

3

Ana Flávia de Oliveira
Letícia Jovelina Storto
organizadoras

TÓPICOS EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

resultados de pesquisas acadêmicas



Ana Flávia de Oliveira
Letícia Jovelina Storto
(organizadoras)

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

Volume 3

Blucher

Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas – Volume 3

© 2017 Ana Flávia de Oliveira, Letícia Jovelina Storto (organizadoras)

Editora Edgard Blücher Ltda.

O conteúdo dos capítulos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos 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 3 [livro
eletrônico] / organizado por Ana Flávia de Oliveira,
Letícia Jovelina Storto. – São Paulo : Blucher, 2017.
418 p. : PDF ; il., color.

Bibliografia

ISBN 978-85-8039-272-2 (e-book)

ISBN 978-85-8039-271-5 (impresso)

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

17-1172

CDD 664.005

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

Sobre os autores

Adilson de Oliveira Junior

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja. Doutorado em Agronomia pela Universidade de São Paulo/
Escola Superior de Agricultura.

Adriana Rayana da Silva

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

Alexandre Rodrigo Coelho

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

Amanda Hipólito

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

Amanda Laís da Rocha

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

Ana Clara Longhi Pavanello

Tecnóloga 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.

Any Ellen Prestes Lopes

Tecnóloga em Alimentos pela 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.

Cheyenne Aparecida Nascimento de Oliveira

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

Cláudio Takeo Ueno

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

Ermelindo de Souza Silva Neto

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

Fernanda Gonzales Paião

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina. Doutorado em Genética pela Universidade de São Paulo.

Géssica Cristina de Lima Lino

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

Giovana Maria Navarro de Mendonça

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

Herrison Yoshiki Yocida Fontana

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

Janksyn Bertozzi

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. Doutorado em Química pela Universidade Estadual de Maringá.

Jaqueline Milão Rodrigues

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

Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya

Docente do Instituto Federal do Paraná, campus Londrina. Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Jéssika Menck Curti

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

José Marcos Gontijo Mandarino

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja. Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa.

Joviano Jacson Kleinert

Graduação em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria.

Juliany Piazzon Gomes

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

Kristiany Moreira Diniz

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

Larissa Hikari Fujii

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

Leide Elen Gomes Santos

Graduanda em 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.

Luciana Hiyori Shiga

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

Lyssa Setsuko Sakanaka

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

Marcelo Álvares de Oliveira

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja. Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Botucatu.

Marcelo Estevam

Docente do Instituto Federal do Paraná, campus Londrina. Doutorado em Física pela UEL.

Márcia Cristina Furlaneto

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

Margarida Masami Yamaguchi

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

Mariana Gomes Germano Silva

Analista no Laboratório de Solos da Embrapa Soja. Doutorado em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

Marly Sayuri Katsuda

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

Mayka Reghiany Pedrão

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

Milena Dias Poças

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

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. Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

Paulo Vinícius Carvalho Barbeta

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

Raísa Moreira Dardaques Mucinhato

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

Rebeca Priscila Flora Catarino

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

Samara Jéssica Barbosa

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

Thiago Henrique de Lima Lino

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

Vinícius Falci

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

William da Cruz Francisco

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

Sobre as organizadoras

Ana Flávia de Oliveira

Graduada em Nutrição e doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Atua como docente no ensino superior há 15 anos e, há 8 anos, assumiu a disciplina 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.

Letícia Jovelina Storto

Graduada em Letras Vernáculas e Clássicas e em Letras com habilitação em Português e Espanhol. Doutora em Estudos da Linguagem pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – campus Cornélio Procópio. É também professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGEN) e do Mestrado Profissional em Letras (ProfLetras) da UENP.

Dedicatória

Dedicamos esta obra a todos os colegas companheiros na redação dos capítulos, bem como a todos os alunos que conosco iniciaram o aprendizado da arte da ciência, mas, mais que isso, que conosco choraram, sorriram e cresceram!

Agradecimentos

Agradecemos a todos os autores dos capítulos por terem aceitado o desafio da redação desta obra e por nos auxiliarem a transformar trabalhos de conclusão de curso em capítulos, proporcionando, assim, a concepção de mais um volume desta coleção.

Agradecemos a todos os nossos ex-alunos, dos quais muitos se tornaram amigos e cujas formaturas e vidas profissionais temos acompanhado, o que sempre reacende a certeza de que fizemos a melhor escolha de profissão: sermos professoras!

Apresentação

Assumi um verdadeiro desafio: transformar a escrita de um projeto científico e seu desenvolvimento em algo prazeroso aos alunos de Tecnologia em Alimentos. Mas o resultado, sem dúvida, tem sido gratificante: a cada semestre, finalizamos muitos trabalhos dignos de serem apresentados à comunidade científica.

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. Os textos produzidos são trabalhos de conclusão de curso (TCC), obrigatórios para todos os alunos da UTFPR. Desde 2010, tenho lecionado e coordenado as disciplinas que estruturam e organizam a produção do TCC nesse curso.

O TCC na UTFPR é dividido em duas partes: o TCC1, cujo objetivo é a elaboração do projeto, e o TCC2, que é a prática supervisionada da aplicação do projeto e a escrita do trabalho final. Ambas as fases são avaliadas, ao final, pelo orientador do trabalho e por mais dois docentes: em TCC1, os trabalhos passam pelo crivo de dois avaliadores do projeto e, em TCC2, o trabalho é defendido em banca pública, com a presença do orientador e de mais dois avaliadores.

Esta coletânea apresenta uma seleção de trabalhos defendidos ao longo dos anos de 2015 e 2016. Sua finalidade é divulgar as pesquisas realizadas neste período 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.

Ana Flávia de Oliveira

Conteúdo

Capítulo 1 – Compreensão da rotulagem nutricional por universitários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus londrina	21
Capítulo 2 – Perda da qualidade dos grãos de soja no Brasil em função dos altos teores de acidez e clorofila.....	61
Capítulo 3 – Barras de cereais contendo <i>okara</i> nas formulações.....	95
Capítulo 4 – Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos	113
Capítulo 5 – Elaboração de bebida de extrato de soja sabor morango, pêssego e uva com <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Bifidobacterium lactis</i>	141
Capítulo 6 – Avaliação das condições microbiológicas de alimentos, superfícies e utensílios utilizados no preparo de refeições em um restaurante universitário	157
Capítulo 7 – Elaboração de conserva de lambari em óleo de canola envasado em potes de vidro.....	187
Capítulo 8 – Purificação parcial de toxina <i>killer</i> de <i>hansenula wingei</i> visando aplicação no controle do desenvolvimento de fungos filamentosos deteriorantes de alimentos.....	199

Capítulo 9 – Estudo comparativo de embalagens flexíveis laminadas versus coextrusadas.....	219
Capítulo 10 – Informação nutricional e vida útil de um mix artesanal de açaí (<i>Euterpe oleracea martius</i>).....	241
Capítulo 11 – Cerveja artesanal de alta fermentação adicionada de hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	259
Capítulo 12 – Elaboração de brotos de soja em conserva	279
Capítulo 13 – Biomassa da banana verde como ingrediente na elaboração de empanado de frango	301
Capítulo 14 – Caracterização físico-química do mel da abelha Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	319
Capítulo 15 – Avaliação da bioacumulação de metais em tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) cultivadas na região de Londrina....	349
Capítulo 16 – Produção de malte de milho (<i>Zea mays</i>) como ingrediente na cerveja artesanal.....	391

Compreensão da rotulagem nutricional por universitários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina

Amanda Hipólito

Ana Flávia de Oliveira

William da Cruz Francisco

1 Introdução

Rotulagem nutricional é definida como descrição, legenda ou imagem destinada a informar ao consumidor a respeito da origem, composição e características nutricionais do produto, e isso deve ser compreendido por todos aqueles que o utilizam. No Brasil, as informações que são fornecidas pela rotulagem contemplam um direito assegurado pelo Código de Defesa do Consumidor, o qual determina que as informações devam ser claras e corretas, além de apresentar as especificações de quantidades, composição, qualidade e os riscos que podem apresentar (CÂMARA et al., 2008).

Dessa forma, é necessário que seja declarado nos rótulos dos alimentos industrializados o seu valor energético, teor de carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas e gorduras trans, fibra alimentar e sódio. Deve-se também incluir as medidas e porções, como a medida caseira e a sua relação em gramas ou mililitros, que são determinados de acordo com uma dieta de 2.000 kcal (LOBANCO et al., 2009).

A rotulagem dos alimentos, quando feita de forma correta, pode orientar o consumidor sobre a qualidade e quantidade dos componentes nutricionais do produto, o que pode levar a uma escolha alimentar apropriada. Portanto, é crucial a apresentação correta das informações (CÂMARA et al., 2008), já que os rótulos significam a comunicação entre o produto e o consumidor (MACHADO et al., 2006).

Muitos fabricantes de produtos alimentícios utilizam a publicidade para iludir o consumidor, com informações falsas, ressaltando as características que já são do produto, para evidenciar a marca. A maioria dos consumidores brasileiros, ao comprar produtos alimentícios, busca por embalagens com informações de benefícios para a saúde, no entanto, existe dificuldade de o consumidor compreender tais informações, pois não estão expostas de forma clara e acessível a ele (CÂMARA, 2007).

Nos casos de *diet* e *light*, isso se torna ainda mais relevante (CÂMARA, 2007). Os produtos classificados como *diet* são para fins especiais e definidos segundo a Portaria de nº 27, de 13 de janeiro de 1998, como:

alimentos especialmente formulados ou processados nos quais se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes adequados à utilização de dieta, diferenciadas e/ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas (BRASIL, 1998a, p. 2).

Já o termo *light* significa uma redução no valor de, ao menos, um nutriente do alimento, no valor mínimo de 25%, quando comparado ao tradicional (BRASIL, 2012). Apesar de o consumo de alimentos *diet* e *light* ter aumentado, a maioria dos consumidores ainda desconhece o significado de cada termo, podendo, assim, ingerir incorretamente o tipo do produto (CÂMARA, 2007) e, por isso, acaba confundindo-os sem conseguir diferenciar a possível vantagem que o produto oferece.

Os atributos nutricionais complementares, como os termos “*light*”, “*diet*”, “enriquecido”, “fonte de vitaminas”, mostraram uma influência média dos universitários na hora da compra, juntamente com as informações nutricionais, pois, desta forma entende-se que, mesmo a metade dos participantes respondendo que entendem sobre esses atributos, uma grande maioria ainda não sabe o que esses termos significam. Nunes e Gallon (2013) colocam que as variáveis de escolha estão significativamente associadas ao grau de escolaridade presente, como os estudantes que possuem curso superior e pós-graduação são mais atentos às qualidades nutricionais e ao sabor do alimento do que os demais participantes com um nível menor de escolaridade.

Segundo dados do Censo da Educação Superior 2013, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP) no período de 2011 a 2013, o número de ingressantes em cursos de graduação cresceu 16,8%, sendo que, nos últimos dez anos, a taxa média de crescimento anual foi de 5% na rede pública e de 6% na rede privada. Todavia, a quantidade de discentes ainda é pequena em relação à população nacional, mas os números indicam que há uma tendência em aumentar.

Ao ingressar na faculdade, esse público adquire novos relacionamentos, maturidade, busca por sua identidade tanto pessoal quanto profissional, tendo em muitos casos que conciliar estudo e trabalho. As mudanças decorrentes podem refletir em seus hábitos alimentares, de forma que, por exemplo, tenham menor tempo para se alimentar. Por isso, cresce a demanda por refeições prontas e semi-prontas, alimentos de fácil preparo, embalagens de fácil abertura, fechamento e descarte, com destaque para produtos para o preparo em forno de micro-ondas, além de serviços e produtos de *delivery* (BRASIL, 2013).

As indústrias de alimentos, percebendo essa necessidade e mudança no ritmo de vida, têm desenvolvido e lançado cada vez mais alimentos industrializados. Outro apelo que as indústrias têm utilizado é o uso de termos técnicos como *diet*, *light*, rico em vitaminas, fonte de fibras, calorias reduzidas, livre de gordura trans, como forma de *marketing* em suas embalagens. No entanto, os universitários, sendo a parcela da sociedade com um poder crítico de percepção, realmente sabem o que cada termo desses significa? Qual o seu entendimento sobre os rótulos dos alimentos que consome?

Portanto, este estudo teve por finalidade avaliar a compreensão das informações veiculadas em rótulos alimentícios e identificar as dificuldades na sua interpretação, assim como verificar os hábitos alimentares de universitários. Nesse contexto, verifica-se a relevância de avaliar o entendimento desse público com relação não só à rotulagem nutricional, mas também quanto à rotulagem nutricional complementar, já que essas alegações têm um apelo na decisão de compra.

2 Rotulagem nutricional

Os rótulos presentes nas embalagens de alimentos industrializados permitem aos consumidores a seleção de uma dieta balanceada, além da função publicitária, logo, os rótulos devem ser um meio de informação que permita ao consumidor uma escolha adequada, diminuindo, assim, a incidência de problemas de saúde relacionados a maus hábitos alimentares, como obesidade, doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, entre outras (NASCIMENTO, 2001). Segundo Hall (1997), os produtos devem conter rótulos seguros, de forma a instruir os consumidores como manipular os alimentos quando for necessário.

O Código de Defesa do Consumidor, que estabelece a Política Nacional de Relações de Consumo, com o objetivo de atender às necessidades dos consumidores, entrou em vigor em 1990, garantindo que os produtos tenham padrões adequados de qualidade, segurança, durabilidade e desempenho. A partir de então, o fabricante ficou responsável por prestar as informações necessárias e adequadas de produtos e serviços, por meio de impressos apropriados, que, no caso de alimentos, é representado pelo rótulo (BRASIL, 1990).

A Resolução Normativa nº 12, de 24 de julho de 1978, da Câmara Técnica de Alimentos (CTA), foi a primeira a estabelecer termos que deveriam constar obrigatoriamente no rótulo de alimentos embalados. Esta legislação enfatiza a distribuição e disposição das informações nos diversos tipos de embalagens e o que deveria constar no painel frontal (nome, marca, conteúdo e declaração específica) e nos painéis laterais (relação de ingredientes, aditivos intencionais e nome do país de origem) (BRASIL, 1979). A resolução foi revogada apenas em 1998, com a publicação da Portaria nº 42 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (SVS/MS), que não apenas revisou o conteúdo do regulamento anterior, mas também tornou obrigatória a identificação do lote, do prazo de validade e de instruções sobre o preparo e uso dos alimentos, caso necessário (BRASIL, 1998b).

Em 1992, foi promulgada a Lei nº 8.543, ainda em vigência, que determina a obrigatoriedade da declaração da presença de glúten nos rótulos e embalagens dos alimentos que o contêm, tais como trigo, aveia, cevada, malte, centeio, triticale e/ou derivados (BRASIL, 1992), como medida importante para alertar a população com doença celíaca.

Em 1997, o Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) publicou a Portaria nº 371 estabelecendo o Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados, que especificava o conteúdo do rótulo (BRASIL, 1997). Hoje, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na Resolução – RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002, regulamenta a rotulagem de alimentos embalados no Brasil, tornando obrigatórios: a denominação de venda do alimento, a lista de ingredientes, o conteúdo líquido, a identificação da origem e do lote, o prazo de validade, a instrução sobre preparo e uso do alimento, quando necessário, e o nome ou razão social e endereço do importador, no caso de alimentos importados, instruindo de que forma devem aparecer no rótulo as informações necessárias (BRASIL, 2002).

A RDC nº 94, de 1 de novembro de 2000, manteve a obrigatoriedade dos mesmos itens regulamentados anteriormente (valor energético, proteínas, gorduras, carboidratos e fibra alimentar) e acrescentou gorduras saturadas, colesterol, cálcio, ferro e sódio. A informação obrigatória deveria ser expressa por 100 g ou 100 mL de alimento e por porção, e o rótulo deveria indicar o número de porções contidas na embalagem (BRASIL, 2000).

A vigência da RDC nº 94, de 1 de novembro de 2000, foi substituída no início de 2001 pela RDC nº 40, de 21 de março de 2001, que instituiu a obrigatoriedade da declaração dos nutrientes por porção e sua porcentagem em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR), ou seja, a inclusão da % valor diário (VD), tomando como base uma dieta de 2.500 kcal (BRASIL, 2001). Os itens que deveriam ser declarados, obrigatoriamente, continuaram a ser os mesmos que constavam na RDC nº 94, de 1 de novembro de 2000. A RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002, similar à publicação anterior, tendo sido excluídas definições

desnecessárias, e outras, atualizadas. Com essa publicação, os rótulos devem apresentar, obrigatoriamente, a denominação de venda do alimento (marca), a lista de ingredientes, o conteúdo líquido, a identificação de origem, o prazo de validade, a identificação do lote, na forma de código, data de fabricação ou de validade e as instruções sobre o preparo do alimento, quando necessário (BRASIL, 2002).

A Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, estabelece como obrigatória a declaração da informação nutricional no rótulo de alimentos produzidos, comercializados e embalados na ausência do cliente e prontos para serem oferecidos aos consumidores. Seu principal objetivo é orientar os órgãos de vigilância sanitária e o setor produtivo em relação à declaração de porção e de %VD em alimentos para fins especiais e em outras categorias específicas de alimentos, a fim de padronizar as informações constantes nos rótulos para facilitar o entendimento dos consumidores (BRASIL, 2003).

Além disso, de acordo com o item 3.4.4.2 da Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, o cálculo do %VD deve ser feito com base nos Valores Diários de Referência (VDR) de valor energético e nutrientes de declaração obrigatória e na Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas e minerais constantes no Anexo A desta Resolução (BRASIL, 2003).

Entretanto, o item 5.4 da Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, estabelece que os alimentos destinados a pessoas com transtornos metabólicos específicos e/ou condições fisiológicas particulares podem, por meio de regulamentação, estar isentos de declarar as porções e ou o percentual de Valor Diário. Dessa forma, muitas empresas solicitam orientações sobre como deve ser a declaração de porção e %VD em alimentos para fins especiais e certas categorias específicas de alimentos. Esta Resolução ainda tornou obrigatória a informação sobre a quantidade de ácidos graxos trans nos alimentos embalados a partir de julho de 2006. Assim, tornou-se obrigatória a declaração dos ácidos graxos totais (AGT) em relação a uma porcentagem de cada produto. Além disso, reduziu a base da alimentação diária brasileira de 2.500 kcal para 2.000 kcal (BRASIL, 2003).

A Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, tem por objetivo facilitar a leitura de valores nutricionais pelo consumidor e controlar a quantidade de substâncias presentes no alimento. De agora em diante, os consumidores terão direito a receber informações qualificadas sobre as seguintes expressões contidas em rótulos dos produtos: “*light*”, “*diet*”, “teor”, “rico em”, “fonte de”, “não contém”, entre outras expressões (BRASIL, 2012).

Os rótulos são elementos de comunicação entre o produto e os consumidores, e devem auxiliá-los na decisão de compra, aumentando a eficiência do mercado e o bem-estar do consumidor (MACHADO et al., 2006). No entanto, o fato de a rotulagem ser obrigatória não significa que os consumidores a estejam utilizando como uma ferramenta para a escolha dos alimentos que devem compor

sua dieta habitual e, assim, reduzir os excessos alimentares e, conseqüentemente, os danos ocasionados à saúde (MACHADO et al., 2006).

Segundo Souza et al. (2011), o consumo alimentar é um determinante da saúde, cujo caráter positivo ou negativo depende de informações adequadas, sendo de fundamental importância intervenções de educação nutricional que auxiliem a população na escolha de alimentos mais saudáveis.

2.1 Informação nutricional complementar

Informação nutricional complementar é definida como

qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui uma ou mais propriedades nutricionais particulares, relativas ao seu valor energético e/ou seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e/ou minerais (BRASIL, 2012, p. 122).

Assim, são estabelecidos os critérios para que atributos nutricionais específicos, tais como “baixo conteúdo”, “fonte”, “alto teor”, “reduzido”, “aumentado”, possam ser destacados. Já os termos “reduzido” e “aumentado” devem ser utilizados para destacar, em termos comparativos, as propriedades de um produto novo, em relação a um alimento referência (BRASIL, 2012).

2.1.1 Ácidos graxos saturados

Possuem ligação simples e apresentam-se em maior concentração em alimentos de origem animal, embora também possam ser encontrados em alimentos de origem vegetal, como o coco. Em meio ambiente, são sólidos e pastosos. Em geral, quanto mais longa a cadeia e quanto mais saturado, isto é, ausência de duplas ligações, mais sólido será esse ácido em temperatura ambiente (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

Uma dieta com alto teor de ácidos graxos saturados está relacionada ao aumento de doenças cardiovasculares, *diabetes mellitus* (DM), câncer e doenças crônicas (LIMA, 2000). Segundo Katan et al. (1994), dietas com 17% das calorias provenientes de ácidos graxos saturados já apresentam potencial contribuição para desenvolver doenças cardiovasculares.

Seu consumo em excesso facilita o aumento de peso corporal e da circunferência abdominal, elevação dos níveis de colesterol e a formação de placas de gordura nos vasos sanguíneos (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). Uma dieta com altos teores de gordura saturada, aliada a uma predisposição genética, pode gerar aterosclerose, conforme Farmer (2000).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, podem ser utilizados dois atributos, sendo “baixo” quando o máximo for de 1,5 g da soma de gorduras saturadas e trans por 100 g ou 100 mL, e “não contém” sempre que apresentar no máximo 0,1 g de gorduras saturadas por 100 g ou 100 mL de produto, conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 – Informação nutricional complementar para gorduras saturadas

GORDURAS SATURADAS		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Baixo	Máximo de 1,5 g da soma de gorduras saturadas e trans; e	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção quando essas são maiores que 30g ou 30ml. Para porções menores ou iguais a 30g ou 30ml a condição deve ser atendida em 50g ou 50ml.
	Cumpre com as condições estabelecidas para o atributo “não contém” gorduras trans; e	
	A energia proveniente de gorduras saturadas não deve ser superior a 10% do valor energético total do alimento.	
Não contém	Máximo de 0,1 g de gorduras saturadas com exceção dos leites desnatados, leites fermentados desnatados e queijos desnatados para os quais se aplica um valor máximo de 0,2g; e	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção.
	Cumpre com as condições estabelecidas para o atributo “não contém” gorduras trans.	

Fonte: Brasil, 2012.

2.1.2 Gordura trans

O processo de hidrogenação parcial dos ácidos graxos poli-insaturados é utilizado de forma abrangente na indústria alimentar e é o responsável pela geração da maior parte das gorduras trans consumidas atualmente (ECKEL et al., 2007).

Os ácidos graxos trans são isômeros geométricos dos ácidos graxos insaturados. Na configuração trans, os dois átomos de hidrogênio ligados ao carbono na dupla ligação estão localizados em lados opostos, formando uma molécula mais rígida e com configuração retilínea (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

Os ácidos graxos trans devem ser evitados, pois inibem a metabolização e a utilização dos ácidos linoleico e linolênico e favorecem a aterosclerose. Conforme apresentaram Mozaffarian et al. (2006), um aumento de 2% na energia consu-

mida como ácidos graxos trans associa-se a um aumento de 23% na incidência de doença arterial coronária.

Os ácidos graxos trans agem sobre as lipoproteínas, aumentando os teores de LDL-colesterol e reduzindo a HDL-colesterol (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, só há um atributo, sendo “não contém” se porventura o alimento apresentar no máximo 0,1 g de gordura trans em 100 g ou 100 mL de produto, conforme apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 – Informação nutricional complementar para gorduras trans

GORDURAS TRANS		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Não contém	Máximo de 0,1 g de gorduras trans; e	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção.
	Cumprir com as condições de baixo conteúdo para gorduras saturadas.	

Fonte: Brasil, 2012.

2.1.3 Fibras alimentares

A definição de fibra segundo a *American Association Cereal Chemistry* (AACC, 2001) diz que fibra da dieta é a parte comestível das plantas ou dos carboidratos análogos resistente à digestão e à absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra da dieta inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, ligninas e substâncias associadas às plantas. Além do que, ela promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação e/ou atenuação do colesterol do sangue, e/ou atenuação da glicose no sangue.

De acordo com suas propriedades de solubilidade em água, as fibras alimentares são diferenciadas em dois tipos: solúveis e insolúveis. As fibras insolúveis têm sua ação fundamental no intestino. Isso se deve a sua capacidade de retenção de água, pois absorvendo água disponível, aumentando seu volume, distendendo a parede do cólon e facilitando a eliminação do bolo fecal. Devido à insolubilidade, não são fermentadas pela flora intestinal, portanto, não são metabolizadas. Dentro deste grupo estão a lignina, celulose e algumas hemiceluloses (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

As fibras solúveis se caracterizam por serem degradadas no cólon, possuem alto grau de fermentação e apresentam efeito metabólico no trato gastrointestinal, retardando o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

As fibras têm efeito sobre a estrutura da mucosa, ajudando na renovação do epitélio intestinal, devido a sua fermentação e à formação de ácidos graxos de cadeia curta. Ainda as fibras influenciam o crescimento e a composição da flora bacteriana. Atuam também na redução das concentrações do colesterol sérico. Outras vantagens relacionadas ao consumo de fibras é que elas podem reduzir o risco de desordem específica, como hemorroidas, síndrome do intestino irritável e de doença diverticular do cólon (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, há dois atributos, sendo “fonte” se porventura o alimento apresentar no mínimo 3 g de fibra em 100 g ou 100 mL de produto ou no mínimo 2,5 g de fibra por porção do alimento. O outro atributo é “alto conteúdo” caso apresente no mínimo 6 g de fibra por 100 g ou 100 mL de produto ou 5 g de fibra por porção de alimento, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Informação nutricional complementar para fibra alimentar

FIBRA ALIMENTAR (*)		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Fonte	Mínimo de 3 g de fibra.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
	Mínimo de 2,5 g de fibra.	Por porção.
Alto conteúdo	Mínimo de 6 g de fibra.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
	Mínimo de 5 g de fibra.	Por porção.

(*) Não é permitido realizar INC sobre fibras alimentares específicas.

Fonte: Brasil, 2012.

2.1.4 Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos essenciais ao metabolismo. Desta forma, o termo “vitamina” significa fatores alimentares que são essenciais para a vida (MAHAN; ESCOTT, 1998). A maioria age como coenzimas, que são responsáveis por reações químicas necessárias (MAHAN; ESCOTT, 1998) e pelo funcionamento de certas enzimas (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). São classificadas em dois grupos, através de sua solubilidade, estabilidade, o que contém em determinado alimento, capacidade de ser armazenada e distribuição no organismo. São elas as lipossolúveis e hidrossolúveis. As vitaminas lipossolúveis são: A, D, E e K e as do gênero hidrossolúveis: vitaminas do complexo B e a C (SIZER; WHITNEY, 2003).

Todas as vitaminas lipossolúveis – A, D, E e K – são geralmente encontradas em alimentos como as gorduras e os óleos, portanto, assim como os lipídeos, elas necessitam da bile para a sua absorção. Depois de absorvidas, são armazenadas no

fígado e no tecido adiposo até a exata precisão. As vitaminas lipossolúveis desempenham diversos papéis, como a vitamina A, que auxilia no pigmento visual, a vitamina D, que pode agir como hormônio ao organismo, a vitamina E, que pode prevenir a destruição dos tecidos, e a K, que auxilia na coagulação sanguínea. A deficiência das vitaminas deste gênero pode ocorrer quando o indivíduo as consome em concentrações mais baixas ou mais altas do que o recomendado (SIZER; WHITNEY, 2003). A baixa ingestão pode resultar em doenças como anemia, raquitismo, má coagulação sanguínea, entre outros (MAHAN; ESCOTT, 1998). Assim como a falta destas vitaminas acarretam em doenças, o excesso delas também pode causar prejuízo ao indivíduo, pois ingerir as vitaminas A, D e K acima do recomendado pode fazê-las alcançar facilmente níveis tóxicos ao organismo (SIZER; WHITNEY, 2003).

Já as vitaminas hidrossolúveis – vitaminas do complexo B e vitamina C – são solúveis em água, portanto a lavagem dos alimentos que contenham esses complexos pode acarretar na perda dos nutrientes. Entretanto, essas vitaminas são facilmente absorvidas pelo organismo, e não é necessário preocupar-se com o excesso de ingestão, pois elas são excretadas facilmente pela urina. Portanto, se houver a escolha certa de alimentos que contenham as determinadas vitaminas, no prazo de três dias, em média, o indivíduo terá a garantia da ingestão recomendada. Consumir alimentos que contenham essas vitaminas jamais será tóxico ao organismo, exceto quando elas forem ingeridas de forma concentrada em suplementos vitamínicos (SIZER; WHITNEY, 2003). As vitaminas do complexo B constituem um papel essencial para os processos metabólicos, funcionando como coenzimas. Já a vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, amplamente encontrada em frutas cítricas, tem seu papel no aumento da absorção do ferro, assim como na prevenção de resfriados e como antioxidante (MAHAN; ESCOTT, 1998).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, há dois atributos, sendo “fonte” se porventura o alimento apresentar no mínimo 15% da IDR por 100 g ou 100 mL de produto. O outro atributo é “alto conteúdo”, caso apresente no mínimo 30% da IDR por 100 g ou 100 mL de produto, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Informação nutricional complementar para vitaminas

MINERAIS		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Fonte	Mínimo de 15% da IDR.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção.
Alto conteúdo	Mínimo de 30% da IDR.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção

2.1.5 Minerais

Os minerais são compostos inorgânicos que são necessários ao organismo humano, pois promovem um funcionamento correto de vários sistemas do corpo, auxiliando também as vitaminas e as enzimas em seus processos metabólicos (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). Sendo constituintes de várias funções, os elementos minerais têm papéis muito importantes para o nosso organismo. As suas funções, em geral, estão relacionadas a regulação das atividades enzimáticas, manutenção do equilíbrio ácido-base e também da pressão osmótica do organismo, auxílio à membrana em seu trabalho de transferências de compostos essenciais, constituição da estrutura dos tecidos corporais, crescimento e, por fim, manutenção das irritabilidades nervosa e muscular (MAHAN; ESCOTT, 1998).

Entretanto, esses minerais são subdivididos em dois grupos: os macrominerais e os microminerais (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). Essa divisão provém da quantidade exigida na ingestão diária (MAHAN; ESCOTT, 1998), pois os macrominerais compostos pelo cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, sódio, cloro e potássio (SIZER; WHITNEY, 2003) devem, por recomendação, ser ingeridos em quantidades maiores que 100 mg/dia (MAHAN; ESCOTT, 1998), já os microminerais, sendo eles o ferro, zinco, manganês, cobre, cobalto, cromo, selênio, molibdênio e por fim o flúor, que não é essencial, porém, promove benefícios (SIZER; WHITNEY, 2003), requerem quantidades menores que 100 mg/dia (MAHAN; ESCOTT, 1998).

As fontes onde são encontrados os minerais são o leite, que contém cálcio, colaborando com a mineralização óssea; os legumes e as carnes, mais especificamente o fígado, que contém ferro, capaz de transportar o oxigênio no organismo, zinco, que é responsável pelas sínteses proteicas, e potássio, que promove a transmissão neural e neuromuscular. No sal de cozinha e nos alimentos marinhos, é encontrado o iodo, que é responsável por promover um metabolismo energético, e o sódio, que regula a quantidade de líquido dentro das células e no plasma sanguíneo. O selênio, encontrado em cereais, peixes e na castanha-do-pará, é um antioxidante que exerce a função imune ao organismo. Já o flúor, mesmo não sendo necessário, é encontrado em chás e na água potável mineralizada e exerce a função de mineralizar os ossos e os dentes, por isso é benéfico à saúde (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, há dois atributos, sendo “fonte” se porventura o alimento apresentar no mínimo 15% da IDR por 100 g ou 100 mL de produto. O outro atributo é “alto conteúdo”, caso apresente no mínimo 30% da IDR por 100 g ou 100 mL de produto, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Informação nutricional complementar para minerais

MINERAIS		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Fonte	Mínimo de 15% da IDR.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção.
Alto conteúdo	Mínimo de 30% da IDR.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção

Fonte: Brasil, 2012.

2.1.6 Sódio

O sódio é um constituinte dietético indispensável ao organismo, pois constitui 2% do conteúdo mineral de todo o organismo. É um elemento primário extracelular e está envolvido em quatro funções fisiológicas principais do ser humano: balanço e distribuição de água, equilíbrio osmótico, equilíbrio ácido-base e irritabilidade muscular normal. É absorvido através do trato intestinal e excretado pela urina, fezes e suor (MAHAN; ESCOTT, 1998). Devido a presença deste mineral ser abundante na natureza, dificilmente ocorre deficiência em um organismo saudável, porém o excesso acontece (SIZER; WHITNEY, 2003).

Os excessos no consumo de sódio podem acarretar hipertensão, ou seja, pressão sanguínea elevada, e também agravar problemas renais. As maiores fontes de sódio são os *fast foods*, carnes salgadas ou defumadas, chips, temperos prontos, queijos processados, entre outros alimentos industrializados. Desta forma, a ingestão diária recomendada para adultos e adolescentes é de 500 mg/dia (SIZER; WHITNEY, 2003).

Muitos alimentos industrializados estão “diminuindo” a adição do teor de sódio, sendo as alegações: “baixo”, máximo de 80 mg de sódio a cada 100 g ou 100 mL; “muito baixo”, tendo máximo de 40 mg a cada 100 g ou 100 mL do produto; “não contém”, com máximo 5 mg de sódio a cada 100 g ou 100 mL de alimento; e, por fim, “sem adição de sal”, em que o alimento não pode conter nenhum tipo de sal ou sais de sódio adicionados (BRASIL, 2012).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, há três atributos, sendo “baixo” se porventura o alimento apresentar no máximo de 80 mg de sódio por 100 g ou 100 mL de produto. O outro atributo é “muito baixo”, caso apresente no máximo de 40 mg de sódio por 100 g ou 100 mL de produto; ou, ainda, “não contém”, caso possua no máximo 5 mg de sódio por 100 g ou 100 mL de produto, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Informação nutricional complementar para sódio

SÓDIO		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Baixo	Máximo de 80 mg de sódio.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção quando essas são maiores que 30 g ou 30 ml. Para porções menores ou iguais a 30 g ou 30 ml a condição deve ser atendida em 50 g ou 50 ml.
Muito baixo	Máximo de 40 mg de sódio.	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção quando essas são maiores que 30 g ou 30 ml. Para porções menores ou iguais a 30 g ou 30 ml a condição deve ser atendida em 50 g ou 50 ml.
Não contém	Máximo de 5 mg de sódio	Por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso.
		Por porção.

Fonte: Brasil, 2012.

2.1.7 Açúcares

Os açúcares são basicamente carboidratos simples, ou seja, moléculas isoladas de açúcar ou a junção dessas moléculas. As seis moléculas mais importantes estão subdivididas em monossacarídeos e dissacarídeos. Os três principais monossacarídeos encontrados são a glicose, a frutose e a galactose, sendo as duas primeiras as mais abundantes e comuns na natureza (SIZER; WHITNEY, 2003).

A glicose é o monossacarídeo mais importante, pois a maioria é convertida em glicose no organismo (SIZER; WHITNEY, 2003). Abundante em frutas, milho, xarope de milho, mel e algumas raízes, a glicose é a forma de açúcar mais encontrada na corrente sanguínea, por isso é oxidada nas células e transforma-se em uma fonte de energia e depois é armazenada no fígado e nos músculos. Sendo assim, o sistema nervoso central pode utilizá-la como principal fonte de energia sob condições normais (MAHAN; ESCOTT, 1998). A frutose é o açúcar da fruta, ocorre principalmente no doce intenso das frutas, no mel e como parte do açúcar do leite. Sendo o mais doce dos açúcares, a frutose é utilizada para fazer xarope de milho rico em frutose, o que é usualmente encontrado em refrigerantes (MAHAN; ESCOTT, 1998). A galactose não é encontrada livre na natureza assim como a glicose e a frutose, porém é um açúcar simples porque constitui, quando ligada a outro monossacarídeo, o açúcar do leite (SIZER; WHITNEY, 2003).

Os dissacarídeos são os pares de açúcar simples ligados entre si (SIZER; WHITNEY, 2003), ou seja, os três dissacarídeos são a junção de duas moléculas de monossacarídeos (MAHAN; ESCOTT, 1998). Dentre os dissacarídeos, o mais importante entre eles é a sacarose, ou seja, o açúcar de uso comum, que é encontrada em sua principal fonte na cana-de-açúcar, melaço, mel, vegetais, entre outros. A maltose, mais conhecida como o açúcar do malte, não é tão comum na natureza (MAHAN; ESCOTT, 1998), mas é encontrada no grão em germinação, ou seja, a cevada (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). Por fim, a lactose é o principal açúcar encontrado no leite, é quase exclusivo das glândulas mamárias, pois não é encontrado em vegetais. É o açúcar menos solúvel entre os seis citados e, para chegar perto da doçura da glicose, deve ser multiplicado em seis vezes (MAHAN; ESCOTT, 1998). Este açúcar permanece normalmente nos intestinos por mais tempo que o restante, o que estimula o crescimento das bactérias benéficas ao intestino (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

A função dos açúcares no nosso organismo é fornecer energia para todas as células, por isso são denominados energéticos (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). Entretanto, quando os açúcares são consumidos em excesso, ou seja, mais do que a IDR, eles podem ser convertidos em glicogênio ou ácidos graxos, e são armazenados como triglicerídeo nos tecidos adiposos (MAHAN; ESCOTT, 1998). Portanto, como são considerados carboidratos simples e de rápida absorção, a recomendação de ingestão destes açúcares é de somente 10%, ou seja, de uma a duas porções de açúcares por dia (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). Então, por este motivo, estão sendo fabricados produtos que contenham menores quantidades de açúcar, ou sem a adição da mesma, porém a sua menção no rótulo deve ser conforme consta na resolução da RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, que diz:

Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais): é qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui propriedades nutricionais particulares, especialmente, mas não somente, em relação ao seu valor energético e/ou ao seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos e fibra alimentar, assim como ao seu conteúdo de vitaminas e minerais. (BRASIL, 2012, p.)

Com isso, os rótulos podem ser mencionados de três maneiras de atributos, dependendo do tipo do produto: “baixo teor”, que pode conter máximo de 5 g de açúcar a cada 100 g ou 100 mL; “não contém”, que são 0,5 g de açúcar a cada 100 g ou 100 mL; e “sem adição de açúcares”, ou seja, não pode ser adicionado de açúcar em hipótese alguma (BRASIL, 2012).

Para a declaração da informação nutricional complementar nos rótulos, só há um atributo, sendo “reduzido” se porventura o alimento apresentar uma redução de no mínimo 25% no conteúdo de açúcares por 100 g ou 100 mL de produto, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Informação nutricional complementar para açúcares

AÇÚCARES (*)		
ATRIBUTO	CONDIÇÕES	
Reduzido	Redução mínima de 25% no conteúdo de açúcares e o valor absoluto da diferença deve ser de no mínimo 5 g de açúcares; e	Por 100 g ou 100 ml, conforme o caso, em prato preparado comparado.
		Por porção comparada.
	Caso o alimento não atenda às condições estabelecidas para o atributo “baixo ou reduzido em valor energético”, deve ser declarada no rótulo junto à INC a frase “Este não é um alimento baixo ou reduzido em valor energético”, conforme o caso, com o mesmo tipo de letra da INC, com pelo menos 50% do tamanho da INC, de cor contrastante ao fundo do rótulo e que garanta a visibilidade e legibilidade da informação.	

(*) Não é permitida a realização de INC relativa a açúcares específicos.

Fonte: Brasil, 2012.

2.2 Ingestão diária recomendada de micronutrientes

Conforme a RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005, Ingestão Diária Recomendada (IDR) é a quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser ingerida todos os dias para que o indivíduo supra suas necessidades nutricionais e obtenha uma vida sadia (BRASIL, 2005). No quadro 8 estão os valores de Ingestão Diária Recomendada para os adultos:

Quadro 8 – Ingestão diária recomendada de micronutrientes para adultos

Nutriente	Unidade	Valor
Proteína	g	50
Vitamina A	micrograma RE	600
Vitamina D	micrograma	5
Vitamina C	mg	45
Vitamina E	mg	10
Tiamina	mg	1,2
Riboflavina	mg	1,3
Niacina	mg	16
Vitamina B6	mg	1,3
Ácido fólico	micrograma	240
Vitamina B12	micrograma	2,4
Biotina	micrograma	30
Ácido pantotênico	mg	5

(continua)

Quadro 8 – Ingestão diária recomendada de micronutrientes para adultos (*continuação*)

Nutriente	Unidade	Valor
Vitamina K	micrograma	65
Colina	mg	550
Cálcio	mg	1000
Ferro	mg	14
Magnésio	mg	260
Zinco	mg	7
Iodo	micrograma	130
Fósforo	mg	700
Flúor	mg	4
Cobre	micrograma	900
Selênio	micrograma	34
Nutriente	Unidade	Valor
Molibdênio	micrograma	45
Cromo	micrograma	35
Manganês	mg	2,3

Fonte: Brasil, 2005.

Para que o alimento contenha em seu rótulo alguma alegação de “aumentado”, “fonte” ou “alto conteúdo” de vitaminas e minerais, a RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, informa que devem ser contidas as quantidades recomendadas como: “fonte” no mínimo de 15% de ingestão diária recomendada a cada 100 g ou 100 mL, o “alto conteúdo” deve ser de no mínimo 30% da ingestão diária recomendada, também por 100 g ou 100 mL, e o “aumentado” deve conter o aumento mínimo de 10% no conteúdo de micronutrientes. O sódio é o único mineral em exceção, pois contém atributo como “baixo”, “muito baixo”, “não contém” ou “reduzido”, que varia de acordo com máximo de 80 mg para o nível “baixo”, e de máximo de 5 mg para o “não contém”, já no “reduzido” deve-se ter redução de ao menos 25% no conteúdo do mineral, isso a cada 100 g ou 100 mL de referência por porção (BRASIL, 2012).

2.3 *Diet e light*

Os alimentos com alegações *diet* e *light* estão relacionados aos produtos para fins especiais, estando cada vez mais popular, no entanto, muitos consumidores ainda apresentam dúvidas para diferenciá-los (HARA, 2003). Justamente por este motivo, muitos consumidores ao comprar os produtos com estas denominações se confundem e não sabem diferenciar um produto *light* de um *diet*, pois, na grande maioria, o pensamento é: *diet* é sem açúcar e *light* não tem gordura, no

entanto, isto não é verdade (BRASIL, 2013). Segundo a ANVISA e o Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (2013), em condições gerais, o termo *light* é usado para indicar uma informação nutricional complementar para um produto que toda a população pode consumir, pois é de uso comum, já o termo *diet* é usado para os alimentos de fins especiais, ou seja, para um grupo específico de pessoas que possuam condições fisiológicas para isso.

Com isso, conclui-se que o alimento que recebe a alegação *diet* é o produto que recebe a isenção de algum de seus componentes, ou seja, podendo ser o açúcar, ou como alternativa, sem a gordura, sem o sal ou sem proteína (HARA, 2003), fabricados com formulação especial para pessoas que tenham alguma disfunção ou distúrbio físico e metabólico, como os diabéticos ou os hipertensos, porém, isto não significa que o alimento teve redução em seu valor energético, por exemplo, chocolate *diet*: sem açúcar, porém, rico em gordura (VIEIRA; CORNÉLIO, 2015). Os alimentos com a alegação *light* são os que possuem uma redução de 25% de algum dos seus componentes, seja no açúcar, nas gorduras totais, no sódio ou até mesmo no colesterol total (HARA, 2003), no entanto, tais ingredientes que foram reduzidos têm alguma função no produto, e, para que ele continue igual, algo deve ser incorporado ao alimento, por exemplo, os requeijões *light* têm menos gordura, porém, para que o produto mantenha a sua consistência, o teor de sódio é acrescido (VIEIRA; CORNÉLIO, 2015).

Portanto, de acordo com a resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, só poderão ser acrescidos da alegação *light* como informação nutricional complementar produtos que atendam ao critério de ter um ingrediente em suas composições que seja reduzido, sendo ele não necessariamente a gordura (BRASIL, 2012). E conforme a resolução RDC nº 27, de 13 de janeiro de 1998, para os produtos com denominação *diet*, ele só poderá ser acrescido como uma informação nutricional complementar nas determinadas condições: nos alimentos para dietas com restrição de nutrientes (carboidratos, gorduras, proteínas, sódio) e nos alimentos para dietas com ingestão controlada de alimentos, como por exemplo, o açúcar (BRASIL, 1998a).

3 Metodologia

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa descritiva, quantitativa, que analisou a compreensão de universitários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina, acerca das informações nutricionais de rótulos de produtos alimentícios, matriculados e frequentadores dos seguintes cursos superiores: Química, Engenharia de Materiais, Engenharia Ambiental, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Tecnologia de Alimentos.

Segundo Gil (2008), a pesquisa descritiva tem a finalidade de descrever as características de determinada população, procurando deliberar *status*, opiniões

ou projeções futuras nas respostas obtidas. Visando a resolução de problemas ou melhoria nas práticas por meio da descrição e análise dos resultados, utilizando de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

3.1 Métodos

O levantamento de dados relativos ao número de alunos matriculados nos cursos de graduação do campus Londrina foi realizado com auxílio da secretaria acadêmica, cujo total repassado foi de 1.203 discentes matriculados no 1º semestre de 2015. Com base neste dado, calculou-se a amostragem para um intervalo de confiança de 95%, margem de erro de 5%, sendo o número mínimo de 291 alunos (FREUD; SIMON, 2000). No entanto, conseguiu-se apenas 253 alunos devido à coleta demorar mais tempo que o previsto e não se conseguir a colaboração de alguns docentes para aplicação dos questionários em suas respectivas salas de aula.

Para avaliação da compreensão das informações nutricionais dos rótulos de produtos alimentícios, utilizou-se um questionário validado por Nascimento (2014), que foi desenvolvido na Universidade de Brasília (UnB), para avaliação de consumidores de supermercado com escolaridade mínima de 2º grau completo, logo, se enquadra no perfil da população alvo estudada nesta pesquisa.

O questionário é apresentado em quatro partes: caracterização do consumidor, hábitos alimentares, grau de compreensão da rotulagem nutricional e dificuldades no entendimento da rotulagem, conforme o anexo.

Os universitários foram abordados em sala de aula e informados sobre o propósito da pesquisa. Aqueles que aceitaram participar responderam primeiramente um termo de consentimento livre esclarecido, seguido do questionário padronizado. A média de tempo para responder ao questionário foi de 30 minutos.

3.2 Tratamento dos dados

Os dados quantitativos obtidos nesta pesquisa foram apresentados de forma descritiva, com auxílio de tabelas, quadros e figuras. Considerou-se que os universitários compreendem o atributo em questão quando 70% ou mais da amostra acertaram a resposta correta.

4 Resultados

Os dados foram agrupados em quatro partes para melhor compreensão dos resultados, sendo eles: identificação do consumidor, histórico prévio de realização de dieta, dados sobre rotulagem e, por fim, os resultados sobre os atributos.

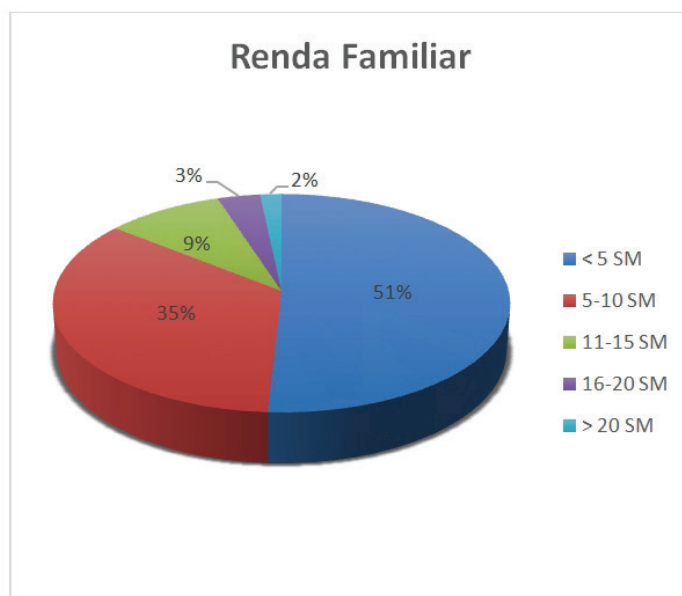
4.1 Identificação do consumidor

A amostra foi constituída de 50,2% (127) de homens e 49,8% (126) de mulheres, totalizando 253 entrevistados. A média de idade foi de $23,2 \pm 6,9$ anos, sendo a idade mínima de 17 e a máxima de 57 anos. A maioria (77,5%) dos entrevistados mora sem companheiro.

Quanto à profissão dos entrevistados, 71,2% (180) declararam serem somente estudantes, 8 professores, 8 auxiliares administrativos, 7 estagiários, 5 funcionários públicos, 2 cozinheiros, 2 administradores, 1 agente comunitário, 1 agente de suporte, 1 analista de desenvolvimento, 11 analista/auxiliar de laboratório, 1 biólogo, 1 cabelereira, 1 atendente de *call center*, 1 funcionário do correio, 1 diagramadora, 1 gerente de vendas, 1 jornalista, 1 microempreendedor individual (MEI), 1 projetista e 16 não responderam.

A renda familiar, em salários mínimos (SM), cujo valor em 2015 é de R\$ 788,00, teve as seguintes variações, conforme apresentado no gráfico 1, onde pode se observar que a maioria (51%) tem renda de até 5 salários mínimos (SM):

Gráfico 1 – Renda familiar.



Fonte: Autoria própria.

4.2 Hábitos alimentares (dieta)

Dos candidatos que se propuseram a responder o questionário, 38,3% (97) já fizeram algum tipo de dieta. Visto que destes, 16,5% (16) fez para engordar,

66% (64) para emagrecer, 11,3% (11) para melhora do condicionamento físico, como: competição para judô, adquirir massa magra, hipertrofia, composição corporal, desidratação, dieta para musculação, manter o peso.

O maior tempo de duração das dietas foi de 1 a 6 meses (38,1%) e 15,5% (15) faz dieta permanente, 13,4% (13) há menos de 1 mês, 9,3% (9) há mais de 6 meses, 6,2% (6) há mais de 1 ano, 2,1% (2) há 1 semana, 2,1% (2) outro, sendo que 14,4% (14) não fazem mais dieta.

A maioria dos candidatos, 37,11% (36), fez dieta por orientação de nutricionista, mas, em contrapartida, 27,83% (27) seguiram dietas por conta própria ou utilizaram de revistas 5,15% (5) ou até por orientação de amigo ou parente que faz dieta 10,30% (10), foi constatado que 12,37% (12) foram por orientação médica e 5,15% (5) por outros fins como: internet, livro, artigos Pubmed.

4.3 Rotulagem

Cerca de 50% (123) dos entrevistados são responsáveis pela compra de alimentos em sua casa. A maioria 58,9% (149) revelou que examina os rótulos e 28,1% (71) sempre lê as informações nutricionais, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Avaliação dos hábitos de leitura dos rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Costuma ler os rótulos dos alimentos antes da compra?	n	%
Às vezes	149	58,9
Sempre	71	28,1
Nunca	32	12,6
Não respondeu	1	0,4
Total	253	100

Fonte: Autoria própria.

Apesar de a maioria dos universitários nem sempre ler os rótulos, 92,1% (233) considera a rotulagem importante, conforme dados apresentados na Tabela 2. Embora os rótulos sejam considerados importantes, apenas 56,5% (143) dos entrevistados confiam em suas informações contidas nos rótulos dos alimentos.

Tabela 2 – Avaliação da importância da rotulagem nos alimentos pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Considera a rotulagem nutricional importante?	n	%
Sim	233	92,1
Não	17	6,7
Não respondeu	3	1,2
Total	253	100

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao fator mais e menos influente na compra dos produtos alimentícios, muitos dos entrevistados não compreenderam a questão, marcando mais de uma alternativa, o que invalidou o resultado de muitos participantes. Os gráficos 2 e 3, respectivamente, apresentam estes resultados, cujo sabor do alimento e preço foram considerados os fatores mais decisivos na compra de um produto e mídia o fator menos influente.

Gráfico 2 – Fatores mais influentes na compra de produtos alimentícios.

