisco e suco de uva branco integral, também foi possível realizar a elaboração de duas formulações de *cooler*, as quais foram bem aceitas no teste sensorial.

## REFERÊNCIAS

ALQUIMIA DA CERVEJA. *Descritivo como calcular o álcool da cerveja*. Cervejeiro caseiro. 4 f. 2015.

AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. *Alimentos e bebidas produzidos por fermentação*. São Paulo: Edgard Blucher, 1993. v. 5. 227 p.

AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 1-2.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. *Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009*. Dispõe sobre a padronização, regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. 2009. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. *Decreto nº 99066, de 08 de março de 1990*. Regulamenta a Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados do vinho e da uva. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. *Portaria nº 91, de 19 de julho de 1988*. Aprova os Padrões de Identidade de Qualidade do Cooler com Vinho. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. *Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988*. Ministro de Estado da Agricultura, no uso de suas atribuições e considerando o disposto nos artigos 2º, item III e 15 do Decreto nº 73.267 de 06 de dezembro de 1973, que regulamenta a Lei 5.823 de 14 de novembro de 1973. Aprova as Normas referentes a “Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho”. Diário Oficial da União de 31/10/1988, Seção 1, Página 20948. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

CASTRO, N. E. A. Épocas de plantio e métodos de colheita para maximização da produção de cálice de *Hibiscus sabdariffa* L. 2003. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/3825>>. Acesso em: 4 jun. 2017.

EMBALAGEMMARCA. *CRS Brands apresenta Cereser Frizée, bebida à base de sidra*. nov. 2017. Disponível em: <<https://www.embalagemmarca.com.br/2017/11/crs-brands-apresenta-cereser-frizee-bebida-a-base-de-sibra/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. *Analytica* – EBC. 4. ed. Zurique: Brauerei – und Getränke – Rundschau, 1987. 271 p.

FAVERO, D. M.; RIBEIRO, C. S. G.; AQUINO, A. D. Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios à população. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 18, n. 1, p. 11-20, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 83-158.

LEAO, P. C/ de S. Cultivo da videira. *Embrapa Semiárido* -Sistema de Produção (INFOTECA-E). 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112196/1/Cultivo-da-videira-32070.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

MARTIN, P. A. *Análises físico-químicas utilizadas nas empresas de vinificação necessárias ao acompanhamento do processo de elaboração de vinhos brancos*. Bento Gonçalves, RS, 2007. Disponível em: <[http://bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2009539959957tcc\\_placidinaaparecidamartins.pdf](http://bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2009539959957tcc_placidinaaparecidamartins.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2017.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. *Bebidas alcoólicas*. São Paulo: Blucher, 2010. p. 113-139.

RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C.; MANFREDINI, S. Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade. *Embrapa Uva e Vinho-Documentos (INFO-TECA-E)*. 1996. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc012.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2017.

ROSA, E. S. *Características nutricionais e fitoquímicas em diferentes preparações e apresentações de Hibiscus sabdariffa L. (hibisco, vinagreira, rosela, quiabo-de-angola, caruru-da-guiné) – Malvaceae*. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/87222>>. Acesso em: 1 jun. 2017.

SAVI, C. C. *Elaboração de sidra pelo método Champenoise utilizando leveduras livres e encapsuladas*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/130934>>. Acesso em: 20 maio 2017.

SCHOSSLER, F. *Renovação da marca Keep Cooler e comunicação através da embalagem: o processo segundo os produtores*. Porto Alegre, 2009. Disponível

em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/25567>>. Acesso em: 20 maio 2017.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; SILVA, M. A. A. P. Performance of the Hybrid Hedonic Scale As Compared to the Traditional Hedonic, Self-adjusting and Ranking Scales. *Food Quality and Preference*, Campinas, v. 16, p. 691-703, may 2005.

VINÍCOLA AURORA. Sobre a vinícola Aurora. *Nossa história*. 2017. Disponível em: <<http://www.vinicolaaurora.com.br/br/sobre>>. Acesso em: 20 maio 2017.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Hibisco: do uso ornamental ao medicinal. *Diário da Manhã*, v. 4, n. 10, 2008. Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPACT200909/11711/1/artigoVizzotto\\_hibisc.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPACT200909/11711/1/artigoVizzotto_hibisc.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2017.

WOLFF, D. *Morada Épo*: Sidras Artesanais. Mestre-Cervejeiro.com. set. 2016. Disponível em: <<http://www.mestre-ervejeiro.com/morada-epo-sidras-artesanais/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.