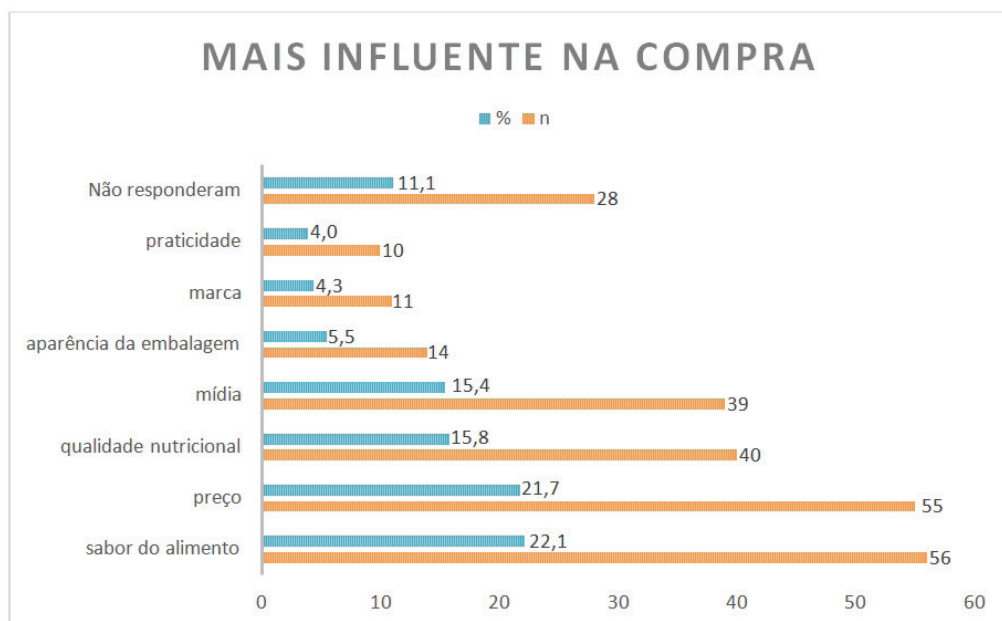
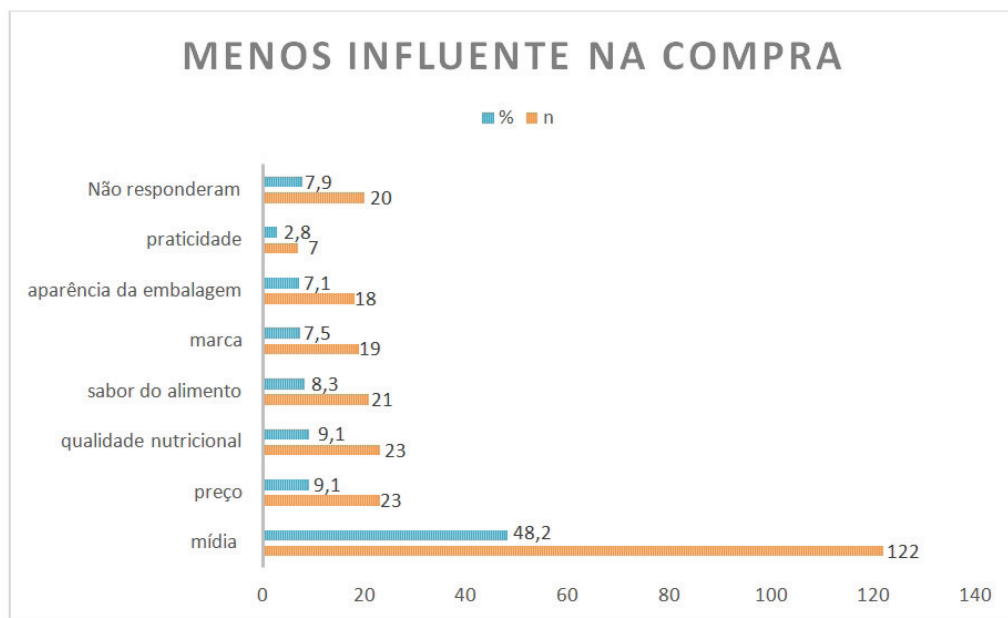


Gráfico 3 – Fatores menos influentes na compra de produtos alimentícios.

As alegações nutricionais “reduzido valor calórico”, “*light*”, “*diet*”, “enriquecido”, “fonte de vitaminas” são muito utilizadas nos rótulos dos produtos alimentícios, muito mais pelo apelo de vendas do que pela sua característica nutricional em si. A influência “média” foi considerada pela maioria (33,2%) dos entrevistados, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação da influência dos termos “reduzido, light...” na decisão de compra dos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Qual a influência dos termos “reduzido, light, diet...” na decisão de compra?	n	%
Grande	63	24,9
Média	84	33,2
Pequena	52	20,6
Não influencia	53	20,9
Não respondeu	1	0,4
Total	253	100

Fonte: Autoria própria.

Com a mudança de hábitos alimentares pela população, que valoriza alguns alimentos na busca de melhor qualidade de vida, o setor alimentício, através da propaganda e marketing, tem colocado o consumidor em contato com novos produtos alimentícios, explorando sua dimensão nutricional. Em geral, a propaganda nutricional aparece de modo destacado na embalagem, com termos que despertam a atenção, como por exemplo “rico em fibras”. No entanto, 41,1% dos candidatos assinalaram como igual a informação nutricional, conforme apresenta a Tabela 4.

Tabela 4 – Avaliação do entendimento dos termos em relação a informação nutricional dos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Na hora da compra, o senhor acha que a influência desses termos apresentados na questão anterior é maior, menor ou igual a da informação nutricional?	n	%
Maior	54	21,3
Menor	93	36,8
Igual	104	41,1
Não respondeu	2	0,8
Total	253	100

Fonte: Autoria própria.

O rótulo dos alimentos é uma forma de comunicação entre os produtos e os consumidores que permitem a estes selecionar melhor a sua dieta do ponto de vista nutricional e que indiquem a forma correta de conservação e preparo do produto. Porém, 47,8% dos entrevistados têm dificuldades em entender estes termos “reduzido valor calórico”, “*light*”, “*diet*”, “enriquecido”, “fonte de vitaminas”, ficaram dispostos da seguinte forma como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Avaliação acerca do entendimento dos termos empregados nos rótulos de alimentos pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

O senhor acha esses termos fáceis de entender?	n	%
Sim	130	51,4
Não	121	47,8
Não respondeu	2	0,8
Total	253	100

Fonte: Autoria própria.

4.4 Atributos

São atributos dos rótulos os termos: “baixo”, “não contém”, “alto”, “fonte”, “muito baixo”, “sem adição”, “reduzido” e “aumentado”. Conforme a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, o termo “reduzido” refere-se à redução de no mínimo 25% em comparação com o alimento referência, isto é, para conter este termo no rótulo, o produto deve reduzir 25% do valor energético, açúcares, gorduras totais ou saturadas, colesterol ou sódio de sua formulação. Quando feita a pergunta sobre a compreensão desse atributo, a maioria (78,3%) respondeu corretamente, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Entendimento do atributo “reduzido” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

O que se entende quando se lê no rótulo o termo reduzido?*	n	%
Que quando comparado ao alimento original, tal produto tem, por exemplo, menos calorias, gordura ou sódio.	198	78,3
O alimento contém pouca ou nenhuma quantidade de calorias, gordura ou sódio.	40	15,8
Não sabe.	9	3,6
Não responderam.	6	2,4
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.
Fonte: Autoria própria.

O entendimento sobre os termos “alto teor” refere-se a uma comparação com o alimento original, e “aumentado teor” refere-se a uma qualidade do alimento, a título de exemplo, para conter “alto teor” na rotulagem nutricional, o produto deve conter em sua formulação uma quantidade a mais do que o alimento referência, já para obter o termo “aumentado teor”, o alimento tem que possuir a qualidade que apresenta, devido ao uso de algum ingrediente em especial. Quando feita a pergunta sobre a compreensão desses atributos, a maioria (79,4%) respondeu corretamente, em concordância com a Tabela 7.

Tabela 7 – Entendimento dos atributos “alto teor” e “aumentado teor” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Qual a diferença entre os termos “alto teor” e “aumentado teor?”	n	%
Que o termo “aumentado teor” se refere a uma comparação com o alimento original, e o “alto teor” se refere a uma qualidade do alimento.	201	79,4
Não há diferença, visto que ambos os termos se referem uma qualidade do alimento	17	6,7
Não sabe	26	10,3
Não responderam	9	3,6
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

Para que um produto apresente em seu rótulo o termo “baixo valor calórico”, ele deve possuir no máximo 40 kcal por 100 g ou 100 mL. No entanto, as respostas adquiridas revelaram que os entrevistados não compreendem este termo (56,1%), como pode ser observado na Tabela 8:

Tabela 8 – Entendimento do atributo “baixo valor calórico” e “light” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Um produto que diz ter um “baixo valor calórico” pode ser considerado light?*	n	%
Sim	100	39,5
Não	142	56,1
Não responderam	11	4,3
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

Em conformidade com a legislação 54/2012, o termo “baixo teor de açúcares” significa que o produto pode possuir no máximo 5 g de açúcares por 100 g ou 100 mL de produto. Os alimentos *diet* se destinam a grupos populacionais com necessidades específicas e significa que o produto é isento de um determinado nutriente. Apesar disso, apenas 55,7% dos alunos assimilam esta diferença, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Entendimento do atributo “baixo valor de açúcares” e “diet” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Um produto que diz ter um “baixo teor de açúcares” pode ser considerado diet?*	n	%
Sim	99	39,1
Não	141	55,7
Não responderam	13	5,1
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

As gorduras totais são as principais fontes de energia do corpo e ajudam na absorção das vitaminas A, D, E e K. As gorduras totais referem-se à soma de todos os tipos de gorduras encontradas em um alimento, tanto de origem animal quanto de origem vegetal. Em contrapartida, gorduras saturadas são um tipo de gordura presente em alimentos de origem animal. O consumo desse tipo de gordura deve ser moderado porque, quando consumido em grandes quantidades, pode aumentar o risco de desenvolvimento de doenças do coração (LIMA et al., 2000).

A legislação 54/2012 determina que, para o uso do termo “baixo teor de gorduras totais”, é preciso que o alimento contenha no máximo 3 g de gorduras totais por 100 g ou 100 mL de produto. O termo “baixo teor de gordura saturada” só é empregado quando o produto dispor de no máximo 1,5 g de gorduras saturadas e *trans* em 100 g ou 100 mL de produto, sendo assim, os termos são díspares. Porém, não mais que 49,8% dos universitários obtiveram êxito em suas respostas. Como salienta a Tabela 10.

Tabela 10 – Entendimento do atributo “baixo teor de gorduras totais” e “baixo teor de gordura saturada” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Pode-se afirmar que um alimento com “baixo teor de gorduras totais” também terá um “baixo teor de gordura saturada”?*	n	%
Sim	43	17,0
Não	126	49,8
Não sabe	61	24,1
Não sabe o que é gordura saturada	13	5,1

(continua)

Tabela 10 – Entendimento do atributo “baixo teor de gorduras totais” e “baixo teor de gordura saturada” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015 (continuação)

Pode-se afirmar que um alimento com “baixo teor de gorduras totais” também terá um “baixo teor de gordura saturada”?*	n	%
Não responderam	10	4,0
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

O colesterol é um tipo de gordura (lipídio) encontrada naturalmente em nosso organismo, fundamental para o seu funcionamento normal. O colesterol é o componente estrutural das membranas celulares em todo o nosso corpo e está presente no cérebro, nervos, músculos, pele, fígado, intestinos e coração. Nosso corpo usa o colesterol para produzir vários hormônios, vitamina D e ácidos biliares que ajudam na digestão das gorduras. Existem vários fatores de risco relacionados com o estilo de vida que podem aumentar as probabilidades de vir a ter o colesterol elevado. Por exemplo, uma alimentação pouco saudável com alto teor de gorduras saturadas, falta de exercício, excesso de peso, fumar e beber grandes quantidades de álcool. O colesterol elevado está ligado a problemas de saúde sérios, como doenças cardíacas, angina de peito e acidente vascular cerebral (AVC) (CERVATO et al.,1997).

Conforme a legislação 54/2012, um alimento com no máximo 20 mg de colesterol por 100 g ou 100 mL de produto pode ser considerado um alimento com baixo teor. O uso do termo “reduzido” é apenas indicado quando este está sendo comparado com o alimento referência, e este possua uma redução de no mínimo de 25% de colesterol em relação ao produto original. Somente 52,2% dos estudantes responderam corretamente, como pode ser apurado na Tabela 11.

Tabela 11 – Entendimento do atributo “baixo teor de colesterol” e “colesterol reduzido” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Há diferença entre um alimento cujo o rótulo diz “baixo teor de colesterol” e outro que diz “colesterol reduzido” na quantidade de colesterol do alimento?*	n	%
Sim	157	52,2
Não	96	31,9

(continua)

Tabela 11 – Entendimento do atributo “baixo teor de colesterol” e “colesterol reduzido” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015 (continuação)

Pode-se afirmar que um alimento com “baixo teor de gorduras totais” também terá um “baixo teor de gordura saturada”?*	n	%
Não sabe	34	11,3
Não responderam	14	4,7
Total	301	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

Outro atributo avaliado foi o sódio, que está presente no sal de cozinha e alimentos industrializados (salgadinhos de pacote, molhos prontos, embutidos, produtos enlatados com salmoura), devendo ser consumido com moderação, uma vez que o seu consumo excessivo pode levar ao aumento da pressão arterial.

Para um produto ser classificado como “baixo teor de sódio”, o mesmo deve apresentar no máximo 80 mg de sódio em 100 g ou 100 mL do produto, caso o produto contenha uma quantidade <80 mg pode ser usado o termo “teor muito baixo de sódio”. A maior parte dos universitários (68,8%) compreendem esse atributo como alega a Tabela 12.

Tabela 12 – Entendimento da diferença dos atributos “teor baixo de sódio” e “teor muito baixo de sódio” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Qual a diferença entre “teor baixo de sódio” e “teor muito baixo de sódio”?*	n	%
A diferença é que o alimento com teor muito baixo de sódio tem uma quantidade de sódio menor em relação ao alimento com teor baixo de sódio	174	68,8
Não há diferença, os termos têm o mesmo significado	44	17,4
Não sabe a diferença	29	11,5
Não responderam	6	2,4
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

Um novo atributo foi estudado, a caloria. Quando usamos o termo “caloria” para nos referirmos ao valor energético dos alimentos, na verdade queremos dizer a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 quilograma (equivalente a 1 litro) de água de 14,5 °C para 15,5 °C (RUSSEL, 1994). Porém, as calorias contidas nos alimentos, quando são ingeridas pelo organismo, são metabolizadas no seu interior, gerando a energia química que necessitamos para nossa sobrevivência, sendo utilizada pelo corpo para todas as funções, como digestão, respiração, prática de exercícios etc. Todos os alimentos possuem calorias, mas em diferentes quantidades (MAHAN; ARLIN, 1995).

A definição do termo “não contém calorias”, pela legislação 54/2012, é quando o alimento apresenta em sua composição no máximo 4 kcal por 100 g ou 100 mL de produto, não que este alimento não possua caloria alguma, mas seu valor é irrisório. Cerca de 72,3% dos estudantes mostraram-se capazes de entender este termo, como retrata a Tabela 13.

Tabela 13 – Entendimento do significado do termo “não contém calorias” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

O rótulo de um alimento onde diz “não contém calorias” significa que:*	n	%
O alimento não contém nenhuma caloria	57	22,5
O alimento pode até conter uma quantidade insignificante de calorias	183	72,3
Não sabe	7	2,8
Não responderam	6	2,4
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

Segundo a legislação 54/2012, o termo “não contém” só pode ser usado quando determinado ingrediente não consta na lista de ingredientes, exceto se estiver declarado com um asterisco, que faça referência depois da lista de ingredientes a seguinte nota: “(*) fornece quantidades não significativas do teor de ingredientes em questão”. De acordo com a Tabela 14, apenas 58,1% dos alunos acertaram a resposta.

Tabela 14 – Entendimento do significado do termo “não contém” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Um alimento, cujo rótulo diz “não contém” para determinado nutriente, é...*	n	%
Um alimento sem nenhum teor de nutriente em questão (por exemplo: açúcar, gordura saturada ou sódio)	84	33,2
Um alimento que pode conter determinado nutriente (por exemplo: açúcar, gordura saturada ou sódio) porém em uma quantidade insignificante	147	58,1
Não sabe	16	6,3
Não responderam	6	2,4
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

A interpretação do termo “livre de colesterol” pode ser considerada pelos alunos um termo ambíguo, que induz ao erro, já que um produto com este termo pode conter no máximo 5 mg de colesterol em 100 g ou 100 mL de produto. Isso pode ser constatado na Tabela 15, onde obtivemos um equilíbrio das respostas.

Tabela 15 – Entendimento do significado do termo “livre de colesterol” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Quando se lê no rótulo do produto “livre de colesterol”, isso quer dizer:*	n	%
O alimento não pode conter colesterol em sua composição, em hipótese alguma	103	40,7
O alimento pode fornecer uma quantidade insignificante ou não conter colesterol	132	52,2
Não sabe	12	4,7
Não responderam	6	2,4
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

A diferença entre “alto teor” e “fonte de” é que um contém no mínimo 30% da IDR e o outro 15% da IDR, respectivamente. Somente 48,2% dos estudantes acertaram a resposta, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 – Entendimento do significado do termo “fonte de” e “alto teor de” em rótulos alimentícios pelos universitários da UTFPR campus Londrina, 2015

Qual dos alimentos contém maior quantidade de vitaminas e minerais?*	n	%
O alimento cujo rótulo consta “fonte de vitaminas e/ou minerais	86	34,0
O alimento cujo rótulo consta “alto teor de vitaminas e minerais	122	48,2
Não sabe	38	15,0
Não responderam	7	2,8
Total	253	100

* A frase no corpo da tabela em negrito foi considerada a resposta correta para a pergunta.

Fonte: Autoria própria.

5 Discussão

A maioria dos universitários é responsável pela sua compra de alimentos e, ao serem perguntados se tinham o hábito de ler os rótulos presentes nas embalagens dos alimentos, grande parte achou importante examinar o rótulo, pois confia nas informações ali expostas. Porém, mesmo tendo um percentual acima da metade, uma parte significativa ainda não tem total confiança nos rótulos nutricionais, tornando dificultosa a compra de determinados alimentos na qual contenham informações diferenciadas.

Estudo realizado sobre a fidedignidade de rótulos de alimentos em São Paulo mostrou que todas as amostras de alimentos industrializados que foram analisadas apresentaram alguma inconformidade de dado nutricional, a qual foi declarada na rotulagem do alimento (LOBANCO et al., 2009). E as diferenças não foram pequenas, ou seja, de 0 a 40% de variabilidade, sendo que conforme a resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003, essa variabilidade não pode ultrapassar 20% (BRASIL, 2003). Deste modo, como a rotulagem dos alimentos tem um intuito de orientar o consumidor sobre a qualidade e a quantidade presente dos nutrientes no produto, é imprescindível que o rótulo contenha informações legítimas para que a desconfiança com as informações não aconteça (LOBANCO et al., 2009).

Diante dos fatores que mais influenciam na compra dos produtos pelos universitários está o sabor e o preço, considerando que mesmo a maioria morando sozinho ou em repúblicas, os resultados ainda foram iguais, tendo em terceiro ponto a qualidade nutricional. Um fato importante foi que a mídia é o que menos

influencia na compra dos alimentos. Conforme relatado por Ribeiro et al. (2009), a mídia até interfere na hora da decisão de compra, porém no que se refere à informação sobre o produto, como por exemplo a propaganda. Embora seja possível considerar que os universitários são influenciados pelo valor de uma determinada marca ou serviço, isso pode servir de recurso para as empresas alcançarem um número maior de consumidores (RIBEIRO et al., 2009), pois a faixa etária dos universitários faz com que não seja um público influenciado pelo engano das mídias através de propagandas.

Em contrapartida, enquanto uma faixa etária, ou seja, os universitários, é influenciada por preço, sabor e valor nutricional, pode também ser influenciada pela mídia, mas apenas por quesitos informativos, Rodrigues, Saron e Nascimento (2014) mostraram que o grau de escolaridade pode influenciar na hora da compra. Em sua pesquisa, a maioria dos entrevistados só tinha o ensino médio concluído, destacando o preço e a proximidade de casa como os principais critérios na hora de realizar a compra.

Uma grande parte dos estudantes sabe identificar o termo “reduzido” num rótulo de alimentos, sabendo que significa que algum elemento pode ter sido reduzido, sendo ele sódio, gordura ou caloria, e sabe também a diferença entre o “alto teor” e “aumentado teor”, sendo “alto teor” a qualidade dos alimentos e “aumentado” uma comparação de valor nutricional com o alimento original.

Entretanto, a maior parte dos estudantes teve dificuldade em correlacionar os termos *light* com baixo valor calórico, pois podem significar a mesma coisa. Assim como o termo “baixo teor de açúcares” que não pode significar um produto *diet*, uma boa parte ainda faz menção a essa correlação. Conforme o estudo realizado na cidade de Campinas-SP, em que participaram 200 pessoas a fim de saber a diferença entre *light* e *diet*, e a maioria respondeu dizendo que sabia parcialmente sobre o assunto, ou seja, produto *diet* não contém açúcar e *light*, menos caloria (HARA, 2003).

A maioria dos entrevistados soube dizer que o teor de gorduras totais não é a mesma coisa que gorduras saturadas, porém, boa parte respondeu não saber a diferença destes dois tipos de gorduras. Entretanto, embora o número de estudantes que acertaram a alternativa dizendo que baixo teor de colesterol e colesterol reduzido não é a mesma coisa, um número relevante de estudantes respondeu que ambos são relacionados, o que não é correto. Esta dificuldade é mostrada também por Nunes e Gallon (2013), em cuja pesquisa realizada é perguntado sobre reduzido teor de gorduras totais e somente os que possuíam um nível maior de escolaridade, ou seja, ensino superior, respondeu boa parte corretamente diferenciando dos outros pesquisados.

E com relação ao atributo de sódio, a maioria dos universitários entende a diferença entre “teor baixo de sódio” e “teor muito baixo de sódio”, porém não

foi considerado um número significativo de acertos. Isso pode ser comparado com a pesquisa realizada por Bendino, Popolim e Oliveira (2012), que relataram que o nutriente menos importante para o consumidor é o sódio, indicando assim que os consumidores não sabem diferenciar os alimentos que contenham esses atributos no momento da escolha. Diferente do entendimento do termo “não contém calorias”, o que significa que um alimento pode conter determinado nutriente, porém, em quantidades insignificantes, e os universitários souberam o significado deste termo, tendo mais de 70% de acerto.

Porém, mesmo respondendo a este termo corretamente, quando houve o questionamento sobre o termo “não contém”, não houve entendimento dos estudantes, tendo uma boa parte de respostas como um alimento sem nenhum teor de nutriente, sendo ele o açúcar, gordura saturada ou sódio. Assim também aconteceu com o atributo do “alimento livre de colesterol”, em que a metade dos estudantes entende que o alimento pode conter uma quantidade insignificante deste nutriente, porém a outra metade interpreta que o alimento não pode conter determinado nutriente.

Fumival e Pinheiro (2009), em pesquisa realizada no Canadá em 2002, colocaram sobre a dificuldade em compreender os rótulos nutricionais, portanto, esta dificuldade não se restringe somente ao Brasil. Dessa forma, os autores ressaltam que é importante ter a referência do grau de escolaridade dos pesquisados, pois isso pode acarretar em um maior senso de crítica ao ler uma rotulagem. Porém, neste trabalho o público-alvo é de universitários, o que demonstra que, mesmo com instrução, os dados ainda geram dúvidas nos consumidores.

Além da falta de instrução e das dúvidas sobre a rotulagem, é fato que a maioria não confia nas informações ali presentes. Como mostrado por Marins, Jacob e Peres (2008), 24% de seus entrevistados afirmaram não confiar nas informações, seja por acharem que elas são manipuladas, ou muitas vezes falsas e com detalhes omitidos, seja por pensarem que, muitas vezes, os produtos não passam por fiscalização adequada. Foi colocado que a maneira com que as propagandas se valem da linguagem, utilizando muitas abreviaturas ou siglas em termos técnicos, pode deixar pouco claras as informações dos componentes presentes. Há apontamentos também sobre o uso de letras ilegíveis, mais um fator determinante para a falta de compreensão dos rótulos pelos consumidores (MARINS; JACOB; PERES, 2008).

Assim como foi dito pelos universitários que as informações nutricionais entram como terceira opção da hora de adquirir um produto, estudos mostram que mesmo o consumidor lendo tais informações, não deixariam de comprar o produto, e isso ocorre porque os consumidores não sabem utilizar corretamente essas informações a seu favor (BENDINO; POPOLIM; OLIVEIRA, 2012).

Portanto, os consumidores que têm maior nível de escolaridade, além de ter uma maior compreensão, também possuem maior interesse em ter conhecimento sobre a saúde e a alimentação (BENDINO; POPOLIM; OLIVEIRA, 2012), pois com os resultados obtidos segundo Oliveira (2013), quanto menor o nível de escolaridade do indivíduo, menos ele é influenciado pelas características nutricionais dos alimentos. O que comprova que, muitas vezes, por mais que produto tenha todas as suas informações acopladas, isso é relevante, levando em consideração que o público com maior nível de instrução tem mais acesso ao conhecimento e consegue distinguir aquilo que lhe é benéfico (OLIVEIRA, 2013).

Desta forma, é interessante o uso das estratégias de educação e comunicação como uma medida urgente para estimular o consumidor a exercitar o hábito da leitura do rótulo dos alimentos, deste modo, a indústria de alimentos também deve arcar com seu compromisso em cumprir as legislações adequadas ao determinado produto (GIACOBBO; GRAFF; BOSCO, 2009).

No entanto, quando essas estratégias são usadas de formas indevidas, como a mídia, por exemplo, isso pode influenciar drasticamente na compra. Em análise sobre estratégias discursivas, na qual foi focado o emagrecimento de adolescentes brasileiros, Câmara et al. (2008) identificaram que os adolescentes tinham um pensamento muito persuasivo dos alimentos, podendo assim influenciar nas atitudes e no comportamento dos jovens que realmente necessitam de informações corretas para alimentações adequadas. Além disso, a inclusão de falsas informações e o ressaltar de atributos como exclusivos de determinada marca influencia consumidores com baixo nível de escolaridade na hora da compra de alimentos (CÂMARA et al., 2008).

Segundo Câmara et al. (2008), a influência dos rótulos alimentícios sobre os consumidores ainda é relevante, e isso torna necessária a implementação de ações educativas que possam esclarecer a importância de considerar as informações nutricionais presentes como um fator imprescindível na hora da compra e do consumo dos alimentos.

6 Conclusão

Os resultados apontam que existe interesse dos universitários acerca dos rótulos e que a maioria tem algum entendimento sobre o assunto, no entanto, muitas vezes isso é comprometido por não haver a correta compreensão de alguns termos ali presentes.

Embora os universitários tenham uma percepção crítica sobre alguns assuntos, a rotulagem nutricional ainda é alvo de dúvidas. Os termos “reduzido”, “alto/aumentado teor” e “não contém calorias” são compreendidos pela maioria dos estudantes. No entanto, quando envolvem questões sobre os termos “*light/diet*”;

“gorduras totais, saturadas e colesterol”; “baixo teor de sódio”; “fonte” e “alto teor”, a compreensão não é efetiva na maioria dos estudantes.

Portanto, conclui-se que a compreensão dos termos nutricionais dos rótulos de alimentos pelos universitários da UTFPR, campus Londrina, é limitado, deixando margem à questão colocada por muitos autores quanto à importância do nível de escolaridade no entendimento das informações, apontando para uma necessidade ainda maior de revisão dos termos técnicos utilizados pela legislação brasileira.

Referências

BENDINO, N. I.; POPOLIM, W. D.; OLIVEIRA, C. R. A. Avaliação do conhecimento e dificuldades de consumidores frequentadores de supermercado convencional em relação à rotulagem de alimentos e informação nutricional. *J Health Sci Inst.* v. 30, n. 3, p. 261-265, 2012.

BRASIL. Resolução Normativa n. 12/78, de 12 de janeiro de 1979. Câmara Técnica de Alimentos do Conselho Nacional de Saúde. Rotulagem. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 2 jan. 1979.

_____. Ministério da Justiça. Código de Defesa do Consumidor (CDC). Lei n° 8.078/90, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 set. 1990.

_____. Ministério da Saúde. Lei n. 8.543, de 23 de dezembro de 1992. Determina a impressão de advertência em rótulos e embalagens de alimentos industrializados que contenham glúten a fim de evitar a doença celíaca ou síndrome celíaca. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 24 dez. 1992.

_____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Resolução n° 371, de 04 de novembro de 1997. Aprova regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Disponível em: <http://www.e-legis.bvs.br/leisref./public/search.php>. Acesso em: 28 mar. 2006.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n. 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 27 jan. 1998a.

- _____. Ministério da Saúde. Portaria n. 42, de 14 de janeiro de 1998. A Secretaria de Vigilância Sanitária do MS aprova o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 21 jan. 1998b.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução n. 94, de 01 de novembro de 2000. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 3 nov. 2000.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução n. 40, de 21 de março de 2001. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 22 mar. 2001.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução n. 259, de 20 de setembro de 2002. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 set. 2002.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução n. 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1 dez. 2000.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 ago. 2012.
- _____. **Consumo e Saúde: Alimentos diet e light – entenda a diferença**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor. 2013. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>> Acesso em 15 mai. 2015.
- CÂMARA, M. C. C. **Análise Crítica da Rotulagem de Alimentos Diet e Light no Brasil**. 2007. Dissertação. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, 2007.

- CÂMARA, M. C. C. et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. **Ver. Panam. Salud. Publica.** p. 52-58, 2008.
- CERVATO, A. et al. Dieta habitual e fatores de risco para doenças cardiovasculares. **Rev. Saúde Pública**, v. 31, n. 3, p. 227-235, 1997.
- ECKEL, R. H. et al. Understanding the complexity of trans fatty acid reduction in the American diet. **American Heart Association trans fat conference.**, v. 115, p. 2231-2246, 2007.
- FARMER, J. A.; TORRE-AMIONE, G. Atherosclerosis and inflammation. **Curr Atheroscler Rep.** v. 4, p. 92-98, 2000.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê: Fibras alimentares.** n. 3, 2008. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/63.pdf> Acesso em: 21 mai. 2015
- FREUD, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada: Administração, Economia e Contabilidade.** Porto Alegre. Ed. Bookman, 2000.
- FUMIVAL, A. C.; PINHEIRO, S. M. O público e a compreensão da informação nos rótulos de alimentos: o caso dos transgênicos. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação.** Campinas, v. 7, n. 1, p. 01-19, 2009.
- GIACOBBO, E. Z.; GRAFF, T.; BOSCO, S. M. D. Nível de conhecimento sobre rotulagem de alimentos por consumidores do município de doutor Ricardo/RS. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 1, n. 3, p. 101-110, 2009.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Geral.** São Paulo: Atlas, 6. ed., 2008.
- HALL, R. L. Foodborne illness: implications for the future. **Emerging Infect. Dis.**, v. 3, n. 4, p. 555-559, 1997.
- HARA, C. M. O perfil do Consumidor de produtos light e diet no mercado de varejo supermercadista de Campinas. **Revista Técnica, FIPEP.** São Paulo, v. 3, n. 1-2, p. 39-48, 2003.
- KATAN, M. et al. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: a overview. **American Journal Clinical of Nutrition**, Bethesda. 60(suppl). 1994.

- LIMA, F. et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.
- LOBANCO, C. et al. Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 499-505, 2009.
- MACHADO, S. S. et al. Comportamento dos consumidores com relação à leitura de rótulo de produtos alimentícios. **Alim. Nutr.** Araraquara v. 17, n. 1, p. 97-103, 2006.
- MAHAN, K.; ESCOTT, S. S. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 9. ed. São Paulo. Roca, 1998.
- MAHAN, L. K.; ARLIN, M. T. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Editora Roca, 1995.
- MARINS, B. R.; JACOB, S. C.; PERES, F. Avaliação qualitativa do hábito de leitura e entendimento: recepção das informações de produtos alimentícios. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 28, n. 3, p. 579-585, 2008.
- MOZAFFARIAN, D. et al. Trans fatty acids and cardiovascular disease. **N. Eng. J. Med.**, v. 354, p. 1601-1613, 2006.
- NASCIMENTO, S. P. Rotulagem nutricional. **Rev. Hig. Alimentar**, v. 15, n. 83, p. 71-75, 2001.
- NUNES, S. T.; GALLON, C. W. Conhecimento e consumo dos produtos diet e light e a compreensão dos rótulos alimentares por consumidores de um supermercado do município de Caxias do Sul, RS – Brasil. **Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim.** São Paulo – SP, v. 38, n. 2, p. 156-171, 2013.
- OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. **Nutrição para Tecnologia e Engenharia de Alimentos**. Curitiba: Editora CRV, 2013.
- OLIVEIRA, G. B. **Avaliação da compreensão das informações nutricionais dos rótulos de alimentos industrializados, por profissionais de uma unidade de alimentação e nutrição (uan) de uma empresa de Serra – ES**. 2013. 88 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) Bacharel em Nutrição, Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo. Espírito Santo, 2013.

- RIBEIRO, A. P. S. et al. **A influência do valor de marca na decisão de compra dos jovens universitários das classes A e B.** In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Curitiba-PR, set. 2009.
- RODRIGUES, A. M. S.; SARON, M. L. G.; NASCIMENTO, K. O. Análise do comportamento e hábitos de consumo de frequentadores de um supermercado no município de Barra Mansa – RJ. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** V. 9, n. 2, p. 185-194, 2014.
- RUSSEL, J. B. **Química Geral.** São Paulo: Makron Books, 1994.
- SIZER, F. S.; WHITNEY, E. N. **Nutrição: Conceitos e Controvérsias.** 8. ed. São Paulo, 2003.
- SOUZA, S. M. F. C. et al. Utilização da informação nutricional de rótulos por consumidores de Natal, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública,** Washington, v. 29, n. 5, p. 337-343, 2011.
- VIEIRA, A. C. P.; CORNÉLIO, A. R. Produtos light e diet: o direito de informação ao consumidor. **Âmbito Jurídico.com.br.** Disponível em <http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=2212&revista_caderno=10> Acesso em 12 mai. 2015.

Perda da qualidade dos grãos de soja no Brasil em função dos altos teores de acidez e clorofila

Leide Elen Gomes Santos

Neusa Fatima Seibel

José Marcos Gontijo Mandarino

1 Introdução

Com mais de 134 anos de existência no Brasil, a soja ou (*Glycine max* L.) Merrill, como é cientificamente conhecida, é cultivada em praticamente todo o território brasileiro. Há algumas décadas, a plantação se restringia apenas ao Sul do país, porém a diversidade de grãos e o avanço da biotecnologia contribuíram para que atualmente ela seja plantada em praticamente todas as regiões do Brasil.

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a área de plantio para a safra de 2015/2016 está estimada em 5,24 milhões de hectares. Esses números se justificam pela ampla diversidade em que o grão pode ser empregado, devido ao seu alto teor de proteínas (38%) e lipídios (18%), o que lhe confere múltiplas utilizações. Acredita-se que, em função desses atributos, possibilitou-se a formação de complexos industriais destinados ao seu processamento (MANDARINO; RESSING; BENASSI, 2005).

No Brasil e no mundo, a indústria esmagadora tem se destacado, utilizando o grão de soja como matéria-prima para a produção de óleo e farelo. O farelo é direcionado em grande parte para a indústria de rações, destacando-se como o principal emprego econômico da soja. Já o óleo tem sua parcela de importância econômica na indústria, sendo a base para produção de óleo refinado, gorduras hidrogenadas, margarinas, maioneses, molhos, e ainda empregado na produção industrial de tintas, lubrificantes, solventes, plásticos, resinas e até mesmo do biodiesel (MANDARINO; RESSING, 2001).

Os desafios das indústrias processadoras são inúmeros, pois a matéria-prima utilizada é o grão, o qual está susceptível ao ataque de pragas, desequilíbrios climáticos, degradação microbiológica, reações de oxidação e colheita precoce,

antes de atingir o estágio de maturação adequado. Fatores como esses vão contribuir para incidência de grãos defeituosos, acarretando posteriormente prejuízos para a indústria de óleos, se não corrigidos.

A fim de minimizar as perdas, procuram-se alternativas para se melhorar a qualidade do grão de soja utilizado pelas indústrias de óleos, o que tem sido feito por meio de indicadores de qualidade. Na maioria das vezes, as indústrias submetem amostras dos grãos recebidos a análises físico-químicas para determinação do índice de acidez titulável e teores de clorofila.

No entanto, os níveis de qualidade do grão de soja do Brasil, em função dos teores de acidez titulável e clorofila, não têm sido estudados suficientemente. O território brasileiro é diversificado em vários aspectos, e a soja é semeada em diversas regiões ao longo de sua extensão, conferindo diferenças na composição química do grão. Assim, esperam-se alterações à medida que se variam as práticas culturais de cultivo, transporte, armazenamento e ainda outras condições, às quais o grão pode ser submetido. Abre-se, então, um precedente para pesquisa acadêmica, haja vista que parte do valor agregado da soja para a indústria de óleos é determinado pelo teor de acidez e clorofila.

Esta pesquisa teve por objetivo quantificar os níveis de acidez titulável e clorofila dos grãos de soja da safra de 2014/2015 de nove estados do Brasil.

2 Parâmetros de qualidade dos grãos de soja

Segundo Silva et al. (2000), o grão de soja possui indicadores de qualidade que vão corroborar em um produto final de qualidade, tendo em vista os padrões pré-estabelecidos pela indústria esmagadora, pois matéria-prima de qualidade resultará em um produto final de qualidade. O grão destinado ao uso industrial pode ser classificado de acordo com três ou mais das características/indicadores elencados a seguir:

- a) Umidade;
- b) Peso hectolítrico;
- c) Porcentagem de grãos quebrados ou danificados;
- d) Porcentagens de materiais estranhos e impurezas;
- e) Dano por calor ou outros;
- f) Susceptibilidade à quebra;
- g) Características de moagem;
- h) Teor de proteínas;
- i) Teor de óleo;
- j) Germinação;
- k) Presença de insetos;
- l) Contagem de fungos; e
- m) Outros.

De acordo com Brasil (2007), pode-se observar a presença de “defeitos graves” ou “defeitos leves” nos grãos de soja, ficando estabelecido um limite para a presença desses defeitos na soja destinada diretamente à alimentação humana (grupo I), demonstrados no quadro 1. Estes defeitos são levados em conta nos grãos selecionados e destinados à extração e refino de óleo.

Outro ponto de interesse, em se tratando da qualidade do grão de soja, está relacionado com a umidade, desde a colheita, armazenamento até o processamento, pois a umidade pode desencadear várias reações de deterioração nos grãos. Recomenda-se manter a umidade baixa, pois esse controle vai favorecer o menor ataque de micro-organismos e diminuir a respiração dos grãos de soja. O ideal é que essa soja seja armazenada com umidade em torno de 11 a 12%, dentro dessa faixa tem-se maior seguridade de que tanto reações oxidativas quanto de degradação microbiológicas serão minimizadas (SILVA et al., 2000).

O grão de soja está sujeito também ao ataque de pragas durante todo o seu ciclo, os principais ataques decorrem da lagarta e do percevejo. A lagarta se alimenta das folhas da planta da soja, já os percevejos se alimentam dos grãos. Esses por sua vez causam maiores danos, pois afetam o rendimento e causam injúrias ao grão comprometendo sua qualidade final. O grão não se desenvolve fisiologicamente de forma adequada, e na etapa de colheita observa-se que esses grãos permanecem verdes (HOFFMANNCAMPO et al., 2000).

O clima é outro fator relevante, podendo influenciar na qualidade do grão de soja. Em um trabalho realizado por Gonçalves et al. (2007), com objetivo de analisar o desenvolvimento dos grãos de soja em seus diferentes estágios, submetidos a diferentes regimes climáticos, observou-se que “fatores ambientais, como a temperatura, afetam diretamente o acúmulo de proteínas totais da semente, quando a temperatura se aproxima a 30 °C”. Os autores comentaram ainda que grãos submetidos a baixas temperaturas climáticas durante o plantio apresentam variações na qualidade final. Recomenda-se que o plantio de soja seja realizado em temperaturas que compreendam uma faixa de 18 °C a 30 °C (WOLF et al., 1982).

Quadro 1 – Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja do grupo I

Tipo	Avariados				Esverdeados	Partidos, quebrados e amassados	Matérias estranhas e impurezas
	Total de ardidos e queimados	Máximo de queimados	Mofados	Total (1)			
1	1,0	0,3	0,5	4,0	2,0	8,0	1,0
2	2,0	1,0	1,5	6,0	4,0	15,0	1,0

Fonte: Brasil (2007).

2.1 Clorofila

A cor verde do grão de soja é devido à presença da clorofila, que é um pigmento abundantemente encontrado na natureza, sendo este essencial ao processo de fotossíntese. Nos tecidos vegetais vivos, a clorofila está presente como suspensão coloidal nas células de cloroplastos, associada com carotenoides e lipídios (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Clorofilas são complexos de magnésio derivados de porfirina e em meio ácido (pH 3,0) a clorofila é instável. Quando dissolvida em solventes, ela se oxida ao entrar em contato com o oxigênio. A clorofila é produzida nos grãos de soja até o ponto de maturação fisiológica, o metabolismo natural, e a exposição à luz solar é responsável por parte da degradação da mesma (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), diversos fatores podem levar a alterações químicas indesejáveis nas clorofilas, como o pH, aquecimento, enzimas, entre outros. O aquecimento pode levar à perda da pigmentação verde, o que, por sua vez, leva à perda da cor original da clorofila. Já as alterações em função do pH podem levar à mudança da cor verde para verde-castanho. As enzimas clorofilases, por sua vez, catalisam a degradação da clorofila, transformando-a em um composto verde fluorescente e posteriormente não fluorescente.

Existe uma diversidade de clorofilas que podem ser encontradas e o que as diferenciam são as estruturas em torno dos substituintes do núcleo da forbina. As clorofilas mais comuns e que existem em maior quantidade estão na proporção 3:1, são denominadas clorofilas *a* e *b*, diferindo entre si pelo substituinte do carbono C-3 (Figura 1). A clorofila *a* possui um grupo metil, já a clorofila *b* possui o formil como grupo. Alguns grupos são comuns a ambas as clorofilas, são eles: vinil e etil (posição C-2 e C-4); carbometoxi (C-10) e fitol esterificado (C-7) (VON ELBE, 2000). A quantificação das clorofilas *a* e *b* baseia-se no método de absorção de luz pelas bandas acentuadas, sendo 600,5 a 642 nm na região do vermelho e 428,5 a 452,5 na região do azul (Figura 2) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

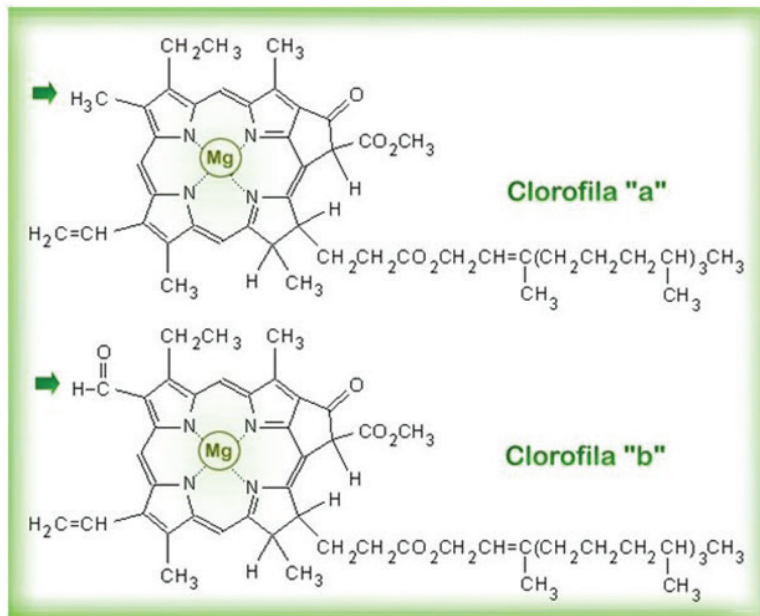


Figura 1 – Estrutura química da clorofila a e b

Fonte: Martinez (2016)

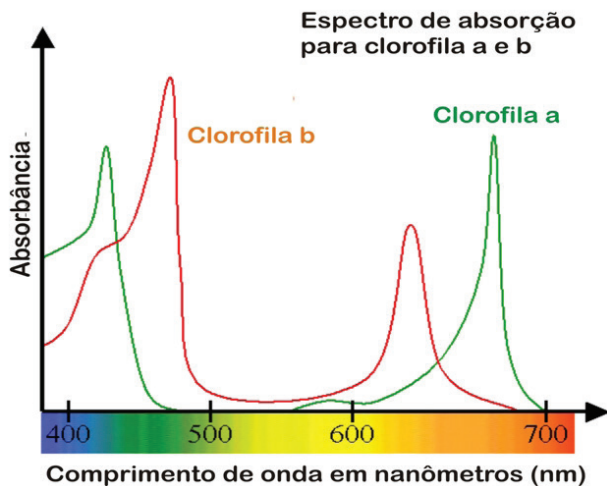


Figura 2 – Espectro de absorção para clorofila a e b

Fonte: Só Biologia (2008)

As desvantagens da presença de clorofila em excesso nos grãos de soja são inúmeras, pois esses grãos terão uma quantidade de ácidos graxos livres aumentada em decorrência de teores mais elevados de clorofila. A consequência é maiores

custos operacionais para a indústria de óleos, isso porque a quantidade de compostos voláteis, produtos de oxidação gerados durante *headspace* na industrialização do óleo, tem seus efeitos aumentados conforme aumenta o teor de clorofila. A correção desse efeito indesejado demandará maiores investimentos financeiros com terras clarificantes e/ou tempo elaborando-se *blends* para a minimização da cor (MIN; BOFF, 2016).

2.2 Acidez titulável

De acordo com Brasil (2006), o índice de acidez é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos livres de um grama de amostra. Por meio desse índice, é possível identificar e quantificar os ácidos graxos livres presentes na amostra, verificando desta maneira se houve adulteração no óleo e se ele está adequado ou condenado para o consumo.

O índice de acidez está relacionado com a qualidade da matéria-prima, podendo ser medido com base em alguns processos de degradação do óleo. Qualquer um desses processos de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, pode acarretar em alteração da concentração dos íons de hidrogênio. O processo de decomposição ou rancidez oxidativa dos triacilgliceróis é desencadeado por fatores tais como aquecimento, luz, presença de oxigênio, metais, dentre outros. Desse modo, a rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres, geralmente expressos em termos de acidez em grama do componente ácido principal, que no caso da soja é o ácido linoleico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

É necessário fazer a neutralização desses ácidos graxos livres em função do nível de tolerância do mercado de óleo de soja, que é de, no máximo, 0,5% (O'BRIEN, 2004). A neutralização para correção da acidez do óleo de soja é realizada com produtos alcalinos, porém esse procedimento acarreta em custos adicionais ao processo de produção. Estudos revelam que as perdas de óleo devido à acidez atingem o dobro do índice de acidez, ou seja, para cada 0,1% de acidez, ocorre uma perda de óleo de 0,2% (FREITAS et al., 2001).

2.3 Influência da clorofila e da acidez nos grãos e no processamento

O óleo de soja comercial, encontrado nas gôndolas do supermercado, passa por etapas de extração e refino, até ser disponibilizado para compra pelo consumidor final. O processo de refino de óleo de soja consiste na transformação do óleo bruto em óleo comestível, agregando valor e melhorando atributos como aparência, odor e sabor, eliminando ou minimizando substâncias coloidais, de pigmentação, voláteis, inorgânicas, ácidos graxos livres e umidade. O refino do

óleo de soja passa por etapas de degomagem, neutralização, clarificação e desodorização, com objetivo de minimizar as características indesejáveis e torná-lo apto ao consumo (MANDARINO; ROESSING, 2001).

Antes do óleo de soja se tornar aquele óleo refinado comercialmente vendido, ele é extraído do grão de soja por solventes e é apenas um óleo bruto. É comum em óleos brutos a presença de pigmentos como a clorofila, que promovem cores indesejáveis, e sua presença ainda pode causar oxidação lipídica. A oxidação lipídica é uma sequência complexa de alterações químicas, envolvendo alteração dos lipídios pelo contato com o oxigênio. Em decorrência da oxidação lipídica, observam-se aromas indesejáveis e rancidez oxidativa (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Segundo Damodaran, Parkin e Fennema (2010), é possível realizar a remoção da clorofila por meio de tratamentos com absorventes como argilas, silicatos sintéticos, carvão ativado ou terras diatomáceas. A clorofila não é totalmente indesejável no óleo. Em quantidades adequadas, ela e os carotenoides colaboram para a cor clara e característica dos óleos. O problema consiste no excesso de clorofila, que gera custos adicionais para a indústria de óleo de soja, que terá que gastar mais com tratamentos para minimização do teor deste composto.

A indústria de óleos, ao trabalhar com grãos de soja, está sujeita não só ao excesso de clorofila que irá influenciar negativamente na cor esverdeada do óleo, mas também a influência de reação dos ácidos graxos livres, responsáveis pela acidez do óleo de soja. Por isso, a etapa de neutralização alcalina durante o refino, realizada com soda cáustica, é muito importante. Óleos com alta acidez exigem maiores concentrações de soda, e maiores quantidades sendo usadas acarretará em maiores custos à indústria. As perdas em fusão do teor de acidez podem ser calculadas pela Equação 1 (DORSA, 2004):

$$\text{Fator de perda} = \frac{(\% \text{ da perda da neutralização})}{(\% \text{ no óleo bruto})} \quad (1)$$

3 Metodologia

Tratou-se de uma pesquisa experimental, com dados quantitativos, tendo como objetivo de estudo a avaliação da qualidade dos grãos de soja cultivados em diferentes regiões do Brasil em função do índice de acidez titulável e dos teores de clorofila. Este trabalho foi realizado no decorrer do ano de 2015/2016, utilizando os laboratórios de análises físico-químicas da EMBRAPA Soja situada no Distrito da Warta em Londrina/PR.

3.1 Material

Foram analisadas 408 amostras de grãos de soja, cultivadas em nove estados brasileiros, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia, na safra 2014/15.

3.2 Métodos

Os métodos utilizados neste projeto englobaram análises para quantificação de acidez titulável e determinação dos teores de clorofila.

3.2.1 Preparação das amostras

As amostras de grãos de soja foram coletadas aleatoriamente nas unidades armazenadoras por cerca de 40 dias, de forma representativa conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa N° 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007), logo após serem padronizados os níveis de umidade (nas unidades armazenadoras) e destinadas ao armazenamento. Na unidade armazenadora de grãos, selecionada dentro do município de amostragem, foi retirada uma amostra composta de acordo com o período de recebimento da produção. Após encerrada esta recepção, a amostra foi reduzida por quarteamento para aproximadamente 3,0 kg, identificada e enviada à Embrapa Soja para as análises. As amostras foram identificadas com o local e número da amostra, em seguida, passou novamente por quarteamento e distribuição das mesmas em recipientes plásticos de 200 mL.

Os grãos de soja foram moídos em moinho Tecnal TE631/2 refrigerado e tamizados em peneira 20 mesh. A farinha finamente moída foi armazenada em recipientes plásticos de aproximadamente 200 mL com tampa. Para as análises físico-químicas, as amostras foram separadas em lotes com 16 amostras cada. Todas as amostras moídas foram armazenadas e mantidas em câmara fria a 15°C até a utilização.

3.2.1.1 Determinação de acidez total titulável

Para cada lote das dezesseis amostras de grãos de soja finamente moídos, pesou-se aproximadamente 25 g de amostra em um erlenmeyer, seguido da adição de 50 mL de Hexano P.A. ACS da marca ANIDROL. A extração do óleo ocorreu durante 1h sob agitação constante e moderada em agitador magnético de bancada. Após a extração, o sobrenadante foi filtrado (papel filtro quantitativo), sendo o líquido coletado em béquer e levado à estufa a 100 °C durante 30 minutos para completa secagem do solvente, resultando em um óleo bruto. O óleo obtido ao

final foi colocado em tubos de ensaio para posterior quantificação da acidez. Para a quantificação, 1,5 g do óleo extraído de cada amostra foi adicionado a 15 mL de álcool etílico 95%, e 6 gotas de fenolftaleína 1%. A titulação foi realizada com Hidróxido de Sódio 0,1 M, até coloração rósea persistente por aproximadamente 1 minuto. Como prova em branco da titulação, foi titulado um volume de 15 mL do álcool etílico 95%, sem adição de amostra (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem. Para o cálculo dos teores de acidez, utilizou-se a fórmula da Equação 2.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{(G \times 2,82)}{MA} \quad (2)$$

Onde: G = volume gasto de NaOH 0,1 M na titulação, já descontado o volume da prova em branco, MA = massa do óleo utilizada na titulação.

3.2.1.2 Quantificação de Clorofila

A quantificação dos teores de clorofila *a* e *b* foi determinada mediante o método Pádua et al. (2007), com adaptações, em que 3 g de soja finamente moída foram adicionados, de 15 mL de uma solução de acetona 80%, a tubos Falcon cobertos de papel-alumínio, para evitar a incidência de luz. As amostras foram homogeneizadas em vórtex a cada 15 minutos durante 1 hora, seguida por filtração (papel de filtro quantitativo) descartando o sobrenadante e recolhendo a solução em tubos de vidro de 20 mL. As amostras foram mantidas em caixa de isopor enquanto se efetuava a leitura das mesmas em espectrofotômetro Genesys 10 S UV-VIS, nos comprimentos de onda 645 nm e 663 nm. Os resultados foram expressos em mg de clorofila g⁻¹ de amostra. Para o cálculo do teor de clorofila total, foram utilizadas as equações 3, 4 e 5.

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg.g}^{-1}\text{)} = [(12.7.A_{663}) - (2.69.A_{645})] \times \text{FC}$$

Equação 3 – Quantificação do teor de clorofila *a*

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg.g}^{-1}\text{)} = [(22.9.A_{645}) - (4.68.A_{663})] \times \text{FC}$$

Equação 4 – Quantificação do teor de clorofila *b*

$$\text{Clorofila total (mg.g}^{-1}\text{)} = [(20.2.A_{645}) + (8.02.A_{663})] \times \text{FC}$$

Equação 5 – Quantificação do teor de clorofila total

Onde: A = Absorbância no comprimento de onda específico; FC = Fator de correção = 15 mL/3 g = 5.

3.3 Tratamento dos dados

Os resultados de todas as análises foram avaliados pelo *software* Sanest e o teste de comparação de médias Tukey ao nível de 5% de significância.

4 Resultados e discussão

Os teores de acidez titulável e de clorofilas *a*, *b* e total quantificados nas 408 amostras de grãos de soja finamente moídos resultaram na Tabela 1, posteriormente gerou-se gráficos (gráfico 1 e 2) elaborados com as médias obtidas em cada um dos nove estados analisados.

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
1	RS	1,03	1,48	0,88	2,36
3	RS	1,15	2,35	1,22	3,56
5	RS	1,38	1,89	1,49	3,38
7	RS	0,92	3,17	0,91	4,08
9	RS	1,14	1,19	1,75	2,94
11	RS	1,11	1,33	1,59	2,92
13	RS	0,72	1,32	1,71	3,02
15	RS	0,79	1,09	1,57	2,66
51	RS	0,62	0,54	3,20	3,73
53	RS	0,92	0,52	3,31	3,83
55	RS	0,79	0,85	3,08	3,93
57	RS	10,54	1,13	3,86	4,98
59	RS	2,33	2,04	3,30	5,34
61	RS	0,88	1,10	1,46	2,56
63	RS	1,03	0,89	1,21	2,10
65	RS	1,01	1,09	1,57	2,66
107	RS	5,92	2,38	2,52	4,90

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
109	RS	1,50	1,21	0,54	1,75
111	RS	1,28	1,86	1,72	3,59
113	RS	1,42	1,82	2,07	3,89
115	RS	1,15	0,53	4,30	4,82
117	RS	0,98	1,48	6,58	8,05
119	RS	1,40	1,10	5,62	6,72
121	RS	1,44	3,26	5,37	8,63
123	RS	1,03	1,78	2,96	4,74
125	RS	1,07	0,79	1,02	1,81
127	RS	0,88	1,05	1,36	2,42
129	RS	1,63	2,12	2,61	4,74
131	RS	1,10	1,51	3,72	5,22
133	RS	1,66	1,18	2,85	4,03
135	RS	1,50	1,57	3,69	5,26
137	RS	0,71	1,55	3,37	4,92
139	RS	1,27	2,69	4,48	7,18
141	RS	1,79	4,42	7,35	11,77
143	RS	1,12	4,63	6,62	11,24
145	RS	1,08	5,19	7,51	12,70
147	RS	1,18	3,87	8,98	12,84
149	RS	0,80	3,76	9,35	13,11
151	SC	0,73	0,25	0,46	0,71
153	SC	0,66	0,05	0,09	0,14
155	SC	0,75	0,15	0,27	0,42
157	SC	1,22	0,15	0,27	0,42

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
159	SC	0,89	-0,01	0,11	0,10
161	SC	3,51	0,09	0,30	0,38
163	SC	1,62	0,16	0,16	0,32
165	SC	0,83	-0,04	0,34	0,30
167	SC	1,02	0,15	0,27	0,42
169	SC	0,56	0,10	0,18	0,28
171	SC	1,01	0,18	1,03	1,21
173	SC	1,26	0,26	0,89	1,15
175	SC	1,03	0,37	0,96	1,33
177	SC	1,96	0,42	1,05	1,47
179	SC	0,84	0,48	0,59	1,07
181	SC	1,06	0,14	0,39	0,52
183	SC	2,21	0,44	0,39	0,83
185	SC	1,25	0,14	0,39	0,52
187	SC	1,05	0,36	0,52	0,89
189	SC	0,60	0,57	1,32	1,90
191	SC	0,65	0,35	1,19	1,53
193	SC	0,75	0,10	0,18	0,28
195	SC	0,73	0,23	0,14	0,36
197	SC	0,62	0,28	0,23	0,50
199	SC	0,50	0,22	0,68	0,91
201	SC	0,98	0,50	0,36	0,87
203	SC	1,00	0,83	2,21	3,04
205	SC	0,97	0,93	1,41	2,34
207	SC	0,41	1,23	1,41	2,64

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
209	SC	1,06	0,79	1,02	1,81
211	PR	0,53	3,04	2,61	5,64
213	PR	0,58	1,96	1,91	3,87
215	PR	0,88	2,99	2,51	5,50
217	PR	0,89	1,07	1,25	2,32
219	PR	0,81	0,79	1,02	1,81
221	PR	1,92	0,99	1,39	2,38
223	PR	2,31	1,60	4,45	6,05
225	PR	0,62	2,19	2,04	4,23
227	PR	0,73	1,92	1,27	3,18
229	PR	1,12	1,85	1,84	3,69
231	PR	1,85	1,05	0,93	1,97
233	PR	4,76	0,89	0,66	1,55
235	PR	0,99	1,18	1,32	2,50
237	PR	3,50	0,81	1,34	2,16
239	PR	1,28	0,69	0,84	1,53
241	PR	2,20	2,06	1,10	3,16
243	PR	1,60	3,91	0,31	4,22
245	PR	1,21	1,93	1,70	3,63
247	PR	2,29	1,35	1,48	2,82
249	PR	3,43	1,59	1,50	3,08
251	PR	0,33	1,33	0,61	1,93
253	PR	0,81	1,69	1,13	2,82
255	PR	0,35	1,60	1,38	2,98
257	PR	0,49	1,25	1,29	2,54

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
259	PR	0,66	0,89	1,21	2,10
261	PR	0,56	1,81	1,63	3,44
263	PR	0,64	1,74	1,22	2,96
265	PR	0,70	1,38	0,70	2,07
267	PR	0,42	1,31	0,72	2,03
269	PR	0,54	1,24	0,86	2,09
271	PR	0,33	1,11	0,36	1,47
273	PR	0,26	1,48	0,33	1,81
275	PR	0,26	0,90	0,11	1,01
277	PR	0,41	0,78	0,59	1,37
279	PR	0,27	0,87	0,34	1,21
281	PR	1,75	4,46	9,64	14,09
283	PR	1,48	4,68	10,33	15,00
285	PR	0,63	2,56	4,10	6,65
287	PR	0,74	3,38	5,33	8,71
289	PR	1,01	2,48	3,69	6,17
291	PR	0,88	1,39	2,12	3,51
293	PR	0,56	1,75	3,74	5,48
295	PR	0,67	3,23	7,13	10,36
297	PR	0,63	1,90	4,01	5,91
299	PR	0,58	1,85	3,92	5,77
301	PR	1,33	3,58	6,24	9,82
303	PR	2,46	2,23	3,23	5,46
305	PR	1,57	3,78	6,60	10,38
307	PR	0,73	2,03	3,96	5,99

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
309	PR	0,90	0,96	2,71	3,67
311	PR	1,48	0,07	0,96	1,03
313	PR	0,73	1,39	3,65	5,04
315	PR	0,68	1,40	3,10	4,50
317	PR	1,63	1,94	2,13	4,07
319	PR	0,69	2,85	3,66	6,51
321	PR	2,62	1,17	0,88	2,05
323	PR	1,09	0,36	0,52	0,89
325	PR	1,21	0,51	0,80	1,31
327	PR	1,27	0,96	0,63	1,59
329	PR	1,50	1,15	1,11	2,26
331	PR	2,51	0,77	0,70	1,47
333	PR	1,66	0,71	1,16	1,87
335	PR	1,77	0,59	0,66	1,25
337	PR	2,44	0,25	0,46	0,71
339	PR	2,19	0,40	0,73	1,13
341	PR	1,35	0,38	0,41	0,79
343	PR	3,08	0,26	0,34	0,60
345	PR	1,35	0,41	0,61	1,03
347	PR	2,38	0,40	0,73	1,13
349	PR	1,13	0,19	0,48	0,67
351	PR	1,01	0,31	0,43	0,75
353	PR	1,42	0,55	0,45	1,01
355	PR	1,10	0,88	0,77	1,65
357	PR	1,51	0,62	0,43	1,05

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
359	PR	1,19	0,57	0,34	0,91
361	PR	1,52	0,74	0,38	1,13
363	PR	2,19	1,61	1,27	2,88
365	PR	1,82	1,06	1,80	2,86
367	PR	1,66	0,44	0,39	0,83
369	PR	1,92	1,01	0,72	1,73
371	PR	0,39	1,15	1,55	2,70
373	PR	0,88	0,21	0,25	0,46
375	PR	1,52	0,53	0,68	1,21
377	PR	1,48	0,36	0,52	0,89
379	PR	3,60	0,35	1,19	1,53
381	PR	2,02	0,49	0,48	0,97
383	PR	1,45	0,42	1,60	2,02
385	PR	1,99	0,23	1,12	1,35
387	PR	1,72	2,99	4,05	7,03
389	PR	1,25	0,09	1,28	1,37
1025	PR	3,90	6,27	9,19	15,46
1027	PR	2,91	5,87	9,01	14,87
391	SP	1,50	2,01	2,55	4,55
393	SP	2,09	2,53	7,39	9,92
395	SP	1,48	1,91	5,98	7,89
397	SP	1,84	2,02	5,06	7,08
399	SP	1,11	2,29	4,31	6,59
401	SP	0,97	4,87	6,64	11,51

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
403	SP	0,96	1,66	1,91	3,57
405	SP	0,96	1,31	1,82	3,12
407	SP	1,60	1,42	1,89	3,30
409	SP	0,87	1,54	3,92	5,46
411	SP	2,58	1,44	3,74	5,18
413	SP	2,01	1,88	4,13	6,01
417	SP	1,28	1,91	4,45	6,35
419	SP	1,46	1,26	1,73	2,98
421	SP	1,21	2,09	1,86	3,95
423	SP	1,15	2,44	2,51	4,95
425	SP	1,60	2,63	2,98	5,60
427	SP	1,14	2,67	5,70	8,37
429	SP	1,28	2,30	4,74	7,04
431	SP	2,98	2,35	4,83	7,18
433	SP	3,51	1,81	4,26	6,07
435	SP	2,74	0,92	0,98	1,89
437	SP	2,13	0,91	1,53	2,44
439	SP	5,86	1,00	1,27	2,28
441	SP	1,78	1,36	1,36	2,72
443	SP	3,44	1,00	1,82	2,82
445	SP	1,35	1,39	3,65	5,04
447	SP	1,40	1,63	3,67	5,30
449	SP	1,42	0,87	0,34	1,21
1029	SP	3,20	5,84	8,69	14,53
451	MS	1,60	2,32	1,99	4,31

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
453	MS	3,01	0,64	1,30	1,94
455	MS	1,81	0,17	0,59	0,77
457	MS	1,58	1,52	1,52	3,04
459	MS	1,45	2,65	0,23	2,88
461	MS	1,51	4,06	8,36	12,42
463	MS	2,97	3,30	3,50	6,79
465	MS	2,80	3,07	4,89	7,96
467	MS	3,10	0,84	1,11	1,95
469	MS	1,30	1,90	0,40	2,29
471	MS	1,66	2,26	1,47	3,73
473	MS	1,25	2,81	4,00	6,81
475	MS	1,22	2,52	2,36	4,87
477	MS	2,18	2,50	2,47	4,98
479	MS	2,88	1,10	0,47	1,57
481	MS	3,43	0,68	0,41	1,09
483	MS	2,52	2,80	3,02	5,82
485	MS	2,42	0,74	0,38	1,13
487	MS	14,85	3,04	3,04	6,08
489	MS	2,00	2,39	1,86	4,25
491	MS	1,04	1,67	0,26	1,93
493	MS	3,49	0,00	3,61	3,61
495	MS	2,94	0,49	-0,07	0,42
497	MS	1,73	1,19	0,22	1,41
499	MS	1,98	2,24	0,05	2,29
501	MS	4,02	0,48	0,04	0,52

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
503	MS	2,33	1,05	0,38	1,43
505	MS	1,18	0,22	2,77	2,99
507	MS	5,77	0,84	0,13	0,97
509	MS	1,93	0,25	-0,09	0,16
1011	MS	1,60	5,32	3,30	8,62
1013	MS	4,49	4,86	4,12	8,98
1015	MS	3,42	3,88	2,62	6,50
1017	MS	3,15	2,51	0,39	2,90
1019	MS	3,13	2,57	2,45	5,02
1021	MS	1,43	1,21	2,07	3,29
511	MT	0,76	2,24	1,58	3,83
513	MT	0,85	2,53	2,24	4,77
515	MT	0,92	2,53	2,79	5,32
517	MT	1,47	2,72	1,19	3,90
519	MT	0,76	0,74	0,38	1,13
521	MT	0,91	0,72	0,06	0,78
523	MT	0,85	0,66	0,09	0,74
525	MT	1,02	1,06	1,80	2,86
527	MT	0,65	1,91	1,81	3,73
529	MT	1,00	0,86	4,07	4,92
531	MT	1,18	3,27	4,71	7,98
533	MT	0,86	3,20	3,75	6,95
535	MT	1,06	1,36	1,36	2,72
537	MT	3,70	0,83	1,23	2,06
539	MT	4,09	1,87	2,71	4,57

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
541	MT	2,58	0,52	1,23	1,75
543	MT	5,20	0,06	0,53	0,59
545	MT	4,57	0,00	0,00	0,00
547	MT	7,50	0,73	2,03	2,76
549	MT	7,51	1,53	3,49	5,02
551	MT	12,07	0,34	0,20	0,54
553	MT	12,31	0,44	0,39	0,83
555	MT	2,25	0,00	0,00	0,00
557	MT	2,73	0,00	0,00	0,00
559	MT	6,84	0,34	0,20	0,54
561	MT	3,69	0,13	-0,05	0,08
563	MT	5,90	0,13	-0,05	0,08
565	MT	6,39	0,00	0,00	0,00
567	MT	6,64	0,00	0,00	0,00
569	MT	13,86	0,06	-0,02	0,04
571	MT	7,37	0,06	-0,02	0,04
573	MT	7,93	0,00	0,00	0,00
575	MT	7,01	0,06	-0,02	0,04
577	MT	3,00	0,23	0,14	0,36
579	MT	4,75	0,23	0,14	0,36
581	MT	3,07	0,06	-0,02	0,04
583	MT	5,52	0,25	0,46	0,71
585	MT	3,55	0,16	0,16	0,32
587	MT	2,45	0,17	0,59	0,77
589	MT	3,01	0,21	0,25	0,46

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
591	MT	3,47	0,13	-0,05	0,08
593	MT	1,27	0,00	0,00	0,00
595	MT	1,17	0,13	-0,05	0,08
597	MT	1,11	0,00	0,00	0,00
599	MT	1,52	0,00	0,00	0,00
601	MT	1,75	0,00	0,00	0,00
603	MT	1,08	0,06	-0,02	0,04
605	MT	1,54	2,60	10,98	13,58
607	MT	1,41	2,19	6,20	8,39
609	MT	1,35	1,72	5,50	7,22
611	MT	1,07	0,05	0,09	0,14
613	MT	1,46	0,16	0,16	0,32
615	MT	0,94	0,21	0,25	0,46
617	MT	0,79	0,16	0,16	0,32
619	MT	1,62	0,10	0,18	0,28
621	MT	1,20	0,00	0,00	0,00
623	MT	0,82	0,05	0,09	0,14
625	MT	0,86	-0,01	0,11	0,10
627	MT	0,82	0,00	0,00	0,00
629	MT	0,94	0,10	0,18	0,28
631	MT	0,84	0,15	0,27	0,42
633	MT	1,23	0,33	0,32	0,64
635	MT	1,03	0,11	0,07	0,18
651	MT	0,72	0,05	0,09	0,14
653	MT	1,31	0,00	0,00	0,00

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
655	MT	1,02	0,39	0,29	0,68
657	MT	0,96	0,18	0,04	0,22
659	MT	0,69	-0,03	2,31	2,28
661	MT	1,50	0,11	0,07	0,18
663	MT	1,02	0,00	0,00	0,00
665	MT	1,01	0,00	0,00	0,00
667	MT	1,13	0,05	0,09	0,14
669	MT	1,49	0,06	-0,02	0,04
671	MT	1,07	0,00	0,00	0,00
673	MT	0,71	0,00	0,00	0,00
675	MT	0,80	0,05	0,09	0,14
691	GO	1,60	4,39	6,05	10,44
693	GO	1,79	3,00	3,93	6,93
695	GO	1,88	2,74	4,58	7,32
697	GO	1,52	2,52	5,42	7,94
699	GO	2,11	2,64	4,39	7,03
701	GO	7,33	2,84	4,76	7,60
703	GO	2,27	2,26	4,53	6,79
705	GO	1,84	2,56	4,10	6,65
707	GO	1,96	2,85	3,66	6,51
709	GO	1,47	1,33	3,12	4,46
711	GO	1,79	1,08	3,22	4,30
713	GO	1,73	1,62	3,24	4,86
715	GO	3,18	3,93	1,18	5,11
717	GO	2,33	0,60	0,54	1,15

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
719	GO	4,21	1,05	0,38	1,43
721	GO	1,79	0,89	0,66	1,55
723	GO	2,88	0,35	0,09	0,44
725	GO	3,65	0,65	0,64	1,29
727	GO	3,67	1,08	1,14	2,22
729	GO	3,70	0,51	0,80	1,31
731	GO	4,30	0,23	0,14	0,36
733	GO	6,87	0,06	-0,02	0,04
735	GO	2,67	1,06	0,81	1,87
737	GO	3,08	0,52	0,25	0,76
739	GO	5,15	0,42	0,07	0,48
741	GO	12,88	0,55	0,45	1,01
743	GO	3,25	0,11	0,07	0,18
745	GO	1,99	0,55	1,00	1,55
747	GO	2,20	0,28	0,23	0,50
761	GO	3,27	0,38	0,41	0,79
763	GO	6,64	0,38	0,41	0,79
765	GO	3,24	1,10	2,55	3,65
767	GO	2,28	0,78	0,59	1,37
769	GO	2,73	0,33	0,32	0,64
771	GO	3,39	0,26	0,34	0,60
773	GO	2,13	1,30	1,38	2,68
775	GO	3,15	0,16	0,16	0,32
777	GO	3,99	0,36	0,52	0,89
779	GO	5,96	0,05	0,09	0,14

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
781	GO	2,22	0,15	0,27	0,42
783	GO	6,05	1,07	0,70	1,77
785	GO	2,10	1,50	1,75	3,24
787	GO	7,17	2,54	2,68	5,22
789	GO	1,90	1,68	2,23	3,91
791	GO	2,25	0,50	1,46	1,96
793	GO	2,02	0,26	0,89	1,15
795	GO	6,96	0,55	1,00	1,55
797	GO	5,12	0,68	1,94	2,62
799	GO	3,08	0,26	0,34	0,60
801	GO	2,07	1,32	1,16	2,48
803	GO	2,76	0,99	1,39	2,38
805	GO	1,50	0,70	0,73	1,43
807	GO	1,71	0,46	0,71	1,17
809	GO	1,39	0,65	0,64	1,29
811	GO	1,92	0,21	0,25	0,46
813	GO	2,07	0,45	0,27	0,72
815	GO	13,92	0,09	0,30	0,38
817	GO	16,88	0,70	1,28	1,98
819	GO	7,40	1,20	1,20	2,40
821	GO	31,21	0,67	1,50	2,18
823	GO	6,44	0,16	0,71	0,87
825	GO	7,26	0,56	1,99	2,54
827	GO	7,64	1,16	1,98	3,14
829	GO	9,75	0,44	0,39	0,83

(continua)

Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
831	MG	4,29	0,68	0,96	1,63
833	MG	14,72	0,53	0,68	1,21
835	MG	3,79	1,07	1,25	2,32
837	MG	1,67	0,55	0,45	1,01
839	MG	2,81	0,25	0,46	0,71
841	MG	3,40	0,29	0,66	0,95
845	MG	1,30	0,26	0,34	0,60
847	MG	1,83	0,67	0,52	1,19
849	MG	1,88	0,26	0,34	0,60
851	MG	1,73	0,70	0,73	1,43
853	MG	1,80	0,41	0,61	1,03
855	MG	2,96	0,25	0,46	0,71
857	MG	1,41	0,20	0,36	0,56
859	MG	1,71	0,30	0,55	0,85
861	MG	3,17	0,20	0,36	0,56
863	MG	1,71	1,99	4,74	6,73
865	MG	1,05	3,16	6,76	9,91
867	MG	1,18	3,41	7,73	11,13
869	MG	1,57	2,55	7,28	9,82
871	MG	1,55	3,86	2,85	6,71
873	MG	0,64	2,45	5,01	7,46
875	MG	1,71	2,89	1,23	4,13
877	MG	1,65	5,54	1,46	7,00
879	MG	1,38	1,08	-0,40	0,68
881	MG	0,75	2,22	0,28	2,49

(continua)

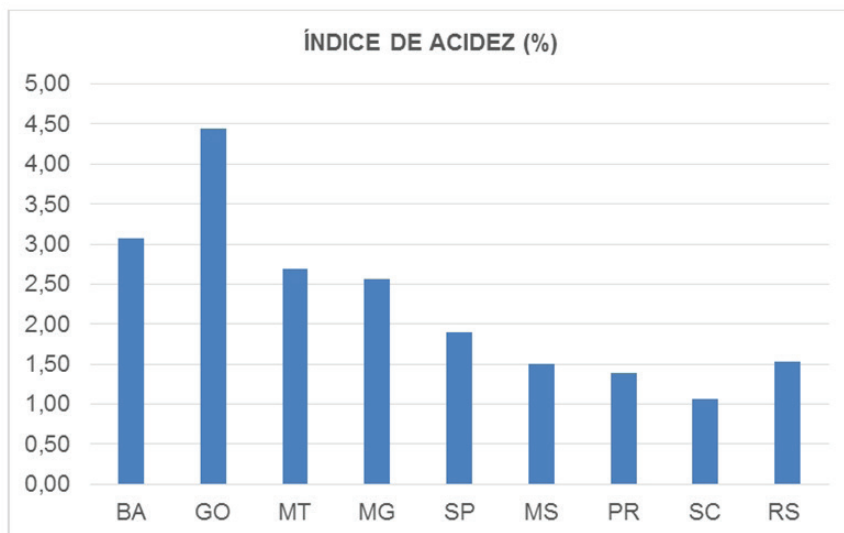
Tabela 1 – Resultados das amostras analisadas para determinação dos teores de acidez titulável e clorofila (*continuação*)

Amostra	Estado	ACIDEZ (%)	CLOROFILA (mg.g ⁻¹)		
			a	b	TOTAL
883	MG	18,22	4,51	0,42	4,93
885	MG	5,16	4,84	1,17	6,02
887	MG	1,75	2,91	1,12	4,03
889	MG	3,75	3,54	2,97	6,51
1023	MG	5,18	3,17	2,99	6,16
891	BA	5,51	3,43	5,97	9,39
895	BA	1,22	3,70	6,74	10,44
897	BA	0,99	3,55	6,47	10,02
899	BA	0,86	2,61	5,17	7,78
901	BA	1,18	2,54	5,31	7,84
925	BA	1,97	3,56	7,45	11,01
927	BA	0,58	3,55	7,02	10,56
929	BA	14,78	5,07	7,00	12,07
931	BA	1,03	4,99	7,69	12,68
935	BA	4,43	4,60	7,40	11,99

Fonte: Autoria própria.

A maior média do índice de acidez ocorreu nas amostras oriundas do estado de Goiás, com índices muito superiores ao 0,7% que é preconizado pela indústria esmagadora como índice ótimo de acidez no grão que será destinado à produção de óleo refinado (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Médias dos índices de acidez, em porcentagem, das amostras de soja coletadas em nove estados produtores na safra 2014/2015



Fonte: Autoria própria

As amostras dos estados do Sul apresentaram os menores índices de acidez, com destaque para Santa Catarina, com uma média de 1,06%, índice esse considerado o mais próximo dos 0,7% desejável pela indústria esmagadora. De maneira geral, os índices de acidez das amostras do Centro-Oeste e Nordeste foram superiores, seguida do Sudeste e do Sul.

Em estudo conduzido por Soares (2003), avaliou-se o aumento da acidez em diferentes tipos de grãos de soja e verificou-se que podem ser decorrentes da colheita mecânica, transporte ou armazenagem inadequada, danificação térmica durante os processos de secagem, ataque de percevejos, danos microbiológicos e/ou enzimáticos ou ainda por consequência da alta quantidade de grãos ardidos. O que há em comum entre os danos avaliados é que eles causam rachaduras ou são desencadeados por elas, como é o caso dos danos microbiológicos ou enzimáticos. O que ocorre é que o grão rachado ou danificado expõe os ácidos graxos ao contato com o oxigênio, levando a reações de oxidação que colaboram para o desenvolvimento do sabor de ranço, odores desagradáveis e aumento dos ácidos graxos livres.

De acordo com Faroni (1998), a temperatura influencia diretamente a qualidade do grão, isso porque a taxa de respiração dos grãos aumenta proporcionalmente com o aumento da temperatura, que é influenciado ainda pelo fator umidade desse grão. Teores de umidade maiores que 13-14% favorecem o aumento e a aceleração da respiração, culminando na deterioração do grão de

soja. As reações químicas envolvidas nas atividades respiratórias das sementes são controladas pelas enzimas. O processo de respiração do grão ocorre aeróbica ou anaerobicamente. Durante a respiração aeróbica, ocorre um processo de oxidação total da glicose, produzindo dióxido de carbono, água e energia, enquanto que na anaeróbica a glicose é completamente decomposta formando dióxido de carbono, álcool etílico e energia.

Assim sendo, os resultados apontam que regiões de clima mais ameno, como Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, podem ter favorecido a produção de um grão com menores índices de acidez por conta do clima mais frio, quando comparado com o clima do Nordeste do Brasil.

O produto da respiração é a diminuição do peso e o aumento do teor de umidade do grão e, nesse caso, o indesejável aumento do nível de dióxido de carbono, favorecendo o processo de fermentação do grão, diminuindo seu pH. Temperaturas mais amenas colaboram para que a taxa de respiração se mantenha desacelerada, conseqüentemente o grão tende a degradar-se mais lentamente.

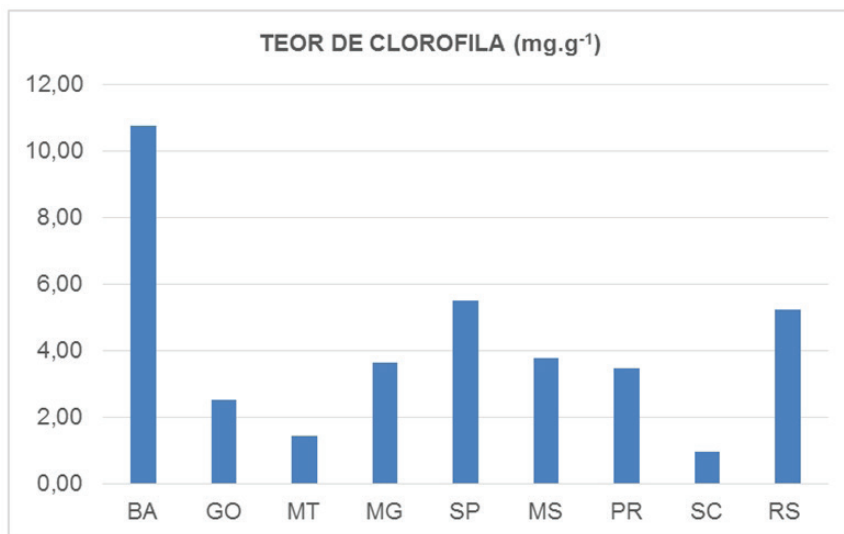
O aumento da acidez do grão de soja em decorrência da diminuição do pH é indesejável quando o grão é destinado para indústria esmagadora. Isso porque durante o processo de neutralização será necessário demandar maior quantidade de soda cáustica para neutralização dos ácidos graxos livres, o que implicará em aumento dos custos operacionais, resultando em prejuízo (DORSA, 2004).

Os resultados obtidos por Greggio e Bonini (2014), ao avaliarem os índices de acidez titulável de grãos de soja da safra 2011/2012 nos estados do Mato Grosso e Paraná, foram $>0,5\%$, quando comparados com os resultados obtidos nos mesmos estados nas safras de 2014/2015, onde o Paraná obteve média $<1,50\%$ e Mato Grosso $>2,50\%$, revelando que houve um aumento significativo no teor de acidez dos grãos de soja em três safras.

Quanto maior o nível de acidez do grão de soja, menor a qualidade dele, pois como descrito até o momento, esse grão provavelmente sofreu muito estresse durante a colheita ou armazenagem, fazendo com que ele não se desenvolvesse adequadamente ou desencadeasse um processo de deterioração. Porém, não é apenas a acidez que influencia a perda da qualidade do grão de soja, a clorofila também tem um papel importante nessa conjuntura.

O gráfico 2 ilustra que as amostras de grãos de soja vindas da Bahia obtiveram média superior aos demais estados em relação aos teores de clorofila total.

Gráfico 2 – Médias dos teores de clorofila, em porcentagem, das amostras de soja coletadas em nove estados produtores na safra 2014/2015



Fonte: Autoria própria

Em relação ao índice de clorofila total, as amostras dos estados de Santa Catarina e do Mato Grosso obtiveram as menores médias de teores de clorofila (0,96 e 1,42 mg.g⁻¹ respectivamente), o que é desejável pelo consumidor e pela indústria processadora.

Segundo Streit et al. (2005), a degradação da clorofila ocorre durante o processo de senescência, culminando na formação de catabólitos incolores. “A perda do pigmento verde ocorre devido à quebra oxigenolítica do macrociclo porfirínico do feoforbídeo seguido por uma redução na intensidade fluorescente do catabólito da clorofila”. Clorofilas são pigmentos instáveis que podem sofrer alteração induzidas por fatores ambientais, como o estresse hídrico, luminosidade reduzida, alterações enzimáticas e aumento do etileno. A temperatura também vai influenciar na diminuição do teor de clorofila, pois em temperaturas mais baixas as clorofilas *a* e *b* se decompõem muito menos. Ao correlacionar a exposição da clorofila a altas temperaturas com o pH, observa-se que em pH ácido (3,0) a clorofila é menos instável do que em pH básico (9,0).

O Brasil possui uma vasta área territorial, o clima diversificado resulta em temperaturas mais frias na região Sul (RS, SC e PR) e mais elevadas na região nordeste (BA). Como descrito anteriormente, temperatura, pH e uma diversidade de fatores intrínsecos e extrínsecos influenciam no processo de degradação da clorofila. Não é possível padronizar-se todas as vertentes que influenciam nos teores de

clorofila e tais fatores podem ter influenciado na discrepância entre os resultados de uma região para outra alcançados neste trabalho.

Nunes (2013) quantificou o teor de clorofila em ppm presente em porcentagens de 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6% em grãos imaturos correspondentes da safra 2011/2012 e sua influência quanto percentual de clorofila do óleo de soja. O quadro 2 demonstra os resultados obtidos no trabalho.

Quadro 2 – Percentuais de grãos imaturos e concentração de clorofila

Grãos imaturos	Concentração de clorofila em ppm	Concentração de clorofila em mg.g⁻¹
0%	0,27	0,000027
1%	14,8	0,001480
2%	42,24	0,004224
3%	66,71	0,006671
4%	96,18	0,009618
5%	116	0,011600
6%	114,5	0,011450

Fonte: Nunes (2013).

O estado de Santa Catarina obteve o menor teor de clorofila entre os estados analisados neste trabalho. No entanto, ao compará-lo com os percentuais obtidos por Nunes (2013), onde o mesmo destaca a influência do percentual de grãos esverdeados na qualidade do óleo de soja, observa-se que o resultado obtido por Santa Catarina não se enquadraria dentro dos percentuais de 0 a 6% considerados como não influenciadores na qualidade final do óleo de soja demonstrados no quadro 2.

O alto teor de clorofila pode estar associado a condições de estresse que resultam na morte prematura da planta ou baixo desenvolvimento do grão causado por diversos fatores, como temperaturas maiores que 30 °C; doenças que afetam as raízes, hastes e folhas da planta, assim como o déficit hídrico durante o estágio reprodutivo, presença de pragas, como insetos e principalmente percevejos (MANDARINO, 2005).

Elevados teores de clorofila implicam em diminuição da qualidade do grão de soja para a indústria alimentícia, pois para que este grão seja utilizado para produção de óleo refinado, será necessário demandar mais custos para o clareamento do mesmo (NUNES, 2013). Um óleo de soja refinado, exposto na gôndola do supermercado, não pode apresentar cor esverdeada, pois será rejeitado pelo consumidor.

5 Conclusão

O teor de acidez titulável nos grãos de soja da safra 2014/2015 dos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, respectivamente, alcançaram os menores resultados no que tange aos níveis de acidez titulável e clorofila dos grãos de soja da safra de 2014/2015, mantendo-se na faixa de 1 a 1,5%. Já o estado de Goiás, na região Centro-Oeste, obteve a maior média de acidez titulável, com aproximadamente 4,5%. Para as análises que quantificaram o teor de clorofila no grão de soja, os estados de Santa Catarina e Mato Grosso destacaram-se dos demais pelos índices menores que 2,00 mg.g⁻¹. O estado da Bahia obteve o maior valor dos nove estados analisados, com média superior a 10,00 mg.g⁻¹.

Referências

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. 6. ed. Urbana, AOCS, 2009. Method Ac 5-41

BRASIL. Instrução Normativa n° 49, de 22 de dezembro de 2006. Aprova o regulamento de identidade e qualidade dos óleos vegetais refinados; a amostragem; os procedimentos complementares e o roteiro de classificação, conforme os respectivos anexos I, II, III e IV desta instrução normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2006, p. 140-142, Seção 1.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007, Seção 1.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do anexo da Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007, que passa a vigorar com alterações, dando-se nova redação às alíneas “b” e “g” e acrescentando-se a alínea “h”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 145, p. 9, 30 jul. 2007, Seção 1.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2015/2016**. CONAB: Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-104, outubro 2015.

- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DORSA, R. **Tecnologia de Óleos Vegetais**. Westfalia Separador do Brasil Ltda. 1. ed. p. 75-114. Campinas, SP, nov. 2004.
- FARONI, L. R. D'A. **Fatores que Influenciam a Qualidade dos Grãos Armazenados**. p. 1-15. 1998. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ftp://ftp.ufv.br/dea/Disciplinas/Leda/En.674/Fatores%2520influenc%2520qualid%2520graos.doc&gws_rd=cr&ei=0OkPWL8phrf4AeHkj7AD>. Acesso em: 25 out. 2016.
- FREITAS, M. A.; GILIOLI, J. L.; MELO, M. A. B.; BORGES, M. M. O que a indústria quer da soja? **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 3, n. 26, p. 16-21, 2001.
- GONÇALVES, C. A.; SOARES, N. S.; BOLINA, C. O.; BARROS, E. G. Influência da Temperatura no Acúmulo de Proteínas em Sementes de Soja. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1038-1040, 2007.
- GREGGIO, E. A.; BONINI, E. A. Qualidade do Grão de Soja Relacionada com o Teor de Acidez do Óleo. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 645-658, 2014.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; et al. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica EMBRAPA-CNPSo**, n. 30, p. 1-70, 2000.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Óleos e gorduras. In: ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- MANDARINO, J. M. G. **Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados**. Comunicado Técnico 77. Paraná, abr. 2005.
- MANDARINO, J. M. G.; RESSING, A. C.; BENASSI, V. T. **Óleos alimentos funcionais**. EMBRAPA. 1. ed., p. 17-36, Paraná, 2005.
- MANDARINO, J. M. G.; RESSING, A. C. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. EMBRAPA. Documento 171, p. 11-38, Paraná, set. 2001.

MARTINEZ, M. **Clorofila**. InfoEscola. Disponível em: <http://www.infoescola.com/plantas/clorofila/>. Acesso em: 04 nov. 2016.

MIN, D. B.; BOFF, J. M. **Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods**. Institute of Food Technologists. 2016. Disponível em: <<http://www.ift.org/publications/crfsfs-20010113.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

NUNES, A. L. **Quantificação de clorofila em óleo vegetal extraído de soja com diferentes percentuais de grãos imaturos**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, Paraná, 2013.

O'BRIEN, R. D. Fat an Oils. In: O'BRIEN, R. D. (Ed.) **Fats and Oils Formulating and Processing for Applications**. Boca Raton, 2004. p. 175-232.

PÁDUA, G. P.; FRANÇA-NETO, J. B.; CARVALHO et al. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 128-138, 2007.

RIBEIRO E. P.; SERAVALLI E. A. G. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2007. v. 1. p. 1-150

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Soja: análise da conjuntura agropecuária**. Brasília, nov. 2013. Disponível em: <www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/.../soja__2013_14.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

SILVA, J. S. E.; BERBERT, P. A.; AFONSO, A. D. L.; RUFATO, S. Qualidade dos grãos. In: SILVA, Juarez de Souza e. (Org.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. v. 1, p. 63-105

SOARES, T. A. **Análise de acidez graxa como índice de qualidade em grãos de soja**. 2003. vi, 74 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2003.

Só **Biologia**. Pigmentos fotossintetizantes. 2008. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica13.php>>. Acesso em: 29 out. 2016.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

VON ELBE, J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza : Wisconsin – Madison, 2000. Cap. 10, p. 782-799

WOLF, R. B. et al. Effect of temperature on soybean seed constituents: oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, n. 59. p. 230-232, 1982

Barras de cereais contendo *okara* nas formulações

Jéssika Menck Curti

Neusa Fátima Seibel

1 Introdução

Atualmente, a população está mais preocupada com a sua saúde e bem-estar, além de ter sido atingida por mudanças sociais que resultaram na falta de tempo para o preparo das refeições; assim, a procura por produtos de consumo rápido tem aumentado. Como consequência, verifica-se um crescimento gradativo no mercado de barras de cereais, pois o produto supre essa necessidade.

As barras de cereais são produtos obtidos da mistura ou combinações de três ou mais alimentos higienicamente adquiridos, com variações entre valores nutritivos e sabor, destacando-se as que apresentam frutas e cereais, por serem as mais consumidas. Com a adição de agente ligante, adquire-se textura adaptada ao produto, o qual é embalado e comercializado em porções individuais, cerca de 25 gramas cada (GOMES; MONTENEGRO, 2006).

Devido às determinações da matéria-prima contida, as barras de cereais, no Brasil, são chamadas também de barras alimentícias. Os ingredientes contidos nelas são atrativos para diferentes inovações e diversificações, além de possuir um elevado teor de fibras alimentares (GOMES; MONTENEGRO, 2006).

O processamento industrial da soja origina grandes quantidades de produtos, entre eles, o extrato de soja, que, por sua vez, gera o subproduto *okara*, com grande valor agregado, devido à sua qualidade nutricional, especialmente quanto ao teor de fibras alimentares. Todavia, esse ingrediente ainda é pouco utilizado. O *okara* pode ser acrescentado à elaboração de produtos alimentícios e não alimentícios (LI; QIAO; LU, 2012). Pesquisas têm apresentado resultados satisfatórios, como Cunha et al. (2007), produzindo biscoitos com o subproduto da soja (*okara*), que apresentaram características sensoriais e tecnológicas aceitáveis.

Um dos fatores do consumo de fibras é obter uma alimentação saudável por meio de alimentos como vegetais integrais, pouco refinados, ricos em vitaminas,

minerais e nutrientes diversificados (BRASIL, 2005). Portanto, o consumo de fibras solúveis e insolúveis na dieta está relacionado a alimentos como frutas, legumes, grãos e cereais integrais, que evitam ou corrigem problemas de saúde, como obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros (IZZO; NINESS, 2001).

Nesse contexto, o objetivo da pesquisa realizada foi elaborar e caracterizar barras de cereais com a utilização de *okara* desidratado, uma vez que o produto desenvolvido não existe no mercado mesmo apresentando um alto teor de fibras alimentares e proteínas.

2 Barras de cereais contendo *okara*

Barras de cereais são alimentos práticos, de consumo rápido e alguns tipos delas podem ser considerados nutritivos. A soja, por sua vez, é um alimento cujo consumo é baixo, apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores de soja no mundo. Barra de cereais contendo *okara*, que é um derivado da soja, pode ser uma opção saudável para a população.

2.1 Barras de cereais

A Nutrimental foi a primeira indústria a introduzir barras de cereais no mercado brasileiro, com o primeiro lançamento em 1992 da barra de cereal Chonk. O produto não foi bem aceito pelos consumidores, sendo considerado que naquela época não havia uma preocupação e informações disponíveis sobre saúde, doenças e alimentação, e também por ser um produto inovador. Assim, a empresa lançou depois de dois anos a Nutry, a barra que está disponível até hoje nos mercados, sendo o carro-chefe da empresa. As barras foram sendo destacadas, chegando a picos de 25% de crescimento/ano, atraindo outras empresas como Nestlé e União.

O mercado para barra de cereal não é considerado maduro o suficiente, aproximadamente 20 empresas estão atuando na área, isso se justifica por apenas três empresas (Nutrimental – Nutry; Grain Mills – Trio, e a Nestlé – Neston), dominarem 80% do mercado. Dentre as empresas, cada uma varia sua participação no mercado, sendo que existe atualmente de 25 a 30 sabores de barras de cereais em diferentes versões: tradicional, tradicional com chocolate, *light*, *diet* e salgada.

Portanto, ainda que esse mercado de barras de cereais não seja explorado devidamente pelas indústrias, ele vem crescendo a cada ano, sendo um atrativo para os consumidores que querem uma alimentação saudável, e para aqueles que querem uma alimentação complementar às dietas diárias consumidas entre as refeições (BARBOSA, 2003).

Os importantes fatores que precisam conter para a produção de barras são os cereais (aveia, trigo, soja, arroz, cevada ou milho); a seleção dos carboidratos, que pro-

porcionam um equilíbrio do sabor; a determinação da vida de prateleira do produto; o enriquecimento de nutrientes e os agentes ligantes, que ajudam para uma melhor junção dos ingredientes, ou seja, para garantir sua estabilidade no processo (GUTKOSKI et al., 2007). As barras são elaboradas pela junção da massa dos cereais de sabor adocicado e agradável, pela fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (IZZO; NINESS, 2001), sendo que esses fatores que compõem a barra de cereal ajudam na prevenção de obesidade, câncer e diabetes, além de proporcionar um bom funcionamento orgânico (SOUZA; SREBERNICH, 2008).

Os produtos que despertam a curiosidade dos consumidores são aqueles benéficos à saúde. No entanto, para as indústrias alimentícias, o foco seria aproveitar ingredientes variados e acrescentar resíduos e insumos, assim esses resíduos que iriam para ração animal teriam outra finalidade, ou seja, um valor comercial maior. Estes novos produtos, por consequência, atrairiam os consumidores, uma vez que estariam enriquecidos nutricionalmente (SANTOS, 2010).

2.2 Soja

A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo, e o Brasil está no segundo lugar entre os maiores produtores da soja em grãos (31% do mercado) e em primeiro lugar entre os exportadores desse grão (41% do mercado) (Base USDA – Relatório WASDE, SIMPOSIO, 2014). Comparado com outros países perante a produção, o consumo e a exportação na safra 2013/14, o Brasil perdeu somente para os Estados Unidos em produção e consumo, e fica em segundo lugar em consumo, ganhando da Argentina. Esses três países produzem juntos 81% do mercado internacional, e a estimativa desses países para 2020 é exportar 140 milhões/t de soja (ANDA, 2014). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a área de plantio para a safra de 2015/2016 está estimada em 5,24 milhões de hectares.

A recomendação diária de ingestão de proteína de soja é de 25 g feita pela *Food and Drug Administration* (FDA) (1999), que, agregada a uma dieta com pouca gordura e colesterol, pode diminuir os riscos de doenças cardíacas. O consumo de alimentos com soja ajuda na redução do nível de colesterol ruim (LDL) e aumenta o nível de colesterol bom (HDL), pois a soja apresenta um índice elevado de proteínas em seu grão (CUPANI, 2009).

Segundo a TACO (2011), a soja é composta por 5,8% de umidade, 36% de proteínas, 14,6% de lipídios, 38,4% de carboidratos, 20,2% de fibra alimentar, 5,1% de cinzas. Mesmo pelas suas propriedades nutricionais favoráveis, a soja é considerada entre os brasileiros uma oleaginosa com gosto amargo, adstringente e rançosa. Isso por apresentar a enzima lipoxigenase, que é ativada em presença de umidade, oxidando os ácidos graxos poli-insaturados, resultando em compostos carboxíli-

cos, estes são os responsáveis pelo sabor residual típico da soja. As lipoxigenases são termosensíveis, assim sendo inativadas pelo tratamento térmico dos grãos íntegros (BORDIGNON; MANDARINO, 1994; REGITANO-D'ARCE, 2006).

A soja oferece, entre seus derivados mais conhecidos, o extrato de soja (ES), óleo de soja, tofu, farinha de *okara* e proteína texturizada de soja (PTS). Grandes avanços em pesquisas estão sendo feitos para melhorar os métodos e a utilização desses derivados em alimentos, sem perder o alto poder proteico e tendo boas características sensoriais (CUNHA et al., 2007).

2.3 *Okara*

A soja, por apresentar propriedades funcionais, gera grande atrativo para as indústrias alimentícias, fazendo com que avancem no desenvolvimento de novos produtos ou na substituição parcial do mesmo. Portanto, a simples mescla do grão, além de obter uma redução no custo, apresenta um conjunto de propriedades químicas, e assim confere características funcionais aos produtos desenvolvidos (SANTOS, BEDANI e ROSSI, 2004). Isso se volta para alimentos à base de soja ou enriquecidos com ela, a fim de substituir outros alimentos, como os de origem animal, favorecendo a alimentação humana (BOWLES; DEMIATE, 2006).

Deste modo, não apenas a soja está sendo utilizada na maioria dos produtos, mas também seus derivados, que não são usados geralmente pelas indústrias alimentícias. Um exemplo é o *okara*, que é um subproduto do processamento do extrato de soja com baixo valor comercial, mas rico em proteínas com alto valor nutritivo, alta taxa de eficiência proteica, ótimo perfil de aminoácidos essenciais e alta digestibilidade *in vitro* (MA et al., 1997). Além de apresentar alto percentual de fibras e aproximadamente 21% das isoflavonas presentes no grão integral (ROSSI et al., 2002). O *okara*, na maioria das vezes, é descartado como resíduo industrial ou utilizado na elaboração de ração animal, que, assim como a soja, é rico em proteínas (DANELUZ; CUNHA, 2009).

Existem alguns trabalhos já publicados que apresentaram produtos alimentícios contendo soja ou algum de seus derivados, como a produção de biscoitos com subproduto de soja (*okara*), que teve como objetivo elaborar duas formulações de biscoitos, uma com farinha de *okara*, e outra com farinha de *okara* suplementada com farinha de trigo (CUNHA et al., 2007). Outro trabalho foi a aplicação do *okara* em pães do tipo francês, no qual se produziu pães com concentrações diferentes de *okara* nas formulações 5%; 10% e 15% todos com adição à farinha de trigo na formulação (BOWLES; DEMIATE, 2005). Ainda se encontrou *okara* na produção de pães de queijo (APLEVICZ; DEMIATE, 2007) e na produção de hambúrgueres à base de *okara* no trabalho de Santos, Miguel e Lobato (2010).

2.4 Necessidades do consumidor

O desenvolvimento de um novo produto deve atender à satisfação e agradar o consumidor com certas necessidades, resultando em parâmetros de qualidade sensorial. Destacando-se a preocupação do produto com seus atributos cor, aparência, sabor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes (BARBOSA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003). A escolha pelas barras de cereais oferece grande facilidade de preparo e durabilidade, por serem acrescentados cereais secos, e também são bem aceitas pelo consumidor por atenderem às necessidades diárias (DIAS et al., 2010).

Devido ao fato de os brasileiros não consumirem o mínimo da quantidade de fibras recomendada, podendo resultar em doenças como diverticulose, síndrome do colón irritado e até mesmo o câncer, as barras de cereais são destaque, pois oferecem nutrientes e apresentam grandes teores de fibras (DUTCOSKY et al., 2006). Portanto, as barras de cereais que se destacam são aquelas que apresentam alto valor de fibras e baixo teor de gordura, sendo considerado também alto aporte energético (ESCOBAR et al., 1998).

3 Material e métodos

A elaboração das formulações e caracterização das barras de cereais contendo *okara* desidratado foi realizada no Laboratório de Bebidas, Vegetais, Análise de alimentos, de Pesquisa e de Análise Sensorial, ambos localizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina.

3.1 Obtenção do extrato de soja e *Okara*

A obtenção do extrato de soja (ES) e do *okara*, da cultivar BRS 232, para a formulação da barra de cereal, foi baseada na metodologia proposta por Broca et al. (2014). Os grãos de soja foram adicionados em água na proporção de 1:5 (grão:água) e fervidos por 5 minutos, essa água de fervura foi descartada e os grãos lavados em água corrente. Em seguida, os grãos foram colocados em água fervente na proporção de 1:10, deixando-os por 5 minutos sob fervura. Após o esfriamento até a temperatura ambiente, a água e os grãos foram triturados por 1 minuto em liquidificador industrial (Metvisa modelo LQ 15). A massa obtida foi peneirada para separar o ES do *okara* úmido e centrifugada. O *okara* úmido foi desidratado em estufa com circulação de ar a 60 °C até umidade de 12%.

3.2 Processamento da barra de cereal

Para a elaboração das barras de cereais, primeiramente foram realizados testes para a definição das formulações. Assim, foi determinada uma formulação padrão, uma formulação adicionada de 25% de *okara* (Formulação 1) e outra formulação contendo 17% de *okara* (Formulação 2), substituindo total ou parcialmente o gérmen de trigo e a aveia, respectivamente (Tabela 1).

No processo para obtenção das barras de cereais foram adicionados margarina, açúcar mascavo e mel, misturados sob aquecimento para obter-se uma calda, em fogo baixo, onde foram misturados os demais ingredientes: gérmen de trigo, aveia, castanha-do-brasil fatiada, flocos de arroz e canela. Após a homogeneização por 5 minutos, o produto foi retirado do aquecimento e colocado em recipiente retangular para a prensagem por 3 horas, em temperatura ambiente.

Tabela 1 – Formulações das barras de cereais (%)

Ingredientes	Padrão	Formulação 1	Formulação 2
<i>Okara</i> desidratado	–	25	17
Gérmen de Trigo	8	–	8
Aveia	33,5	16,5	16,5
Castanha-do-brasil	20	20	20
Mel	27	27	27
Açúcar mascavo	2	2	2
Flocos de arroz	7	7	7
Margarina	2	2	2
Canela	0,5	0,5	0,5

Formulação 1 – Formulação contendo 25% de *okara* desidratado na formulação.

Formulação 2 – Formulação contendo 17% de *okara* desidratado na formulação.

Fonte: Autoria própria.

3.3 Determinação química

As análises químicas das barras de cereais foram realizadas segundo os métodos descritos na A.O.A.C. (1995). O percentual de umidade foi determinado em estufa com circulação de ar a 105° C até peso constante. O conteúdo de cinzas

foi obtido em mufla a 550° C após incineração. As proteínas foram quantificadas pelo método de Kjeldahl com fator de correção 6,25. Os lipídios pelo método Soxhlet. E os carboidratos totais calculados por diferença. As fibras alimentares insolúveis e solúveis foram determinadas com a metodologia enzimática-gravimétrica segundo o método n° 991.43 da AOAC (1995).

3.4 Determinações tecnológicas

O volume de intumescimento (VI), os índices de absorção de água (IAA), óleo (IAO) e densidade foram determinados segundo o método descrito por Seibel e Beléia (2009).

3.5 Análise sensorial

As três amostras das barras de cereais, uma padrão e duas contendo *okara* 25% e 17%, foram submetidas ao teste de aceitação, o qual se dividiu em três dias diferentes para evitar suas comparações. O teste de aceitação avaliou os atributos aroma, sabor, textura e aceitação global por meio de uma escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, onde 0 corresponde a “desgostei extremamente” e 10 a “gostei extremamente”, proposta por Villanueva, Petenate e da Silva (2005). A intenção de compra foi avaliada com uma escala hedônica de cinco pontos, em que 5 representa “certamente compraria” e 1 representa “certamente não compraria”. Também foi calculado o índice de aceitabilidade (IA) das amostras segundo Dutcosky (1996).

O teste de aceitação contou com a participação de 150 julgadores, sendo 68% do gênero feminino e 32% masculino, 45,3% tinham idade entre 21 e 25 anos, 28% dos julgadores responderam consumir barra de cereal semanalmente e 34% eventualmente. Apenas 10% dos provadores eram de descendência asiática, enquanto que 90% pertenciam à outra descendência. Esta análise teve aprovação pelo Comitê de Bioética e Ética em Pesquisa da Irmandade da Santa Casa de Londrina – BIOISCAL, por meio do projeto n° 355/10 = CAAE: 0015.0.083.000 – 10.

3.6 Tratamento estatístico

Os dados da composição proximal, das propriedades tecnológicas e das fibras alimentares foram analisados pelo software Statistica 10.0, utilizando análise de variância (ANOVA) e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

4 Resultados e discussão

Para facilitar a visualização e compreensão dos resultados, optou-se por dividi-lo em determinação química da barra de cereal produzida; fibras solúveis, insolúveis e totais do produto final; análise das suas propriedades tecnológicas e, por fim, suas características sensoriais, como segue.

4.1 Determinação química

Os resultados obtidos para cinzas (Tabela 2) não apresentaram diferença entre as amostras, mostrando que o conteúdo mineral das formulações contendo *okara* não se alterou em relação à formulação padrão. Na análise de umidade, foi possível notar que a formulação com menor quantidade de *okara* apresentou menor teor de umidade (3,49 g/100 g), mesmo quando comparada à formulação padrão sem adição de *okara*.

As quantidades de proteínas se elevaram nas formulações com adição de *okara*, mostrando-se diferentes quando comparadas à formulação padrão, a formulação 1 com 25% de *okara* (35,86 g/100 g) e a formulação 2 com 17% de *okara* (34,59 g/100 g) não apresentaram diferença significativa entre si. Esses resultados mostraram que a adição do resíduo de soja foi eficiente na elevação do conteúdo de proteínas das barras de cereais, podendo ser uma alternativa para o enriquecimento de produtos alimentícios. As formulações 1 e 2 mostraram-se iguais à formulação padrão quanto ao teor de lipídios, embora tenham se diferenciado significativamente entre si.

Tabela 2 – Composição proximal da barra padrão e contendo 25% e 17% de *okara* (g/100 g)

Amostra	Cinzas	Umidade	Proteínas	Lipídios	Carboidratos
Padrão	1,99±0,02 ^a	4,97±0,43 ^a	25,57±1,69 ^b	16,96±1,11 ^{ab}	50,49
Formulação 1	2,24±0,48 ^a	5,43±0,58 ^a	35,86±0,49 ^a	15,54±0,51 ^b	40,91
Formulação 2	2,00±0,012 ^a	3,49±0,04 ^b	34,59±0,18 ^a	17,35±0,12 ^a	42,55

Média ± Desvio padrão; Os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância; *: determinado por diferença.

Formulação 1 – Formulação contendo 25% de *okara* desidratado na formulação.

Formulação 2 – Formulação contendo 17% de *okara* desidratado na formulação.

Fonte: Autoria própria.

Silva et al. (2009) desenvolveram barras de cereais com adição de resíduo industrial de maracujá desidratado nas proporções 10%, 20%, 30% e 40%, diferenciando com a aveia em flocos. Na sua composição química efetuaram as análises apenas para as barras padrão e contendo 30% do resíduo de maracujá. Obtiveram-se resultados para umidade de 10,9% e 11,9% respectivamente em base úmida, sendo que as amostras se diferenciaram entre si. Comparada com a barra padrão (4,97%) e a barra contendo 25% de *okara* desidratado (5,43%), houve uma porcentagem menor e elas não se diferenciaram entre si. Explica-se pela maior absorção de água pelas barras contendo resíduo industrial de maracujá e pelos ingredientes que diferem as barras de *okara* com a barra de maracujá. As barras de cereais estão dentro do padrão requeridas pela Resolução n. 12 de 1978 (ANVISA, 2015), que solicita que produtos à base de cereais devem apresentar um limite máximo de umidade de 15%. Assim, os resultados obtidos indicaram que os produtos desenvolvidos atenderam aos requisitos de umidade pela legislação.

Para as análises de proteínas, os resultados obtidos na pesquisa de Silva et al. (2009) foram de 7,4% para a padrão e 4,3% para a amostra com 30% de resíduo de maracujá, ambas apresentaram diferença significativa entre si. Neste trabalho, as barras de cereais padrão e contendo *okara* (25% e 17%) obtiveram um percentual maior, sendo, respectivamente, 25,57%, 35,86% e 34,59%, e esses valores se explicam porque o *okara* é rico em proteínas. Segundo Yamaguchi et al. (1996), o *okara* pode ser utilizado como aditivo alimentar, pois em sua composição química apresenta em torno de 29% de proteínas em base seca. Em outra pesquisa feita por Cunha et al. (2010), na qual foram formuladas barras de cereais contendo farinha de *okara* nas proporções de 10%, 20% e 30%, as barras apresentaram 8,92%, 12,16%, 13,41% de proteínas, respectivamente. Esses valores foram menores do que os dos que apresentaram com o *okara* apenas desidratado, presentes neste trabalho. Já na análise de lipídios, os resultados obtidos foram menores (5,53%, 5,94% e 6,35%) respectivamente do que este trabalho. Esta variação pode ser explicada porque a soja utilizada pode ter apresentado diferenças na sua composição e também pelas diferenças nas formulações. Os resultados da análise de cinzas variaram entre 1,16 a 1,38 g/100 g no trabalho de Cunha et al. (2010), e os carboidratos foram de 65,49 a 71,09 g/100 g, estes últimos apresentando, ali, valores menores do que neste trabalho.

4.2 Fibras solúveis, insolúveis e totais

O conteúdo de fibras solúveis (Tabela 3) obtido para as formulações contendo *okara* não foi significativo quando comparado à formulação padrão, sendo que estas não diferiram entre si. Ao contrário do conteúdo de fibras insolúveis, que nas formulações contendo *okara* foi maior quando comparado à formulação

padrão sem adição de *okara*, mostrando que a presença do resíduo aumentou significativamente o teor de fibras insolúveis das barras de cereais.

O maior valor de fibras totais foi obtido para a formulação 2. Embora a mesma tenha sido a formulação com menor adição de *okara*, esta se mostrou diferente da formulação padrão e similar a formulação 1, mostrando que a adição de *okara* nas formulações 1 e 2 aumentou consideravelmente as fibras totais da barra alimentícia, ainda que o conteúdo presente na formulação 1 tenha sido similar ao encontrado na formulação padrão.

Tabela 3 – Análise de fibras solúveis, insolúveis e totais (g/100 g)

Amostra	Fibras Solúveis	Fibras Insolúveis	Fibras Totais
Padrão	2,92±0,39 ^a	8,72±0,39 ^b	11,64±0,01 ^b
Formulação 1	2,36±0,09 ^a	13,12±0,21 ^a	15,49±0,30 ^{ab}
Formulação 2	5,18±1,25 ^a	12,65±1,07 ^a	17,84±2,32 ^a

Média± Desvio padrão; Os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância; *: determinado por diferença.

Formulação 1 – Formulação contendo 25% de *okara* desidratado na formulação.

Formulação 2 – Formulação contendo 17% de *okara* desidratado na formulação.

Fonte: Autoria própria.

Machado, Oliveira e Melo (2011) desenvolveram barra de cereal matinal com polpa de laranja desidratada, com resultados de fibras solúveis de 0,75%, fibras insolúveis 4,52% e fibras totais 5,27%. Porém, para as barras contendo *okara* (25% e 17%) e a barra padrão, obtiveram-se valores maiores para todas as análises de fibras, solúveis, insolúveis e totais, sugerindo que o *okara* apresenta valores de fibras alimentícias maiores que a polpa de laranja desidratada. Contudo, no trabalho dos autores, os valores das fibras totais se caracterizaram como um produto segundo a Legislação Brasileira (BRASIL, 1998) como fonte de fibras, sendo que os teores foram superiores a 3%.

Em outra pesquisa feita por Silva et al. (2009) com barras de cereal contendo resíduo de maracujá na proporção de 30% como substituto da aveia em flocos, os resultados de fibras para a barra foram: solúveis 0,5%, insolúveis 9,8% e totais 10,4%. Os resultados para a barra de cereal sem adição do resíduo de maracujá (padrão) foram: fibras solúveis 2,0%, insolúveis 4,3% e totais de 6,6%. As barras contendo 25% e 17% de *okara* desidratado apresentaram valores maiores para as fibras que a contendo resíduo de maracujá. Na barra de cereal padrão os resultados também se apresentaram maiores para as fibras, podendo ser justificada pela diferença de ingredientes utilizados na formulação das barras de cereais. A barra

com resíduo de maracujá foi considerada como rica em fibras alimentares, pois está de acordo com a legislação brasileira (1998), que exige um mínimo de 6 g de fibras/100 g (para alimentos sólidos). Ditas também para as barras contendo *okara* com (25% e 17%) por apresentarem valores significativos para serem consideradas ricas em fibras alimentares.

Cunha et al. (2010) desenvolveram barras de cereais com 10%, 20% e 30% de farinha de *okara* substituindo a aveia em flocos finos; os resultados analisados apenas para as fibras totais foram: 14% para as barras contendo 10% de farinha de *okara*, 17,21% na barra que continha 20% de farinha de *okara* e 20,43% para a que continha 30%. Comparando a barra de cereal com 20% de farinha de *okara* com a que contém 17% de *okara* desidratado (17,84%), os teores de fibras para a barra deste trabalho são proporcionalmente maiores, mesmo os valores quantificados sendo próximos, pois a substituição foi menor. No trabalho dos autores citados, foi avaliada a composição proximal da farinha de *okara* em base seca, e para as fibras totais o resultado foi de 42,3%. Isso prova o aumento deste ingrediente nos produtos nos quais ele é adicionado.

4.3 Propriedades tecnológicas

De acordo com a Tabela 4, as análises de volume de intumescimento e índice de absorção de óleo não apresentaram diferença entre as formulações, mostrando que a presença de *okara* não os influenciou. Diferentemente do índice de absorção de água que apresentou maiores valores para as formulações com presença do resíduo de soja, mostrando que o *okara* aumentou a capacidade de hidratação das amostras. A formulação 2 se diferenciou das demais em relação à densidade, pois foi menor, representando menor massa no mesmo volume.

Tabela 4 – Propriedades tecnológicas da barra padrão, contendo 25% de *okara* e 17% de *okara*

Amostra	VI (mL/g)	IAA (g/g)	IAO (g/g)	Densidade (g/mL)
Padrão	0,63±0,05 ^a	1,95±0,05 ^b	1,59±0,02 ^a	0,18±0,01 ^a
Formulação 1	0,66±0,05 ^a	2,26±0,10 ^a	1,86±0,10 ^a	0,18±0,01 ^a
Formulação 2	0,56±0,05 ^a	2,21±0,14 ^{ab}	1,65±0,29 ^a	0,16±0,01 ^b

Média± Desvio padrão; Os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância; *: determinado por diferença.

VI – Volume de intumescimento, IAA – Absorção de água, IAO – Absorção de óleo.

Formulação 1 – Formulação contendo 25% de *okara* desidratado na formulação.

Formulação 2 – Formulação contendo 17% de *okara* desidratado na formulação.

Fonte: Autoria própria.

Barbosa et al. (2011) produziram farinhas a partir de subprodutos agroindustriais e encontraram valores para a farinha de *okara* desidratada de 2,86 g/g de IAO, 3,8 g/g de IAA e 8,63 mL/g de VI, valores maiores presentes nesse trabalho para as barras de cereais contendo 25% e 17% de *okara* desidratado. Em relação ao índice de absorção de óleo, analisando todos os valores de maneira geral, ele foi menor do que os valores de IAA, e, com isso, pode-se observar que o *okara* interage melhor com a água.

4.4 Análise sensorial

O aroma e a aceitação global das barras padrão e contendo 25% e 17% de *okara* não diferiram significativamente entre as formulações, obtendo médias de 8,1 e 7,5 respectivamente, correspondentes a “gostei muito” e “gostei moderadamente” (Tabela 5). Para o atributo sabor, as melhores médias foram para a formulação 1 e formulação 2, sendo que não houve diferença significativa entre elas. No parâmetro de textura a barra padrão e a formulação 1 não apresentaram diferença significativa, entretanto a formulação 2 obteve a melhor nota (7,69) comparada às outras formulações e diferindo das demais.

Tabela 5 – Análise sensorial das barras de cereais

Amostras	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação global
Padrão	8,18±1,45 ^a	7,30±2,05 ^b	6,59±2,21 ^b	7,32±1,66 ^a
Formulação 1	8,20±1,60 ^a	8,04±1,54 ^{ab}	6,11±2,18 ^b	7,32±1,62 ^a
Formulação 2	8,13±1,57 ^a	8,37±1,38 ^a	7,69±1,83 ^a	7,91±1,91 ^a

Média± Desvio padrão; Os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância; *: determinado por diferença.

Formulação 1 – Formulação contendo 25% de *okara* desidratado na formulação.

Formulação 2 – Formulação contendo 17% de *okara* desidratado na formulação.

Fonte: Autoria própria.

Cunha et al. (2010) formularam barras de cereais com 10%, 20% e 30% de farinha de *okara*, e avaliaram os atributos aroma, sabor e aceitação global. Para o atributo aroma, os valores de 7,46, 7,44 e 7,37 não se diferenciaram significativamente entre as formulações, sendo estes valores similares aos obtidos neste trabalho, tendo uma aceitação considerável de “gostei muito”. No estudo do mesmo autor, para o atributo sabor, as barras de cereais também não apre-

sentaram diferença significativa. Já neste trabalho, houve diferença entre a barra padrão e a formulação 2, entretanto as duas formulações foram bem aceitas com atribuições de “gostei muito” e “gostei muitíssimo”.

Ainda tomando como base o trabalho de Cunha et al. (2010), a aceitação global da barra com farinha de *okara* nas proporções de 10% e 20% não apresentou diferença significativa, ao contrário da barra contendo 30%, que apresentou diferença devido a maior quantidade de farinha de *okara* utilizada na formulação. Diferente do que aconteceu para este trabalho que, tanto a barra padrão contendo 25% de *okara* desidratado (Formulação 1), quanto a contendo 17% de *okara* desidratado na formulação (Formulação 2), não apresentaram diferença significativa. Isso ocorre pelo uso de alguns ingredientes diferentes nas formulações tanto para este trabalho como para o comparado.

Os resultados da intenção de compra (Figura 1) mostraram que, para a formulação padrão, a maioria dos julgadores provavelmente compraria o produto (38%), ou talvez compraria/talvez não compraria (34%), enquanto apenas 4% dos julgadores responderam que certamente não compraria a barra de cereal. Para as formulações 1 e 2, ocorreu o mesmo comportamento, a maior parte dos julgadores respondeu que provavelmente compraria, (40%) e (46%), e que certamente não compraria somente 4% respondeu para a formulação 1, e nenhum julgador para a formulação 2.

O segundo valor da escala mais citado para as duas barras contendo *okara* desidratado foi talvez compraria/talvez não compraria, representando 32% (formulação 1) e 16% (formulação 2). No geral, as três formulações foram bem aceitas devido à maior porcentagem de respostas para os itens “Certamente compraria” e “Provavelmente compraria”. No entanto a formulação 2 foi melhor em relação às demais, pois atingiu 76%, somando as duas escalas, seguida pela formulação 1 com 56% e pelo padrão com 52%.

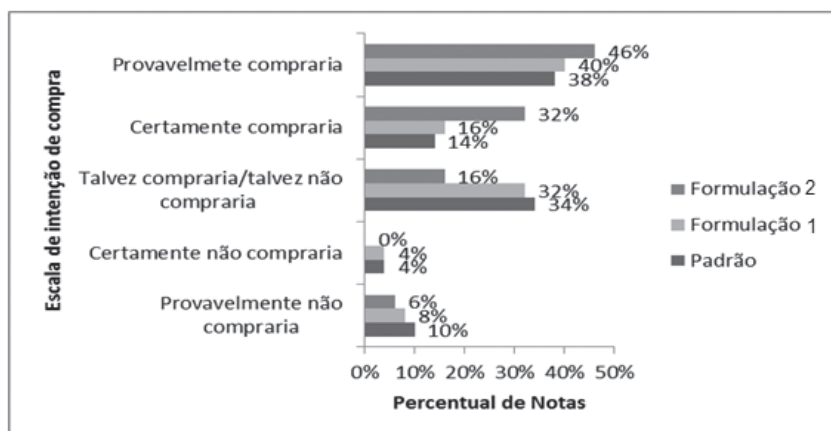


Figura 1 – Intenção de compra das barras de cereais

Correlacionando a intenção de compra com a aceitação dos atributos sensoriais avaliados, nota-se que a formulação 2 (contendo 17% de *okara* desidratado) foi a que se mostrou mais bem aceita, sendo esta a de maior potencial para inclusão no mercado, uma vez que não existe a aplicação desse ingrediente nas barras de cereais já comercializadas.

Assim, foi possível formular, caracterizar e avaliar sensorialmente barras de cereais com resíduo de soja, *okara*, e identificar que a adição do *okara* contribuiu para a elevação do conteúdo de proteínas e fibras insolúveis nos produtos analisados. Concluiu-se, portanto, que o resíduo da soja possui potencial para o enriquecimento de produtos alimentícios em relação ao teor proteico e de fibras.

5 Conclusão

As barras de cereais padrão, formulação 1 e formulação 2, não apresentaram diferenças no teor de cinzas. O menor teor de umidade foi da formulação 2, com menor quantidade de *okara* adicionado. Os teores de proteínas se elevaram nas formulações com adição de *okara*.

Para as análises de volume de intumescimento e índice de absorção de óleo, observou-se que não houve alteração com a presença de *okara* (25% e 17%). O índice de absorção de água apresentou maior valor para as formulações com a presença do resíduo de soja, mostrando que o *okara* aumentou a capacidade de hidratação das amostras. A formulação 2 apresentou o menor valor das demais em relação à densidade.

O atributo aroma e a aceitação global tiveram média de 8,1 e 7,5, respectivamente “gostei muito” e “gostei moderadamente”; o sabor apresentou as melhores médias nas barras contendo *okara* desidratado, que foram 8,04 para contendo 25% de *okara* (formulação 1) e 8,37 para contendo 17% de *okara* (formulação 2). Na aceitação da textura, a formulação 2 apresentou a maior média (7,69), diferindo das demais. A análise de intenção de compra mostrou que a formulação 2 foi a mais bem aceita, corroborando as maiores médias recebidas em todos os atributos avaliados.

Referências

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº 12, de 1978**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf> Acesso em: 15 abr. 2015.

AOAC. Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of AOAC International**. Washington, USA, 1995. 1141 p.

APLEVICZ, K.; DEMIATE, I. M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de *okara*. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1416-1422, set./out. 2007.

BARBOSA, C. E. M. Barras de cereais: Lucre com esse mercado que cresce 20% ao ano. **Revista da Padaria Moderna**, v. 68, n. 8, ano 6, p. 16-18, 2003.

BARBOSA, J. R. et al. Avaliação da composição e dos parâmetros tecnológicos de farinhas produzidas a partir de subprodutos agroindustriais. **Revista Tecnológica**. Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 21-28, 2011.

BARBOSA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil Alimentos On-Line**, n. 18, jan./fev., 2003. Disponível em: <[http:// www.signuseditora.com.br/BA/.../18%20-%20Desenvolvimento.pdf](http://www.signuseditora.com.br/BA/.../18%20-%20Desenvolvimento.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília, DF, 2005.10p.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil. Brasília, 16 jan. 1998. p. 1-3.

BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de *okara* e aplicação em pães do tipo francês. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 652-659, 2006.

BROCA, C. L. C.; QUINHONE Jr., A.; GROSSO, F. S.; DANIELS, J.; SEIBEL, N. F. Elaboração e Armazenamento de uma Bebida à Base de Soja Sabor Limão. **UNICIÊNCIAS**, v. 18, n. 1, p. 33-38, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2015/2016**. CONAB: Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-104, 2015.

- CUNHA, M. A. et al. Produção de Biscoitos com Subproduto de Soja (*Okara*). *Synergismus scyentifica UTFPR, América do Norte*, 2, nov. 2007. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/205/4>. Acesso em: 24 mar. 2015.
- CUNHA, M. A. et al. Barras alimentícias formuladas com resíduo de soja. *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos, Campo Mourão (PR)*, v. 1, n. 2, p. 89-96, 2010.
- CUPANI, G. Suco com soja tem baixo teor de composto benéfico. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 25 ago. 2009. Folha online. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/equilibrio/noticias/ult263u614519.shtml>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- DANELUZ, D.; CUNHA, M. A. A. Produção de biscoitos formulados com farinhas de berinjela (*Solanum melongena*, L.) e *okara*. In: XIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UTFPR, 2009, Pato Branco. *Anais...*, 2009. v. 1. p. 1-4.
- DIAS, J. M. et al. Barra de Cereais Desenvolvidas por uma Cooperativa Popular no Contexto da Economia Solidária. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v. 17, n. 1, p. 94-103, 2010.
- DUTCOSKY, S.D. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Ed. DA Champagnat, 1996.
- DUTCOSKY, S. D. et al. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*, v. 98, p. 630-638, 2006.
- ESCOBAR, B. A. et al. Características nutricionales de barras de cereales y maní. *Archivos Latino Americanos de Nutricion*, v. 48, n. 2, p. 156-159, 1998.
- GOMES, C. R.; MONTENEGRO, F. M. *Curso de tecnologia de barras de cereais*. Campinas: ITAL, 2006.
- GUTKOSKI, L. C. et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia e com alto teor de fibra alimentar. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

- IZZO, M.; NINESS, K. Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose. *Cereal Foods World.*, v. 46, n. 3, p. 102-106, 2001.
- LI, B.; QIAO, M.; LU, F. Composition, Nutrition, and Utilization of Okara (Soybean Residue). *Food Reviews International*, v. 28, n. 3, p. 231-252, 2012.
- MA, C. Y.; LIU, W. S.; KWOK, K. C.; KWOK, F. Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (*okara*). *Food Res. Int.*, v. 29, n. 8, p. 799-805, 1997.
- MACHADO, F. M. V. F.; OLIVEIRA, A. A.; MELO, R. M. Desenvolvimento e aceitabilidade de cereal matinal à base de fibra de laranja (*Citrus sinensis L.*). *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos*, Campo Mourão (PR), v. 2, n. 2, p. 135-141, 2011.
- SANTOS, J. F. **Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde.** 2010. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- SANTOS, G. C.; BEDANI, R.; ROSSI, E. A. Utilização de Resíduo de Soja (OKARA) no Desenvolvimento de um Cereal Matinal. *Alim. Nutr.* Araraquara, v. 15, n. 1, p. 31-34, 2004.
- SANTOS, C. G. P.; MIGUEL, D. P.; LOBATO, F. M. Processamento de “hambúrgueres” à base de resíduo de soja “*okara*”: análise físico – química, sensorial e microbiológica. In: IX JORNADA CIENTÍFICA DA FAZU. Outubro de 2010. Uberaba. *Anais...* Uberaba – MG. 2010.
- SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. *Braz. J. Food Technol.*, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.
- SILVA, I. Q. et al. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. *Alimento Nutricional*, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 321-329, 2009.
- REGITANO-D’ARCE, M. A. B. Produtos proteicos de soja. In: OETTERER, M.; REGITANO-D’ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Barueri, São Paulo, p. 355-402, 2006.

- ROSSI, E. A. et al. Quantificação de isoflavonas nas diversas etapas do processamento do “iogurte” de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18. 2002. Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: SBCTA, 2002. CDROOM.
- SOUZA, F. N.; SREBERNICH, S. M. Barra de cereal diet – desenvolvimento e otimização utilizando a metodologia de superfície de resposta nas variáveis dependentes textura, cor e atividade de água. In: XIII Encontro de Iniciação Científica (PUC – Faculdade de Nutrição). **Anais...**, Campinas, 2008.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** – TACO. 4ª Edição. Campinas – SP, 2011.
- 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**, v. 16, n. 8, 2005.
- IV Congresso Brasileiro de Fertilizantes. Associação Nacional para Difusão de adubos, 2014, São Paulo. **Desafios e Oportunidades**. ANDA, 2014. Disponível em: <<https://bay167.mail.live.com/mail/ViewOfficePreview.aspx?messageid=mgilLL1QLX5BGTYAAjfeM5aA2&folderid=flinbox&attindex=0&cp=-1&attdepth=0&n.28185561>>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- VII Simpósio Paranaense de Pós-Colheita de Grãos VI Simpósio Internacional de Grãos Armazenados. 2012, Londrina. **Agronegócio Brasileiro Alavanca do Mercado Interno Oportunidade e Desafios**. ABRAPÓS, 2012. Disponível em: <<http://www.abrapos.org.br/eventos/spp.2012/?menu=download>>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- YAMAGUCHI, F.; OTA, Y; HATANAKA, C. Extraction and purification of pectic polysaccharides from soybean *okara* and enzymatic analysis of their structures. **Carbohydrate Polymers**, v. 30, p. 265-273, 1996.

Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos

Rebeca Priscila Flora Catarino

Neusa Fátima Seibel

1 Introdução

O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá, o que se deve principalmente por dispor de condições favoráveis para o seu cultivo, pois a fruta apresenta bom desenvolvimento em regiões tropicais e subtropicais. No país, o fruto é destinado, em sua maioria, para a fabricação de sucos e consumo *in natura* (BORGES; LIMA, 2009).

O crescimento da produção de frutas associado ao fato de que parte significativa desta produção é destinada ao processamento em agroindústrias levanta discussões relacionadas ao descarte dos subprodutos provenientes do beneficiamento da matéria-prima nessas indústrias (MENDES, 2013). Segundo O'Shea, Arendt e Gallagher (2012), no processamento de frutas e vegetais, aproximadamente um terço do volume destes alimentos é descartado, ocasionando a geração de uma grande quantidade de resíduos, ao mesmo tempo que limita a utilização do potencial nutricional máximo do produto.

Sabe-se que as cascas de frutas são os principais subprodutos gerados neste cenário. Estas apresentam elevada quantidade de fibras alimentares, componente nutricional que mais se destaca em sua composição. Uma alternativa para seu uso é a transformação em farinha, podendo, assim, ser utilizada como ingrediente em produtos alimentícios.

A farinha da casca de maracujá, por ser rica em fibras, apresenta um grande potencial para ser incorporada em alimentos, como os produtos de panificação, pois esses, de modo geral, apresentam elevada aceitação entre os consumidores (MIRANDA et al., 2013). Nesse sentido, diversos pesquisadores têm se empenhado no desenvolvimento de pesquisas que visam ao aproveitamento da casca de maracujá em produtos para alimentação humana. Dentre os produtos já

desenvolvidos, incluem-se biscoitos (SANTANA et al., 2011); barras de cereais (AMBRÓSIO-UGRI; RAMOS, 2012); bolos (MIRANDA et al., 2013) e pães (LIMA, 2007).

A elaboração de farinha de casca de maracujá e sua incorporação em produtos como os biscoitos podem auxiliar na redução do desperdício de um subproduto rico em nutrientes e de baixo custo, além de promover melhorias na qualidade nutricional do produto elaborado, contribuindo, assim, para uma melhor ingestão deste nutriente pela população. Por outro lado, tal incorporação atende à demanda constante de parte significativa da população por alimentos saudáveis. Portanto, é importante que estudos sejam conduzidos a fim de se garantir a eficácia no aproveitamento das cascas de maracujá na alimentação. É essencial analisar as características tecnológicas, nutricionais e sensoriais do produto elaborado para conhecimento das características ocasionadas pela substituição dos ingredientes. Assim, essa pesquisa teve por objetivo elaborar e caracterizar uma farinha obtida a partir de casca de maracujá.

2 Aproveitamento de resíduos

O processamento de frutos na indústria de alimentos gera resíduos, como é o caso das cascas e sementes, que muitas vezes não são aproveitados sendo, portanto, descartados sem nenhuma utilidade. Entretanto, existem algumas alternativas que permitem que estes resíduos sejam utilizados de maneira eficiente, reduzindo também os níveis de impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado (OLIVEIRA, 2009).

Diante disso, inúmeros subprodutos agroindustriais vêm se tornando alvo de estudos, principalmente devido à presença de nutrientes importantes à saúde humana em sua composição, como por exemplo, proteínas, carboidratos e compostos com ação antioxidante. Além disso, tais resíduos caracterizam-se como elementos de baixo custo, podendo, assim, gerar produtos de preço acessível por não elevarem significativamente os custos de produção (MIRANDA et al., 2013; BOLANHO, 2014).

2.1 Maracujá (*passiflora edulis*)

O maracujazeiro é uma planta tropical e subtropical pertencente à família *Passifloraceae* com cerca de 500 espécies identificadas, das quais aproximadamente 150 são nativas do Brasil. É uma planta do tipo trepadeira e dependente de polinização cruzada (MELETTI, 2005; FILHO; LEITE; RAMOS, 2015).

Dentre as espécies de maracujá conhecidas, encontram-se o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg), doce (*Passiflora alata*) e roxo (*Pas-*

siflora edulis). O maracujá amarelo se destaca por diversas características, tais como: maior tamanho e peso, possibilita maior rendimento de suco, apresenta maior teor de carotenos, maior acidez total, é mais resistente a pragas e é a espécie de maior produtividade por hectare (CARETTA, 2010).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015), no ano de 2014 havia uma área destinada ao cultivo de 57.183 hectares, sendo que desta foram colhidos 56.825 hectares. A produção de maracujá neste mesmo ano foi de 823.284 toneladas e o rendimento médio constatado foi de 14.488 kg/ha.

Este fruto é destinado principalmente ao consumo *in natura* e ao processamento na indústria de alimentos, onde a polpa é utilizada na elaboração de sucos. Nesse processamento, são retiradas as cascas e sementes, sendo que as cascas representam um volume expressivo, cerca de 52% e 14% do peso total do fruto, respectivamente (FOGAGNOLI; SERAVALLI, 2014).

2.2 Farinha de casca de maracujá

A farinha de casca de maracujá é obtida da secagem e processamento das cascas resultantes da extração da polpa da fruta. Pode ser utilizada como fonte de fibras em formulações de alimentos, considerando que, ao incorporá-la em produtos alimentícios, deve manter suas características físicas, químicas e sensoriais de forma que o aproveitamento e a aceitação destes produtos não sejam desfavoráveis (BRANDÃO et al., 2009; CAZARIN et al., 2014).

A casca de maracujá apresenta uma composição rica em fibras, destacando-se as fibras solúveis, como é o caso da pectina; vitaminas e minerais, tais como niacina, ferro, cálcio e fósforo, o que favorece sua utilização para produção de alimentos para o consumo humano (ZERAİK et al., 2010).

Godim et al. (2005) descreveram a composição mineral de casca de maracujá. Dos minerais citados pelos autores, destacam-se potássio (178,40 mg/100 g) e cálcio (44,51 mg/100 g), os quais foram superiores aos teores encontrados na parte comestível do fruto, confirmando a riqueza mineral desse subproduto.

Dentre as fibras presentes na casca de maracujá, destacam-se as solúveis, em especial a pectina. Trata-se de um polímero linear de ácido galacturônico unido por ligações do tipo $\rightarrow (1 \text{ à } 4)$. É comumente encontrado em casca de frutos em uma concentração de 0,5 a 3,5% (LATTIMER; HAUB, 2010).

Estudos evidenciaram que na casca de maracujá encontram-se cerca de 2 a 3% de pectina. Entretanto, tal constituinte não é facilmente quantificado nos alimentos, tendo em vista as dificuldades provenientes das interferências causadas por outros carboidratos e a própria estrutura das moléculas pécticas (CANTERI; WOSIACKI; SCHEER, 2012).

A adição de farinha de casca de maracujá na alimentação promove efeitos benéficos à saúde devido à presença de fibras alimentares. Alguns autores vêm dedicando esforços a fim de comprovar os benefícios promovidos pela farinha de casca de maracujá à saúde. Janebro et al. (2008) observaram que o uso da farinha de casca de maracujá na dieta de pacientes portadores de diabetes foi eficaz no controle da glicemia, redução dos níveis de triglicerídeos e aumento do colesterol HDL. Os pacientes ingeriram 30 g da farinha por um período de 60 dias.

Miranda et al. (2014) verificaram que a ingestão de 30 g de farinha de casca de maracujá por 60 dias promoveu redução significativa nas concentrações de glicose e melhora no perfil lipídico; além disso, houve redução nos níveis de colesterol total. Os autores avaliaram os pacientes em três sessões: tempo zero, após 30 dias e após 60 dias.

2.3 Alimentos funcionais

Consideram-se alimentos funcionais aqueles que, quando ingeridos, são capazes de beneficiar uma ou mais funções do organismo, ultrapassando assim as funções nutricionais básicas. Estes reduzem o risco de doenças e melhoram a saúde e o bem-estar. Entretanto, vale ressaltar que estes alimentos devem ser capazes de apresentar tais benefícios em quantidades que possam ser ingeridas na dieta normal, sendo seguros para o consumo sem que haja necessidade de supervisão médica. As principais atuações dos alimentos funcionais são: fisiologia do trato digestivo, sistema antioxidante e metabolismo de macronutrientes (OLIVEIRA; ROMAN, 2013b).

A mudança no estilo de vida das pessoas implica em maior preocupação com a saúde, o que faz com que o interesse pelos alimentos funcionais se intensifique cada vez mais. Este fator tem levado a indústria de alimentos, interessada nesse público-alvo, a desenvolver cada vez mais produtos com este conceito (IKEDA; MORAES; MESQUITA, 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) considera ainda, em relação aos alimentos funcionais, os aspectos relacionados à propriedade funcional e de saúde. As definições desses dois parâmetros foram descritas na RDC nº 18, de 30 de abril de 1999, segundo a qual a alegação de propriedade funcional corresponde ao “papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”; enquanto que a alegação de propriedade de saúde trata da “relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”.

Os principais compostos relacionados com alegações de propriedade funcional aprovadas são: ácidos graxos (ômega 3); carotenoides (licopeno, luteína e zeaxantina); fitoesteróis; polióis (manitol, xilitol e sorbitol); probióticos; proteínas de soja e fibras alimentares (BRASIL, 2016).

2.4 Fibras alimentares

A Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 define fibra alimentar como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano”.

Alguns aspectos relacionados a fibras alimentares foram descritos por Filisetti, Lobo e Coli (2012). Segundo eles, as fibras correspondem a um ou mais dos seguintes aspectos: “polímero de carboidratos comestíveis de ocorrência natural no alimento consumido ou obtido de material alimentar bruto por métodos físico, químico ou enzimático, e polímeros de carboidratos sintéticos”.

São obtidas principalmente a partir de vegetais, frutas e grãos integrais, sementes, exsudados de plantas, algas marinhas e raízes tuberosas, encontrando-se em sua maioria na parede celular, no cimento intercelular e em determinados tecidos de reserva das plantas. Diversos estudos apontam que, além das partes usualmente comestíveis, os subprodutos como cascas e sementes também são fontes importantes deste nutriente (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010; VILHALVA et al., 2011; FILISETTI; LOBO; COLLI, 2012).

As fibras alimentares são diferenciadas de acordo com sua solubilidade em água, podendo ser do tipo solúvel ou insolúvel. As fibras solúveis, quando entram em contato com a água, formam um retículo e a mistura torna-se geleificada. A exemplo desta classe de fibras têm-se as pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Apresentam rápida degradação no cólon, possuem alto grau de fermentação e retardam o esvaziamento gástrico e reduzem o trânsito intestinal. Quanto aos efeitos metabólicos, estas retardam a absorção de glicose e colesterol; modulam a motilidade das fezes; aumentam a massa, volume e maciez das fezes; a maior absorção de água reduz a diarreia e promove maior proteção contra infecção (OLIVEIRA; ROMAN, 2013a).

Já as fibras insolúveis se caracterizam pela baixa retenção de água formando misturas de baixa viscosidade. Celulose, algumas hemiceluloses e lignina são constituintes deste grupo de fibras. O efeito destas fibras no organismo resulta em trânsito intestinal mais acelerado; maior proteção contra infecções de origem bacteriana; desenvolvimento da mucosa do íleo e do cólon, benefício também conferido por fibras solúveis (OLIVEIRA; ROMAN, 2013a).

As fibras apresentam funções tecnológicas variadas em razão de sua natureza, e nos últimos tempos foram apontadas como um ingrediente que apresenta funções específicas na produção de alimentos. Algumas destas utilizações são na formação de géis, retenção de água e lipídios e aumento da viscosidade, resultando em alterações de textura (SANTANA, 2005; O'SHEA; ARENDT; GALLAGHER, 2012).

A ingestão diária de fibras recomendada é de 38 g/dia de fibra para homens adultos e 25 g/dia para mulheres (IOM, 2013). A inclusão de fibra alimentar na

dieta envolve mudanças de hábitos e intervenções no estilo de vida das pessoas o que torna esse processo dificultoso (MIRANDA et al., 2013).

2.5 Biscoitos

De acordo com o estabelecido pela Resolução RDC nº 263 de setembro de 2005, p. 368, os biscoitos ou bolachas são definidos como:

Produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos. Os produtos devem ser designados biscoito ou bolacha ou por denominações consagradas pelo uso, podendo ser acrescida de expressões relativas ao ingrediente que caracteriza o produto, processo de obtenção, forma de apresentação, finalidade de uso e ou característica específica (BRASIL, 2005).

Diversos produtos de panificação, como os biscoitos, vêm sendo desenvolvidos com base na tecnologia de farinhas mistas, devido a sua aceitação significativa pela população em geral. No entanto, para que a substituição da farinha de trigo por farinhas desenvolvidas a partir de outras fontes não acarrete efeitos negativos na qualidade, tanto sensorial quanto nutricional dos produtos, essa substituição deve ser feita em proporções adequadas (SANTOS et al., 2011).

2.6 Farinhas

Segundo a Resolução RDC n. 263 de setembro de 2005, as farinhas são definidas como: “produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”.

Alguns fatores devem ser observados quando se elaboram massas com farinhas mistas: sabor, baixo custo, facilidade de preparo, tempo de estocagem possível sem que ocorra deterioração do produto e o elevado valor nutricional (EL-DASH; GERMANI, 1994).

3 Metodologia

Trata-se de um projeto de caráter experimental, com dados quantitativos, envolvendo a elaboração de uma farinha de casca de maracujá para incorporação em biscoitos. O maracujá e os ingredientes polvilho doce, açúcar refinado, mar-

garina, ovos, coco ralado e essência de baunilha, foram adquiridos no comércio local da cidade de Londrina-PR. Realizaram-se análises de composição proximal, análises tecnológicas, determinação do teor de fibras e análise sensorial. O experimento e as análises foram desenvolvidos nos laboratórios na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina.

3.1 Elaboração da farinha de casca de maracujá

A farinha de casca de maracujá foi obtida a partir da metodologia proposta por Santos et al. (2011) com adaptações, na qual os maracujás passaram por sanitização em solução clorada (100 mg/L por 15 minutos) e enxague em água corrente, removendo-se o excesso de água com auxílio de papel toalha. Posteriormente a casca foi separada da polpa e cortada em frações menores utilizando um descascador industrial (METVISA – Linha especial). A secagem foi conduzida por quatro dias em estufa à 65 °C com circulação de ar (Nova Ética). Em seguida, triturou-se a casca seca em liquidificador doméstico (ARNO) até a obtenção de uma farinha a qual foi peneirada e acondicionada em embalagem plástica e armazenada sob refrigeração até a utilização.

3.2 Elaboração dos biscoitos

Os biscoitos foram elaborados adaptando-se a formulação desenvolvida por Ribeiro (2013). Foram desenvolvidas três formulações (Tabela 1): padrão, formulação A, com substituição de farinha de trigo e polvilho por farinha de casca de maracujá nas proporções de 5% e 10%, respectivamente, e formulação B, com substituição de farinha de trigo e polvilho por farinha de casca de maracujá nas proporções de 5% e 15%, respectivamente.

Tabela 1 – Composição das formulações de biscoitos (g/100 g)

Ingredientes	Formulações		
	Padrão	A	B
Polvilho doce	32	28,8	27,2
Farinha de trigo	18	17,1	17,1
Farinha de casca de maracujá	–	4,1	5,7
Açúcar	18	18	18
Coco ralado	7	7	7

(continua)

Tabela 1 – Composição das formulações de biscoitos (g/100 g) (continuação)

Ingredientes	Formulações		
	Padrão	A	B
Margarina	14,7	14,7	14,7
Ovos	10	10	10
Essência de baunilha	0,3	0,3	0,3

Fonte: Autoria própria.

Após a pesagem dos ingredientes, procedeu-se a homogeneização dos ovos, margarina e açúcar até obtenção de um creme homogêneo e, em seguida, adicionou-se a essência de baunilha. Foram acrescentados o polvilho, coco ralado e a quantidade e tipo de farinha respectiva a cada formulação, sendo misturados com as mãos até uma massa uniforme. A massa foi moldada, disposta em assadeira untada e assada em forno industrial a 200 °C por 30 minutos.

3.3 Análise de composição proximal

As análises de composição proximal foram conduzidas de acordo com os métodos da AOAC (1995), sendo realizadas para a farinha de casca de maracujá e para os biscoitos. Coletando-se a amostras em triplicata, determinou-se umidade por secagem em estufa a 105 °C com circulação de ar; proteínas quantificadas pelo método de Kjeldahl utilizando fator de correção 6,25; lipídios foram extraídos em Soxhlet com éter de petróleo; cinzas foram quantificadas por incineração em mufla a 550 °C e carboidratos foram calculados por diferença.

3.4 Fibras alimentares

Para a determinação de fibras alimentares, seguiu-se a metodologia descrita pela AOAC (1995). Para a análise das formulações de biscoito, as amostras foram desengorduradas. As amostras foram digeridas enzimaticamente e lavadas com água destilada aquecida a 70 °C e duas porções de 15 mL das soluções de etanol 78%, etanol 95% e acetona. Para determinação de fibras solúveis, utilizou-se a solução do filtrado da determinação de fibras insolúveis adicionando etanol 95% pré-aquecido à 60 °C. O percentual de fibras totais foi obtido pela soma das duas frações (solúvel e insolúvel).

3.5 Análises tecnológicas

Foram realizadas para a farinha de casca de maracujá e para os biscoitos, seguindo a metodologia de Seibel e Beléia (2009).

3.5.1 Volume de intumescimento

Determinou-se o volume de intumescimento formando uma suspensão com água, a qual foi agitada por 2 horas e deixada em repouso por 1 hora para a leitura direta do volume de intumescimento, expresso em mL/grama de matéria seca.

3.5.2 Índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO)

Para o índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) formou-se uma suspensão com água e óleo respectivamente, e estas foram submetidas à agitação em agitador horizontal Nova Técnica a 70 rpm, e centrifugados a 3000 rpm por 10 minutos; descartou-se o sobrenadante e pesou-se o sedimento úmido. Os índices foram obtidos através da razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, e expresso em gramas de água ou óleo absorvida(o) por grama de matéria seca.

3.6 Análise sensorial

A análise sensorial de cada formulação foi realizada por 50 provadores não treinados, entre eles alunos e servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. Estes avaliaram o produto quanto aos atributos cor, textura, sabor, aroma e aceitação global por meio de uma escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, em que 10 corresponde a “gostei extremamente” e 0 “desgostei extremamente”, proposta por Villanueva, Petenate e Da Silva (2005). As amostras foram servidas em cabines individuais, apresentadas em pratos plásticos descartáveis codificados com números de três algarismos acompanhado de um copo com água e a ficha de avaliação. Cada formulação foi analisada em uma sessão diferente. Este projeto foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sendo aprovado através do parecer número 1.407.573.

3.7 Tratamento dos dados

Os resultados das análises foram avaliados pelo software Statistica 10.0, utilizando análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias Tukey ao nível de 5% de significância.

4 Resultados e discussão

Foram elaboradas farinha da casca de maracujá e biscoitos contendo farinha de casca de maracujá. Dessa forma, os resultados foram divididos nestas duas seções, respectivamente.

4.1 Caracterização da farinha de casca de maracujá

A Tabela 2 apresenta a porcentagem de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos encontrados nas amostras de farinha de casca de maracujá. O componente majoritário da farinha corresponde aos carboidratos, e os lipídios apresentam-se em menor proporção na composição. O elevado conteúdo de carboidratos deve-se à quantidade expressiva de fibras que os resíduos, como a casca de maracujá, contêm. Yapo e Koffi (2008) afirmam que 80% da parede celular de casca de maracujá corresponde a polissacarídeos não-amiláceos, dos quais predominam celulose (42%), hemiceluloses (12%) e substâncias pécicas (25%). A farinha elaborada apresentou baixo teor de proteínas (4,44%).

Tabela 2 – Composição proximal da farinha de casca de maracujá

Análises	Teores (%)
Umidade	9,20 ± 0,18
Cinzas*	5,85±0,19
Proteínas*	4,44 ±0,27
Lipídios*	1,35±0,01
Carboidratos*	88,36

Média em triplicata ± desvio padrão. Carboidratos calculados por diferença. * Valores expressos em base seca.

Fonte: Autoria própria.

O teor de umidade enquadra-se no requisito exigido pela RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, a qual preconiza o valor máximo de 15%. Valores semelhantes foram anteriormente descritos para a farinha de casca de maracujá por Cazarin et al. (2014) e Martínez et al. (2012), os quais obtiveram teores respectivos de 9,48% e 9,30%.

Avaliando a composição de amostras de farinha de casca de maracujá, Souza, Ferreira e Vieira (2008) obtiveram valores superiores para cinzas (8,13%) e proteínas (12,52%), entretanto, quanto ao teor de lipídios, o resultado apresentado

(1,75%) foi próximo ao descrito na Tabela 2. A porcentagem de carboidratos citada por estes autores foi inferior ao apresentado neste trabalho.

Uchoa et al. (2008) realizou um estudo comparativo a partir de amostras de três resíduos de frutas tropicais (caju, goiaba e maracujá) os quais foram secos, triturados e peneirados. A partir de seus resultados, os autores relataram que, em comparação aos demais resíduos analisados, o maracujá apresentou teores mais elevados de cinzas (2,52%) e umidade (10,23%), sendo inferior no conteúdo de lipídios (0,75%) e proteínas (0,96%). A quantidade de proteínas e cinzas encontrada neste trabalho (Tabela 2) é superior ao relatado pelos autores.

Os maracujás utilizados neste experimento não foram classificados quanto ao seu estágio de maturação. Durante o crescimento e desenvolvimento de frutas, ocorrem diversas alterações na composição, como a degradação ou formação de compostos de coloração e a conversão de amido em açúcares (HONÓRIO; MORETTI, 2002).

Reolon, Braga e Salibe (2009) analisaram o efeito da maturação na composição de casca de maracujá, diferenciando-os em três estágios de maturação de acordo com a coloração da casca (verde, verde-amarelo e amarela). Os resultados demonstraram que houve redução no teor de pectina total, carboidratos redutores, proteína bruta e cinzas; lipídios mantiveram-se inalterados; e houve um aumento no teor de carboidratos totais. As diferenças entre os valores obtidos para a composição da farinha de casca de maracujá em comparação ao citado na literatura podem ser justificadas pela utilização de frutos com estágios de maturação diferente daqueles usados por outros pesquisadores.

As fibras alimentares são importantes componentes da casca de maracujá, sendo que estas correspondem à parte significativa da composição deste subproduto. Os resultados obtidos nesta pesquisa (Tabela 3) confirmaram a relevância deste constituinte na farinha, em que se notou que as fibras totais (66,81%) representam aproximadamente 75% dos carboidratos (Tabela 2) da farinha de casca de maracujá. O elevado teor de fibras encontrado para a farinha de casca de maracujá confirma seu potencial para utilização como ingrediente em formulações de diversos produtos com o objetivo de promover benefícios à saúde. Além desta característica nutricional, a farinha desenvolvida pode ser considerada um produto de baixo custo, considerando a origem de sua matéria-prima. Sendo assim, sua utilização também é benéfica do ponto de vista econômico.

Filisetti, Lobo e Colli (2012) ressaltaram que a determinação do conteúdo de fibras torna-se mais complicado devido ao fato de que esse está relacionado com o grau de desintegração do alimento durante o processamento. Além da quantificação do teor total de fibras, é importante também conhecer a forma que se apresenta, ou seja, insolúvel ou solúvel.

Tabela 3 – Teores de fibras alimentares insolúveis, solúveis e totais na farinha de casca de maracujá

Análises	Teores (%)*
Fibras Insolúveis	53,15±1,22
Fibras Solúveis	13,66±0,35
Fibras Totais**	66,81±0,88

Média em triplicata ± desvio padrão. * Valores expressos em base seca. ** Soma das duas frações.
Fonte: Autoria própria.

O teor de fibra alimentar total enquadra-se entre os valores descritos por Oliveira et al. (2015). Os pesquisadores encontraram valores variando de 63,98% a 72,67%, pois utilizaram dois lotes de maracujá diferentes em seus experimentos. Os valores encontrados para fibras solúveis e totais foram inferiores aos citados por López-Vargas et al. (2013), os quais foram de 19,45% e 71,79%, respectivamente. Já para as fibras insolúveis, o resultado obtido foi próximo ao dos autores (52,34%). Os menores teores de fibras solúveis aqui encontrados podem ser em função da dificuldade na quantificação dessas frações, como é o caso das substâncias pécnicas.

Martinez et al. (2012) quantificaram fibras insolúveis, solúveis e totais de subprodutos do processamento industrial de manga, abacaxi, goiaba e maracujá. Segundo os dados apresentados pelos autores, os resíduos de maracujá foram superiores aos demais subprodutos em fibras solúveis (35,50%) e totais (81,50%), sendo que para fibras insolúveis (46%) foi inferior a goiaba (57,70%) e o abacaxi (75,20%). Comparando com os resultados observados neste trabalho, os resultados aqui expressos (Tabela 3) superaram ao dos autores no que se refere a fibras insolúveis. O mesmo foi observado quando comparado aos dados apresentados por Cazarin et al. (2014), os quais citaram 48,12% para fibras insolúveis, enquanto estes encontraram valores próximos para fibras totais (65,22%).

Os dados apresentados para fibras solúveis e insolúveis podem apresentar incoerência nas proporções destas frações. O elevado teor de fibras na composição da amostra e as variações de temperatura necessárias nas diferentes etapas do procedimento favorecem a formação de gel, assim como foi observado neste experimento. Este fator pode ter interferido na quantificação das frações solúvel e insolúvel. Outro aspecto que pode influenciar nos resultados é o ponto de maturação dos maracujás utilizados, os quais não foram classificados quanto a este quesito para esta pesquisa. Quando os frutos estão imaturos, as substâncias pécnicas apresentam-se na forma nativa, ou seja, protopectina. Portanto, se os frutos utilizados se encontrarem neste estágio, as substâncias pécnicas serão quantificadas na fração insolúvel. Já quando estes completam a maturação, a protopectina é transformada em pectina, a qual se caracteriza como uma substância solúvel.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e confirmaram a importância deste subproduto em termos nutricionais, sugerindo que este apresenta potencial para ser incorporado em produtos alimentícios a fim de promover benefícios à saúde, além de ser uma alternativa ao descarte excessivo de resíduos do processamento nas indústrias de alimentos.

Os dados obtidos para as análises tecnológicas da farinha de casca de maracujá estão descritos na Tabela 4, onde os índices de absorção de água e óleo foram expressos em gramas de água ou óleo por grama de matéria seca.

Não foi possível determinar o volume de intumescimento para a farinha de casca de maracujá devido à formação de gel, o qual impossibilitou a completa decantação da amostra. O alto valor obtido para o índice de absorção de água (Tabela 4) encontra-se dentro do esperado, pois as fibras obtidas de frutas apresentam alto IAA devido à presença de pectinas e outros hidrocoloides (BRAZO et al., 2012).

Tabela 4 – Propriedades tecnológicas da farinha de casca de maracujá

Análises	Teores
Índice de Absorção de Água (IAA)	13,32±0,21
Índice de Absorção de Óleo (IAO)	2,58±0,03

Média em triplicata ± desvio padrão. IAA expresso em gramas de água absorvida/grama de matéria seca; IAO expresso em gramas de óleo absorvida/grama de matéria seca

Fonte: Autoria própria.

Neves, Santana e Valença (2009) avaliaram as propriedades higroscópicas de diferentes resíduos de frutas, dentre eles a farinha de casca de maracujá. Na pesquisa, os autores observaram que a farinha apresentou índice de absorção de água superior aos demais subprodutos analisados, sendo este 12,29 g de água/g de matéria seca, valor próximo ao encontrado nesta pesquisa. O índice de absorção de óleo encontrado pelos autores também foi próximo ao apresentado neste experimento, sendo de aproximadamente 3 g de óleo/g de matéria seca. O volume de intumescimento correspondeu a 9,51 mL/g, superior aos outros resíduos analisados pelos autores.

A partir da avaliação das propriedades tecnológicas de farinha de casca de maracujá, Oliveira et al. (2015) descreveram resultados obtidos para absorção de água e óleo. Foram utilizados dois lotes diferentes de maracujá para obtenção das cascas que originaram as farinhas. Os valores obtidos para absorção de água variaram de 6,30 g a 9,82 g de água/g de matéria seca, enquanto que para absorção de óleo os valores foram de 2,65 g a 3,16 g de óleo/g de matéria seca. Obser-

vando estes valores, notou-se que a absorção de água foi inferior ao obtido nesta pesquisa. Já em relação à absorção de óleo, os dados encontrados foram próximos. Segundo os autores, os valores encontrados para absorção de água podem ter sido influenciados pelo tempo de secagem, o qual poderia alterar a estrutura dos polissacarídeos e conseqüentemente reduzir tal absorção.

As principais propriedades de hidratação são medidas pelo índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA) e volume de intumescimento. O índice de absorção de água reflete sobre as características sensoriais dos alimentos, e indica a quantidade de água que os grânulos de amido são capazes de absorver. Já o volume de intumescimento trata da quantidade de água que é fixada espontaneamente na matriz proteica, sendo influenciado pela densidade, porosidade e solubilidade (SILVA et al., 2009; SILVA, 2010; BARBOSA et al., 2011; MOURA et al., 2011).

Ainda em relação às propriedades tecnológicas, o índice de absorção de óleo é utilizado em diversas pesquisas. Este trata da combinação de gordura com grupos não polares das proteínas ou disponibilidade de grupos lipofílicos (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

4.2 Caracterização dos biscoitos contendo farinha de casca de maracujá

A Tabela 5 apresenta a composição proximal dos biscoitos elaborados. Houve diferença significativa em relação ao teor de umidade dos biscoitos, variando de 1,81% a 4,53%, correspondendo respectivamente à formulação Padrão e formulação A. A farinha de casca de maracujá apresenta um elevado potencial para retenção de água, fato que justifica o maior teor de umidade para as formulações contendo a farinha (SANTANA, 2005). A formulação que apresentou o maior conteúdo de cinzas foi a formulação B, seguida pelas formulações A e Padrão; todas diferiram entre si. As amostras não diferiram significativamente para os constituintes proteínas e lipídios. Quanto à quantidade de carboidratos totais, a formulação Padrão foi levemente superior às formulações A e B, sendo que estas apresentaram valores muito próximos.

Tabela 5 – Composição proximal dos biscoitos contendo farinha de casca de maracujá (%)

Formulações	Análises				
	Umidade	Cinzas*	Proteínas*	Lipídios*	Carboidratos*
Padrão	1,81 ± 0,09 ^c	0,61 ± 0,04 ^c	5,10 ± 0,39 ^a	19,52 ± 0,39 ^a	74,77
Formulação A	4,53 ± 0,29 ^a	0,82 ± 0,02 ^b	5,43 ± 0,41 ^a	21,04 ± 0,73 ^a	72,71
Formulação B	3,32 ± 0,07 ^b	0,99 ± 0,05 ^a	5,99 ± 0,90 ^a	20,70 ± 0,34 ^a	72,32

Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, (p. 0,05). Carboidratos calculados por diferença. Formulação A: substituição de 15% de polvilho e farinha de trigo por farinha de casca de maracujá, sendo 10% em relação ao polvilho e 5% em relação à farinha de trigo. Formulação B: substituição de 20% de polvilho e farinha de trigo por farinha de casca de maracujá, sendo 15% em relação ao polvilho e 5% em relação à farinha de trigo. * Valores expressos em base seca

Fonte: Autoria própria.

Dados descritos na Tabela TACO (2011) sugerem que biscoitos elaborados com polvilho doce apresentam em sua composição 5,4% de umidade, 1,3% de proteínas, 12,2% de lipídios, 80,5% de carboidratos e 0,5% cinzas. Destacam-se aqui os maiores teores de cinzas e proteínas encontrados em comparação com os dados citados na referida Tabela.

Santana et al. (2011) desenvolveram biscoitos com a adição de farinha de casca de maracujá e fécula de mandioca e observaram aumento no teor de umidade, o qual variou de 2,81% para 7,15%, e fibra bruta, de 0,17% para 4,27%. O conteúdo de cinzas, proteínas e carboidratos encontrados nesta pesquisa foram próximos aos relatados pelos autores, os quais foram 1,16%, 4,55% e 73,08%, respectivamente.

Na elaboração de biscoitos adicionados de farinha de casca de maracujá, Santos et al. (2011) substituíram a farinha de trigo por porções iguais de farinha de casca de maracujá e fécula de mandioca, e farinha de casca de maracujá e polvilho azedo. Os resultados demonstraram que as formulações não diferiram entre si, e foram superiores em cinzas (2,15% a 3,12%) e proteínas (9,87% a 10,98%) quando comparado aos biscoitos elaborados nesta pesquisa, provavelmente pela maior porcentagem de substituição.

As três formulações de biscoitos não diferiram entre si quanto às fibras insolúveis, solúveis e totais, conforme apresentado na Tabela 6. Os resultados obtidos indicaram que, para que houvesse diferença estatística na composição de fibras das formulações, seria necessário adicionar maiores proporções da farinha de casca de maracujá.

Tabela 6 – Teor de fibras alimentares insolúveis, solúveis e totais nos biscoitos contendo farinha de casca de maracujá (%)*

Formulações	Fibras Insolúveis	Fibras Solúveis	Fibras Totais**
Padrão	3,28±0,90 ^a	0,73±0,09 ^a	4,01±0,81 ^a
Formulação A	3,03±0,08 ^a	1,45±0,25 ^a	4,48±0,17 ^a
Formulação B	4,09±0,22 ^a	1,45±0,70 ^a	5,54±0,91 ^a

Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, (p. 0,05). Carboidratos calculados por diferença. Formulação A: substituição de 15% de polvilho e farinha de trigo por farinha de casca de maracujá, sendo 10% em relação ao polvilho e 5% em relação à farinha de trigo. Formulação B: substituição de 20% de polvilho e farinha de trigo por farinha de casca de maracujá, sendo 15% em relação ao polvilho e 5% em relação à farinha de trigo. * Valores expressos em base seca e desengordurada. ** Fibras totais= soma das frações solúvel e insolúvel
Fonte: Autoria própria.

Os valores de fibras encontrados para os biscoitos estão acima do valor mínimo de 1,2% sugerido pela TACO (2011). Considerando o total de fibras dos biscoitos, de acordo com a RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, os produtos podem ser considerados fonte de fibras por apresentarem teor maior que 3 g/100 g.

Alguns autores avaliaram a composição de biscoitos elaborados com farinha de casca de maracujá, entretanto, apresentaram os resultados em termos de fibra bruta. Santana et al. (2011) encontraram 4,27% de fibra bruta quando adicionadas farinha de casca de maracujá e fécula de mandioca em substituição à farinha de trigo em formulações de biscoitos. Ishimoto et al. (2007) relataram que, com a adição de farinha de casca de maracujá, o teor de fibra bruta encontrado foi de 3,24%. Valores inferiores (2,96% a 3,15%) foram encontrados por Santos et al. (2011).

O teor de fibras totais da formulação B foi próximo ao encontrado por Grigoletto et al. (2013), ao elaborarem biscoitos com fibra de aveia (5,71%). Já para fibras solúveis, o teor encontrado para os biscoitos elaborados nesse estudo superou o dos autores (0,47%). Os mesmos autores avaliaram também o teor de fibras de biscoitos com adição de fibra de aveia e laranja na mesma formulação, e este produto apresentou valores maiores aos deste experimento para fibras insolúveis (4,98%).

Nassar, AbdEl-Hamied e EL-Naggar (2008) elaboraram biscoitos doces contendo farinha de casca de laranja. Os autores apresentaram valores superiores para fibras insolúveis (5,41% a 9,78%), solúveis (2,80% a 5,63%) e totais (8,21% a 15,31%). Esta diferença pode ser compreendida pelo maior teor de fibras (74,87%) encontrado na farinha de casca de laranja em comparação à casca de maracujá e por diferenças na formulação dos biscoitos, considerando também as proporções adotadas pelos autores (5%, 15% e 25%).

O volume de intumescimento dos biscoitos variou de 2,58 mL/g a 6,05 mL/g, sendo que o maior valor corresponde à formulação com maior adição da farinha de casca de maracujá. Para as propriedades de absorção de água e óleo, não houve diferença significativa entre as amostras.

Os valores observados neste experimento para IAA foram inferiores aos citados por Grigoletto et al. (2013) para biscoitos com fibra de aveia e laranja, os quais foram de 8,18 e 8,81 g de água/g de matéria seca. Os valores encontrados para absorção de água foram próximos aos citados por Yoshida et al. (2014) para biscoitos tipo *cookies* com adição de *okara* (2,22 a 2,61 de água/g de matéria seca).

Tabela 7 – Propriedades tecnológicas dos biscoitos contendo farinha de casca de maracujá

Formu- lhações	Análises		
	Volume Intumescimento (mL/g)*	IAA*	IAO*
Padrão	2,58 ± 0,33 ^b	2,54 ± 0,16 ^a	2,31 ± 0,14 ^a
Formulação A	3,85 ± 0,78 ^b	2,62 ± 0,13 ^a	2,42 ± 0,59 ^a
Formulação B	6,05 ± 1,07 ^a	2,51 ± 0,20 ^a	1,87 ± 0,04 ^a

Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, (p. 0,05). Formulação A: substituição de 15% de polvilho e farinha de trigo por farinha de casca de maracujá, sendo 10% em relação ao polvilho e 5% em relação a farinha de trigo. Formulação B: substituição de 20% de polvilho e farinha de trigo por farinha de casca de maracujá, sendo 15% em relação ao polvilho e 5% em relação a farinha de trigo.

* Volume de intumescimento expresso em mL/g; IAA expresso em gramas de água absorvida/grama de matéria seca; IAO expresso em gramas de óleo absorvida/grama de matéria seca

Fonte: Autoria própria.

Segundo Mareti et al. 2010, quando se utiliza farinhas fontes de proteínas ou fibras em substituição à farinha de trigo, pode ocorrer problemas tecnológicos. A maior absorção de água ocasionada pela adição destes substitutos exige que as formulações dos produtos desenvolvidos contenham maior teor de água, a fim de evitar que esses se tornem secos ou quebradiços. Tal propriedade pode afetar também as características sensoriais e de mistura. Entretanto, essas alterações não se aplicam aos biscoitos secos, como os desenvolvidos neste trabalho, os quais por característica possuem baixo teor de umidade e levam poucos ingredientes líquidos em sua elaboração, resultando em um produto de maior crocância.

Os resultados para a análise sensorial estão descritos na Tabela 8. A análise foi dividida em três sessões, sendo uma para cada formulação. Participaram no total 150 julgadores, dos quais 60,67% eram do sexo masculino e 39,33%, do

feminino. Em todas as sessões, a maioria dos participantes possuía entre 18 e 20 anos. Quando questionados quanto à frequência de consumo de biscoitos, a resposta que apareceu com maior frequência entre as opções (diário, semanal, mensal e eventualmente) foi a de consumo semanal. Quanto ao consumo de produtos com adição de farinha de casca de maracujá, para todos os casos a maioria dos julgadores nunca tinha consumido produtos à base desta farinha.

As formulações não diferiram entre si quanto aos atributos aroma, cor e textura. Já para os atributos sabor e aceitação global, observou-se que as amostras apresentaram diferença significativa, onde a formulação B foi a que apresentou menor média para sabor (8,24) e o mesmo aconteceu para aceitação global (7,98), e neste caso não diferiu da formulação A (8,55). Para as formulações com adição da farinha de casca de maracujá houve relatos de gosto residual amargo. Entretanto, vale ressaltar que todas as formulações foram bem avaliadas pelos julgadores, o que se comprova pelas excelentes médias obtidas para todos os atributos, as quais se concentraram entre 7,98 e 9,22 e de acordo com a escala utilizada, estes valores correspondem a “gostei muito” e “gostei muitíssimo”.

Tabela 8 – Avaliação sensorial dos biscoitos contendo farinha de casca de maracujá

Formulações	Atributos				
	Aroma	Cor	Sabor	Textura	Aceitação global
Padrão	8,86±1,13 ^a	8,55±1,40 ^a	9,22±1,05 ^a	8,88±1,41 ^a	9,07±1,04 ^a
Formulação A	8,90±1,48 ^a	8,73±1,07 ^a	8,94±1,17 ^a	8,33±2,00 ^a	8,55±1,53 ^{ab}
Formulação B	8,51±1,50 ^a	8,47±2,20 ^a	8,24±1,36 ^b	8,14±1,87 ^a	7,98±1,93 ^b

Média em triplicata ± desvio padrão.

Fonte: Autoria própria.

Avaliando o efeito na aceitabilidade de biscoitos com a incorporação de farinha de casca de maracujá, Abud e Narais (2009) desenvolveram formulações com 5%, 10%, 15% e 20% em substituição à farinha de trigo. Os valores médios obtidos nesta avaliação foram superiores aos encontrados pelos autores para todos os atributos em todas as formulações, pois as médias obtidas por eles variaram de 5,92 a 7,54.

Souza et al. (2013) observaram que a substituição de 15% e 25% de farinha de trigo por farinha de casca de maracujá resultou em um produto de baixa aceitação, havendo redução nas médias para todos os parâmetros avaliados e, além disso, o atributo textura apresentou a menor média dentre os demais para todas as formulações de biscoito.

O gráfico ilustrado na Figura 1 apresenta a intenção de compra para as três formulações. Observou-se que as formulações contendo farinha de casca de maracujá foram bem aceitas pelos provadores. As opções “Certamente compraria” e “Provavelmente compraria” somaram 84% na intenção de compra em ambas as formulações. Para as formulações Padrão e A, a opção “certamente compraria” foi a mais frequente. Já para a formulação B a maior porcentagem ficou para “provavelmente compraria”.

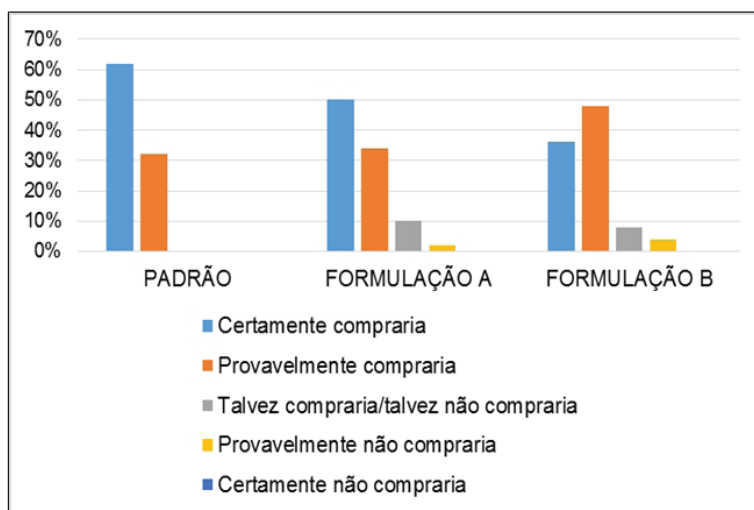


Figura 1 – Gráfico de Intenção de Compra

Fonte: Autoria própria

Comparando estes dados com os de Souza et al. (2013), observou-se que as formulações elaboradas por esses autores receberam menor intenção de compra, estando as opiniões concentradas em “tenho dúvida se compraria” e “provavelmente não compraria”. Estes resultados podem ser justificados por diferenças na formulação e maior porcentagem de uso da farinha realizada pelos autores, o que interferiu negativamente na aceitação do produto, diferentemente do observado neste estudo cujos biscoitos apresentaram excelentes médias quanto à intenção de compra e demais parâmetros avaliados.

5 Conclusão

A farinha elaborada a partir da casca de maracujá apresentou excelentes características do ponto de vista nutricional, principalmente em relação ao elevado teor de fibras alimentares totais (66,8%), divididas em 53,2% de fibras insolúveis e 13,7% de fibras solúveis. Além do alto índice de absorção de água

(13,3g/g), o que facilita sua aplicação em produtos alimentícios, os biscoitos elaborados contendo a farinha de maracujá demonstraram que a proporção utilizada não foi suficiente para promover alterações significativas em seus nutrientes, porém ressalta-se que o produto desenvolvido é considerado fonte de fibras, podendo ser incluído na dieta para oferecer os benefícios decorrentes da ingestão desse nutriente. Todas as formulações tiveram boa aceitação sensorial, com médias entre 7,9 e 9,2 para todos os atributos analisados; de acordo com a escala utilizada, esses valores corresponderam a “gostei muito” e “gostei muitíssimo”, fato comprovado também pelo alto índice de intenção de compra (84%).

Referências

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 12, n. 4, p. 257-265, out-dez, 2009.
- AMBRÓSIO-UGRI, M. C. B.; RAMOS, A. C. H. Elaboração de cereais com substituição parcial de aveia por farinha de casca de maracujá. *Revista Tecnológica*, v. 21, p. 69-76, 2012.
- AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16. ed. Arlington: AOAC International, v. 1-2, 1995.
- BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alegações de propriedade funcional aprovadas**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Alimentos+Com+Alegacoes+de+Propriedades+Funcionais+e+ou+de+Saude/Alegacoes+de+propriedade+funcional+aprovadas>> Acesso em: 13 mai. 2016.
- _____. Ministério da Saúde. RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 3 mai. 1999.
- _____. Ministério da Saúde. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 dez. 2003.

- _____. Ministério da Saúde. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005.
- BARBOSA, J. R. et al. Avaliação da composição e dos parâmetros tecnológicos de farinhas produzidas a partir de subprodutos agroindustriais. **Revista Tecnológica**, Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 21-28, 2011.
- BRANDÃO, L. S et al. Patês enriquecidos com casca de maracujá. In: IV ENCONTRO DE JOVENSTALENTOS DA EMBRAPA CERRADOS, 4, 2009, Planaltina. **Anais eletrônicos...** Planaltina: EMPRAPA CERRADOS, 2009. Disponível em: < www.cpac.embrapa.br/download/1454/t>. Acesso em: 12 mai. 2015.
- BRAZO, G. R. et al. Caracterização e seleção de diferentes fontes de fibras alimentares quanto às propriedades físicas e físico-químicas para aplicação em biscoitos visando a redução de colesterol. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica. 6., 2012. Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: CIIC, 2012.
- BOLANHO, B. C. **Caracterização de farinhas obtidas de subprodutos de palmito pupunha**. 2014. 86 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.
- BORGES, A. L.; LIMA, A. A. Maracujazeiro. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. **Aduando para alta produtividade e qualidade**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.
- CANTERI, M. H.; WOSIACKI, L. M. G.; SCHEER, A. P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.
- CARETTA, T. O. **Avaliação do potencial das cascas de maracujá amarelo e de mexerica como biosorventes de metais pesados**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Química dos Recursos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.
- CAZARIN, C. B. B. et al. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, 2014.

- EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1994.
- FILISSETTI, T. M. C. C.; LOBO, A. R.; COLLI, C. Fibra Alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4ª ed. Barueri: Manole, 2012, p. 251-294.
- FILHO, G. A. F.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J. V. CEPLAC – MARACUJÁ. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/maracuja.htm>>. Acesso em: 12 mai. 2015.
- FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 3, p. 204-212, 2014.
- GODIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.
- GRIGOLETTO, J. et al. Estudo da incorporação de fibras alimentares nas propriedades físicas e nutricionais de biscoitos. In: Congresso Internacional de Iniciação Científica. 7. 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: CIIA, 2013.
- HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. 21. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, p. 385-407.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Vegetal. **Anuário Estatístico do Brasil 2015**, Rio de Janeiro, v. 75, 2015.
- IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 2, p. 40-56, 2010.
- IOM. Institute of Medicine. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids**, 2013. Disponível em: <<https://www.iom.edu/Reports/2002/Dietary-Reference-Intakes-for-Energy-Carbohydrate-Fiber-Fat-Fatty-Acids-Cholesterol-Protein-and-Amino-Acids.aspx>> Acesso em: 13 mai. 2015.

- ISHIMOTO, F. Y. et al. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 2, 2007.
- JANEIRO, D. I. et al. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 18, p. 724-732, 2008.
- LATTIMER, J. M.; HAUB, M. D. Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health. **Nutrients**, v. 2, p. 1266-1289, 2010.
- LIMA, C. C. **Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais**. 2007. 157 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- LÓPEZ-VARGAS, J. H. et al. Chemical, physico-chemical, technological, anti-bacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, p. 756-763, 2013.
- MARETI, M. C. et al. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 878-883, 2010.
- MARTINEZ, R. et al. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, n. 135, p. 1520-1526, 2012.
- MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com Farinha de Talo de Couve (FTC) e Farinha de Talo de Espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 719-728, 2010.
- MELETTI, L. M. M. Maracujá-Roxo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 194 – 348, 2005.

- MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinhas das cascas de abacaxi e de manga.** 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.
- MIRANDA, A. et al. Desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte de fibras. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 2, p. 225-232, 2013.
- MIRANDA, G. S. et al. Efeito do consumo da aveia e farinha da casca de maracujá sobre a glicemia e lipemia em um grupo de voluntários. **Revista de Ciência Farmacêuticas**, v. 35, n. 2, p. 245-250, 2014.
- MOURA, L. S. M. et al. Propriedades de absorção e solubilização de extrudados de farinha mista de feijão, milho e arroz biofortificados. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO. 4., 2011. Teresina. **Anais...** Teresina: BioFort, 2011.
- NASCIMENTO, E. M. G. C. et al. Benefícios e perigos do aproveitamento da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como ingrediente na produção de alimentos. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 1-9, 2013.
- NASSAR, A. G.; ABDEL-HAMIED, A. A.; EL-NAGGAR, E. A. Effect of Citrus by-Products Flour Incorporation on Chemical, Rheological and Organoleptic Characteristics of Biscuits. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 5, p. 612-616, 2008.
- NEVES, G. A. R.; SANTANA, M. F. S.; VALENÇA, R. S. F. Capacidade higroscópica de farinhas de diferentes frutas. In: VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA, 2008, Amazônia Oriental. **Anais...** Amazônia Oriental: EMBRAPA, 2008.
- OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. Fibras Alimentares. In: _____. **Nutrição para tecnologia e engenharia de alimentos.** Curitiba: Editora CRV, 2013a. p. 35-46.
- _____. Alimentos Funcionais. In: _____. **Nutrição para tecnologia e engenharia de alimentos.** Curitiba: Editora CRV, 2013b. p. 151-166.
- OLIVEIRA, E. M. S. **Caracterização de rendimento das sementes e do albedo do maracujá para aproveitamento industrial e obtenção da farinha da casca e pectina.** 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro

de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

OLIVEIRA, C. F. et al. Avaliação das propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha da casca do maracujá amarelo, In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR: Alimentação e Saúde. 5., 2015, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: sbCTA, 2015.

O'SHEA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 1-10, 2012.

REOLON, C. A.; BRAGA, G. C.; SABIBE, A. B. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 305-312, 2009.

RIBEIRO, G. P. **Elaboração e caracterização de farinhas de Quinoa, linhaça dourada e soja para aplicação em Biscoitos doce sabor coco**. 2014. 50f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

SANTANA, F. C. et al. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora Edulis* flavicarpa) e fécula de mandioca (*Manihot Esculenta* crantz). **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. 2005. 188f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SANTOS, A. A. O. et al. Elaboração de biscoitos a partir da incorporação de produtos da mandioca e casca de maracujá (*Passiflora edulis* Flavicarpa) na farinha de trigo. **Scientia Plena**, v. 7, n. 8, p. 1-7, 2011.

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

- SILVA, E. M. M. Efeito da adição de feijão nas características de solubilidade e Absorção de água de farinhas mistas instantâneas elaboradas por extrusão termoplástica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EXTRUSÃO DE ALIMENTOS. 2., 2010. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2010.
- SILVA, R. F. et al. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 4), p. 815-819, 2009.
- SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alimentos e Nutrição*, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.
- SOUZA, R. P. et al. Biscoito light elaborado com farinha da casca do maracujá-wamarelo (*passiflora edulis f. Flavicarpa*): Análise microbiológica e sensorial. *Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição*, v. 38, p. 1-475, 2013.
- STATSOFT, INC. (2011). **STATISTICA 10.0 Software**. Tucksá: Statsoft. www.statsoft.com.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. NEPA – UNICAMP. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.
- UCHOA, A. M. A. et al. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.
- VILHALVA, D. A. A. et al. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 70, n. 4, 2011.
- 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*, v. 16, n. 8, 2005.
- YAPO, B. M.; KOFFI, K. L. The polysaccharide composition of yellow passion fruit rind cell wall: chemical and macromolecular features of extracted pec-

tins and hemicellulosic polysaccharides. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 2125-2133, 2008.

YOSHIDA, B. Y. et al. Produção e caracterização de *cookies* contendo farinha de *okara*. **Alimentos e Nutrição**, v. 25, n. 1, p. 49-54, 2014.

ZERAIK, M. L. et al. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.

Elaboração de bebida de extrato de soja sabor morango, pêssigo e uva com *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium lactis*

Larissa Hikari Fujii
Márcia Cristina Furlaneto
Marly Sayuri Katsuda

Juliany Piazzon Gomes
Luciana Fulaneto-Maia

1 Introdução

Os consumidores têm buscado produtos mais saudáveis e que possuam propriedades nutricionais interessantes à saúde, dessa forma, as indústrias alimentícias procuram desenvolver alimentos que sejam práticos e nutritivos. De acordo com Oliveira e Roman (2013), para um alimento ser considerado funcional, além de oferecer a nutrição básica, ele deve ser capaz de beneficiar em uma ou mais funções o organismo, como melhora na saúde, no bem-estar e/ou na redução dos riscos de contrair uma doença.

O uso de probióticos na dieta humana vem sendo amplamente difundido, tanto como suplemento alimentar quanto como na forma de medicamento, pois seu consumo diário promove inúmeros benefícios ao organismo (BARBOSA et al., 2011), considerando-o como um alimento funcional. Ingerir diariamente probióticos pode proporcionar: melhora do funcionamento intestinal, aumentando a absorção de nutrientes; melhora do equilíbrio da microbiota; prevenção e/ou controle de infecções intestinais; modulação do sistema imune; prevenção de alguns tipos de câncer; redução do LDL-colesterol; melhora na digestão da lactose e proteção contra infecções no trato urinário, entre outras ações (BARBOSA, 2007).

Além da ingestão de probióticos, os alimentos podem exercer importante função na qualidade de vida, dentre eles destaca-se a soja, por possuir potencial nutritivo de proteínas, promover benefícios na prevenção de doenças cardiovasculares e cânceres (mama, próstata e cólon), além de auxiliar na redução dos sintomas adversos da menopausa (BARBOSA, 2007).

Dada a importância dos probióticos na saúde humana, este estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência de cultura probiótica mista em suco de soja sabores morango, pêssego e uva.

2 Alimentos funcionais

Atualmente, há um interesse muito grande em relação à função desempenhada pelos alimentos que possuem constituintes que influenciam nas atividades metabólicas e fisiológicas, ou, então, componentes isolados de alimentos que apresentam uma destas particularidades, os quais são denominados como alimentos funcionais (OLIVEIRA, 2013). O conceito de alimentos funcionais surgiu no Japão em meados de 1980, caracterizando os alimentos que, além de fornecerem os nutrientes básicos, possuem componentes que podem beneficiar a saúde dos consumidores (SILVEIRA; VIANNA; MOSEGUI, 2009).

Segundo o programa “Alimentos para Uso Específico de Saúde” (*Foods for Specified Health Use* – FOSHU), implementado pelo Ministério da Saúde e Bem-estar do Japão, definiu-se alimentos funcionais como alimentos que possuem propriedades atuantes nos mecanismos de defesa, prevenção ou tratamento de doenças/distúrbios, melhoria das condições de saúde física, mental ou gerais, ou retardamento do processo de envelhecimento (SILVEIRA; VIANNA; MOSEGUI, 2009).

Diversos autores relatam que um alimento pode ser considerado funcional quando influencia beneficemente em uma ou mais funções no corpo, além dos efeitos nutricionais convencionais (ROBERFROID, 2002). Ainda, Moraes e Colla (2006) relatam que os alimentos funcionais são alimentos ou bebidas consumidas no dia a dia que podem promover melhoras fisiologicamente específicas devido à presença de nutrientes saudáveis. São consumidos em dietas convencionais, no entanto, apresentam a capacidade de auxiliar na prevenção de doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias.

A Resolução RDC 18/1999 define:

O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

2.1 Probióticos

Probióticos são definidos como micro-organismos vivos que possuem a capacidade em melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal, produzindo efeitos benéficos ao consumidor. De acordo com a legislação, foi estabelecido que a quantidade mínima para viabilizar o micro-organismo probiótico encontra-se entre 10^8 a 10^9 unidades formadoras de colônias (UFC) na recomendação diária do produto para o consumo (BRASIL, 2008). Os principais micro-organismos reconhecidos pela ANVISA como probióticos são: *Lactobacillus acidophilus*, *casei shirota*, *casei* variedade *ramnosus*, *casei* variedade *defensis*, *paracasei*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. animallis* (incluindo a subespécie *B. lactis*), *B. longum*, *Enterococcus faecium* (BRASIL, 2008).

Segundo Nogueira e Gonçalves (2011), para que as bactérias probióticas atuem no organismo, é preciso que estas sejam consumidas vivas e sobrevivam ao entrar em contato com o suco gástrico e sais da bile para, então, poderem agir contra os micro-organismos patogênicos. No entanto, é necessário o consumo contínuo dos produtos com as culturas probióticas, pois o epitélio intestinal passa por uma descamação e renovação celular por períodos, e os probióticos se mantêm no cólon e multiplicam-se, mas não se tornam os colonizadores perenes da mucosa intestinal, onde não são constatados após a interrupção do consumo (ANTUNES et al., 2007).

Stefe, Alves e Ribeiro (2008) relatam que os probióticos produzem inúmeros efeitos como: impedimento de multiplicação e ação patogênica de bactérias nocivas; estimulação do sistema imunológico; redução do colesterol no sangue; anticarcinogênico; tratamento e prevenção de diarreias; melhoras da digestão da lactose em seres humanos; e produção de vitaminas.

A comunidade científica, em parceria com as indústrias alimentícias, tem buscado atender a essa demanda no mercado, investindo em novas tecnologias e produtos, sem alterar as características sensoriais (FRANCO, 2011). De acordo com a ABIAD (2011), a produção de alimentos funcionais é um dos setores alimentícios que mais cresce no mundo. E há estimativas que indicam que no mercado brasileiro o faturamento atingiu 15% do mercado de alimentos e que crescerá aproximadamente 20% ao ano.

Alimentos funcionais podem ser definidos como “alimentos ou ingredientes que produzem efeitos benéficos à saúde, além de suas funções nutricionais básicas” (BVSMS, 2009). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define na Resolução 18/1999 que a propriedade funcional é referente à atuação metabólica ou fisiológica dos nutrientes no organismo (BRASIL, 1999). Dentro do mercado de alimentos funcionais, há os probióticos que são definidos como

alimentos contendo micro-organismos que produzem efeitos benéficos sobre a microbiota intestinal e as funções do organismo (THAMER; PENNA, 2005).

Assim, a indústria alimentícia tem inserido as culturas probióticas com o objetivo de incluir novas propriedades benéficas e funcionais aos produtos. Os produtos mais conhecidos e comercializados são os leites fermentados e iogurtes com probióticos, no entanto, existem inúmeros produtos nesta linha de desenvolvimento como sorvetes, manteiga, maionese, entre outros (SAAD, 2006).

Segundo Oliveira et al. (2002), o uso de culturas probióticas para a fabricação de produtos alimentícios deve ser empregado de acordo com o seu desempenho tecnológico. Os probióticos que possuem bom desempenho tecnológico devem demonstrar uma boa multiplicação no produto, promover características sensoriais adequadas, apresentar estabilidade, viabilidade durante o período de armazenamento e, também, deve resultar em produtos com aromas e texturas adequadas.

Leite e seus derivados são bons veículos de cepas probióticas devido às suas propriedades intrínsecas e ao fato de que a maioria dos produtos lácteos é armazenada a temperaturas refrigeradas. Entre os produtos probióticos, as bebidas lácteas foram os primeiros produtos comercializados e, atualmente, são consumidos em quantidades maiores do que as outras bebidas probióticas (SONG et al., 2012).

O iogurte é uma das fontes originais de probióticos e continua a ser um produto probiótico popular. Outros produtos lácteos, incluindo mousse de chocolate, sobremesas congeladas de lácteos fermentados, creme de leite e sorvete podem ser bons veículos de probióticos. No entanto, com o aumento dos consumidores aderente ao vegetarianismo, há também uma procura por produtos probióticos vegetarianos e para pessoas intolerantes à lactose. Assim, nos países desenvolvidos, foram elaborados vegetais fermentados, produtos à base de frutas, de cereais com probióticos (SONG et al., 2012).

Embora haja o desenvolvimento de inúmeros produtos probióticos, ainda não foi desenvolvida uma bebida com extrato de soja probiótica para comercialização.

2.1.1 Características gerais de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium lactis*

Os micro-organismos probióticos exercem efeitos benéficos ao organismo do hospedeiro quando são ingeridos diariamente em concentrações adequadas. Os mais utilizados são o grupo das bactérias ácido-láticas, como os gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (KRÜGER et al., 2008).

Os *Bifidobacterium*, em geral, são caracterizados como bacilos gram-positivos, não formadores de esporos, desprovidos de flagelos e aeróbios. São heterofermentativos que produzem ácidos acético e lático. A temperatura ótima para o crescimento varia entre 37 °C a 41 °C e, em relação ao pH ótimo, valores

entre 6 a 7, com ausência de crescimento em pH ácidos entre 4,5 a 5 (GOMES; MALCATA, 1999).

As espécies de *Lactobacillus* e *Streptococcus thermophilus* estão classificadas como não-patogênicos e não-toxigênicos, gram-positivos, bactérias fermentativas associadas à produção de ácido lático, etanol e outros produtos metabólitos a partir de carboidratos, sendo efetivas para a elaboração de alimentos fermentados (WGO, 2011).

Embora sejam utilizados os micro-organismos *Streptococcus thermophilus* na produção de iogurtes e outros produtos lácteos, estes não estão listados como probióticos de acordo com a legislação brasileira por não apresentarem os efeitos cientificamente comprovados (FERNÁNDEZ, 2015). No entanto, a *World Gastroenterology Organisation Global Guidelines* (2011) relata que a ingestão de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* melhora a digestão da lactose e reduz os sintomas relacionados à intolerância à lactose baseado em uma série de estudos nos quais os indivíduos consumiam iogurtes com culturas probióticas.

O *Lactobacillus acidophilus* é caracterizado como forma de bacilo, não formador de esporos, desprovido de flagelos e microaerófilo. As ótimas temperaturas para o seu crescimento variam entre 35 °C a 40 °C e pH de 5,5-6 (GOMES; MALCATA, 1999).

Já o *Streptococcus thermophilus* é classificado como cocos, anaeróbia facultativa, a temperatura ótima varia entre 35 °C a 46 °C e seu pH de 6,5 (BEAL; LOUVET; CORRIEU, 1989; TAYEB, 1984).

Para a atuação dos efeitos benéficos no organismo do hospedeiro, é preciso que ocorra o crescimento e as atividades dos probióticos no intestino. Dessa forma, os micro-organismos devem apresentar características como: possuírem resistência ao suco gástrico, à biliar e às enzimas pancreáticas e digestivas; serem aderentes à mucosa intestinal; apresentar a capacidade de colonização; produzir substâncias antimicrobianas contra os micro-organismos patogênicos e ausência de mutações (RESENDE, 2010).

A *World Gastroenterology Organisation Global Guidelines* (2011) relata o mecanismo de ação dos probióticos, que inclui o consumo e a competição de nutrientes com os micro-organismos patogênicos; alteração do pH do meio intestinal, criando um ambiente desfavorável aos patógenos; produção de bactérias para inibição dos patógenos; estimulação da produção de mucina epitelial e inativação das toxinas produzidas pelos patógenos.

Assim, os efeitos atuam na redução de doenças cardiovasculares, câncer de cólon, inflamação do intestino, síndrome do intestino irritável, encefalopatia hepática; tratamentos para diarreias; eliminação de *Helicobacter pylori*, aumento da imunidade, entre outros benefícios (WGO, 2011).

2.2 Soja

A soja está entre os alimentos que tem se destacado nos últimos anos, pois possui características químicas e nutricionais que podem ser qualificadas como um alimento funcional pela qualidade da proteína, mas também pelo desempenho em auxiliar na prevenção e ações terapêuticas de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e para a redução dos sintomas da menopausa (HASLER, 1999).

Há vários estudos experimentais e epidemiológicos sobre a ação das isoflavonas naturais como proteção contra várias doenças crônicas. Observou-se que a maior incidência de alguns tipos comuns de câncer (mama, próstata e cólon) e de doenças coronárias atinge, principalmente, as populações ocidentais expostas a quantidades limitadas de isoflavonas de soja (como a genisteína, daidzeína) na dieta (BRANDI, 1997).

As propriedades referentes ao consumo de produtos elaborados com soja foram atribuídas pela presença dos fitoquímicos, destacando-se os inibidores de proteases, fitatos, fitoesteróis, saponina, ácidos fenólicos, lecitina, ácidos graxos insaturados e isoflavonoides. Outros nutrientes, como aminoácidos, fibras, vitaminas, minerais e carboidratos, têm apresentado efeitos benéficos à saúde (RODRIGUES, 2003).

Neste contexto, associam-se os produtos derivados de soja com produtos comuns do cotidiano dos consumidores para incrementar o hábito do consumo da leguminosa. E também a associação destes produtos com frutas tem apresentado uma boa afinidade, melhorando as características visuais e sensoriais, reduzindo os aspectos sensoriais indesejáveis da soja (RODRIGUES, 2003).

2.3 bebida com extrato de soja probiótica

O extrato de soja é um dos produtos mais comuns no cotidiano do consumidor, devido a sua facilidade na utilização de forma direta ou no desenvolvimento de produtos, como sorvetes, um tipo de leite condensado, bebidas, iogurtes, formulados infantis, entre outros, pois apresenta baixo custo e alto teor de proteínas (RODRIGUES, 2003; CABRAL, 1997).

Segundo Rodrigues (2003), para que haja melhor aceitação e consumo dos produtos derivados de soja, são adicionados ingredientes para conferir doçura e/ou aromatizantes para reduzir e mascarar as características sensoriais da soja.

Conhecendo as inúmeras propriedades e benefícios que a soja oferece, é interessante a introdução desta em alimentos de consumo diário para que seja implantada de forma progressiva na alimentação da população brasileira. Uma das formas de introduzir este alimento na dieta é por meio de sucos de frutas com extrato de soja, onde tem sido muito aceito pelos consumidores (RODRIGUES, 2003).

De acordo com Barbosa (2007), há pesquisas que foram realizadas em que apresentam os oligossacarídeos (estaquiose e rafinose) presente no extrato de soja, que pode ser utilizado como um substrato adequado para o crescimento e desenvolvimento bioquímico de bactérias probióticas, proporcionando um alimento com as propriedades nutricionais potencializadas e, também, como um diferencial para os nichos da população que demonstram alergias e/ou distúrbios alimentares pela ingestão de leite de vaca.

3 Materiais e métodos

Trata-se de uma pesquisa experimental que avaliou a sobrevivência de cultura probiótica mista em suco de soja sabores morango, pêssego e uva ao longo de 30 dias de estocagem sob refrigeração. Este estudo foi realizado no ano de 2016 na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Londrina.

3.1 Objeto em estudo

A cultura probiótica utilizada neste estudo (SACCO®) continha as bactérias *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium lactis*. Os micro-organismos encontravam-se liofilizados em envelope na concentração de $2,5 \times 10^{10}$, $3,2 \times 10^9$ e $3,1 \times 10^9$ UFC/g, respectivamente.

Os sucos com extrato de soja foram desenvolvidos nos sabores morango, pêssego e uva da Mais Vita (Yoki®), sendo isentos de conservantes com adição de açúcar e edulcorante artificial de sucralose em suas composições, sendo obtidos no comércio local de Londrina-PR.

3.2 Métodos

Um volume de 800 mL de cada suco foi acondicionado em frascos estéreis, e a estes foi depositado todo o conteúdo do envelope da cultura mista de probióticos. A bebida foi armazenada sob refrigeração a 4 °C, durante o período de análise.

Após o inóculo da bactéria, nos tempos T0, T24, T360 e T720 horas, foi retirado 1 mL do produto e procedeu-se a diluição seriada. A contagem celular se deu pelo método de profundidade (*pour-plate*) em meio MRS (*Man Rogosa Sharpe*) ágar. As placas foram incubadas por 72 horas a 37 °C, em jarras de anaerobiose com sistema gerador de atmosfera com teor reduzido de oxigênio e aumentado de gás carbônico Anaerobac®. O cálculo de UFC/mL foi obtido pela contagem do número de células, multiplicado por 10^1 e pela diluição plaqueada. Controle negativo foi realizado com a bebida com extrato de soja sem inóculo bacteriano.

O pH foi determinado pela leitura direta em potenciômetro, calibrados com soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0, nos mesmos tempos citados acima. O procedimento metodológico foi realizado de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para análise de acidez, 10 mL da bebida foi acrescentada em 100 mL de água destilada, com posterior homogeneização, e foram adicionados de 4 a 5 gotas da solução de fenolftaleína a 1% e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até o aparecimento de coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos, segundo a Instrução Normativa n. 68 do MAPA (BRASIL, 2006).

Os sólidos solúveis foram analisados por meio do teor de açúcar presente na bebida e foram determinados por meio da leitura do refratômetro, sendo este calibrado com água destilada nos mesmos tempos do item 4.2.2, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

4 Resultados e discussão

O presente trabalho avaliou a sobrevivência de cultura probiótica mista em suco de soja sabores morango, pêsego e uva, armazenados sob refrigeração. No procedimento realizado, o inóculo inicial de cada micro-organismo foi $2,0 \times 10^7$, $2,5 \times 10^6$ e $2,4 \times 10^6$ das bactérias *S. thermophilus*, *L. acidophilus* e *B. lactis*, respectivamente. A Figura 1 apresenta o aspecto do suco após o inóculo bacteriano.

Por se tratar de uma cultura liofilizada e a fim de evitar contaminações, não se procedeu a reativação celular; ainda, como o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade celular no produto, também foi inoculado na concentração considerada para um probiótico (mínimo de 10^8 UFC/mL).



Figura 1 – Aspecto dos sucos de morango, pêsego e uva, após o inóculo bacteriano

Fonte: Autoria própria

Durante o período de estocagem, uma alíquota foi retirada e foi determinada a UFC/mL da cultura probiótica mista (Figura 2).

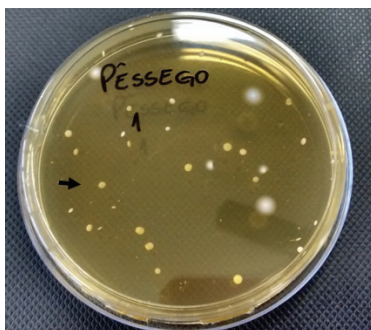


Figura 2 – Representação das placas contendo as colônias de cultura probiótica mista após 72 h de incubação. Seta indica colônia bacteriana

Fonte: Autoria própria

A Figura 3 apresenta os resultados da UFC/mL nos sucos acrescidos de bactérias probióticas. Embora o preparado tenha permanecido sob refrigeração, observou-se um aumento no número de células durante o armazenamento, ou seja, houve o desenvolvimento microbiano até 15 dias de estocagem em todos os sabores de suco. Com 30 dias de estocagem, continuou o desenvolvimento celular no suco de morango, decaindo nos sucos de pêsego e não sendo mais recuperado no suco de uva.

Embora o objetivo do trabalho fosse verificar a viabilidade da cultura probiótica durante período de estocagem, foi obtido um resultado positivo ao saber que os micro-organismos estavam em multiplicação. Ainda, o produto mostrou-se promissor para o desenvolvimento desses micro-organismos em sucos de soja, podendo posteriormente ser ajustado para chegar à concentração exigida pela legislação (10^8 a 10^9 UFC) para ser considerada como alimento probiótico.

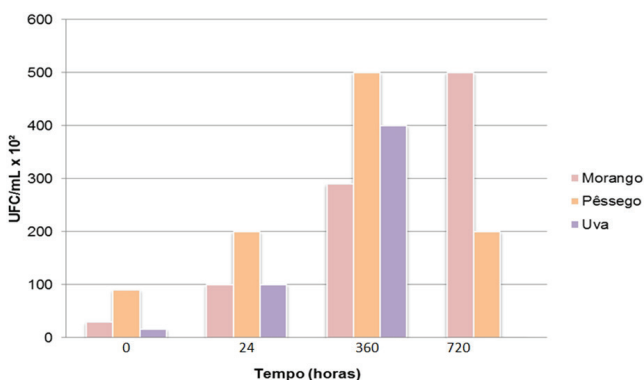


Figura 3 – Desenvolvimento celular de cultura de bactéria probiótica mista durante a estocagem sob refrigeração em suco de soja saborizado; dados expressos em UFC/mL de produto

Fonte: Autoria própria

Ao contrário dos resultados obtidos por Haully, Fuchs e Ferreira (2005), verificou-se que com 21 dias de armazenamento, o número de bactérias lácticas em iogurte de soja teve um decréscimo considerável. Segundo Macedo et al. (2008), a redução da viabilidade de bactérias probióticas pode estar relacionada com vários fatores como a acidez do produto, taxa de oxigênio, entrada de oxigênio pela embalagem, compostos antimicrobianos, entre outros.

De acordo com Gomes e Malcata (1999), há vários estudos que indicam o uso de culturas mistas contendo *Bifidobacterium* sp, *L. acidophilus* e *S. Thermophilus*, pois promovem algumas vantagens como “melhores taxas de crescimento, redução do tempo de fermentação, ausência de certos defeitos sensoriais e um aumento do valor nutritivo dos produtos finais”.

Há inúmeras vantagens das ações dos probióticos durante a fabricação de produto lácteo, tais como auxiliar na conservação do leite por meio da produção de ácido láctico e de outros elementos antimicrobianos, desenvolver qualidades sensoriais desejadas, aumentar os valores nutricionais do produto e promover propriedades benéficas ao organismo (OLIVEIRA, 2013).

No entanto, é preciso que os micro-organismos estejam viáveis no alimento durante o *shelf-life*, como demonstrado em nosso estudo. Também foram monitorados o pH e a acidez dos preparados. Os resultados estão apresentados nas Figuras 4 e 5.

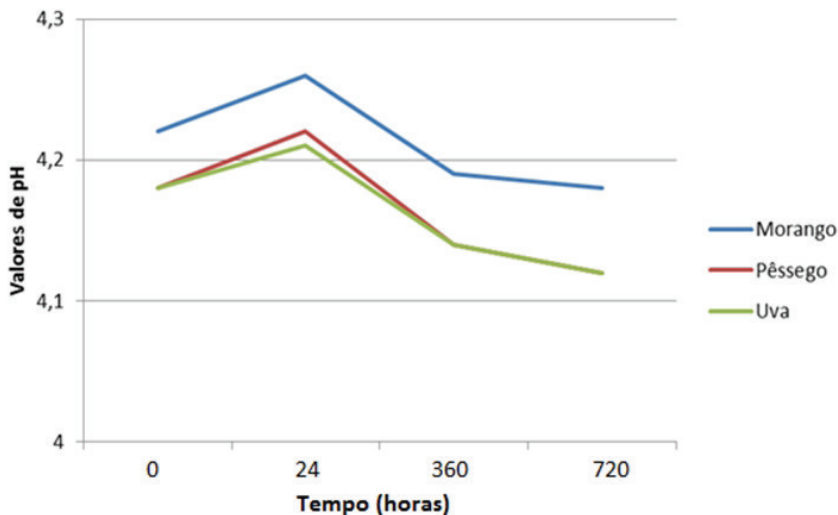


Figura 4 – Valores de pH dos sucos de soja saborizados contendo bactérias probióticas

Fonte: Autoria própria

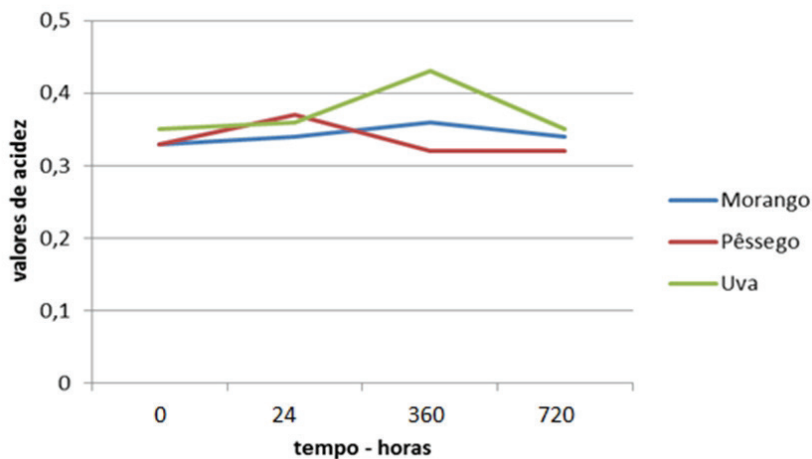


Figura 5 – Valores de acidez (B) dos sucos de soja saborizados contendo bactérias probióticas

Fonte: Autoria própria

Observamos que posterior à adição dos probióticos, com 360 horas, o pH apresentou valores menores do que a mensuração inicial. Barbosa (2007) sugere que este valor se deve ao processo fermentativo, corroborando com nossos experimentos onde neste tempo apresentou elevada contagem de bactérias probióticas.

De acordo com Beal, Louvet e Corrieu (1989), a redução do pH em iogurtes armazenados em temperatura de 4 °C relaciona-se com a pós-acidificação do meio devido ao consumo de carboidratos e produção do ácido lático apresentando a fermentação dos micro-organismos durante o armazenamento.

Santo et al. (2010) avaliou a influência da adição de polpa de açaí de iogurtes com culturas probióticas de *L. acidophilus*, *B. animalis* subespécie *lactis* e *B. longum*, e observou que no 28º dia de armazenamento, o pH variou entre 4,20 a 4,33. Assim como Gallina et al. (2011) analisou o leite pasteurizado com inoculação do fermento de *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* e *Bifidobacterium* spp após o período de 28 dias armazenado em temperaturas de 4 a 6 °C com pH de 4,13.

Os dados de acidez também corroboram com os dados de crescimento bacteriano desta pesquisa. Donkor et al. (2006) observou o efeito da acidificação sobre o iogurte probiótico ao longo do período de armazenamento em temperaturas de refrigeração que houve um declínio significativo no pH e aumento da acidez.

Também foi constatado no trabalho de Haully, Fuchs e Ferreira (2005) o aumento da acidez com o tempo de armazenamento, havendo diferença entre o produto após a fermentação e o produto no 21º dia de armazenamento a 4 °C. Ao contrário de Jardim (2012), no qual não foi observada diferença expressiva da acidez durante o período de armazenamento em refrigeração até 28 dias, ou seja, a bebida obteve um comportamento constante da acidez em função do tempo.

Na Tabela 1 estão apresentados os dados de valores de sólidos solúveis dos sucos. Observou-se que a concentração de sólidos solúveis variou durante o armazenamento do produto. Com os dados obtidos não pudemos estabelecer uma correção de utilização de oligossacarídeos presentes no suco em relação ao desenvolvimento microbiano. Contudo, nos estudos realizados por Barbosa (2007), houve redução dos sólidos solúveis, sugerindo o consumo de substratos como oligossacarídeos (rafinose e estaquiose) presentes naturalmente na soja.

Tabela 1 – Valores de sólidos solúveis dos sucos de sabor morango, pêsego e uva

Tempo(h)	Morango (°Brix)	Pêssego (°Brix)	Uva (°Brix)
0	4,5	8	4,75
24	6	9,25	5,75
360	5,75	8,75	5,75
720	4	8,25	5

Fonte: Autoria própria.

5 Conclusão

As bebidas à base de suco de soja saborizado mostraram-se eficientes para a manutenção celular de cultura probiótica mista durante o período de armazenamento. Houve ainda crescimento celular durante o período de estocagem, inclusive com 30 dias de refrigeração para os sucos sabor morango e pêsego.

Embora a contagem celular não tenha atingido a concentração exigida para ser considerado um probiótico, este estudo mostrou que o extrato de soja pode ser utilizado como substrato para o desenvolvimento das bactérias probióticas, proporcionando um aumento em seu potencial de propriedades funcionais.

Referências

ABIAD. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres. **Saiba as diferenças e benefícios dos alimentos probióticos, prebióticos e simbióticos**, 2011. Disponível em: <<http://www.abiad.org.br/index.php/sala-de-imprensa/releases-pautas-e-artigos/28-saiba-as-diferencas-e-beneficios-dos-alimentos-probioticos-prebioticos-e-simbioticos-110111>> Acesso em: 10 mai. 2015.

- ANTUNES, A. E. C. et al. Probióticos: Agentes promotores de saúde. **Nutrire**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 103-122, dez. 2007.
- BARBOSA, E. G. **Prevalência de bactéria probiótica *L. acidophilus* – NCFM em extrato de soja fermentado e saborizado com sacarose e polpa de pêssego.** 2007. 73f. Monografia (Especialização em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.
- BARBOSA, F. H. F. et al. Probióticos – micro-organismos a favor da vida. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 11, n. 1, p. 11-21, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mai. 1999.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n. 5, de 13 novembro de 2000. Padrões de identidade e qualidade (PIQ) de leites fermentados. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 dez. 2006.
- _____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde**, 2008. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Alimentos+Com+Alegacoes+de+Propriedades+Funcionais+e+ou+de+Saude>> Acesso em: 10 mai. 2015.
- BEAL, C.; LOUVET, P.; CORRIEU, G. Influence of controlled pH and temperature on the growth and acidification of pure cultures of *Streptococcus thermophilus* 404 and *Lactobacillus bulgaricus* 398. **Appl. Microbiol Biotechnol**, Thiverval-Grignon, v. 32, p. 148-154, 1989.
- BRANDI, M. L. Natural and Synthetic Isoflavones in the Prevention and Treatment of Chronic Diseases. **Calcif Tissue Int**, New York, v. 61, p. S5-S8. 1997.
- BVSMS. Biblioteca Virtual em Saúde. **Alimentos funcionais**, 2009. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/220_alimentos_funcionais.html> Acesso em: 9 mai. 2015.

- CABRAL, L. C.; WANG, S. H.; ARAUJO, F. B.; MAIA, L. H. Efeito da pressão de homogeneização nas propriedades funcionais do leite de soja em pó, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611997000300018> Acesso em: 17 set. 2015.
- DONKOR, O. N.; HENRIKSSON, A.; VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal, Barking*, v. 16, n. 10, p. 1181-1189, 2006.
- FERNÁNDEZ, L. C. Desenvolvimento de sorvetes probióticos à base de extrato solúvel de soja. 2015. 89f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial na área de concentração de Microbiologia Aplicada) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.
- FRANCO, R. C. J. Obtenção de maionese de iogurte probiótica com fitosteróis. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos) – Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário, Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011.
- GALLINA, D. A. et al. Caracterização de leites fermentados com e sem adição de probióticos e prebióticos e avaliação da viabilidade de bactérias lácticas e probióticas durante a vida-de-prateleira. *UNOPAR Cient. Ciênc. Biol. Saúde*. São Paulo, v. 13, n. 4, p. 239-44, 2011.
- GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. Boletim de Biotecnologia. Agentes probióticos em alimentos: aspectos fisiológicos e terapêuticos, e aplicações tecnológicas, 1999. Disponível em: <www.spbt.pt/getfile.aspx?tipo=pub&fileid=8> Acesso em: 20 mai. 2016.
- HASLER, C. M. *Functional Foods: Their Role in Disease Prevention and Health Promotion*, 1999 – Disponível em: <<http://www.nutriwatch.org/04Foods/ff.html>> Acesso em: 17 set. 2015.
- HAULY, M. C. O.; FUCHS, R. H. B.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Suplementação de iogurte de soja com frutooligosacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 18, n. 5, p. 613-622, set./out., 2005.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. In: _____. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. p. 18-21.

- _____. Procedimentos e determinações gerais. In:_____. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 85-160.
- JARDIM, F. B. B. **Desenvolvimento de bebida láctea probiótica carbonatada: características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais**. 2012. 136f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2012.
- KRÜGER, R. et al. Desenvolvimento de uma bebida láctea probiótica utilizando como substratos soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 43-53, jan./mar. 2008.
- MACEDO, L. N. et al. Efeito prebiótico do mel sobre o crescimento e viabilidade de *Bifidobacterium ssp.* e *Lactobacillus ssp.* em leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 935-942, out./dez. 2008.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.
- NOGUEIRA, J. C. R.; GONÇALVES, M. C. R. Probióticos – Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 15, n. 4, p. 487-492, 2011.
- OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. Alimentos Funcionais. In:_____. **Nutrição para Tecnologia e Engenharia de Alimentos**, Curitiba: CRV, 2013. p. 151-164.
- OLIVEIRA, M. E. G. **Queijo de coalho caprino adicionado de bactérias lácticas: elaboração, caracterização e avaliação *in vitro* de potencial probiótico**. 2013. 154f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- OLIVEIRA, M. N. et al. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 38, n. 1, mar. 2002.
- RESENDE, A. **Probióticos**, 2010. Disponível em: <<http://blogdasmicro.blogspot.com.br/2010/04/probioticos.html>>. Acesso em: 20 mai. 2016.
- ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digest Liver Dis**. v. 34, n. 2, p. S105-S110, 2002.

- RODRIGUES, R. S. Caracterização de extratos de soja obtidos de grãos, farinha integral e isolado protéico visando à formulação e avaliação biológica (em coelhos) de bebida funcional à base de extrato de soja e polpa de pêssegos. Tese (Doutorado em Tecnologia em Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 42, n. 1, p. 1-16, mar. 2006.
- SANTO, A. P. E. et al. Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 20. p. 415-422, 2010.
- SILVEIRA, T. F. V.; VIANNA, C. M. M.; MOSEGUI, G. B. G. Brazilian legislation for functional. **Revista de Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1189-1202, 2009.
- SONG, D. et al. Probiotics. In: SONG, D.; IBRAHIM, S.; HAYEK, S. **Recent application of probiotics in food and agricultural science**. 1ª ed. Croatia: InTech, 2012. p. 3-36.
- STEFE, C. A.; ALVES, M. A. R.; RIBEIRO, R. L. Probióticos, prebióticos e simbióticos – artigo de revisão. **Saúde & Ambiente**, Duque de Caxias, v. 3, n. 1, p. 16-33, jan.-jun. 2008.
- TAYEB, J.; BOURILLANNE, C.; DESMAZEAUD, M. J. Computerized control of growth with temperature in a mixed culture of lactic acid bacteria. **Journal of Fermentation Technology**, Jooy-en-Josas, v. 62, p. 461-470, 1984.
- THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligosacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São José do Rio Preto, v. 41, n. 3, jul.-set. 2005.

Avaliação das condições microbiológicas de alimentos, superfícies e utensílios utilizados no preparo de refeições em um restaurante universitário

Jaqueline Milão Rodrigues
Raísa Moreira Dardaque
Mucinhato

Luciana Furlaneto-Maia
Juliany Piazzon Gomes
Ana Flávia de Oliveira

1 Introdução

A alimentação é essencial a todos os seres vivos. Ela influencia diretamente a qualidade de vida por ter a responsabilidade de manter o organismo em pleno funcionamento, desenvolvendo o papel de manutenção, prevenção e recuperação da saúde (ZANDONADI et al., 2007).

A família tem um importante papel no que se refere a hábitos alimentares. Estudantes universitários que migram para outras cidades para estudar, em muitos casos, permanecem em ambientes menos propensos a uma refeição de qualidade, pois, em geral, moram com outros colegas, deixando de ter, assim, o conforto alimentar do ambiente familiar. No entanto, mesmo nestas situações, eles são cobrados a manterem uma dieta saudável (BORGES, 2014). Alguns estudantes universitários contam com um auxílio para minimizar as consequências de uma alimentação não adequada: os Restaurantes Universitários (RU), que têm por objetivo oferecer à comunidade acadêmica alimentação de boa qualidade higiênica e nutricional com baixo custo, como é o caso da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, que disponibiliza este tipo de serviço de alimentação.

Dessa forma, os RUs devem estar sempre atentos com as condições que seus alimentos estão sendo preparados, principalmente se os mesmos produzidos por

eles são veículos de doenças ocasionadas pelo preparo inadequado. É indesejável que ocorram surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) em comunidades como as estudantis, pois afetará grande quantidade de pessoas.

Alimentar-se bem não se refere apenas a alimentos ricos em nutrientes, vitaminas ou sensorialmente agradáveis ao paladar, mas envolve também outros parâmetros, como a qualidade higiênico-sanitária com que esse alimento foi preparado (SILVA JUNIOR, 2008). Assim, durante as preparações, devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a contaminação por micro-organismos patogênicos e, dessa forma, evitar possíveis surtos de DTAs. Sabe-se que, num restaurante, ter todas as preparações isentas de micro-organismos é muito improvável, dada a enorme quantidade de alimentos disponíveis, a complexidade da cadeia de distribuição e a forma com que os manipuladores os tratam. Assim, é importante que se tenha cuidado para reduzir ao máximo os riscos de contaminação para dentro dos limites aceitáveis (FORSYTHE, 2002).

Dada a importância deste tema, este trabalho se propôs a avaliar as condições microbiológicas dos alimentos, superfícies e utensílios utilizados no preparo das refeições no Restaurante Universitário (RU) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina – PR, no período de outubro a dezembro de 2014.

2 Restaurante universitário da UTFPR – Campus Londrina

O campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) foi implantado no mês de fevereiro de 2007 na cidade de Londrina-PR. Inicialmente tinha como sede provisória o prédio da Fundação de Ensino Técnico de Londrina (FUNTEL), ofertando o seu primeiro curso: o de Tecnologia em Alimentos (UTFPR, 2014a).

Em 2009, algumas das suas atividades começaram a ser transferidas para suas instalações definitivas localizadas na Estrada dos Pioneiros, região leste da cidade, em terreno doado pela Prefeitura de Londrina. No ano seguinte, foi concluída toda a transferência das atividades, que passaram a ser realizadas integralmente nas instalações definitivas (UTFPR, 2014a).

Atualmente, o campus da UTFPR-Londrina encontra-se em constante crescimento, e oferece seis cursos de graduação, três cursos de mestrado, curso de formação pedagógica, cursos de qualificação profissional destinado aos alunos e à comunidade, além dos cursos de especialização, o que totaliza cerca de 1.000 alunos, 118 professores (efetivos e contratados) e 52 servidores técnico-administrativos (UTFPR, 2014a).

No dia 19 de outubro de 2012 foi inaugurado o Restaurante Universitário (RU) campus Londrina. A área construída é de aproximadamente 738,55 m², com capacidade para atender cerca de 300 pessoas simultaneamente (Figura 1). A unidade dispõe de uma cozinha industrial, com capacidade para o preparo de até 800 refeições/dia (UTFPR, 2014b) e conta com o auxílio de uma nutricionista, que é responsável pela qualidade higiênico-sanitária do restaurante como um todo, além da elaboração do cardápio que é constituído de arroz, feijão, dois tipos de salada, uma guarnição e dois pratos principais proteicos. Os alimentos dos itens do cardápio são disponibilizados mensalmente, sendo passível de alterações, sem aviso prévio.

O RU foi criado (Figura 1) com o objetivo de fornecer refeições de qualidade a um custo reduzido, atendendo a alunos e servidores. A qualidade higiênica e microbiológica dos alimentos produzidos e consumidos no RU torna-se um item de grande relevância, pois como grande parte de alunos da UTFPR e servidores se alimentam no RU diariamente, esses cuidados não podem ser deixados de lados a fim de evitar possíveis surtos de doenças transmitidas por alimentos.



Figura 1 – Imagem por satélite do RU

Fonte: Google Maps, 2015a

2.1 Qualidade higiênico-sanitária de alimentos

Uma boa refeição proporciona ao consumidor, além de alimentos saborosos, saúde, força e disposição, devendo oferecer ao corpo todos os nutrientes necessários à prevenção e ao desenvolvimento da vida e também estar livre de contaminação. Um serviço de alimentação deve produzir alimentos que satisfaçam a

necessidade nutricional do indivíduo, bem como a segurança desse alimento, em relação às condições higiênico-sanitárias satisfatórias (SILVA JUNIOR, 2008).

Dessa forma, o controle de qualidade no serviço de alimentação é de suma importância, havendo a necessidade de sua implantação para minimizar os índices de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs). Para tal, as Boas Práticas de Fabricação (BPFs) e os Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) são ferramentas que auxiliam muito neste processo de controle higiênico das operações (SILVA JUNIOR, 2008).

As BPFs e os POPs são responsáveis pelo controle higiênico das operações em serviços de alimentação, e as BPFs compreendem: controle de saúde dos funcionários da água para o consumo e de pragas; criação de regras para visitantes; controle das matérias-primas; adequação estrutural do estabelecimento; verificação da higiene pessoal, ambiental e dos alimentos; verificação dos procedimentos de manipulação e processamento de alimentos, nas etapas básicas de preparo: recebimento, armazenamento, pré-preparo, cocção, refrigeração, congelamento, descongelamento, reaquecimento, porcionamento, distribuição e transporte (SILVA JUNIOR, 2008).

Para garantir as condições higiênico-sanitárias de alimentos preparados, a legislação brasileira disponibiliza o Regulamento Técnico de Boas Práticas Para Serviços de Alimentação, a RDC nº 216, e também o *checklist* que foi criado para verificar as BPFs, disponível na RDC n. 275 (BRASIL, 2002). Esta legislação é a vigente em todo o país e todo serviço de alimentação deve contemplar ao menos 75% dos itens apresentado no *checklist*, que conta com avaliação das condições de infraestrutura do local de preparo de alimentos, condições de recebimento, preparo e armazenamento dos alimentos, além das condições do manipulador.

Genta, Mauricio e Matioli (2005) avaliaram as condições de higiene no preparo de alimentos em restaurantes do tipo *self-service* da região central do município de Maringá-PR. Com o auxílio de um *checklist* baseado na legislação vigente no país, verificaram o nível de não-conformidades apresentadas pelos estabelecimentos, concluindo que existia uma variação de 10,8% a 60,9% de restaurantes em condições de higiene insatisfatórias. Assim, eles afirmam que a maioria dos restaurantes pesquisados não possuíam as condições de higiene necessárias e não atendem a legislação vigente no país no que diz respeito às BPFs para a produção de alimentos seguros.

Cabe aqui ressaltar que esta verificação deveria ser de responsabilidade da Vigilância Sanitária de cada município, que deveria não somente liberar o funcionamento, mas, também, vistoriar periodicamente suas condições higiênico-sanitárias, visto que inadequações desta natureza podem comprometer a saúde do consumidor.

2.2 Contaminação microbiológica em alimentos

Os micro-organismos podem ser divididos em diferentes tipos. Um deles é aquele que deteriora o alimento, e que ocasiona odor desagradável, sabor ruim e modifica a aparência natural dos alimentos, descaracterizando suas propriedades sensoriais. Geralmente esses micro-organismos não são patogênicos e pode-se citar como efeitos desses micro-organismos: o odor forte da carne quando estragada, do ovo podre e do feijão azedo. Aqueles que deixam nos alimentos superfícies esbranquiçadas ou esverdeadas como ocorre em pães, geleias e cascas de frutas são exemplos clássicos dos fungos (SILVA JUNIOR, 2008).

Já os micro-organismos que não causam alterações físicas nos alimentos são mais perigosos, uma vez que não é possível ao homem perceber sua presença nos alimentos, sendo facilmente ingeridos. Esses são os micro-organismos conhecidos como patogênicos, divididos entre alguns tipos de bactérias e fungos, que não estragam o alimento, mas o contaminam (SILVA JUNIOR, 2008).

A presença de micro-organismos patogênicos em quantidade suficiente em alimentos pode ocasionar agressão à mucosa do homem, provocando infecção, com sintomas de febre, dor, inflamação e formação de pus. Ao se multiplicar no alimento ou no organismo humano, pode produzir pequenas cadeias proteicas que causam doenças devido ao poder tóxico, causando casos clínicos de intoxicação (SILVA JUNIOR, 2008).

Os micro-organismos em alimentos são divididos em benignos e patogênicos, e quando colocados em determinado alimento ou bebida, como cervejas, podem ser classificados quanto ao resultado de sua ação. No caso de cervejas, eles agem como agentes fermentadores. Os patogênicos, por sua vez, são perigosos e colocam a saúde do consumidor em risco (SILVA JUNIOR, 2008).

Hoffmann (2001) afirma que a qualidade microbiológica dos alimentos está condicionada, primeiro, à quantidade e ao tipo de micro-organismos inicialmente presentes (contaminação inicial) e depois à multiplicação destes no alimento. A qualidade das matérias-primas e a higiene de ambientes, manipuladores e superfícies podem tornar-se fatores determinantes para a proliferação destes micro-organismos nos alimentos a serem preparados.

Todos os alimentos, de maneira geral, podem apresentar, desde sua origem, contaminações pelos mais diversos tipos de micro-organismos, os quais fazem parte de suas floras habituais. Para se manterem ativos, ou seja, se multiplicando e crescendo, esses micro-organismos necessitam de um meio favorável, que pode ser representado por diversos fatores, como: composição do substrato, temperatura, pH, presença e concentração de gases, umidade relativa, dentre outros. Seu desenvolvimento pode ocorrer de duas maneiras: a célula revigora o protoplasma e aumenta seu tamanho; na outra, o número de células da população aumenta. As preocupações que surgem

estão relacionadas ao crescimento e à multiplicação dos micro-organismos, na tentativa de evitar que eventos como esses sejam impedidos, e que outros tipos de micro-organismos sejam acrescentados à matéria-prima, devido à contaminação ambiental ou manipulação inadequada (GERMANO; GERMANO, 2008).

Segundo Silva Junior (2008), doenças transmitidas por alimentos (toxi-infecção) são todas as ocorrências clínicas contaminados com micro-organismos patogênicos (infecciosos, toxinogênicos ou infestantes), substâncias químicas, objetos lesivos ou que contenham em sua constituição estruturas naturalmente tóxicas, ou seja, são doenças consequentes à ingestão de perigos biológicos, químicos, físicos, ou presente nos alimentos.

As doenças relacionadas ao consumo de alimentos são comuns no mundo inteiro e elas aparecem muito frequentemente não só na quantidade de surtos como na variedade de agentes etiológicos. Apesar de todos os recursos disponíveis para diminuir a ocorrência de DTAs, como BPFs, os POPs e as Análise de Perigos de Pontos Críticos de Controle (APPCC) (SILVA JUNIOR, 2008).

No Brasil, no período de 1999 a 2005, de acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), do Ministério da Saúde, ocorreram 4713 surtos de DTAs, responsáveis por 97926 doentes e 39 óbitos. No estado do Paraná em particular, em 1781 dos surtos registrados entre 1978 a 1999 constatou que 52,1% (928) das ocorrências tiveram origem nas residências contra 25,7% (457) em unidades de refeições, sendo 9,3% (166) industriais, e 16,3% (291) comerciais. Pode-se observar com estes dados que o hábito de se alimentar exclusivamente no domicílio não diminui o risco do indivíduo contrair uma toxi-infecção alimentar (GERMANO; GERMANO, 2008).

Entretanto, muitos dos casos de DTAs não são comunicados aos órgãos de inspeção de alimento, de controle e as agências de saúde. Isso ocorre pois, geralmente, os sintomas apresentam-se de maneira branda e a vítima não busca auxílio médico. Além disso, casos de DTAs não são de notificação obrigatória no Brasil. Os sintomas mais comuns são dores no estômago, náuseas, vômitos, diarreias e febres (FORSYTHE, 2002).

2.3 Contaminação microbiológica em serviços de alimentação

Embora a legislação seja clara sobre como devem ser as condições higiênico-sanitárias de serviços de alimentação, é possível notar ainda um elevado número de surtos e de casos de doenças causados pela ingestão de alimentos contaminados. As alterações nos métodos do processamento de alimentos que descuidam do controle microbiológico, devido à necessidade de se produzir grandes volumes e com um tempo reduzido, são uma das responsáveis pela continuidade da disseminação dessas doenças (ANDRADE et al., 2008).

Os principais agentes causadores de doenças em alimentos são as bactérias, que geralmente são responsáveis por 70% dos surtos e 95% dos casos. Alguns fatores importantes, como a temperatura inadequada de armazenagem da matéria-prima, alimentos contaminados, matéria-prima de procedência desconhecida e as condições higiênicas insatisfatórias, são os grandes responsáveis pelos surtos de doenças alimentares (ANDRADE et al., 2008).

Oliveira, Brasil e Taddei (2008) avaliaram as condições higiênico-sanitárias das cozinhas de cinco creches públicas e filantrópicas do município de São Paulo, utilizando-se de um manual de campo baseado na literatura científica e na Portaria no 2.535/03 da ANVISA. Os pesquisadores concluíram que as cozinhas funcionavam em condições inadequadas, oferecendo risco de contaminação aos alimentos. Dentre os maiores fatores de risco de contaminação, encontravam-se as ações dos manipuladores. Os autores ressaltaram a importância de investimento em treinamento e supervisão continuada da mão-de-obra envolvida na manipulação de alimentos; segundo eles, é a melhor e mais fácil alternativa a fim de garantir a qualidade dos alimentos servidos às crianças das creches.

Para Andrade et al. (2008), outras situações podem contribuir para o aparecimento de surtos e intoxicações alimentares, entre elas: preparo de alimentos com muita antecedência ao momento de servir, sem as devidas condições de armazenagem; a contaminação cruzada, ou seja, alimentos contaminados veiculando micro-organismos para outros em boas condições higiênicas; e a adição de ingredientes contaminados a alimentos já cozidos, sem reaquecimento.

Os micro-organismos que contaminam os alimentos vêm de diferentes fontes, como: solo e água; plantas; utensílios; trato intestinal do homem e animais; manipuladores de animais; ração animal; pele dos animais; ar e pó. Portanto, é importante conhecer qual deles é capaz de se desenvolver em um alimento. Após esse mapeamento, será possível dizer se o alimento encontra-se próprio ou impróprio para o consumo (FRANCO; LANDGRAF, 2005). Os micro-organismos que podem ser encontrados com facilidade em alimentos produzidos em serviços de alimentação coletiva com mais frequência são: coliformes totais, termotolerantes e *S. aureus*.

Poener et al. (2009) fizeram o diagnóstico das condições higiênico-sanitárias em 20 estabelecimentos de alimentação, dentre estes pizzarias e restaurantes, situados no município de Santa Rosa-RS, com a aplicação de *checklist*, cada um constituído de cinco requisitos fundamentais para a manipulação higiênica dos alimentos e também análises microbiológicas do ambiente, equipamentos, utensílios e dos manipuladores de alimentos. Os autores verificaram que 36% dos itens analisados não estavam em conformidade com a legislação vigente e que os serviços de alimentação de Santa Rosa apresentaram condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, que podem colocar em risco os consumidores que frequentam tais estabelecimentos.

Em pesquisa de Welker et al. (2009) realizada no estado do Rio Grande do Sul, foram realizadas análises microbiológicas dos alimentos envolvidos em surtos de DTAs nos anos de 2006 e 2007, e investigado pelo estado. Para isso, foram coletadas sobras dos alimentos efetivamente consumidos pelos afetados. Para as análises, utilizou-se a metodologia do *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Os principais micro-organismos identificados foram *Salmonella spp.* (37%), Estafilococos coagulase positiva (28%) e *Escherichia coli* (22%). Com estes resultados, eles observaram que os principais alimentos envolvidos nos surtos investigados foram os produtos cárneos (36%), os pratos preparados (20%) e as saladas (15%). As principais ocorrências desses surtos foram em residências (43%), seguidas de estabelecimentos comerciais (18%) e refeitórios de empresas (14%). Dessa forma, os autores concluíram que existe a necessidade de orientar e educar a população quanto aos cuidados necessários na conservação, manipulação e consumo dos alimentos, às boas práticas de fabricação e aos riscos associados aos alimentos contaminados, reduzindo, assim, os riscos de DTAs.

2.4 Coliformes totais e termotolerantes

São micro-organismos indicadores e que são utilizados na avaliação da qualidade microbiológica de água e alimentos. O grupo dos micro-organismos indicadores podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre presença de patógenos ou sobre a deterioração parcial do alimento. Esses micro-organismos podem também indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção e armazenamento (LANDGRAF, 2005).

Os coliformes totais são do grupo de bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 35- 37 °C, por 48 horas. São bacilos gram-negativos e não formadores de esporos. A presença de coliformes totais em alimentos não indica necessariamente contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (LANDGRAF, 2005).

Já os coliformes termotolerantes, subgrupo dos coliformes totais, comumente denominados de coliformes fecais, são bactérias que apresentam a capacidade de continuar fermentando com lactose com produção de gás, quando incubadas a temperaturas de 44- 45,5 °C, em condições como essas ao redor de 90% das culturas de *E. coli* são positivas (LANDGRAF, 2005).

Estudos com coliformes termotolerantes ou *E. coli* (Figura 2) nos alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto e melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos. Na Figura 2, é possível visualizar a microscopia de uma *E. coli*. Em alimentos frescos, como vegetais, o único indicador válido de contaminação fecal é a *E. coli*, uma vez

que os demais indicadores são encontrados naturalmente nesse tipo de alimento (LANDGRAF, 2005).

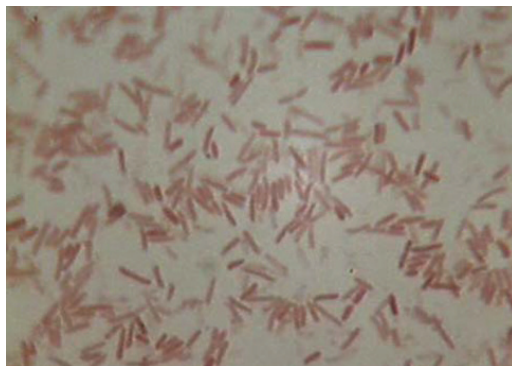


Figura 2 – Microscopia de uma E. Coli

Fonte: CDCC, 2015

2.5 *Staphylococcus* SP

Segundo Germano e Germano (2008), as bactérias do gênero *Staphylococcus* (Figura 3) são habitantes usuais da pele, das membranas mucosas, do trato respiratório superior e do intestino do homem, a que se destaca dentre esse grupo é o *S. aureus* de maior patogenicidade, responsável por considerável proporção de infecções humanas, notadamente no âmbito hospitalar. São cocos gram-positivos, não formadores de esporos, pertencentes à família *Micrococcaceae*, são facultativas anaeróbias, com maior crescimento em condições aeróbias, quando então produzem catalase (LANDGRAF, 2005).

No âmbito da saúde pública, pode-se dizer que na área de vigilância sanitária de alimentos, o *S. aureus* é considerado um dos mais frequentes causadores de surtos de toxi-infecção, devido aos manipuladores durante as diferentes etapas do processamento de alimentos, somado aos riscos de contaminação causados pelas matérias-primas desde sua origem até sua temperatura de conservação pós-preparo (GERMANO; GERMANO, 2008).

A dose tóxica mínima da enterotoxina, capaz de desenvolver a manifestação clínica da intoxicação estafilocócica, é inferior a 1 mg. Este número de toxina é alcançado quando o número de células bacterianas contaminantes em um alimento ultrapassa 100.000 por grama (GERMANO; GERMANO, 2008). O período de incubação de um surto varia, em média, de duas a quatro horas após a ingestão do alimento contaminado. Alguns sintomas conhecidos são: náuseas, vômitos, câimbras abdominais, diarreia e sudorese (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

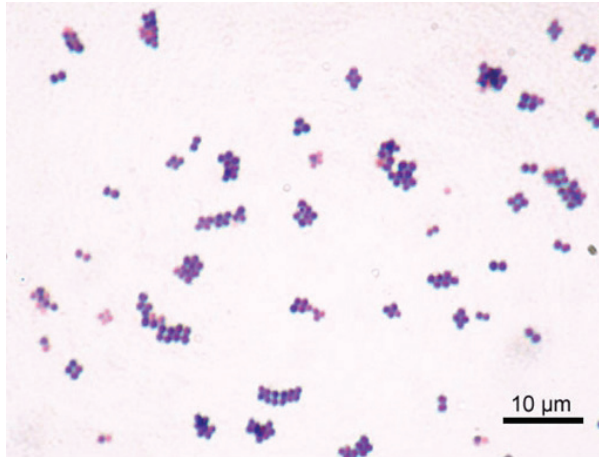


Figura 3 – Microscopia de Staphylococcus

Fonte: Google imagens, 2015b

2.6 Análise microbiológica de superfícies

As superfícies que entram em contato direto com os alimentos devem ser mantidas em condições satisfatórias de higiene. Para isso, ao examinar essas superfícies e utensílios, a flora microbiana deve ter sido removida de forma significativa, evitando a contaminação cruzada (JAY, 2008).

Para verificar a qualidade microbiana dessas superfícies e utensílios, utilizam-se alguns métodos, dentre eles o teste de swab. A coleta utilizando swab é um método bastante antigo e é utilizado para examinar microbiologicamente superfícies em indústrias de alimentos, hospital e unidades de alimentação (JAY, 2008).

Pinheiro, Wada e Pereira (2010) avaliaram a contaminação de tábuas de corte utilizadas no preparo de alimentos de uma instituição de ensino superior na cidade de São Carlos-SP por meio de análises microbiológicas realizadas a partir do método do swab. Das tábuas analisadas, 90% estavam contaminadas, o que foi possível concluir pelos pesquisadores uma condição higiênico-sanitária insatisfatória das mesmas, com a presença de mesófilos aeróbios, de bolores e leveduras e da existência de enterobactérias. Segundo os autores, as doenças veiculadas por alimentos, de um modo geral, devem ser prevenidas a partir de campanhas educativas que esclareçam os manipuladores sobre os riscos de contaminação e da correta higienização de mãos, bancadas, utensílios e equipamentos. O comprometimento de todos os envolvidos no preparo dos alimentos é uma condição básica para o sucesso da implantação das boas práticas de manipulação, além da necessidade de treinamentos periódicos para os funcionários que atuarão em áreas de manipulação de alimentos.

3 Materiais e métodos

Trata-se de uma pesquisa descritiva e experimental, que foi realizada no período de outubro a dezembro de 2014, no Restaurante Universitário terceirizado da UTFPR, campus Londrina, cujo objeto de estudo foi a condição microbiológica dos alimentos, das superfícies e dos utensílios do Restaurante Universitário da UTFPR do campus Londrina.

3.1 Amostragem para a análise microbiológica dos alimentos

Foram realizadas análises microbiológicas para a verificação da presença de coliformes totais, termotolerantes e *Staphylococcus Sp* dos alimentos prontos para o consumo. As análises foram realizadas no laboratório de microbiologia da UTFPR, campus Londrina.

Quinzenalmente, durante o período de outubro a dezembro de 2014, foram coletados, com auxílio do utensílio de servir disponível no *buffet*, os alimentos oferecidos no almoço e jantar, aproximadamente 100 gramas de cada alimento, constando de porções frias e quentes. As amostras eram coletadas aproximadamente após uma hora do início do almoço e jantar, assim que as cubas de alimentos eram abertas para o consumo. Os alimentos foram depositados separadamente em sacos plásticos, acondicionados em caixa isotérmicas e transportados ao laboratório de microbiologia.

Os alimentos foram escolhidos aleatoriamente, entre eles: folhosas, leguminosas, carnes de preparações diferentes. O arroz e o feijão, por serem alimentos amplamente consumidos, foram coletados uma vez ao dia no decorrer da semana de análise. Para efetuar as coletas, elaborou-se um esquema modelo, como pode ser observado no Quadro 1, para conseguir diversificar as análises dos alimentos.

Quadro 1 – Esquema de coletas

	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Almoço	– arroz – feijão – salada ou legumes	– carne – salada ou legumes	– arroz – feijão – salada ou legumes	– carne – saladas ou legume	– não houve coleta
Jantar	– carne – salada ou legumes	– arroz – feijão – salada ou legumes	– carne – salada ou legumes	– arroz – feijão – salada ou legumes	– não houve coleta

Fonte: Autoria própria.

Foram analisadas no total 32 tipos de preparações elaboradas pelo RU (Quadro 2), dentre elas: saladas, pratos quentes, sobremesas e o suco, como pode ser verificado no Quadro 2 de maneira mais detalhada.

Quadro 2 – Alimentos analisados

Arroz	Feijão	Cenoura crua	Estrogonofe bovino e de aves	Alface	Carne moída
Couve	Pepino	Chuchu cozido	Frango assado	Farofa	Bisteca de porco frita
Chicória	Beterraba cozida	Carne bovina com mandioca	Suco de pêssego	Cenoura cozida	Frango ao molho
Macarrão	Pepino com rabanete	Pepino com tomate	Cenoura com chuchu cozidos	Fricassê de aves	Carne bovina em tiras
Canjica	Tomate	Legumes ao molho branco	Arroz doce	Repolho com molho shoyo	Virado à paulista
Frango xadrez	Salada de feijão fradinho				

Fonte: Autoria própria.

3.2 Amostragem para a análise microbiológica das superfícies e utensílios

A amostragem das superfícies de bancadas e equipamentos foi realizada utilizando-se do “método do swab”. Para tanto, os swabs eram umedecidos em um tubo de ensaio contendo água destilada estéril e foram friccionados nos seguintes locais do RU: bancada de preparo de alimento, pia, talheres, bancada de distribuição, cabo da colher de servir, torneirinha do suco, bandejas, pratos, superfície fria das saladas e tampa do lixo orgânico do ambiente de trabalho.

Para as superfícies planas, utilizou-se de um molde de 8 cm x 10 cm, afim de delimitar a mesma área para todas as superfícies (Figura 4). Para as superfícies não planas (por exemplo, garfos, cabo da colher de servir e torneirinha do suco) o swab foi friccionado de todos os lados. Em ambos casos, o swab foi friccionado com pressão constante e movimentos giratórios.

Após o esfregaço, o swab foi colocado novamente na embalagem estéril e encaminhado ao laboratório. No laboratório, o material foi transferido para placas contendo meio de crescimento Baird Paker e Eosina azul de metileno, a fim de verificar a presença de *Staphylococcus* sp e *coli*, respectivamente.

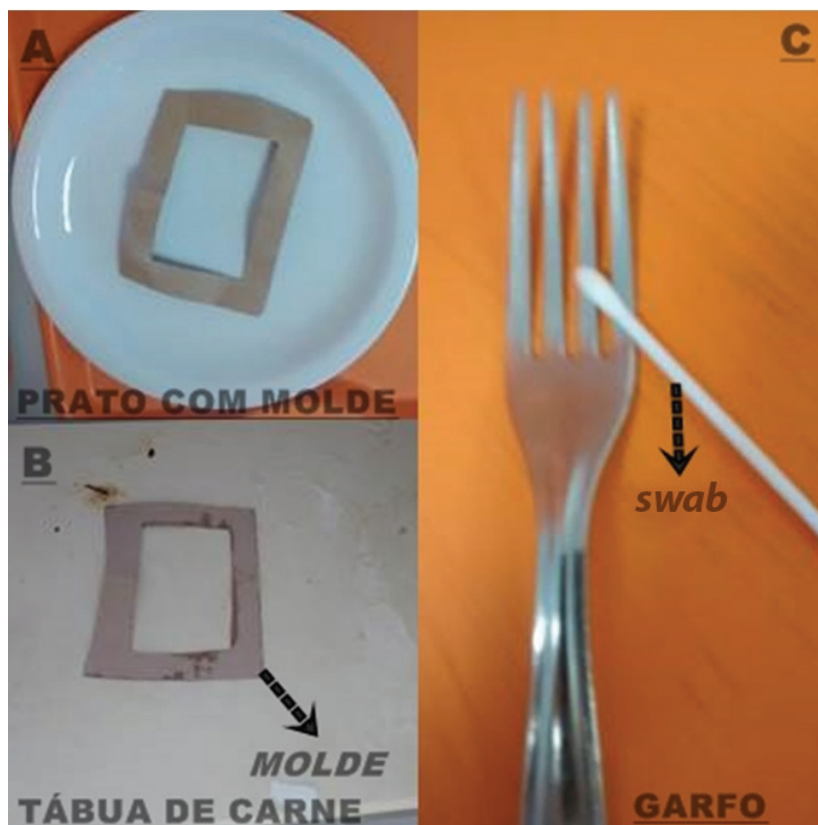


Figura 4 – Método de coleta swab

Fonte: Autoria própria

3.3 Análise de coliformes totais e termotolerantes

A análise de coliformes totais e termotolerantes foi realizada seguindo o esquema mostrado na Figura 4.

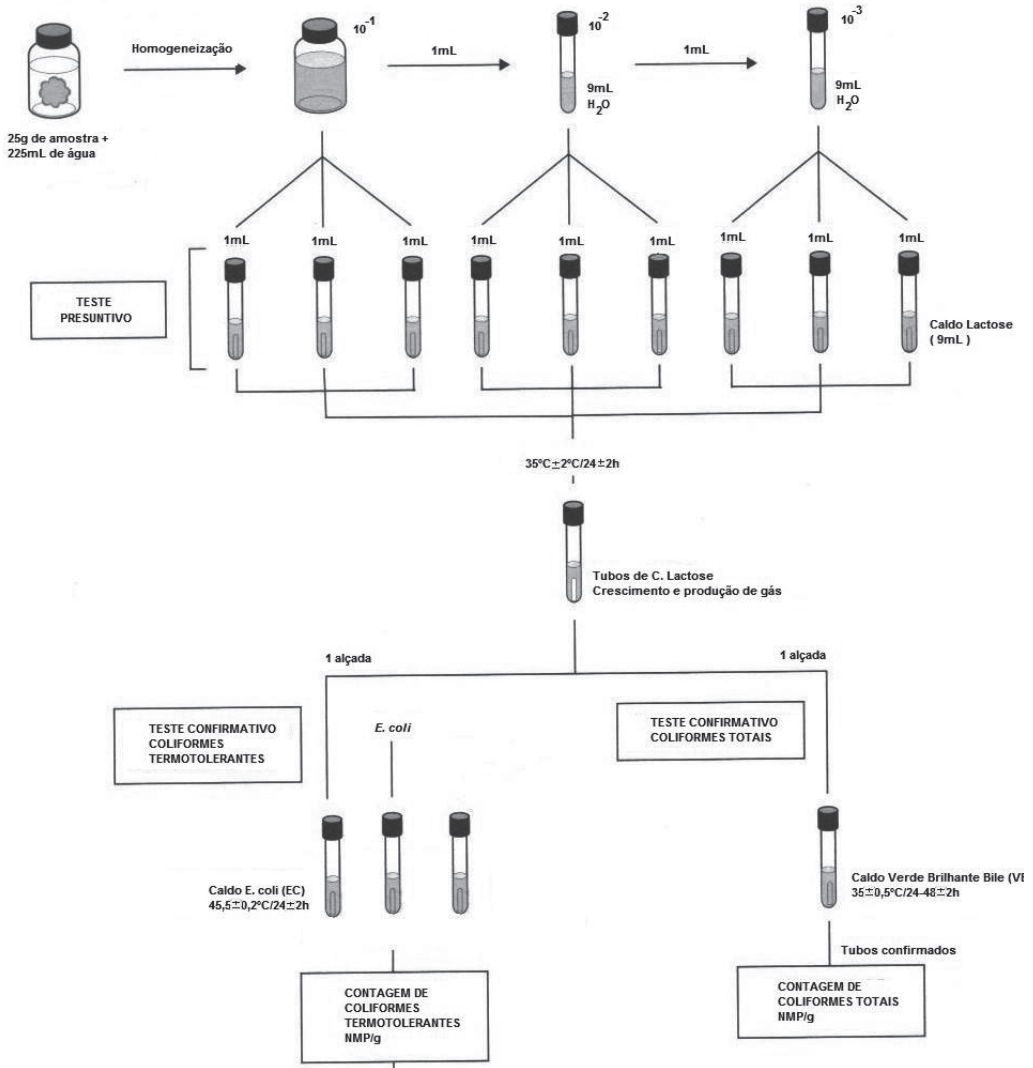


Figura 5 – Esquema de teste para coliformes totais e termotolerante

Fonte: adaptada de Silva et al., 2007

3.4 Análise de *Staphylococcus* sp

Para isolamento e identificação de *Staphylococcus* sp, a partir das diluições esquematizadas na Figura 4, foram plaqueados 100 μ L de cada diluição em ágar seletivo e diferencial Baird Parker adicionado de gema de ovo com telurito. As placas foram incubadas em 37 °C por 24 a 48 horas. Foram considerados como *Staphylococcus* sp os isolados que apresentaram coloração negra com halo

esbranquiçado, morfologia típica de cocos gram-positivos, agrupados em cachos e produção da enzima catalase.

O cálculo da Unidade Formadora de Colônias (UFC) foi realizado multiplicando-se o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada. Como foram utilizadas mais de uma placa por diluição, foi considerada a diluição que apresentou entre 25 a 250 colônias (duplicatas).

3.5 Interpretação dos resultados das análises microbiológicas

Com o auxílio da tabela de *Hoskings* (SILVA et al., 2007), determinou-se o Número Mais Provável – NMP/g – dos produtos das análises de coliformes totais e termotolerantes. Os resultados obtidos nas análises foram comparados com a RDC 12/2001, que estabelece os padrões microbiológicos sanitários e determina critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano (BRASIL, 2001).

4 Resultados e discussão

Muitos dos alimentos e utensílios analisados apresentaram-se contaminados pelos micro-organismos pesquisados. Abaixo é possível observar, nas Figuras 6 e 7, os meios de cultura após o isolamento dessas bactérias.



Figura 6 – Formação de gás em tubos, presença de coliformes totais e termotolerantes na amostra de alface

Fonte: A autoria própria



Figura 7 – Colônias características de *Staphylococcus*

Fonte: Autoria própria

Para melhor compreensão dos resultados, separou-se por tipo de alimento e utensílios, conforme descritos a seguir. Na Tabela 1, é possível verificar o resultado das análises de coliformes totais termotolerantes e *Staphylococcus sp* das preparações de arroz, nas diversas datas pesquisadas. Observa-se que o mesmo não apresentou contaminação em nenhum dos momentos coletados.

Tabela 1 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de arroz cozido, servidos no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro de 2014, Londrina-PR

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	13/10/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	14/10/2014
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	15/10/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	16/10/2014
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	03/11/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	04/11/2014

(continua)

Tabela 1 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de arroz cozido, servidos no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro de 2014, Londrina-PR (continuação)

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	05/11/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	06/11/2014
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	24/11/2014
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	26/11/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	27/11/2014
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	01/12/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	02/12/2014
Arroz ¹	< 3,0	< 3,0	<10	03/12/2014
Arroz ²	< 3,0	< 3,0	<10	04/12/2014

Fonte: Autoria própria.

Para as análises realizadas no feijão cozido durante o almoço e o jantar, os resultados (Tabela 2) também se apresentaram satisfatórios, assim como no caso do arroz. Dessa forma, pode-se afirmar que o arroz e o feijão encontravam-se em condições sanitárias satisfatórias. Isto se deve ao fato de que estes alimentos provêm de matéria-prima seca que, em geral, não é contaminada por estes tipos de micro-organismos patogênicos e permanece mais de 15 minutos em alta cocção, acima de 70 °C, o que reduz drasticamente a probabilidade de crescimento microbiano.

Em análises realizadas por Faustino et al. (2006), utilizando alimentos processados envolvidos em casos de DTAs, ao examinar as amostras de arroz e feijão cozido, com o método do *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods*, também não encontraram inconformidades nessas preparações, para as análises de Coliformes e *Staphylococcus*.

Tabela 2 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de feijão cozido, servidos no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro de 2014, Londrina-PR

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	13/10/14
Feijão ²	< 3,0	< 3,0	<10	14/10/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	15/10/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	03/11/14
Feijão ²	< 3,0	< 3,0	<10	04/11/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	05/11/14
Feijão ²	< 3,0	< 3,0	<10	06/11/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	24/11/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	26/11/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	01/12/14
Feijão ²	< 3,0	< 3,0	<10	02/12/14
Feijão ¹	< 3,0	< 3,0	<10	03/12/14
Feijão ²	< 3,0	< 3,0	<10	04/12/14

Fonte: Autoria própria.

Para o grupo das carnes preparadas no RU, descritos na Tabela 3, verificou-se que a carne cozida de boi com mandioca se apresentou contaminada em relação às demais preparações. Na análise de *Staphylococcus*, a RDC 12/2001 estabelece o máximo de 5×10^3 UFC/g e, nas preparações das carnes, foram encontradas $8,0 \times 10^2$ UFC/g, ou seja, embora haja crescimento microbiano, elas estão dentro dos padrões sanitários exigidos pela legislação, podendo ser consumidas sem riscos à saúde (BRASIL, 2001).

Já o frango com molho branco apresentou $2,3 \times 10^1$ NMP/g de coliformes totais, no entanto, esta quantidade não é determinante para se tornar imprópria para o consumo, pois segundo a legislação o limite para este tipo de preparação é de 10^5 NMP/g (BRASIL, 2001).

Tabela 3 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de carnes cozidas, fritas e assadas, servidas no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro de 2014, Londrina-PR

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	Staphylococcus UFC/g	Data da coleta
Estrogonofe bovino ²	< 3,0	< 3,0	<10	13/10/14
Carne moída ¹	< 3,0	< 3,0	<10	14/10/14
Frango assado ²	< 3,0	< 3,0	<10	15/10/14
Bisteca porco frita ¹	< 3,0	< 3,0	<10	16/10/14
Estrogonofe frango ²	< 3,0	< 3,0	<10	03/11/14
Carne boi c/ mandioca ¹	< 3,0	< 3,0	8 x 10²	04/11/14
Frango ao molho branco²	2,3 x 10¹	< 3,0	<10	05/11/14
Frango assado ¹	< 3,0	< 3,0	<10	06/11/14
Frango assado ²	< 3,0	< 3,0	<10	24/11/14
Fricassê frango ¹	< 3,0	< 3,0	<10	25/11/14
Fricassê frango ²	< 3,0	< 3,0	<10	25/11/14
Carne boi em tiras ¹	< 3,0	< 3,0	<10	26/11/14
Estrogonofe frango ²	< 3,0	< 3,0	<10	01/12/14
Carne moída com legumes ¹	< 3,0	< 3,0	<10	02/12/14
Frango xadrez ²	< 3,0	< 3,0	<10	04/12/14

Obs.: Valores descritos em negrito apresentaram algum tipo de contaminação microbiológica.

Fonte: Autoria própria.

No grupo das preparações cárneas, somente essas duas contaminações foram observadas, indicando que na carne cozida com mandioca a contaminação pode ter ocorrido durante o preparo, com a ocorrência de falhas nos procedimentos de

higiene durante a preparação, já no caso da carne de frango com molho branco, esta contaminação pode ser decorrente também da higienização inadequada ou da temperatura de cocção insuficiente, que não destrói as cepas de coliformes presentes no alimento, podendo se multiplicar durante a exposição no *buffet* (MOTTIN, 2008).

Para as outras preparações, as análises não demonstraram nenhuma contaminação. Todas as preparações cárneas com ou sem alterações se encontravam adequadas para o consumo de acordo com a RDC 12/2001.

Do grupo de preparação de saladas cruas (Tabela 4), somente as alfaces do dia 13/10 e 03/11/14, couve, pepino e o pepino com rabanete apresentaram-se adequadas para o consumo, pois a legislação estabelece como limite para o grupo de coliformes 10^2 NMP/g. As demais preparações encontraram-se inadequadas para o consumo, algumas, por sua vez, em situações de altíssima contaminação $>1,1 \times 10^3$ NMP/g, como pode ser observado nas preparações de alface. Somente as amostras de couve (14/10/14) e alface (02/12/14) que apresentaram presença de coliformes termotolerantes, porém, elas se mantiveram dentro do limite de 10^2 NMP/g (BRASIL, 2001).

Tabela 4 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de saladas cruas, servidos no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR

Amostra	NMP/g Coliformes Totais	NMP/g Coliformes Termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Cenoura ¹	$1,1 \times 10^3$	< 3,0	$3,3 \times 10^3$	13/10/14
Alface ²	3,0	< 3,0	0	13/10/14
Couve ¹	$2,0 \times 10^1$	9,2	$1,4 \times 10^3$	14/10/14
Pepino ²	$2,3 \times 10^1$	< 3,0	$2,3 \times 10^3$	14/10/14
Alface ²	$2,4 \times 10^2$	< 3,0	$1,5 \times 10^2$	15/10/14
Chicória c/ alface ¹	3,0	< 3,0	0	16/10/14
Alface ²	$2,1 \times 10^1$	< 3,0	$3,0 \times 10^2$	03/11/14
Pepino c/ rabanete ¹	9,4	< 3,0	$5,0 \times 10^2$	04/11/14
Couve crua ²	$1,1 \times 10^3$	< 3,0	$1,4 \times 10^3$	04/11/14
Alface ²	> 1100	< 3,0	$2,0 \times 10^3$	05/11/14

(continua)

Tabela 4 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de saladas cruas, servidas no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR (continuação)

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Repolho e tomate ¹	> 1100	< 3,0	4,5 x 10 ²	06/11/14
Repolho e cenoura ¹	> 1100	< 3,0	7,6 x 10 ³	24/11/14
Alface ²	> 1100	< 3,0	1,5 x 10 ³	24/11/14
Alface ²	> 1100	< 3,0	4,5 x 10 ²	25/11/14
Couve crua ¹	1,2x10 ²	< 3,0	2,3 x 10 ³	26/11/14
Chicória ²	> 1100	< 3,0	6,4 x 10 ¹	27/11/14
Tomate ¹	1,2x10 ²	< 3,0	1,3 x 10 ³	27/11/14
Tabule ¹	> 1100	< 3,0	2,5 x 10 ³	01/12/14
Repolho com shoyo ¹	> 1100	< 3,0	9,9 x 10 ³	02/12/14
Alface ²	> 1100	3,0	5,3 x 10 ³	02/12/14
Alface ¹	> 1100	< 3,0	3,8 x 10 ³	03/12/14
Alface ²	4,6x10 ²	< 3,0	1,2 x 10 ²	04/12/14

Obs.: Valores descritos em negrito apresentaram algum tipo de contaminação microbiológica.

Fonte: Autoria própria.

Nas análises de *Staphylococcus* (Tabela 4), somente a alface (13/10/14) e a chicória com alface (16/10/14) não apresentaram contaminação por este micro-organismo. A RDC 12/2001 recomenda que, para saladas à base de verduras, legumes e raízes, o limite máximo de 10³ UFC/g seja de *Staphylococcus*. Os resultados obtidos mostraram que 59,1% das saladas analisadas se encontravam acima dos limites máximos estabelecidos, e em 31,8% das amostras houve contaminação microbiológica, no entanto, estavam dentro dos limites estabelecidos.

A contaminação por coliformes totais e termotolerantes em saladas como as de alface também foi observada por Passos et al. (2009), no município de Guarujá-SP, utilizando técnica de diluição de 25 g de amostra em 225 mL de diluente, seguido por plaqueamento em placas, e realizada a contagem de UFC/g. Os pesquisadores observaram a presença de coliformes totais e termotolerantes em suas amostras de saladas de alfaces, assim como as observadas neste trabalho.

Rocha, Soares e Bezerra (2012), em um estudo sobre análise microbiológica de saladas cruas em três restaurantes da cidade de Teresina-PI, utilizando o método de diluições seriadas (NMP), constataram a presença de coliformes totais em todas as amostras de saladas (100%). Em pesquisa realizada por Calil et al. (2013) sobre a qualidade microbiológica de saladas oferecidas em restaurante de tipo *self-service* no município de São Bernardo do Campo-SP, utilizando o método da *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods*, constataram a presença de coliformes termotolerantes em algumas de suas amostras, porém dentro dos limites estabelecidos pela RDC12/2001.

A contaminação por coliformes em alimentos pode indicar processamento inadequado ou recontaminação pós-processamento, podendo ser as causas mais frequentes aquelas provenientes da matéria-prima, equipamentos sujos ou a manipulação sem cuidados de higiene (LANDGRAF, 2005). Contudo, a maioria dos coliformes é encontrada no meio ambiente e também na água (FORSYTHE, 2002), assim, o problema não está relacionado apenas com sua presença em alimentos, mas, sim, na quantidade com que ele aparece (JAY, 2008). Como as saladas são servidas cruas, isso pode justificar a presença dos coliformes, uma vez que elas não foram submetidas a nenhum procedimento de cocção, forma em que os coliformes são destruídos facilmente. A presença de contaminação elevada em 54,5% das amostras demonstra que estas hortaliças não foram submetidas a processos de higienização por tempo suficiente, como a higienização com hipoclorito, bem como a manipulação inadequada pode ter contribuído para esses valores.

A presença de coliformes termotolerantes indica contaminação fecal, porém as amostras que apresentaram essa contaminação (a couve e o repolho com shoyo) estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação, podendo ser consumidas normalmente.

As análises de *Staphylococcus*, com exceção da alface (13/10/14) e a chicória com alface (16/10/14), mostraram-se contaminadas. O principal reservatório de *Staphylococcus* é o homem, e a cavidade nasal é o principal habitat. Qualquer alimento ou superfície que tenha o contato com o homem sofre contaminação. Sendo assim, portadores nasais e manipuladores de alimentos com mãos e braços que apresentem feridas, ou aqueles que estão em bom estado de saúde, são importantes fontes de contaminação para o alimento (LANDGRAF, 2005). Alimentos como as saladas, que possuem um elevado teor de umidade e que passam por uma manipulação mais frequente durante o seu preparo, são mais suscetíveis a esse tipo de contaminação, uma vez que a temperatura de conservação é inadequada para evitar a proliferação dos micro-organismos (GERMANO; GERMANO, 2008).

É possível observar que os manipuladores não estavam recebendo o treinamento necessário, bem como as medidas de higiene pessoal, utensílios e instalações não estavam adequadas, e também o controle de temperatura de conservação

não era suficiente para evitar a contaminação com *Staphylococcus*. Na Figura 8 é possível verificar a presença de colônias características de *Staphylococcus* na amostra de alface.

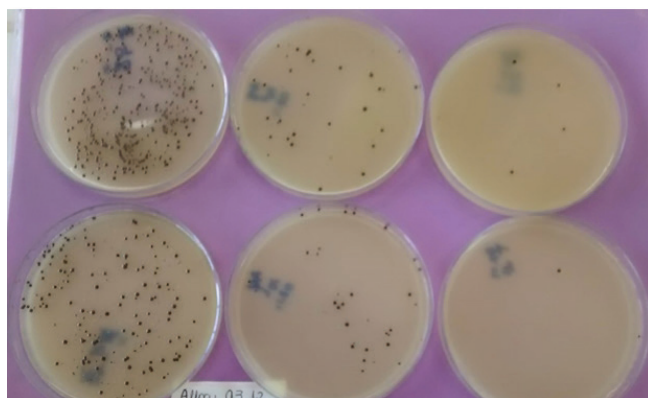


Figura 8 – Colônias características de *Staphylococcus* na amostra de alface

Fonte: Autoria própria

No grupo das saladas cozidas (Tabela 5), somente a beterraba (26/11), o feijão fradinho e a cenoura (03/12) apresentaram-se impróprias para o consumo segundo a RDC 12/ 2001 que estabelece como limite 10^2 NMP/g para o grupo dos coliformes. As demais apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos.

Para as análises de *Staphylococcus*, somente a amostra de cenoura estava imprópria, sendo o limite estabelecido de 10^3 UFC/g.

Tabela 5 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de saladas cozidas, servidas no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Chuchu coz. ¹	16	3,6	$6,5 \times 10^2$	15/10/14
Beterraba coz. ²	< 3,0	< 3,0	0	03/11/14
Cenoura coz. ¹	3,0	< 3,0	0	05/11/14
Cenoura e chuchu coz. ¹	9,2	< 3,0	0	25/11/14
Beterraba coz ²	> 1100	< 3,0	$1,5 \times 10^2$	26/11/14

(continua)

Tabela 5 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de saladas cozidas, servidas no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR (*continuação*)

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Cenoura coz. ²	1,1x10³	< 3,0	1,3 x10³	03/12/14
Feijão fradinho ¹	> 1100	< 3,0	7,5 x10²	04/12/14

Obs.: Valores descritos em negrito apresentaram algum tipo de contaminação microbiológica.

Fonte: Autoria própria.

Mesmo em saladas cozidas, foi possível verificar a presença de coliformes totais e termotolerantes, bem como *Staphylococcus*. Esses resultados podem ser possíveis devido a condições de higienização impróprias, bem como o armazenamento em temperaturas inadequadas. Por serem alimentos cozidos, os micro-organismos que estavam presentes podem ter sido destruídos durante a cocção e, posteriormente, devido à falta de cuidados, ele foi recontaminado, como é possível verificar nos resultados.

No grupo das preparações diversas (Tabela 6), não foi verificada contaminação pelos micro-organismos estudados, portanto estavam sanitariamente satisfatórias, podendo ser consumidas normalmente. Como a maioria dos alimentos deste grupo eram submetidos a altas temperaturas, acredita-se que este resultado positivo se deva à cocção correta dos alimentos, destruindo os micro-organismos que poderiam estar presentes, além do armazenamento em temperaturas adequadas.

Tabela 6 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de preparações diversas, servidos no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
----------------	--	---	--	---------------------------

Farofa ¹ < 3,0 < 3,0 <10 16/10/14

Suco de pêssego ² < 3,0 < 3,0 <10 04/11/14

Macarrão ¹ < 3,0 < 3,0 <10 06/11/14

(*continua*)

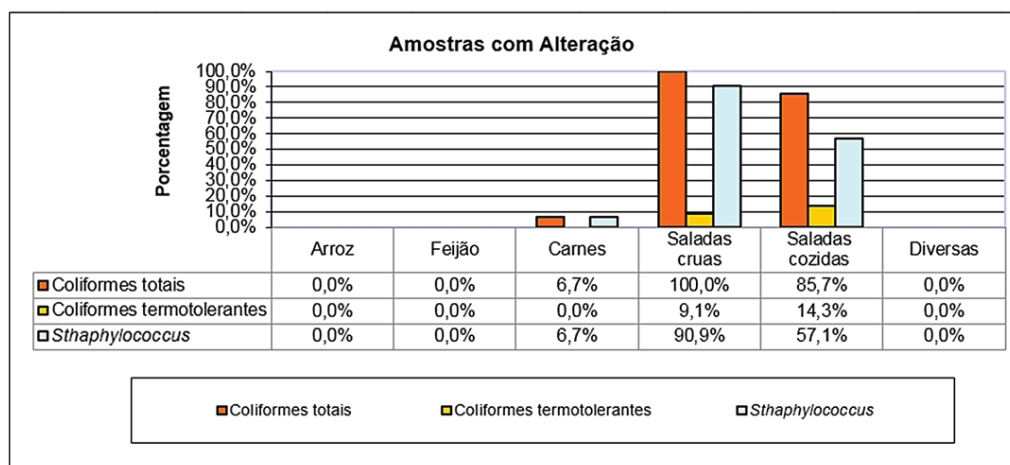
Tabela 6 – Valores do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes e de unidades formadoras de colônias (UFC/g) das amostras de preparações diversas, servidos no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, coletados no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR (continuação)

Amostra	NMP/g Coliformes totais	NMP/g Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus</i> UFC/g	Data da coleta
Macarrão ²	< 3,0	< 3,0	<10	25/11/14
Cenoura com batata ao molho branco ²	< 3,0	< 3,0	<10	27/11/14
Canjica ¹	< 3,0	< 3,0	<10	27/11/14
Arroz doce ²	< 3,0	< 3,0	<10	01/12/14
Farofa ²	< 3,0	< 3,0	<10	03/12/14

Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 1, é possível observar os grupos de alimentos que apresentaram ou não a presença dos micro-organismos pesquisados. Observa-se que as saladas cruas foram os alimentos mais contaminados, seguido das saladas cozidas.

Gráfico 1 – Porcentagem de contaminação microbiológica de acordo com os grupos alimentares analisados



Fonte: Autoria própria

Observa-se na Tabela 7 o resultado das análises de superfície, onde somente a tábua suja não apresentou contaminação por *Staphylococcus*. Já quanto à pre-

sença de *E. coli*, a tábua suja, a mesa de apoio limpa e a mesa de apoio de pratos apresentaram-se contaminadas.

Tabela 7 – Resultados das análises de swab, que apresentaram presença ou ausência de micro-organismos nas amostras de superfícies de utensílios diversos, coletadas no almoço¹ e jantar² do restaurante universitário, no período de outubro a dezembro 2014, Londrina-PR

Superfície	<i>Staphylococcus</i>	<i>E. Coli</i>	Data
Tabua de frango suja	Presente	Ausente	21/10/14 ¹
Tabua suja	Ausente	Presente	21/10/14 ²
Mesa de apoio limpa	Presente	Ausente	21/10/14 ²
Pia limpa	Presente	Presente	29/10/14 ¹
Mesa de apoio salada	Presente	Ausente	10/11/14 ¹
Mesa de apoio prato	Presente	Presente	11/11/14 ²

Obs.: Valores descritos em negrito apresentaram algum tipo de contaminação microbiológica.

Fonte: Autoria própria.

Andrade, Silva e Brabes (2003), ao realizarem análises de utensílios e equipamentos em restaurantes industriais utilizando o método de swab, verificaram também que as técnicas de higienização de equipamentos e utensílios, dentre eles tábua de corte de vegetais, eram ineficientes em alguns estabelecimentos. Dentre as análises efetuadas, somente 18,6% dos utensílios utilizados estavam em condições de higienização satisfatórias.

Conforme já discutido, a presença de *Staphylococcus* pode ser decorrente das práticas incorretas desenvolvidas pelo manipulador e a presença de *E. coli* também está relacionada às práticas insatisfatórias de higienização, mostrando a presença de contaminantes de origem fecal. Estas situações poderiam ter sido evitadas, utilizando-se técnicas de higienização adequadas, respeitando os tipos de superfícies e o uso adequado de detergentes e sanitizantes.

5 Conclusão

Os alimentos produzidos de outubro a dezembro de 2014 pelo RU da UTFPR campus Londrina que foram submetidos à alta temperatura e servidos quentes apresentaram-se adequados para o consumo, sem oferecer riscos à saúde da comunidade acadêmica. No entanto, a maioria das saladas analisadas neste mesmo período que não passaram por tratamento térmico encontraram-se impróprias para o consumo, como no caso de algumas alfaces. Já as preparações que

passaram por cozimento, mas foram servidas frias, também apresentaram crescimento microbiano, indicando contaminação cruzada e falhas nos procedimentos de higienização.

Estes dados demonstraram que a maioria das saladas servidas pelo RU, no referido período, não se encontrava segura para consumo do ponto de vista microbiológico, evidenciando a necessidade de investimentos em treinamento de funcionários e aplicação de programas de qualidade sanitária, a fim de reduzir os níveis de contaminação microbiana das refeições servidas, garantindo a segurança alimentar dos usuários deste serviço. Vale ressaltar que as saladas, constituídas de verduras e legumes, são de suma importância ao organismo humano, pois são ricas em vitaminas, minerais e fibras, que são nutrientes responsáveis pela regulação do organismo.

Ressalta-se que a Universidade deve exercer o seu papel de fiscalização das condições higiênico-sanitárias do RU, exigindo o cumprimento das normas das legislações vigentes da área de controle de qualidade de alimentos, uma vez que a mesma é corresponsável por este serviço essencial para a comunidade acadêmica.

Agradecimento

Os autores deste trabalho agradecem à UTFPR pelo apoio financeiro, bem como à empresa terceirizada de 2014 do restaurante universitário, que permitiu a coleta de dados para a realização desta pesquisa.

Referências

ANDRADE, N. J. et al. Controle de Doenças no Processamento de Alimentos. In: _____. **Higiene na Indústria de Alimentos: Avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos.** São Paulo: Varela, 2008. p. 228- 269.

ANDRADE, N. J.; SILVA, R. M.; BRABE, K. C. S. Avaliação das condições microbiológicas em unidades de alimentação e nutrição. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, V.27, n. 3, p. 590-596, maio/jun. 2003.

BORGES, C. M. **Hábitos alimentares dos estudantes universitários: Um estudo qualitativo.** In: VII SEMEAD, Campo Grande. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7Semead/paginas/artigos%20recebidos/marketing/MKT37_-_H%E1bitos_Alimentares_dos_Estudantes_Uni.PDF> Acesso em: 10 de jun. 2014.

- 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 Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução RDC n. 275, de 16 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 Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 de out. 2002.
- CALIL, E. M. B. et al. Qualidade microbiológica de saladas servidas em restaurantes tipo self- service. *ASA*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 36-42, Set/Dez. 2013.
- CDCC. Laminário. Disponível em: http://www.cdcc.usp.br/exper/medio/biologia/atlas_%20microscopia.pdf> Acesso em: 24 mai. 2015.
- FAUSTINO, J. S. et al. Análises microbiológicas de alimentos processados na Baixada Santista, envolvidos em doenças transmitidas por alimentos, no período de 2000 – 2006. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, n. 66, v. 1, p. 26-30, 2007.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- GENTA, T. M. S; MAURICIO, A. A.; MATIOLI, G. Avaliação das boas práticas através de checklist aplicado em restaurante self-service da região central de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Sci. Health Sci.* Maringá, v. 27, n. 2, p. 151-156, 2005.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 3 Ed. Barueri: Manole Ltda., 2008.
- GOOGLE, Imagens. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=staphylococcus+aureus&espv.2&biw=1366&bih=667&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=yyJiVbS_KeXISQS2nIG4CA&sqi=2&ved=0CAYQ-AUoAQ> Acesso em: 23 mai. 2015a.

- _____, Maps. Disponível em : <<https://www.google.com.br/maps/place/UTFPR+%E2%80%94+Universidade+Tecnol%C3%B3gica+Federal+do+Paran%C3%A1/@-23.312583,-51.1362195,15z/data=!4m5!1m2!2m1!1sutfpr+londrina!3m1!1s0x94eb43920e4a47c1:0xbf1ab2760984b043>> Acesso em: 23 mai. 2015b.
- HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **Brasil Alimentos**, São José do Rio Preto, n. 9, p. 20- 30, Jul/ago. 2001.
- JAY, J. A. **Microbiologia de alimentos**. 6 Ed. Porto Alegre. Editora: Artmed, 2008.
- LANDGRAF, M. Microorganismos Indicadores. In: FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.
- MOTTIN, V. D. **Avaliação microbiológica de apresentados, fatiados e comercializados em supermercados de Porto Alegre- RS**. 71. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.
- OLIVEIRA, M. N.; BRASIL, A. L. D.; TADDEI, J. A. A. C. Avaliação das condições higiênico-sanitárias das cozinhas de creches públicas e filantrópicas. **Ciência & Saúde Coletiva**. São Paulo, v. 3, n. 13, p. 1051-1060, 2008.
- PASSOS, E. C. et al. Provável surto de toxinfecção alimentar em funcionários de uma empresa no litoral da região sudeste do Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 1, n. 69, p. 136-140. 2010.
- PINHEIRO, M. B.; WADA, T. C.; PEREIRA, C. A. M. Análise microbiológica de tábuas de manipulação de alimentos de uma instituição de ensino superior em São Carlos, SP. **Rev. Simbio-Logias**, v. 3, n. 5, 2010.
- POERNER, N. et al. Avaliação das condições higiênico-sanitárias em serviços de alimentação. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 3, n. 68, p. 399-405. 2009.
- ROCHA, A. N. F.; SOARES, R. P.; BESERRA, M. L. S. Análise microbiológica de saladas cruas em restaurantes de Teresina-PI. **R. Interd.** v. 7, n. 2, p. 11-17, abr. mai. jun. 2014.
- SILVA, N. et al. Contagem de coliformes totais coliformes termotolerantes *Escherichia coli*. In: _____. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 119- 135.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de Controle Higiênico – Sanitário em Serviços de Alimentação**. 6. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2008.

UTFPR, Londrina. **O câmpus**. 2014. Disponível em < <http://www.utfpr.edu.br/londrina/o-campus>> Acesso em: 26 mai. 2014a.

_____. **Restaurante Universitário**. 2014. Disponível em < <http://www.utfpr.edu.br/londrina/estrutura-universitaria/assessorias/ascom/noticias/acervo/2012/restaurante-universitario-1>> Acesso em 12 mai. 2014b.

WELKER, C. A. D. et al. Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 44-48, 2010.

ZANDONADI, R. P. et al. Atitudes de risco do consumidor em restaurantes de autosserviço. **Rev. Nutri.**, Campinas, v. 1, n. 20, p. 19-26, 2007.

Elaboração de conserva de lambari em óleo de canola envasado em potes de vidro

Luciana Hiyori Shiga

Claudio Takeo Ueno

Margarida Masami Yamaguchi

1 Introdução

O pescado é um componente extremamente importante na dieta humana como fonte de nutrientes (proteínas, lipídios e componentes bioativos). As indústrias do pescado contribuem para o fornecimento de uma grande variedade de produtos e subprodutos para o consumo, seja peixe processado, congelado ou fresco (GONÇALVES et al., 2011).

A indústria de processamento de pescados no Brasil encontra-se em plena expansão, crescendo 1,5% em 2015 em relação a 2014, nesse contexto, destaca-se a tilápia (*Oreochromis niloticus*), que é o peixe mais cultivado em tanques, redes ou escavados, responsável por quase 50% da produção de peixe no Brasil (IBGE 2015). Outro peixe de pequeno porte, abundante e de fácil reprodução e cultivo é o lambari (*Astyanax bimaculatus*), que se desenvolve tanto em águas correntes ou paradas, mas é pouco explorado comercialmente a não ser como iscas para pescadores. Não existem dados precisos quanto à produção de lambari, mas estima-se que seja aproximadamente de 180 milhões de unidades no ano de 2016 no Brasil (SUSSEL, 2016).

O lambari (*Astyanax bimaculatus*) é muito apreciado como aperitivo (frituras) em bares e lanchonetes devido ao seu sabor peculiar. Porém, sua comercialização e produção em grande escala ainda não ocorre. O processamento em escala industrial, em conservas salgadas ou em óleo, sob a forma de enlatados, pode ser uma alternativa para que esse peixe seja viável economicamente (DUTRA et al. 2012).

Com base no exposto e na crescente necessidade de novos alimentos com formulações que tragam benefícios aos consumidores, este trabalho teve como principal enfoque a formulação de lambari em conserva, semelhante ao enlatado, desenvolvendo um novo alimento com valor agregado.

2 Pescado como alimento

Segundo Ogawa e Maia (1999), o pescado pode ser comercializado *in natura* ou industrializado. Entende-se como *in natura* o pescado recém-capturado, sob refrigeração ou não e adquirido pelo consumidor ainda cru. O industrializado, por sua vez, sofre um processo mais elaborado de manuseio e preservação.

O pescado é considerado uma das principais fontes de proteína na alimentação humana. Sua fibra muscular é similar à dos animais de abate, destacando-se a gordura. As mudanças *post mortem* são semelhantes ao que ocorre nos músculos dos animais de abate, sendo seu pH final sempre mais elevado (superior a 6), determinando que tipo de micro-organismos prevalecerá durante seu armazenamento (PEREDA, 2005).

O músculo esquelético do pescado é rico em proteínas e lipídios, principalmente os ácidos poli-insaturados ômega 6, especialmente o EPA (ácido eicosapentaenoico) e DHA (ácido docosaenoico) e vitaminas hidrossolúveis do complexo B e as lipossolúveis A e D. As proteínas de pescado são ricas em lisina, um aminoácido limitante em cereais como milho, arroz e farinha de trigo, além disso é uma excelente fonte de minerais (magnésio, manganês, zinco e cobre) com conteúdo relativamente elevados, principalmente em alguns moluscos e crustáceos (OGAWA et al., 1999).

3.1 Lambari

O lambari-do-rabo-amarelo ou tambuí é classificado como *Astyanax*, pertence à família Characidae e subfamília Tetragonopterinae. É um peixe de pequeno porte encontrado em todo o Brasil e seu habitat são os rios, córregos, lagoas e represas. Ele é extremamente ligeiro, se alimenta de frutos, sementes, insetos, minhocas, ovas de outros peixes, rações, entre outros. Embora muito conhecido como isca para outras espécies, é pouco utilizado para consumo humano, exceto frito como aperitivos. São predadores naturais, e na natureza são a base da alimentação de diversos peixes (ABIMORAD; CASTELLANI, 2013).



Figura 1 – Lambari

3.2 Pescado enlatado

O pescado enlatado e produtos semelhantes que passam por processos de esterilização por calor são comercialmente livres de micro-organismos, desde que o processo seja bem realizado e supervisionado. O processo de enlatamento é um método de preservação, que evita a decomposição pela inativação/eliminação dos micro-organismos por meio do calor (VIEIRA et al., 2003).

3.3 Aspectos microbiológicos

O pescado vivo apresenta contaminação bacteriana principalmente na pele, guelras e vísceras; os demais tecidos podem ser infectados após a morte do animal. As bactérias dos peixes são predominantemente psicrofílas, crescendo bem à temperatura ambiente ou abaixo desta, apresentando, inclusive, adaptação em temperaturas abaixo de 0 °C. Portanto, com relação aos referidos micro-organismos, o pescado é qualitativamente diferente de animais homeotermos (OGAWA; MAIA, 1999).

A conservação por gelo (somente refrigeração, sem congelamento) mostra-se eficaz no máximo por três dias, desde que sejam observados o manuseio, a qualidade da matéria prima e do gelo (SOARES et al., 2014). Além de processos tradicionais que utilizam o calor e a salga, mais recentemente temos a utilização da irradiação, óleos essenciais naturais, tratamento de ultra alta pressão e enzimas entre outros (KNORR et al., 2011).

O calor é uma tecnologia madura no processamento de alimentos visando obter sabor, segurança alimentar eliminando os micro-organismos, porém a desnaturação de proteínas pode ocasionar alterações desejáveis e indesejáveis ao produto (AWUAH et al., 2007).

O frio também é um bom método de preservação reduzindo a atividade metabólica de micro-organismos, já o congelamento indisponibiliza a água que é vital para a multiplicação microbiana e, diferente do calor, não elimina os micro-organismos, além de poder ocasionar alterações indesejáveis (SIDDAIAH et al., 2001).

O processo de salga também é uma tecnologia milenar, cujo princípio é baseado na forte capacidade desidratante do sal em concentrações altas, reduzindo a atividade de água do alimento, indisponibilizando água para o desenvolvimento de micro-organismos. (ALBARRACÍN et al., 2011).

4 Materiais e métodos

Foi realizada uma pesquisa experimental, no período de fevereiro de 2015 a outubro de 2015, desenvolvendo uma formulação para o lambari em conserva com diversos temperos e condimentos, fundamentados em receitas populares e caseiras, visando obter um produto com sabor aceitável.

O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Londrina, no laboratório de tecnologia de alimentos. A formulação para o preparo do lambari em conserva (*Astyanax bimaculatus*) teve como ingredientes sal de cozinha, pimenta do reino, vinagre, óleo de canola, alho desidratado (lascas) e cebola desidratada (picada).

Os lambaris foram adquiridos em casas especializadas na venda de pescados da cidade de Londrina-Paraná, congelados, buscando uma uniformidade em relação ao tamanho do peixe. Os ingredientes para elaboração da conserva foram adquiridos em supermercados da cidade de Londrina, verificando-se a qualidade do produto desejado. Os potes de vidro e tampas foram adquiridos em lojas especializadas do ramo, optando-se por potes de geleias que possuem um tamanho aproximado para a conserva de lambari.

4.1 Preparo, higienização dos peixes e processamento

Os peixes depois de inspecionados foram descamados, retiradas a cabeça, as vísceras e as nadadeiras e separadas as partes para o preparo da conserva. Em seguida, as partes destinadas para a conserva foram imersas em água hiperclorada dentro dos padrões de indústria para retirada de vestígios de sangue, vísceras e escamas.

Os lambaris foram higienizados e acondicionados dentro de potes de vidro, foi adicionada a calda, e os potes foram tampados e em seguida submetidos ao processo de cocção.

Os potes contendo os ingredientes foram submetidos a um tratamento térmico (cozimento) durante 50 minutos, e a redução da pressão foi aguardada por 10 minutos para a abertura da panela, evitando o abaulamento das tampas.

Após a retirada dos potes da panela de pressão, aguardou-se até o término da fervura interna do vidro e estes foram invertidos até o esfriamento. A Figura 2 representa a imagem dos potes de conserva de lambari após processamento.



Figura 2 – Potes de conserva de lambari

4.2 Análises microbiológicas e composição proximal

As análises microbiológicas foram realizadas segundo a RDC N° 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), para *Salmonella sp*, coliformes 45° C e *Staphylococcus coagulase positivo*.

Todas as análises de composição proximal (carboidratos, lipídios, cinzas e proteínas) foram realizadas em triplicata segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz.

4.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada aplicando-se um teste afetivo de localização central, em duas peixarias de Londrina-PR, com consumidores habituais de peixe. Essa metodologia é baseada, num primeiro instante, na verificação de quanto os entrevistados consumiam peixe e se gostariam de participar da pesquisa. As peixarias autorizaram a pesquisa e os participantes assinaram um termo de consentimento livre esclarecido após serem abordados e antes de efetivamente participarem da pesquisa.

A pesquisa de opinião foi basicamente relacionada à aceitação do produto quanto a aparência, cor, aroma, textura, consumo de peixe enlatado e uma nota global sobre um produto novo no mercado. Para tal, os consumidores responderam um questionário de escala de 1 a 5 avaliando a aparência, o sabor, o aroma, a textura e uma nota global de 0 a 10.

Calculou-se o Índice de Aceitabilidade (IA) para se obter a aceitação do produto pelos consumidores. Para o produto ser considerado como bem aceito, o valor mínimo de IA deve ser de 70% (DUTCOSKY, 2007).

Este projeto foi cadastrado no comitê de ética em pesquisa da UTFPR, sob N° 46412915.1.000.5547, CEPE 5547.

4 Resultados e discussões

4.1 Análises microbiológicas

As análises para *Salmonella sp*, coliformes a 45 °C e *Staphylococcus coagulase positiva*, apresentaram resultado negativo, comprovando que o processamento do produto foi eficaz na eliminação de micro-organismos, representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado das análises microbiológicas

Análises	Resultado
<i>Salmonella sp</i>	Ausência em 25 g.
<i>Coliformes a 45 °C</i>	< 3,0 NMP/g.
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	< 10 UFC/g.

Fonte: Autoria própria.

4.2 Análises de composição proximal

As análises de composição proximal foram realizadas em triplicata, cujos resultados (média) e desvio padrão estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado das análises de composição proximal

Análise	Média %
Carboidratos *	9,95
Lipídios	6,23 + 0,75
Cinzas	3,65 + 0,08
Umidade	65,10 + 1,88
Proteínas	15,07± 2,54

* Valor obtido por meio da diferença da análise de proteínas, lipídios, cinzas e umidade.

Fonte: Autoria própria.

Comparando os resultados obtidos da composição proximal com a tabela TACO (2015), em relação ao lambari cru, o teor de lipídios apresentou um valor maior: 0,70 (cru) para 6,23 (processado). Essa grande diferença é proveniente do óleo da calda incorporado ao lambari, além da saída de água do lambari durante o processamento que pode ser observado com a formação de uma fase distinta na calda do produto pronto quando frio.

A fração de cinzas do lambari cru em torno de 2,27% da tabela TACO é próxima ao valor encontrado de 3,65%, o que indica que este peixe pode ser uma boa fonte de sais minerais. Esse valor superior pode ser devido ao fato do pequeno porte do peixe do sal adicionado e dos temperos.

A porcentagem de proteínas encontrada no lambari em conserva foi de 15,07%, próximo ao lambari cru de 15,7%, demonstrando que o cozimento não

acarreta em grandes perdas de proteínas. Segundo Pizato et al. (2012), as proteínas são estruturas frágeis que podem se desnaturar quando submetidas a altas temperaturas e pressões diferentes, porém nesse processo não houve perda de proteínas, somente sua desnaturação.

4.3 Análise sensorial

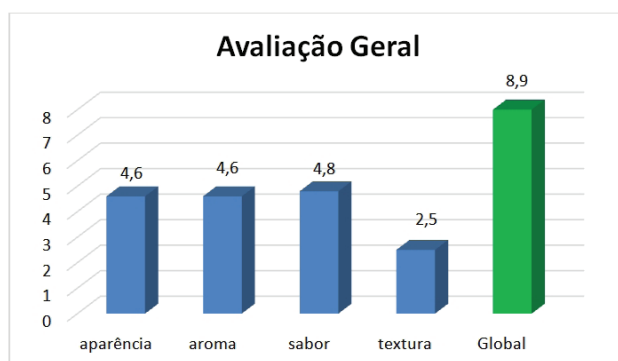
Ao todo foram entrevistadas 86 pessoas, sendo 54,6% pertencente ao sexo feminino, com média de idade de 47,2 ($\pm 17,8$) anos, o provador mais jovem com 19 anos e o mais idoso com 81 anos. Observa-se que houve uma alta variação da idade dos consumidores. Apenas 79 provadores responderam sua ocupação, sendo 5 aposentados, 4 donas de casa, 11 estudantes e os demais todos profissionais liberais.

Também 79 responderam sua faixa salarial, sendo 11 com mais de 10 salários mínimos (SM), 17 de 7-10 SM, 21 de 4-6 SM e os demais (27) com valores menor ou igual a 3 SM. Ressalta-se que o valor do salário mínimo de 2015 é R\$ 788,00.

A opção por fazer a aceitação sensorial em peixarias teve como objetivo captar consumidores habituados a este tipo de produto (consumidor-alvo). Quando perguntados quanto ao hábito de consumo de peixe, apenas 11 não consumiam frequentemente, no entanto, gostaram do produto. Dos 79 que preencheram adequadamente a ficha, 2 relataram consumir diariamente peixe, 34 consomem semanalmente, 16 mensalmente e 24 esporadicamente.

A avaliação geral da conserva de lambari em óleo de canola apresentou os seguintes valores médios: 4,6 em relação à aparência do produto, 4,6 ao aroma, 4,8 ao sabor, textura 2,5, em um questionário de escala de 1 a 5. A nota global, à qual os 83 entrevistados responderam, numa escala de 0 a 10, obteve média de 8,9 $\pm 1,14$, o que corresponde a “gostei muito” do produto, possuindo um índice de aceitação de 89% (>70%), ótima aceitação sensorial. Estes dados estão expressos no Gráfico 1.

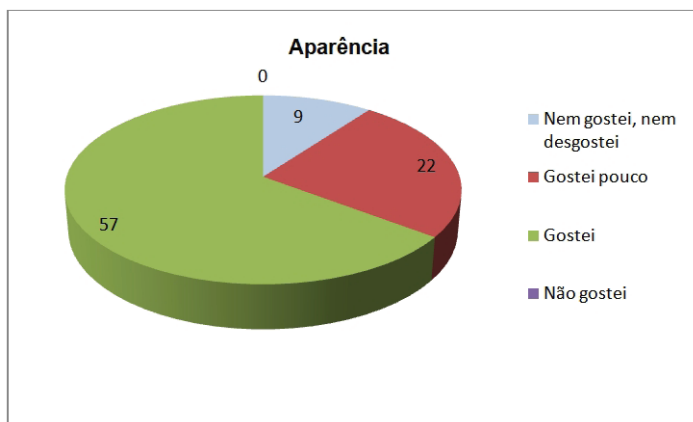
Gráfico 1 – Avaliação geral.



Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 2 apresenta as proporções das respostas obtidas quanto ao quesito aparência do produto, sendo que 79% relataram ter gostado da apresentação do produto.

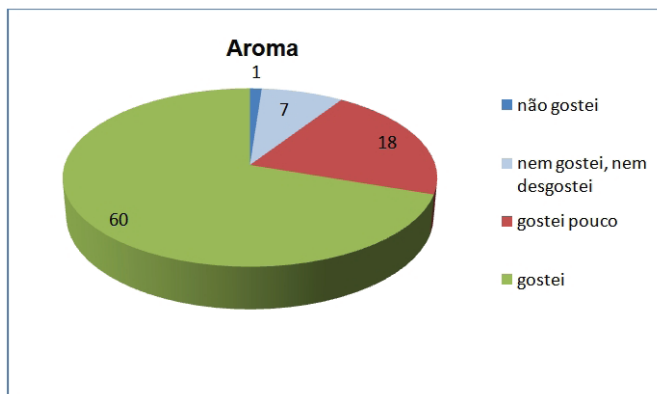
Gráfico 2 – Aparência (%).



Fonte: Autoria própria.

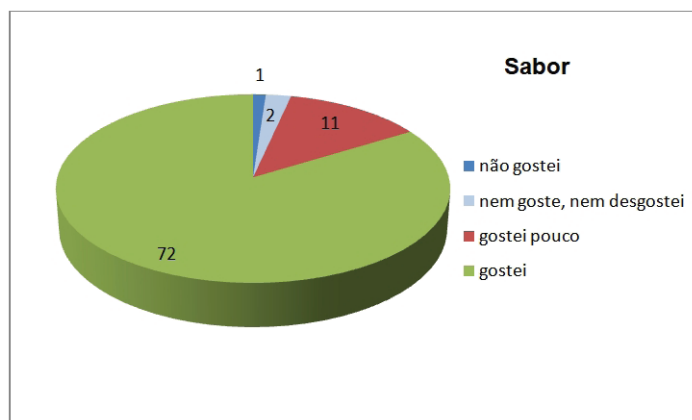
O Gráfico 3 mostra que 78% gostaram do aroma do produto.

Gráfico 3 – Aroma (%).



Fonte: Autoria própria.

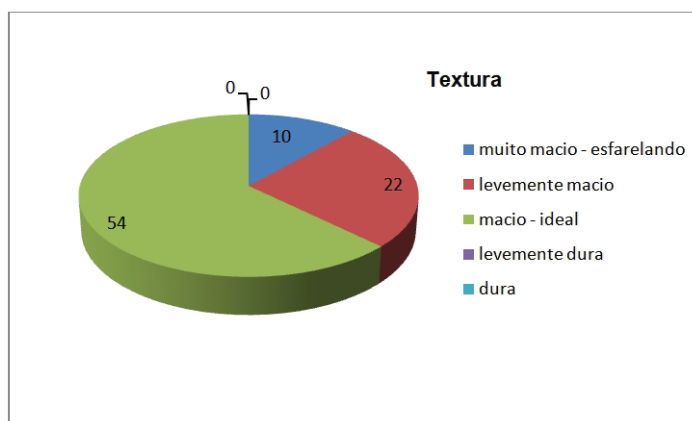
Em relação ao sabor, 83% gostaram do sabor do produto desenvolvido.

Gráfico 4 – Sabor (%).

Fonte: Autoria própria.

Em relação à textura (Gráfico 5), 54,63% dos entrevistados consideraram que a conserva de lambari apresenta uma textura “macia – ideal”, 22,25% “levemente macio” e 10,12% “muito macio – esfarelado”.

Em relação aos atributos avaliados e avaliação global na análise sensorial, pode-se observar que houve uma boa aceitabilidade do produto; os resultados obtidos foram indicativos de boa aceitação do produto final.

Gráfico 5 – Textura (%).

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 3 apresenta os comentários registrados dos entrevistados que participaram da análise sensorial da conserva de lambari em potes de vidro.

Tabela 3 – Comentários realizados pelos provadores durante a análise sensorial

Comentários
Mais sal.
Lembra sardinha/mais suave.
Muito gostoso.
Razoável.
O ponto que mais chamou a atenção foi que não tem gosto residual do peixe.
Sabor acentuado de lambari.
Está acostumado com sardinha e atum.
Salgado.
Adicionar molho de tomate devido cor pálida
Adicionar ervas aromáticas/pimenta
Delicioso.
Um pouco oleoso
Parabéns, continue pesquisando para nós.
Muito saboroso, compraria com certeza.
Maravilhoso
Muito bom

Fonte: Autoria própria.

Os comentários comprovam o sabor agradável, a novidade, o entusiasmo dos provadores por produtos novos e, também, a expectativa que muitos têm ao comparar com sabor de sardinha, enlatado mais conhecido, que origina um conceito prévio de sabor de um peixe em conserva em óleo. Outros comentaram sobre uma possível adição de pimenta e ervas aromáticas.

Muitos entrevistados comentaram principalmente a questão da cor (produto pálido, deveria ter molho de tomate). Este fato deve-se à embalagem de vidro, que permite ao consumidor julgar a aparência do produto, o que não é possível de ser realizado em enlatados. A possibilidade de avaliar a aparência do produto devido à embalagem de vidro pode ser um diferencial no comércio, entretanto, é necessário melhorar a aparência do produto, visto que houve a formação de duas fases na calda e os lambaris acabam fraturando junto aos ossos da espinha. Tais itens podem ser devidamente pesquisados e melhorados.

5 Conclusão

Foi possível elaborar um lambari em conserva em potes de vidro com boa aceitação sensorial. Alguns aperfeiçoamentos a partir destes dados podem auxiliar na melhoria do produto final, principalmente no quesito sal e condimentos, além da análise da vida útil do produto. Cabe aqui ressaltar a possibilidade futura de análises de custos de produção para verificar a viabilidade econômica em escala artesanal ou industrial.

A principal dificuldade observada no desenvolvimento deste produto foi a obtenção de matéria-prima (lambari) em tamanho adequado para a conserva, o que demonstra a necessidade de organização desse setor produtivo, principalmente se houver grande demanda por lambari.

Referências

- ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D. Prévias de estudos em nutrição e alimentação do lambari-do-rabo-amarelo. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 10, n. 2, 2013.
- ALBARRACÍN, W.; SÁNCHEZ, I. C.; GRAU, R.; BARAT, J. M. Salt in food processing; usage and reduction: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 46, p. 1329-1336, 2011.
- AWUAH, G. B.; RAMASWAMY, H. S.; ECONOMIDES, A. Thermal processing and quality: Principles and overview *Chemical Engineering and Processing* v. 46 pag. 584-602 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Pescados e produtos de pesca. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília,DF, 2 jan. 2001.
- DUTRA, F. M.; MACHADO, W. J.; CAETANO, M. S.; GOBBO, D. A. Avaliação sensorial do processamento em conserva, utilizando-se as espécies: tilápia (*Oreochromis niloticus*), lambari (*Astyanax spp*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Produtos agroindustriais*, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 239-244, 2012.
- DUTCOSKY, S. D. Métodos subjetivos ou afetivos. In: _____. *Análise sensorial de alimentos*. 2. ed. Champagnat: Curitiba, 2007. p. 141 – 152.
- GONÇALVES, A. A. et al. *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu, 2011.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Agropecuária Municipal**, v. 43, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. v. 1. São Paulo, 1985.
- KNORR, D.; FROEHLING A.; JAEGER, H.; REINEKE, K.; SCHLUETER, O.; SCHOESSLER, K. Emerging Technologies in Food Processing. **Annual Review Food Science Technology**, v. 2 pag 203-235, 2011.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999
- PEREDA, O. J. A. et al. **Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- PIZATO, S.; KRAIESKI, J.; SARMENTO, C.; PRENTICE, C. Avaliação da qualidade tecnológica apresentada por tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) enlatada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 667-674, 2012.
- SUSSEL, F. **Lambaricultura: partindo para o processamento industrial**. Aquaculture Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.aquaculturebrasil.com/2016/04/05/lambaricultura-partindo-para-o-processamento-industrial/>> Acesso em: 23 fev. 2017.
- SOARES, K. M. P.; GONÇALVES A. A.; SOUZA L. B. Qualidade microbiológica de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o armazenamento em gelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2273-2278, dez, 2014.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** – 4ª edição revisada e ampliada. Unicamp. Campinas-SP, 2011. Disponível em:
<http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edcao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf> Acesso em: 30 nov. 2015.
- VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, Higiene e Qualidade do pescado**. Teoria e Prática. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

Purificação parcial de toxina *killer* de *hansenula wingei* visando aplicação no controle do desenvolvimento de fungos filamentosos deteriorantes de alimentos

Herrison Yoshiki Yocida Fontana
Fernanda Gonzales Paião

Mayka Reghiany Pedrão
Alexandre Rodrigo Coelho

1 Introdução

O Brasil é um país agropecuário de destaque no cenário mundial da produção de *commodities* agrícolas, com produtividade de 219,1 milhões de toneladas de grãos, distribuídos em aproximadamente 59 milhões de hectares de área cultivada na safra de 2016/17 (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2017). Dentre a produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, destacam-se o arroz, a soja e o milho, com produção de 11,89, 105,56 e 87,41 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2017).

Não obstante, o país tem relevada participação como produtor de frutas frescas, colocando-o entre os quatro maiores produtores mundiais, juntamente com a China, Índia e os Estados Unidos da América (Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento – SEAB, 2015).

Os grãos, de forma geral, podem ser armazenados por longos períodos de tempo sem perdas significativas na qualidade. Entretanto, são suscetíveis à deterioração por fungos toxigênicos, quando não adotados controles adequados durante o armazenamento, acarretando perdas econômicas e riscos à saúde humana e animal (MIGUEL, 2009).

A respeito das infecções fúngicas que acometem os produtos agropecuários, citam-se, principalmente, a ocorrência de *Aspergillus ochraceus* em café, *A. flavus* em amendoim (ZORZETE, 2010) e castanhas-do-brasil (REIS et al., 2012),

Fusarium verticillioides em milho (MIGUEL, 2009) e *Penicillium expansum* em maçãs (COELHO, 2005).

Durante o crescimento, determinadas espécies podem produzir micotoxinas, metabólitos secundários, que constituem um perigo natural na cadeia produtiva do alimento. Sendo assim, medidas de controle do desenvolvimento fúngico se tornam necessárias, a fim de garantir a segurança desses alimentos. Nesse contexto, o controle biológico por meio da utilização de leveduras *killer* vem sendo promissor contra fungos filamentosos de importância econômica. Citam-se, por exemplo, o controle satisfatório *in vivo* de *P. expansum* em maçãs pós-colheita por *Hansenula wingei*, bem como contra fungos fitopatogênicos causadores da ferrugem asiática e do mofo branco (CALEGARI et al., 2014). Dessa forma, este trabalho teve por objetivo produzir e purificar parcialmente toxina *killer* de *Hansenula wingei* visando aplicação no controle do desenvolvimento de fungos filamentosos deteriorantes de alimentos.

2 Característica killer

Determinadas cepas de leveduras são capazes de inibir o crescimento de outras leveduras sensíveis e outros micro-organismos por meio de exotoxinas de natureza proteica ou glicoproteica. Toxinas *killer*, como são denominadas, podem diferir entre espécies, em estrutura molecular, massa molecular, bases genéticas, maturação das proteínas, imunidade e mecanismos de ação (MAGLIANI et al., 1997; MARQUINA et al., 2002).

O primeiro fenômeno de atividade *killer* foi descrito por Bevan e Makower (1969) a partir da observação de isolados de *Saccharomyces cerevisiae*. Desde então, leveduras *killer* têm sido isoladas e caracterizadas dos mais diversos ambientes. Dentre os gêneros, destacam-se: *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora*, *Hansenula*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Ustilago*, *Torulopsis*, *Williopsis* e *Zigowilopsis* (MAGLIANI et al., 1997; PHILLISKIRK; YOUNG, 1975; YOUNG, 1981; SCHMITT; BREINIG, 2002).

Os fenótipos *killer* de leveduras podem ser classificados como *killer* resistente (K^+R^+), *killer* sensível (K^+R^-) e neutras (K^-R^-). As linhagens resistente e sensível são produtoras de toxina, podendo ou não ser resistente às toxinas de outras linhagens, ao passo que as linhagens classificadas como neutras não produzem toxina e não possuem resistência (MAGLIANI et al., 1997).

Young e Yagiu (1978) elaboraram um sistema de classificação das toxinas de leveduras, nomeando-as K1 a K10, tendo como base as interações entre as linhagens quanto aos padrões de sensibilidade e atividade *killer*. Posteriormente, Zhu e Bussey (1989) adicionaram ao sistema o grupo K11 (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação dos grupos *killer* segundo interação entre as linhagens

Classificação <i>killer</i>	Classes sensíveis
K1	K2, K3 e K4
K2	K1 e K4
K3	K1 e K4
K4	K1
K5	K1, K3 e K4
K6	K1, K2, K3 e K4
Classificação <i>killer</i>	Classes sensíveis
K7	K1, K3, K4 e K6
K8	K1, K2, K3, K4 e K6
K9	K1, K2, K3, K4, K5 e K8
K10	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7 e K8
K11	K1

Fonte: Young e Yaugiu (1978), Zhu e Bussey (1989).

2.1 Bases genéticas e mecanismos de ação

As bases genéticas que conferem o fenótipo *killer* às leveduras são variáveis entre espécies, podendo ser determinado por genes cromossomais ou extra-cromossomais. Este último é dividido ainda em plasmídeos lineares de DNA fita dupla e RNA fita dupla, encapsulados em *virus-like-particles* (VLP), e identificados, respectivamente, em *K. lactis* e em *S. cerevisiae*, conforme apresentado na Tabela 2 (SCHIMITT; BREINIG, 2002).

A parede celular de células fúngicas determina sua forma e é essencial para sua integridade, sendo constituída principalmente de carboidratos livres e aqueles ligados a proteínas. Os principais constituintes da parede celular de leveduras são o (1→3) -β-D-glucana (50%), (1→6) -β-D-glucana (5%) e manoproteínas. Podem conter também (1→6) -β-D-glucana com algumas ligações (1→3) -β (14%) e quitina (0,6 a 9%). A função dos polissacarídeos na parede celular é a de recepção de proteínas, mas ainda pouco se sabe sobre este mecanismo (SANTOS et al., 2000).

O mecanismo de ação da toxina *killer* foi proposto inicialmente por Middelbeek et al. (1980), quando sugeriram haver uma interação da toxina de *Pichia*

kluveri e células de *S. cerevisiae*, determinado em três estágios sucessivos: (I) ligação da toxina *killer* em receptores específicos, (II) transmissão da toxina para seu local reativo na membrana plasmática, (III) dano à permeabilidade da membrana, resultando em extravasamento de íons potássio e diminuição do pH intracelular.

Segundo Marquina et al. (2002), as toxinas plasmidiais K1 e K2 de *S. cerevisiae*, apesar de serem diferentes, possuem mecanismos de ação semelhantes, se ligando ao receptor (1 \otimes 6) - β -D-glucana da membrana plasmática, tornando-a permeável a prótons e íons potássio. Por outro lado, a toxina K9 codificada por genes cromossomais de *Hansenula mrakii* tem ação sobre os processos metabólicos que envolvem a síntese de β – glucano, especificamente β - (1,3) -glucano em células sensíveis, tornando-as osmoticamente frágeis e defeituosas, resultando em sua lise e conseqüentemente morte (YAMAMOTO et al., 1986a).

Tabela 2 – Leveduras *killer* e bases genéticas de sua toxina

Leveduras <i>killer</i>	Bases genéticas
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	dsRNA
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	dsRNA
<i>Zygosaccharomyces bailli</i>	dsRNA
<i>Ustilago maydis</i>	dsRNA
<i>Kluyveromyces lactis</i>	dsDNA linear plasmidial
<i>Pichia acaciae</i>	dsDNA linear plasmidial
<i>Pichia inositovora</i>	dsDNA linear plasmidial
<i>Pichia kluveri</i>	Cromossomal
<i>Pichia farinosa</i>	Cromossomal
<i>Pichia anomala</i>	Cromossomal
<i>Williopsis mrakii</i>	Cromossomal

Fonte: Schimitt e Breinig (2002).

2.2 Aplicações

Desde sua descoberta, leveduras *killer* e suas toxinas têm sido utilizadas em diversas aplicações: nos processos fermentativos industriais (VONDREJS; JANDEROVÁ; VALASEK, 1996; LIMA et al., 2007), biocontrole de fungos deteriorantes e/ou micotoxigênicos em alimentos (LIMA et al., 2013; FIEIRA et al., 2013;

COELHO et al., 2007; COELHO et al., 2009), desenvolvimento de antimicóticos para o tratamento humano e animal (MARQUINA et al., 2002) e em tecnologias de DNA recombinante (SCHMITT; BREINIG, 2002).

Marquina et al. (2002) relataram também o uso das leveduras como sistemas modelo para o estudo dos mecanismos de regulação e processamento de polipeptídios em eucariotos, como indicativo de parentesco filogenético, além de futuras aplicações em pesquisas de controle e expressão de vírus em organismos eucariotos, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Principais aplicações biotecnológicas das toxinas *killer*

Campo de aplicação biotecnológica	Aplicações
Controle biológico na agricultura	Atividade antifúngica contra a podridão da madeira e fungos fitopatogênicos.
Fermentação de bebidas	Controle de contaminantes e como culturas <i>starters</i> em processos fermentativos.
Pesquisa de biologia celular em células eucariontes.	Estudos de biossíntese, processamento e secreção de proteínas.
Tecnologia de alimentos	Preservação de alimentos <i>in natura</i>
Genética	<i>Fingerprinting</i> de leveduras do vinho e tecnologia do DNA recombinante.
Medicina	Atividade zimocida contra patógenos.
Taxonomia	Padrão de sensibilidade <i>killer</i> como indicativo de parentesco filogenético

Fonte: Marquina et al. (2002).

O controle de doenças pós-colheita ainda se baseia no uso de fungicidas sintéticos (CASTORIA et al., 2001); todavia, o uso indiscriminado desses fungicidas levaram ao surgimento de cepas resistentes (BARALDI et al., 2003). Logo, estudos vêm sendo realizados a fim de solucionar problemas de perda pós-colheita empregando micro-organismos capazes de realizar o biocontrole de fungos micotoxigênicos e/ou deteriorantes de alimentos.

Santos et al. (2009) descreveram uma nova toxina de *Pichia membranifaciens* CYC 1086 cuja atividade *killer* foi testada, juntamente com outra cepa previamente estudada de *P. membranifaciens* CYC 1106, contra vários micro-organismos relacionados a problemas agrônômicos a fim de avaliar seu possível potencial biotecnológico.

Como resultado, todas as cepas de *Brettanomyces bruxellensis*, levedura contaminante do vinho, se mostraram sensíveis à *P. membranifaciens* CYC 1086, enquanto que nenhuma cepa de *S. cerevisiae* isolada de processos fermentativos do vinho foi afetada pela toxina. Entretanto, fungos filamentosos foram mais resistentes a esta toxina; nenhuma cepa de *Botrytis cinerea* e apenas duas de *Fusarium proliferatum* mostraram sensibilidade, enquanto que a toxina de *P. membranifaciens* CYC 1106 se mostrou efetiva contra *B. cinerea* (SANTOS; SÁNCHEZ; MARQUINA, 2004).

Fieira et al. (2013) indicaram a possibilidade de aplicação no controle pós-colheita de maçãs após relatarem ótima eficiência no controle *in vivo* de *P. expansum*, ao submeterem os frutos artificialmente infectados, em tratamento com leveduras *Hansenula uingei* e *S. cerevisiae* PF2₃ aplicadas em sinergismo com o fungicida Tecto® em baixa dosagem.

Na indústria fermentativa, linhagens *killer* contaminavam o processo de elaboração do vinho, causando variações sensoriais no produto final e interferindo na qualidade. Tal fato levou pesquisadores a investigarem a possibilidade de “construir” cepas de leveduras fermentadoras com caráter *killer* a fim de serem utilizadas como culturas *starters*, associando assim o benefício da fermentação de cerveja e vinho com o controle de culturas selvagens, que porventura pudessem prejudicar o processo fermentativo (VONDREJS; JANDEROVÁ; VALASEK, 1996).

Diversos estudos demonstraram que leveduras fermentativas do vinho geneticamente modificadas, produtoras de diferentes toxinas, exibiram significativa capacidade antagonica contra potenciais contaminantes como *Candida*, *Hanseniaspora*, *Kloeckera* e *Pichia* (BUSSEY; VERNET; SDICU, 1988; BOONE et al., 1990; SCHIMIT; SCHERNIKAU, 1997; SANTOS et al., 2009). Logo, o uso da tecnologia do DNA recombinante tornou possível o desenvolvimento/aprimoramento da capacidade *killer* em leveduras fermentadoras.

2.3 Gênero *Hansenula*

O gênero *Hansenula* caracteriza-se como células esferoidais, elipsoidais ou alongadas e, em alguns casos, afuniladas. Os ascósporos são em forma de chapéu, semiesferoidal ou esferoidal com borda. A reprodução assexuada é por brotamento multilateral e algumas espécies podem produzir pseudo-hifas (KURTZMAN; FELL, 1999).

Ashida et al. (1983) descreveram uma toxina *killer* (K9) produzida por *Hansenula mrakii* com propriedades superiores a outros gêneros relatados, como por exemplo, estabilidade em valores de pH entre 4,0-11,0 e termoestabilidade evidenciada pela manutenção da atividade após fervura por 3 minutos em pH 4,0, e à 100 °C por 10 minutos (TAKASUKA et al., 1995).

Toxinas *killer* de *H. mrakii* e *H. saturnus* foram purificadas anteriormente, sendo suas massas moleculares e composição de aminoácidos similares; a toxina *killer* de *H. mrakii* é uma pequena proteína de 88 aminoácidos com 5 pontes dissulfeto (SELVAKUMAR et al., 2006), possui ponto isoelétrico (pI) 9,1 e massa molar de 10.7 kDa, enquanto que a toxina de *H. saturnus* é uma proteína de 87 aminoácidos, possui massa molar entre 8.5 – 9.0 kDa, e possui uma homologia de 87% com a toxina *killer* de *H. mrakii* (YAMAMOTO, 1986a; YAMAMOTO 1986b; TAKASUKA et al., 1995).

Lowes et al. (2000) inocularam *S. cerevisiae* e *C. krusei* em iogurte, juntamente com toxina heteróloga de *H. mrakii* purificada em duas diferentes concentrações, nas temperaturas de 10 °C e 20 °C. Foi constatado o crescimento rápido dos inóculos no controle negativo nas duas temperaturas testadas, enquanto que nas amostras contendo toxina *killer*, todos os inóculos foram eliminados nas duas concentrações de toxina, em um período de 24 h.

C. krusei tem sido classificada como patógeno de classe II por exibir altos níveis de resistência à fluconazol, entretanto foi eliminada com a toxina heteróloga de *H. mrakii*. A micocina exibe ampla ação de atividade contra espécies de levedura e possui boas características físico-químicas, incluindo estabilidade em amplo pH e temperatura, podendo ser utilizada, se necessário, como método alternativo contra infecções causadas por leveduras (LOWES et al., 2000).

3 Metodologia

Este estudo foi realizado no período de março a novembro de 2015 no Laboratório de Micotoxinas na Universidade de São Paulo e no Laboratório de Biologia Molecular e Microbiologia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Londrina.

3.1 Fungos testes

Aspergillus ochraceus A152 e *Penicillium expansum* n. 2, previamente isolados de café e maçã (COELHO, 2005), foram identificados geneticamente (em nível molecular) para posteriormente serem testados frente ao efeito da toxina *killer* quanto à inibição da germinação de esporos.

Os fungos foram mantidos em Ágar Batata Dextrose – BDA inclinado a 4 °C na ausência de luz.

3.1.1 Extração de DNAr dos fungos filamentosos

Os fungos foram inoculados em ágar YES (glicose 3,0%, extrato de levedura 0,5%, adenina 0,005%, histidina 0,005%, leucina 0,005%, lisina 0,005%,

uracila 0,005%, ágar 1,5%) e cultivados por 3 dias em B.O.D a 25 °C. Em seguida, um fragmento de micélio de aproximadamente 0,5 cm² foi recortado, o ágar removido, e o micélio transferido para um microtubo de 1,5 mL contendo 300 µL de PrepMan Ultra® (APPLIED BIOSYSTEMS, 2010).

O microtubo foi agitado em vórtex por um minuto e colocado em banho de água a 100 °C por 15 minutos, seguido de centrifugação por 7 minutos a 14.000 rpm em temperatura ambiente. O sobrenadante foi transferido para um novo microtubo e armazenado a -4 °C.

3.1.2 Reação em cadeia da polimerase (PCR)

Para a PCR foram utilizados microtubos de 0,2 mL. O fragmento da região ITS foi amplificado com os *primers* ITS1 e ITS4. As sequências dos *primers* utilizados encontram-se no Quadro 1. A PCR foi realizada com 12,5 µL de PCR Master Mix, 6,5 µL de água Milli-Q e 2 µL de DNA (40 ng) e 2 µL (20 pmol) de cada iniciador para um volume final de 25 µL. O programa de amplificação incluiu uma desnaturação inicial (94 °C por 3 min), seguido por 35 ciclos de desnaturação (94 °C por 1 min), anelamento a 57 °C, e extensão a 72 °C por 1 min. Uma etapa de extensão final a 72 °C por 5 min foi incluída ao final da amplificação (WHITE et al., 1990).

Quadro 1 – Sequência dos primers utilizados na PCR

Gene	Primer	Sequência do iniciador (5' - 3')	Referência
Internal Transcribed Spacer (ITS)	ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCG	WHITE et al., 1990
	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATAT	

3.1.3 Eletroforese do produto de PCR

Após a reação de PCR, as amostras foram submetidas à eletroforese em gel para verificação da amplificação. O gel de agarose foi preparado na concentração de 1,2% em solução de TBE (Tris Borato EDTA), acrescido de Syber Safe. Para a aplicação das amostras nos poços do gel, um volume de 2 µL de solução de azul de bromofenol foi adicionado em 3 µL de amostra. O gel foi submetido a 100 volts a 400 mA por 1 hora. Como referência, adicionou-se 6 µL de DNA Ladder 100 pb.

3.1.4 Purificação dos produtos de PCR

A purificação do produto da reação de PCR teve como objetivo a remoção de *primers*, dNTPs, enzimas e sais dos produtos de PCR que pudessem interferir na reação de sequenciamento. Para isso utilizou-se o kit QIAquick PCR purification, otimizado da seguinte forma: ao volume de 17 μ L do produto de PCR foi adicionado 100 μ L do Buffer PB – Binding Buffer (Tampão de Ligação) e todo conteúdo foi transferido para a coluna que acompanha o kit, a qual foi deixada em repouso por um minuto, centrifugada a 13.000 rpm/1 min e descartada a fase inferior do microtubo. Em seguida, adicionou-se 700 μ L de Buffer PE – Wash Buffer (Tampão de Lavagem), o qual permaneceu em repouso por um minuto. Centrifugou-se a 13.000 rpm/1 min e descartou-se a fase inferior do microtubo. O conjunto foi centrifugado novamente a 13.000 rpm por 3 minutos, para remoção total do tampão de lavagem. Para eluição, a coluna foi transferida para um novo microtubo de 1,5 mL e adicionando 20 μ L de EB – Elution Buffer (Tampão de Eluição) no centro da coluna, e após 1 minuto de repouso foi centrifugado a 13.000 rpm/1 min (QIAGEN, 2006).

3.1.5 Sequenciamento dos produtos de PCR

Os produtos de PCR foram sequenciados utilizando os primers usados na amplificação, seguindo o protocolo do Kit *Big Dye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*. As reações ocorreram em um sequenciador 3100 DNA.

3.1.6 Edição, avaliação da qualidade e análise das sequências geradas

As sequências consenso foram obtidas utilizando o programa Sequencher versão 4.1.4. Estas, por sua vez, foram pesquisadas em BLASTn (www.ncbi.nlm.nih.gov) como forma de confirmar premissas iniciais.

3.2 Obtenção do extrato bruto de *Hansenula wingei*

A levedura *Hansenula wingei* (AM2-2) *killer* positiva, previamente isolada de milho (GASPERINI, 2011), e mantida em ágar Meio Para Levedura – MPL (glicose 2%, extrato de levedura 0,5%, cloreto de sódio 1%, sulfato de amônio 0,5%, ágar 1,8%, acidificado com ácido tartárico 10% até pH 4,5) a 7 °C, foi reativada em Caldo MPL para obtenção do extrato bruto.

Para tanto, uma alçada da levedura foi transferida para 25 mL de Caldo MPL, seguido de incubação a 25 °C por 24 h. Em seguida, um inóculo de aproximadamente $3,0 \times 10^6$ células, previamente padronizado na Escala número 1 de

MacFarland, foi transferido para 17 erlenmeyers contendo 50 mL de Caldo MPL (totalizando 850 mL de cultivo) e incubados a 25 °C por 96 h em cultivo estático (SIMER, 2013). Após incubação, o cultivo foi centrifugado por 15 min a 10.000 rpm e filtrado em membrana de 0,20 µm para remoção das células (COELHO, 2005).

3.2.1 Sistema de ultrafiltração

O extrato bruto (700 mL) foi submetido a duas etapas consecutivas de ultrafiltração, utilizando membranas de celulose de exclusão molecular de 30 e 10 kDa, conforme descrito por Coelho (2005). O sistema possibilitou a obtenção de três frações, denominadas Fração 1 (contendo moléculas de massa molecular maior que 30 kDa), Fração 2 (contendo moléculas de massa molar entre 10 e 30 kDa), e Fração 3 (moléculas menores que 10 kDa). As Frações 1 e 2 foram concentradas 14 e 13 vezes. Uma parte do extrato bruto foi reservada para o ensaio antifúngico.

3.2.2 Atividade antifúngica

Um volume de 1,0 mL das frações obtidas foi distribuído em 3 tubos de ensaio contendo 1,0 mL de Caldo MPL. Paralelamente, utilizou-se o mesmo volume de extrato bruto como controle positivo e água destilada estéril como controle negativo.

A seguir, foram inoculados 10^5 esporos dos fungos a serem testados (suspensos em Tween. 80 e padronizados em câmara de Neubauer). Após incubação a 25 °C/12 horas, os tubos foram submetidos a centrifugação (10.000 rpm/10 minutos) e 90% do sobrenadante descartado.

Após ressuspensão do pellet em volume reduzido (aproximadamente 200 µL), realizou-se a determinação da porcentagem dos esporos germinados em lâmina (CHEN et al., 1999). O ensaio antifúngico foi realizado 3 vezes, sendo que em cada repetição os tratamentos foram analisados em triplicata.

A porcentagem dos esporos germinados nas frações foi calculada conforme a fórmula a seguir:

$$X = \frac{100 \times \text{média esporos germinados na fração}}{\text{média esporos germinados no controle}} \quad (1)$$

Onde X corresponde à porcentagem de esporos que germinaram no tratamento. Para determinar a porcentagem de inibição (Y), utilizou-se a fórmula:

$$Y = 100\% \text{ inibição} - X.$$

3.3 Tratamento dos dados

As médias dos resultados encontrados nos ensaios antifúngicos foram analisadas estatisticamente por meio do Teste de Tukey ($p < 0,05$), pelo programa BioEstat 5.3.

4 Resultados e discussão

A taxonomia de fungos filamentosos baseia-se, tradicionalmente, na análise qualitativa de sua morfologia e perfis bioquímicos. No entanto, variações na interpretação morfológica podem ocorrer, resultando em esquemas taxonômicos discutíveis (SAMSON; HONG; FRISVAD, 2004). Desta forma, as ferramentas moleculares seriam as mais indicadas para a caracterização de fungos.

O sequenciamento da região ITS do DNA ribossomal dos fungos testes *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium expansum* foi analisado em banco de dados *online*, resultando em 99% de similaridade (Figuras 1 e 2).

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
876 bits(474)	0.0	488/494(99%)	4/494(0%)	Plus/Plus
Query 1	CTGCGGAAGGATCATTACTGAGTAAGGGTCCCTCGGGGCCAACCTCCCACCCGTGTATA			60
Sbjct 1	CTGCGGAAGGATCATTACTGAGTAAGGGTCCCTCGGGGCCAACCTCCCACCCGTGTATA			60
Query 61	CCGTACCTTGTGCTTGGGGCGAGCCCGCCCCCTTTTCTTAGGGGGGCACAGCGCTCGC			120
Sbjct 61	CCGTACCTTGTGCTTGGGGCGAGCCCGCCCCCTTTTCTTAGGGGGGCACAGCGCTCGC			120
Query 121	CGGAGACACCAACGTGAACACTGTCTGAAGTTTTGTCTGAGTCGATTGTATCGCAAT			180
Sbjct 121	CGGAGACACCAACGTGAACACTGTCTGAAGTTTTGTCTGAGTCGATTGTATCGCAAT			180
Query 181	CAGTTAAAACCTTTCATCAATGGATCTCTTGGTCCGGCATCGATGAAGAA-GCAGCGAAA			239
Sbjct 181	CAGTTAAAACCTTTCACAATGGATCTCTTGGTCCGGCATCGATGAAGAAACGAGCGAAA			240
Query 240	TGCGATAATTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTG-ACGCACATTG			298
Sbjct 241	TGCGATAATTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTG			300
Query 299	CACCCCTGGTATTCGGGGGGTATGCGTGTCCGAGCGTCATTGCTGCC-CAAGCACGG			357
Sbjct 301	CACCCCTGGTATTCGGGGGGTATGCGTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCACGG			360
Query 358	CTTGTGTGTTGGGTCGTGTCccccccGGGGGACGGGCCGAAAGGCAGC-GCGGCACCG			416
Sbjct 361	CTTGTGTGTTGGGTCGTGTCccccccGGGGGACGGGCCGAAAGGCAGCGCGGCACCG			420
Query 417	CGTCCGGTCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTACACCGCTCTTGTAGGCCCGGCCGGCTGC			476
Sbjct 421	CGTCCGGTCTCGAGCGTATGGGGCTTTGTACACCGCTCTTGTAGGCCCGGCCGGCTGC			480
Query 477	TGCCCGACGCTGAA	490		
Sbjct 481	TGCCCGACGCTGAA	494		

Figura 1 – Alinhamento do sequenciamento da região ITS de *Aspergillus ochraceus* com banco de dados online

Fonte: Autoria própria

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
1057 bits(572)	0.0	592/600(99%)	7/600(1%)	Plus/Plus
Query 1	ACTAGTGATTTCCGTAGGTGTTCTCGGGAAGGATCATTACCGAGTGAGG--CCTCTGGG			58
Sbjct 1	ACTAGTGATTTCCGTAGGTGTTCTCGGGAAGGATCATTACCGAGTGAGGGCCCTCTGGG			60
Query 59	TCCAACCTCCCACCCGTGTTTATATTACCTTGTGCTTCGGCGCGCCCG-CTAAACTGGC			117
Sbjct 61	TCCAACCTCCCACCCGTGTTTATATTACCTTGTGCTTCGGCGGGCCCGCCTAAACTGGC			120
Query 118	CGCCGGGGGGCTTACGCCCCCGGGCCCGCCCGCCGAAGACACCCTCGAACTCTGTCTG			177
Sbjct 121	CGCCGGGGGGCTTACGCCCCCGGGCCCGCCCGCCGAAGACACCCTCGAACTCTGTCTG			180
Query 178	ATGATTGAAG-CTGAGTGAATATATATATTATTATAACTTTCAACAAC-GATCTCTTGG			235
Sbjct 181	ATGATTGAAGTCTGAGTGAATATATATATTATTATAACTTTCAACAACGGATCTCTTGG			240
Query 236	TTCCGGCATC-ATGAAGAAGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAAATTCAGT			294
Sbjct 241	TTCCGGCATCGATGAAGAAGCAGCGAAATGCGATACGTAATGTGAATTGCAAATTCAGT			300
Query 295	GAATCATCGAGTCTATGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGCATGCCTGTC			354
Sbjct 301	GAATCATCGAGTCTATGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGCATGCCTGTC			360
Query 355	CGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCCCGGCTTGTGTGTTGGGCCCGTCCCCGATCTCCG			414
Sbjct 361	CGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCCCGGCTTGTGTGTTGGGCCCGTCCCCGATCTCCG			420
Query 415	GGGGACGGGCCCGAAAGGACAGCGGCGCACCGTCCGGTCCCGAGCGTATGGGGCTTT			474
Sbjct 421	GGGGACGGGCCCGAAAGGACAGCGGCGCACCGTCCGGTCCCGAGCGTATGGGGCTTT			480
Query 475	GTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGGCGGCTTGCCGATCAACCCTAATTTTATCCAGGTT			534
Sbjct 481	GTCACCCGCTCTGTAGGCCCGGGCGGCTTGCCGATCAACCCTAATTTTATCCAGGTT			540
Query 535	GTCCTCGGAT-AGGTAGGGATACCCGCTGAACTTATGCATATCAATAAGCGGAGGAAATC			593
Sbjct 541	GTCCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTATGCATATCAATAAGCGGAGGAAATC			600

Figura 2 – Alinhamento do sequenciamento da região ITS de *Penicillium expansum* com banco de dados online

Fonte: Autoria própria

As técnicas moleculares têm apresentado expressivo progresso na taxonomia de fungos. Reis et al. (2012) isolaram e identificaram micobiota de castanhas-do-brasil utilizando uma abordagem polifásica. Além da caracterização morfológica, a produção de metabólitos secundários e sequenciamento do DNA ribossomal das regiões ITS, β -tubulina e calmodulina, foram utilizados para confirmação. Os gêneros *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. representaram 4 e 16% dos isolados.

Para estudos com enfoque principal na taxonomia e ecologia de fungos, a abordagem polifásica é a mais recomendada pois combina várias informações acerca da identidade dos micro-organismos. Entretanto, para confirmação da identificação morfológica, o sequenciamento da região ITS se mostra eficaz.

Para o ensaio antifúngico, o extrato bruto submetido ao sistema de ultrafiltração foi separado em 3 frações (1: maior que 30 kDa, 2: entre 10 e 30 kDa e 3: menor que 10 kDa).

Conforme a Tabela 4, pode-se observar que a porcentagem de esporos germinados nas frações 1 (> 30 kDa) e controle positivo (extrato bruto) não diferiu entre si ($p > 0,05$), embora a primeira fração tenha sido aparentemente um pouco mais eficaz. Tal fato poderia ser explicado pela ressuspensão da fração em 50 mL de água destilada estéril, para retirada das moléculas da membrana, o que concentrou o extrato bruto em cerca de 14 vezes.

Embora as frações 2 e 3 tenham diferido significativamente entre si e do controle negativo ($p < 0,05$), observou-se que mais de 50% dos esporos de ambos os fungos germinaram na presença destas.

Tabela 4 – Atividade antifúngica realizada com as frações obtidas após a ultrafiltração do extrato bruto*

Tratamento	Germinação de esporos (%)	
	<i>A. ochraceus</i>	<i>P. expansum</i>
Controle negativo (água)	88,56+4,07 ^d	97,00+1,87 ^d
Extrato Bruto	9,89+5,82 ^a	6,89+6,39 ^a
1 (> 30 kDa)	2,33+2,24 ^a	4,78+4,89 ^a
2 (> 10 kDa)	71,67+6,02 ^c	82,67+4,09 ^c
3 (< 10 kDa)	59,44+13,04 ^b	57,78+10,47 ^b

* Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
Fonte: Autoria própria.

Na interpretação da Tabela 4, quanto menor o valor apresentado, maior será a atividade antifúngica. Cada valor corresponde à média e ao desvio padrão dos valores de 9 dados, sendo três respostas para cada repetição.

A Figura 3 exibe a porcentagem (%) de inibição da germinação de esporos dos fungos filamentosos, apresentando uma relação inversa entre inibição e germinação de esporos, ou seja, a maior porcentagem de inibição indica uma menor germinação de esporos.

A toxina *killer* de *H. wingei* foi detectada na fração 1, que mostrou ser tão eficiente quanto o Extrato Bruto na inibição da germinação dos esporos de *A. ochraceus*, quando comparado com *P. expansum*. Entretanto, ambos mostraram sensibilidade à toxina *killer*. As demais frações não apresentaram resultados satis-

fatórios na inibição fúngica, cujos valores mostraram menos da metade da eficiência do extrato bruto, usado como controle positivo.

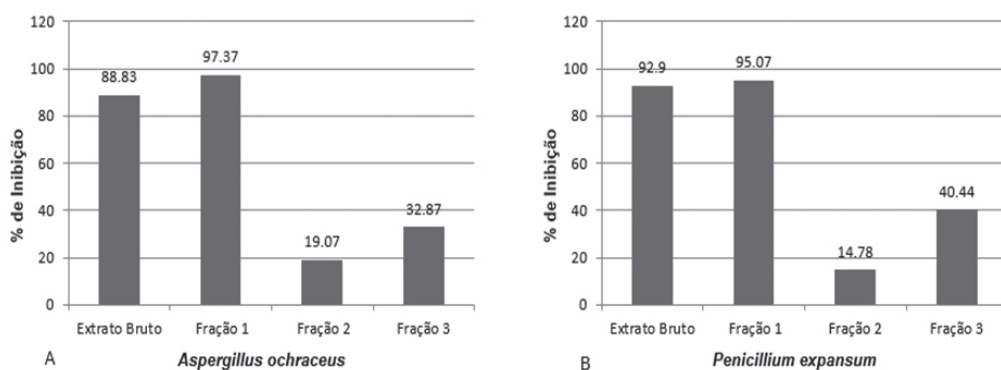


Figura 3 – Porcentagens de inibição da germinação de esporos de *A. ochraceus* e *P. expansum*

Fonte: Autoria própria

Com base na Tabela 4 e Figura 3, o processo de ultrafiltração não foi eficiente na purificação parcial da toxina *killer* de *H. wingei*, provavelmente devido ao fato de esta toxina possuir peso molecular maior que 30 kDa. Por outro lado, os compostos com peso molecular < que 30 kDa foram eliminados, diminuindo assim a presença de uma parte de interferentes no meio, e consequentemente aumentando a atuação contra os fungos, quando comparado com o extrato bruto.

A toxina *killer* > 30 kDa produzida por *H. wingei* neste trabalho diferiu daquelas relatadas por outros pesquisadores em leveduras do mesmo gênero, como por exemplo as toxinas *killer* de 10.7 kDa de *H. mrakii* (SELVAKUMAR et al., 2006), e de 8.5 – 9.0 kDa de *H. saturnus*. Apesar de as toxinas apresentarem tamanhos diferentes, os autores relataram homologia de 87% entre as duas toxinas (YAMAMOTO, 1986a; YAMAMOTO 1986b; TAKASUKA et al., 1995).

Por outro lado, Andrade (2011) caracterizou uma toxina *killer* de *Kodamaea ohmeri* ES92 como uma glicoproteína de massa molecular maior que 30 kDa, ao passo que a toxina de *Pichia anomala* NCCY 432 foi determinada em 47 kDa (IZGU; ALTINBAY; ACUN, 2006). Toxinas *killer* possuem variadas massas moleculares que variam entre gêneros e espécies, sendo seu tamanho determinado pelos tipos de resíduos monossacarídeos que as constitui (SCHMITT; BREINING, 2002).

A atividade de β -glucanases produzidas por leveduras tem sido relatada em diversos gêneros: *Candida*, *Pichia*, *Hansenula* e *Saccharomyces* (DEL REY et al., 1979; SALIGKARIAS; GRAVANIS; EPTONA, 2002; BAR-SHIMON et al., 2004).

Yamamoto (1986b), em seu estudo, mostrou que toxina *killer* de *H. mra-kii*, codificada por genes cromossomais, tem como sítio de ligação β -1,3-glucana, principal constituinte da parede celular fúngica, e quando ligada causava danos à permeabilidade, tornando-a osmoticamente frágil e defeituosa, resultando em morte celular.

As proteínas *killer* do gênero *Hansenula*, particularmente, possuem estabilidade em ampla faixa de pH (4,0-10,0) e manutenção da atividade à 100 °C (ASHIDA et al., 1983), além de ampla ação contra leveduras patógeno-opportunistas do gênero *Candida* spp. (HODGSON; BUTTON; WALKER, 1995).

Em estudo realizado por Simer (2013), *H. wingei* (AM2²) mostrou-se *killer* positiva perante as leveduras sensíveis de referência *Candida glabrata* NCYC 366, *C. albicans* 12A e *Pichia kluyveri* CAY-15. O fato de atuar contra mais de uma levedura sensível sugere a possibilidade de a levedura em questão ser capaz de produzir uma toxina *killer* com amplo espectro de ação, ou até mesmo estar associado com a produção de mais de uma toxina *killer*, a exemplo de toxinas K1, K2 e K28 produzidas por *Saccharomyces cerevisiae* (SCHMITT, BREINING, 2002).

Brock (1965) relatou atividade de duas exo-hidrolases (β -1,3 e β -1,6-glucanases) produzidas por *H. wingei*. Este fato, associado às informações da literatura, pressupõe sugerir que a toxina de *H. wingei* possa estar associada a uma β -glucanase com peso molecular maior que 30 kDa, uma vez que a análise da sequência de aminoácidos da toxina K5 produzida por *P. anomala* foi comparada com a de exo- β -1,3-glucanase, resultando em uma homologia de 100% (IZGU; ALTINBAY, 2004).

5 Conclusão

O sequenciamento da região ITS de *A. ochraceus* e *P. expansum* foi eficiente na confirmação das premissas iniciais baseadas na identificação morfológica.

O cultivo de *H. wingei* em caldo de cultura a 25 °C por 96 h resultou em produção de toxina *killer* e este extrato bruto, quando submetido ao sistema de ultrafiltração, separou-se em frações de diferentes massas moleculares (moléculas maiores que 30 kDa, entre 30 e 10 kDa e menores que 10 kDa).

A análise das frações obtidas quanto à inibição da germinação de *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium expansum* se mostrou eficiente com o controle positivo (extrato bruto) e fração 1 (> 30 kDa).

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro, à prof^a. Elisa Yoko Hirooka pela concessão de bolsa CAPES via projeto n. 23 Edital

n. 04/2008 – Rede Nanobiotec, e à UTFPR pelo apoio financeiro e concessão de bolsa. Os autores agradecem também ao prof. Dr. Benedito Corrêa pelas análises realizadas no Laboratório de Micotoxinas da Universidade de São Paulo.

Referências

- ANDRADE, M. L. **Caracterização e purificação parcial da toxina *killer* produzida pela levedura *Kodamaea ohmeri* ES92**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- APPLIED BIOSYSTEMS. **PrepMan®Ultra Sample Preparation Reagent Protocol**. 2010. Disponível em < https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/cms_042136.pdf >. Acesso: 15 fev. 2017.
- ASHIDA, S. et al. **New *killer* toxin of *Hansenula mrakii***. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 47, n. 12, p. 2953-2955, 1983.
- BARALDI, E. et al. **Studies on thiabendazole resistance of *Penicillium expansum* of pears: pathogenic fitness and genetic characterization**. **Plant Pathology**, v. 52, n. 3, p. 362-370, 2003
- BAR-SHIMON, M. et al. **Characterization of extracellular lytic enzymes produced by the yeast biocontrol agent *Candida oleophila***. **Current Genetics**, v. 45, n. 3, p. 140-148, 2004.
- BEVAN, E. A.; MAKOWER, M. **The physiological basis of the killer character in yeast**. In: **Proceeding of International Congress Genetic, 1963**. **Anais...**, 1963, v. 1, p. 202.
- BOONE, C. et al. **Yeast *killer* toxin: site-directed mutations implicate the precursor protein as the immunity component**. **Cell**, v. 46, p. 105-113, 1986.
- BROCK, T. D. **Biochemical and cellular changes occurring during conjugation in *Hansenula wingei***. **Journal of Bacteriology**, v. 90, n. 4, p. 1019-1025, 1995.
- BUSSEY, H.; VERNET, T.; SDICU, A. M. **Mutual antagonism among *killer* yeasts: competition between K1 and K2 killers and a novel cDNA-based K1-K2 killer strain of *Saccharomyces cerevisiae***. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 34, p. 38-44, 1988.

- CALEGARI, R. P. et al. Biocontrole de mofo branco e tombamento e murcha de esclerócio por levedura *killer*. In: Congresso Brasileiro de fitopatologia: Simpósio Brasileiro de mofo branco, 2014, Londrina. **Anais...**, 2014.
- CASTORIA, R. et al. *Aureobasidium pullulans* (LS-30) an antagonist of postharvest pathogens of fruits: study on its modes of action. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 22, p. 7-17, 2001.
- CHEN Z. et al. Inhibition of plant-pathogenic fungi by a corn trypsin inhibitor overexpressed in *Escherichia coli*. **Applied Environmental Microbiology**. v. 65, n. 3, p. 1320-1324, 1999.
- COELHO, A. R. Controle de *Penicillium expansum*/biodegradação de patulina: perfil cromatográfico de composto bioativo de levedura *killer* visando aplicação pós-colheita. 2005. 122 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.
- COELHO, A. R.; CELLI, M. G.; ONO, E. Y. S.; WOSIACKI, G.; HOFFMANN, F. L.; PAGNOCCA, F. C.; HIROOKA, E. Y. *Penicillium expansum* versus antagonist yeasts and patulin degradation in vitro. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Londrina, v. 50, n. 4, p. 725-733, 2007.
- COELHO, A. R.; TACHI, M.; PAGNOCCA, F. C.; NOBREGA, G. M. A.; HOFFMANN, F. L. HARADA, K. I.; HIROOKA, E. Y. Purification of *Candida guilliermondii* and *Pichia ohmeri* killer toxin as active agent against *Penicillium expansum*. **Food Additives and Contaminants**, v. 26, n. 1, p. 73-81, 2009.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. 2015. Disponível em < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_13_12_03_45_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf >. Acesso em: 15 fev. 2017.
- DEL REY, F. et al., Synthesis of 1,3- β -glucanases in *Saccharomyces cerevisiae* during the mitotic cycle, mating and sporulation. **Journal of Bacteriology**. v. 139, n. 3, p. 924-931, 1979.
- FIEIRA, C. et al. *In vitro* and *in vivo* antifungal activity of natural inhibitors against *Penicillium expansum*. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 40-46, 2013.

- GASPERINI, A. **Biocontrole de *Fusarium verticillioides* em milho**. 2011. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2011.
- IZGU, F.; ALTINBAY, D.; ACUN, T. Killer toxin of *Pichia anomala* NCYC 432; purification characterization and its exo- β -1,3-glucanase activity. **Enzyme and Microbial Technology**. v. 39, p. 669-676, 2006.
- IZGU, F.; ALTINBAY, D. Isolation and characterization of the K5-type yeast killer protein and its homology with na exo- β -1,3-glucanase. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** v. 68, n. 3, p. 685-693, 2004.
- KIMURA, T. et al. Isolation and nucleotide sequences of the genes encoding *killer* toxins from *Hansenula mrakii* and *H. saturnus*. **GENE**. v. 137, p. 265-270, 1993.
- KURTZMAN, C. P.; FELL, J. W. **The yeasts – A taxonomic study**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1999.
- LIMA, J. R. et al. Use of *killer* yeast in the management of postharvest papaya anthracnose. **Postharvest Biology and Technology**. v. 83, p. 58-64, 2013.
- LOWES, K. F. et al. Prevention of Yeast Spoilage in Feed and Food by the Mycocin HMK. **Appl. Environ. Microbiol.** v. 66, p. 1066-1076, 2000.
- MAGLIANI, W. et al. Yeast *killer* systems. **Clinical Microbiology Reviews**. v. 10, n. 3, p. 369-400, 1997.
- MARQUINA, D.; SANTOS, A.; PEINADO, J. M. Biology of *killer* yeasts. **Int Microbiol**, v. 5, p. 65-71, 2002.
- MIDDELBEEK, E. J. et al. Physiological conditions affecting the sensitivity of *Saccharomyces cerevisiae* to a *Pichia kluyveri* killer toxin and energy requirement for toxin action. **Antonie van Leeuwenhoek**. v. 46, p. 483-497, 1980.
- MIGUEL, T. Á. **Avaliação dos efeitos da fertilização nitrogenada (uréia e uréia com NBPT) e do fungicida MAXIM – XL na produção de fumonisinas por *Fusarium verticillioides***. 2005. 114f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

- PHILLISKIRK, G.; YOUNG, T. W. The occurrence of *killer* character in yeasts of various genera. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 41, p. 147-151, 1975.
- QIAGEN. **QIAquick® Spin Handbook**. 2006. Disponível em: <http://mvz.berkeley.edu/egl/inserts/QIAquick_Spin_Handbook.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- REIS, T. A. et al. Mycobiota and mycotoxins in Brazil nut samples from different states of the Brazilian Amazon region. **International Journal of Food Microbiology**. v. 159, p. 61-68, 2012.
- SALIGKARIAS, I. D.; GRAVANIS, F. T.; EPTONA, H. A. S. Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeasts *Candida guilliermondii* strains 101 and US 7 and *Candida oleophila* strain I-182. **Biological Control**, v. 25, n. 2, p. 151-161, 2002.
- SAMSON, R. A.; HONG, S. B.; FRISVAD, J. C. Old and new concepts of species differentiation in *Aspergillus*. **Med. Mycol.**, v. 44, p. 133-148, 2006.
- SANTOS, A. et al. (1 α 6)-b-D-glucan as cell wall receptor for *Pichia membranifaciens killer* toxin. **Appl. Environ. Microbiol.** v. 66, p. 1809-1813, 2000.
- SANTOS, A. et al. PMKT2, a new *killer* toxin from *Pichia membranifaciens*, and its promising biotechnological properties for control of the spoilage yeast *Brettanomyces bruxellensis*. **Microbiology**. v. 155, p. 624-634, 2009.
- SANTOS, A.; SÁNCHEZ, A.; MARQUINA, D. Yeasts as biological agents to control *Botrytis cinerea*. **Microbiological Research**. v. 159, p. 331-338, 2004.
- SCHMITT, M. J.; BREINIG, F. The viral *killer* system in yeast: from molecular biology to application. **FEMS Microbiology Reviews**. v. 26, p. 257-276, 2002.
- SCHMITT, M. J.; SCHERNIKAU, G. Construction of a cDNA based K1/K2/K28 triple *killer* strain of *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Technol. Biotechnol.** v. 35, p. 281-285, 1997.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO – SEAB. Fruticultura. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf>. Acesso em: 12 out. 2015.

- SIMER, P. Efeito de frações ultrafiltradas do cultivo de *Hansenula wingei* no controle de *Penicillium expansum* e *Apergillus ochraceus*. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.
- TAKASUKA, T. et al. Cell wall synthesis specific cytotoxic effect of *Hansenula mrakii* toxin. 1 on *Saccharomyces cerevisiae*. *Cell and Molecular Biology*. v. 41, p. 575-581, 1995.
- VONDREJS, V.; JANDEROVÁ, B.; VALASEK, L. Yeast killer K1 and its exploitation in genetic manipulations. *Folia Microbiologica*. v. 41, p. 379-194, 1996.
- YAMAMOTO, T. et al. Application of monoclonal antibodies to the isolation and characterization of a killer toxin secreted by *Hansenula mrakii*. *FEBS Letters*, v. 195, p. 253-257, jan. 1986a.
- YAMAMOTO, T. et al. Killer toxin from *Hansenula mrakii* selectively inhibits cell wall synthesis in a sensitive yeast. *FEBS Letters*, v. 197, p. 50-54, mar. 1986b.
- YOUNG, T. W. The genetic manipulation of *killer* character into brewing yeasts. *Journal of the Institute of Brewing*. v. 87, p. 292-295, 1981.
- YOUNG, T. W.; YAGIU, M. A. A comparison of the *killer* character in different yeasts and its classification. *Antonie Van Leeuwenhoek*, v. 44, p. 59-77, 1978.
- ZHU, H.; BUSSEY, H. The K1 toxin of *Saccharomyces cerevisiae* kills spheroplasts of many yeast species. *Applied and Environmental Microbiology*. v. 55, p. 2105-2107, 1989.
- ZORZETE, P. Fungos, micotoxinas e fitoalexina em variedades de amendoim do plantio ao armazenamento. 2010. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Estudo comparativo de embalagens flexíveis laminadas versus coextrusadas

Géssica Cristina de Lima Lino
Thiago Henrique de Lima Lino

Caroline Maria Calliari

1 Introdução

Embalagem é todo recipiente que armazena produtos por um tempo determinado, utilizada para agrupar o produto em unidades menores ou desejáveis, visando melhor qualidade no transporte, manipulação e armazenamento, diminuindo prejuízos. É considerada de fundamental importância, principalmente para os alimentos, pois tem como função proteger, informar e armazenar (BRASIL, 2001).

As embalagens flexíveis são confeccionadas com materiais básicos maleáveis, como o papel, celofane, filmes plásticos, *nylon*, finas folhas de alumínio ou com combinações de dois ou mais desses materiais, formando estruturas mais complexas que podem atender as necessidades do produto a ser embalado. Sua utilização abrange as indústrias: alimentícias, farmacêuticas, de cosméticos, de fertilizantes, entre muitas outras (COLANERI; GARCIA, 2007).

O estudo de suas propriedades mecânicas possibilita criar uma alternativa no processo de extensão de vida útil do produto, uma vez que determinados produtos envasados se deterioram mais facilmente que outros, sob as mesmas condições de armazenamento (CRIPPA, 2006). A mistura de dois ou mais materiais na embalagem apresentam propriedades mecânicas e físicas superiores às de cada componente individual. Podem-se desenvolver combinações de materiais com propriedades distintas que atendam cada caso, definindo a quantidade quase exata de cada material, evitando o excesso de embalagem e garantindo a proteção do alimento (CRUZ, 2013).

A degradação de lipídios, por exemplo, pode ser ocasionada por oxidação e é a mais frequente causa de deterioração de componentes biológicos impor-

tantes dos alimentos, que alteram propriedades como qualidade sensorial, valor nutricional, funcionalidade e toxicidade. Nos alimentos, o efeito oxidativo mais comum se dá pelo contato com o oxigênio por furos, rasgos ou até mesmo falhas nas soldas das embalagens (POUZADA; ANDRADE; CASTRO, 2003).

As consequências de filmes poliméricos pouco resistentes podem ocasionar avarias nas embalagens comprometendo os produtos embalados, acarretando em devoluções. Caso a avaria ocorra no estabelecimento de revenda, o produto pode ser rejeitado pelos consumidores, gerando desperdício e podendo prejudicar a imagem da empresa. As propriedades mecânicas do filme, como resistência à propagação do rasgo e à queda, tração no escoamento e na ruptura, estão relacionadas com a resistência ao abuso do manuseio: quanto maiores forem as propriedades mecânicas do filme, mais resistente será a embalagem. Já as propriedades de tração são úteis para identificação e caracterização de filmes flexíveis, com aplicação no desenvolvimento, na especificação e na avaliação da qualidade desses materiais (ASTM, 2012).

Esta pesquisa teve por objetivo estudar e diferenciar as embalagens flexíveis de PET/PE (Politereftalato de etileno/Polietileno) obtidas por laminação e por coextrusão.

2 Embalagem

As embalagens possuem algumas funções em todo o ciclo de vida do produto. Cada função aborda diferentes aspectos ligados à segurança, sendo o preparativo de bens e produtos para o transporte, distribuição, armazenamento, informação, venda e posteriormente para o consumo final. Com o intuito de prolongar a vida útil e manter todas as características do produto, as embalagens devem oferecer proteção de acordo com as necessidades do artigo a ser embalado, devem conter barreira aos gases, ao vapor de água e à luz. As embalagens devem apresentar resistências mecânica e térmica e outras características específicas quando necessárias. Atuam também como suportes de informações: nelas são apresentadas as características, validade e origem do produto (POÇAS; MOREIRA, 2003).

Para os alimentos, a embalagem é de importância imprescindível, tendo como principais funções proteger, informar e armazenar. Embalagem pode ser definida como qualquer recipiente que armazena e agrupa em unidades menores os produtos por um determinado tempo, visando melhor qualidade no transporte, manipulação e no armazenamento do produto, assim diminuindo os prejuízos (BRASIL, 2001).

As embalagens poliméricas são compostas por macromoléculas, formadas por grande número de unidades estruturais idênticas repetidas, unidas entre si por ligações covalentes. Em alguns casos, as ligações conduzem a uma cadeia linear;

em outros, as cadeias ligam-se entre si, constituindo estruturas tridimensionais insolúveis (POUZADA; ANDRADE; CASTRO, 2003).

O consumidor está cada vez mais exigente, buscando qualidade não só na embalagem, mas também no produto embalado. Com essa exigência, o mercado se torna cada vez mais competitivo, as embalagens se tornam destaque nas estratégias de muitas empresas. Não são utilizadas somente para armazenagem e transporte, também são fortes ferramentas de *marketing*, sendo este o canal direto com o consumidor; ganham funções como atrair a atenção do consumidor no ponto de venda, ser um fator decisivo na compra, interagir e criar expectativa sobre o produto, tornar a vida do consumidor mais prática e aumentar a vida útil do produto (YOSHIHARA; CASSIANO, 2010).

A embalagem é de extrema importância principalmente para alimentos – sua função não é só estética, é também significado de segurança, devendo proteger o alimento de contaminação microbiana, evitar desidratação, alterações de cor, alterações físico-químicas, assegurando ao consumidor um alimento de qualidade igual à de produtos frescos ou recentemente preparados. Além disso, elas podem ser melhoradas e transformadas devido ao surgimento de novas matérias-primas e tecnologias, evoluindo com o avanço das tecnologias nos alimentos e da industrialização. A diversificação de embalagens para alimentos é devida ao aumento da demanda por alimentos de preparo rápido, como os congelados, os pré-preparados, que favorecem a distribuição a longas distâncias e para exportação (ANDRADE, 2003).

Entre as características das embalagens, a permeabilidade aos gases é de relevância, pois alguns micro-organismos deteriorantes desenvolvem-se na presença de gases e podem acelerar reações de oxidação, provocando rancidez. A taxa de permeabilidade é medida pela quantidade de fluido que penetra por unidade de tempo e de superfície, podendo ser vapor de água, oxigênio, óleos, gorduras, entre outros fluidos que possam alterar as características dos produtos embalados, sendo esta propriedade de fundamental importância para a vida útil e conservação do produto. Muitas reações podem ser evitadas ou ter a velocidade reduzida com o controle da barreira das embalagens à passagem de gases e vapor de água. A perda de massa do produto está relacionada à permeabilidade ao vapor de água; em alguns casos, é necessário recorrer a embalagens com materiais impermeáveis, ao acondicionamento a vácuo ou à injeção de gás inerte, sendo este o mais utilizado por razões econômicas (POUZADA; ANDRADE; CASTRO, 2003).

A taxa de permeabilidade ao oxigênio das embalagens influi diretamente na vida útil do produto, pois quanto menor a quantidade de oxigênio em contato com o alimento, menor é a atividade metabólica, retardando também o crescimento de bactérias deterioradoras. Boas características de selagem também são fundamentais para garantir a integridade da embalagem e a vida útil do produto.

A presença de grampos, lacres, ossos e outras partes perfurantes exige das embalagens alta resistência mecânica, pois a perfuração do filme provocará falha do sistema de conservação (OLIVEIRA et al., 2006).

Cada embalagem deve ter uma barreira definida, considerando o produto a ser embalado, o processo de distribuição, formulação do produto e também barreira à luz e a aromas. Para estimar a vida útil do produto, os critérios devem ser relacionados com a permeabilidade da embalagem ao oxigênio e com a capacidade dos alimentos de absorver oxigênio, o que altera suas propriedades sensoriais (POUZADA; ANDRADE; CASTRO, 2003).

Os produtos alimentares que são acondicionados em embalagens podem sofrer vários tipos de problemas, sendo eles, infestações por pragas, roedores e/ou insetos, contaminação por poeiras e odores estranhos, desenvolvimento de fungos e bactérias, rancificação, hidrólise da gordura, oxidação de pigmentos, reações de escurecimento, desnaturação, cristalização e modificações coloidais, alteração na atividade enzimática, reação com a embalagem, perda das vitaminas e nutrientes, permeabilidade ao oxigênio e/ou acumulação de anidrido carbônico, retenção de umidade ou perda de água. A embalagem deve apresentar algumas propriedades para controlar todos esses fatores ambientais: o produto e a embalagem devem ser compatíveis para não apresentar reações indesejáveis, assegurando a qualidade do alimento. O oxigênio é de extrema importância para alimentos, pois afeta a vida útil, sendo a oxidação lipídica a reação mais importante nos alimentos – a maioria dos produtos alimentares possui a fração lipídica sensível ao oxigênio – a velocidade de oxidação depende da temperatura e para os alimentos secos depende também da atividade de água. Os produtos com baixo teor de umidade e atividade de água rancificam mais rapidamente e a deterioração oxidativa pode ser controlada diminuindo o oxigênio no interior da embalagem, já que a velocidade de oxidação abaixa com a diminuição da pressão parcial do oxigênio (ANDRADE, 2003).

A qualidade da embalagem pode surgir como obrigação, devido à legislação específica, assim, o fabricante deve cumprir os requisitos impostos. A obtenção/manutenção da qualidade é indispensável para atingir maior competitividade no mercado, refletir nos sistemas de distribuição, resultar em economia e projetar um conceito de marca dos produtos nacionais no mercado exterior (ANTONIETA, 2003).

Cada função da embalagem aborda diferentes aspectos ligados à segurança, conferindo ao produto proteção contra danos físicos que podem ocorrer no transporte e na distribuição. A abertura ou perfuração das embalagens pode significar adulteração ou perda de integridade no produto, tornando-o indesejado pelos consumidores (POÇAS; MOREIRA, 2003).

As propriedades mecânicas de um filme polimérico são determinadas pelas características físicas e químicas que regem e definem as aplicações dos filmes

poliméricos, bem como a qualidade na aplicação para determinados produtos, observando também que existem diversas outras propriedades que definem a adequação de uma embalagem à proteção de determinado produto (INSTRON, 2015).

2.1 Embalagens coextrusadas

No processo de extrusão, a resina termoplástica é introduzida em um cilindro aquecido e o material plástico amolecido é forçado por uma rosca sem fim a entrar por meio de uma abertura em uma matriz, para a obtenção de formas contínuas. Depois de sair do molde, o material extrusado deve ser resfriado abaixo de sua temperatura de transição vítrea, de modo a assegurar a estabilidade dimensional requerida. O resfriamento é geralmente realizado com jato de ar ou com água. Filmes soprados são produzidos pela extrusão do polímero fundido, na forma de um tubo, por meio de uma matriz anelar: no centro, o ar é injetado inflando o balão até atingir um diâmetro maior. Um balão então é formado, cujas paredes são estiradas na circunferência pela caneca matriz e na vertical por rolos puxadores ao mesmo tempo em que são resfriadas, conferindo orientação ao filme soprado (CRIPPA, 2006).

A extrusão é o processo mais utilizado para obtenção de produtos de forma contínua e o formato do produto é dado ao passar o material por uma matriz, feira ou cabeça de extrusão com abertura pré-selecionada (ALVES, 2013).

Coextrusão pode ser definida como a combinação de duas ou mais camadas de polímeros fundidos, que após resfriados formam um único filme que atendem às necessidades específicas de desempenho para cada tipo de produto a ser embalado. A coextrusão desenvolveu-se inicialmente em pequenos mercados. Filmes com barreira ao oxigênio utilizam resinas de poliamidas, revestidas com polietileno termoselável. Com apenas um processamento e a custo mais baixo, é possível substituir a laminação de filmes de polietileno (CRIPPA, 2006).

O processamento de polímeros por coextrusão possibilita a combinação de polímeros sem promover a mistura entre estes materiais, combinando suas respectivas propriedades. Este processo permite a obtenção de filmes flexíveis únicos, difíceis de produzir de outra forma. Este tipo de processamento é vantajoso economicamente (ALVES, 2013).

Os materiais utilizados no processo de coextrusão devem ser escolhidos observando inúmeros fatores: número de camadas que compõe o filme, tipo de material utilizado, estrutura química e afinidade molecular, aderência a outras superfícies (no caso da laminação), se o filme vai sofrer estiramento ou não (CRUZ, 2013).

O problema mais observado em processos de coextrusão é a ocorrência de instabilidades de escoamento e baixa afinidade interfacial. A dificuldade no escoamento pode promover rearranjos na forma molecular dos materiais, comprome-

tendo, assim, o desempenho mecânico e ótico dos filmes flexíveis. A instabilidade interfacial comumente é ocasionada em função da falta de afinidade entre os materiais, ocasionando delaminação mesmo em filmes coextrusados (ALVES, 2013).

Fissuras podem ocorrer durante o ciclo de formação de filme multicamadas, geralmente provenientes de irregularidades em uma ou mais camadas específicas. Combinar a viscosidade entre a resina adesiva e as outras resinas que fazem parte do filme multicamada é recomendado, pois é um dos fatores que garante eficácia da força de colagem entre as camadas (CRIPPA, 2006).

Com tantas resinas disponíveis no mercado, é plausível construir estruturas específicas de filmes flexíveis para cada aplicação, visando a barreira exigida pelo produto a ser embalado, o desempenho esperado na máquina e a resistência necessária (CRUZ, 2013).

Com o intuito de minimizar a quantidade de polímeros mais caros, a coextrusão pode ajudar a otimizar o uso destes polímeros e obter propriedades específicas de selagem, aderência, rigidez, resistência ao impacto, rasgo, perfuração, brilho, entre outras. Já no filme monocamada, os componentes estão misturados, necessitando de mais resinas específicas e elevando o custo de produção (CRIPPA, 2006).

2.2 Embalagens laminadas e adesivos

Um dos processos muito utilizados para conversão de embalagens plásticas flexíveis é a laminação, que consiste na combinação de diferentes substratos com características diferentes. A união de propriedades de dois ou mais polímeros propicia os requisitos necessários para envase, acondicionamento e proteção, produtividade e as condições de preparo do produto, gerando uma performance mais adequada ao produto a ser embalado. É um recurso utilizado para agregar valor às mesmas, contribuir nas questões estéticas, aumentar as propriedades de barreira, proteger a impressão, facilidade no processo de envase, resistência à delaminação, processo de vedação, forma de apresentação no ponto de venda, requisitos legais e reduzir custos (SILVEIRA, 2015).

A definição do adesivo é qualquer substância capaz de unir duas partes de um mesmo material ou de materiais distintos, sendo estes plásticos, papéis, vidro ou metais. O principal mecanismo utilizado para juntar dois plásticos constitui-se nas forças intermoleculares e interações físicas que também podem significar um fator de adesão. Os adesivos podem ser utilizados para processos de laminação ou de coextrusão (CRIPPA, 2006).

Um requisito importante para todos os adesivos no processo de laminação é que eles sejam líquidos quando na etapa da aplicação e que sejam capazes de molhar a superfície do substrato. Estes adesivos podem ser classificados de várias

formas: método de solidificação, tipo de polímero, tipo de solvente ou categoria de aplicação. O mais utilizado para classificar os adesivos baseia-se no modo como o adesivo líquido é convertido em sólido, sendo estes divididos em: reativo, *hot melt* (fusão a quente), *cold seal* (selagem a frio), base solvente e base água. Outra classificação atende dois grupos natural e sintético, sendo que a maioria dos adesivos naturais é à base de água, enquanto os adesivos sintéticos aparecem em todas as categorias (CRIPPA, 2006).

O processo de conversão por laminação significa unir, colar dois ou mais substratos, utilizando adesivos. A laminação com parafina (*hot melt*) é bastante simples e consiste em aplicar parafina fundida na superfície do substrato 1 e unir esta interface ao substrato 2 e, posteriormente, por contato com cilindro refrigerado, o adesivo se solidifica. Também pode ser utilizado para impermeabilizar a superfície de substratos porosos, como os papéis de sabonetes (JORGE, 2013).

Laminação com adesivo por via úmida consiste na aplicação do adesivo em um dos substratos, na união dele a outro substrato por meio de cilindros e em sua posterior passagem por uma estufa em que o solvente é evaporado. Adesivos de via úmida geralmente são de base de silicatos, dextrina, dentre outros, e utilizam água como solvente. A laminação via úmida é mais empregada na laminação com papel devido à porosidade, e, em virtude de sua afinidade com água, não é muito utilizada em embalagens de alimentos (JORGE, 2013).

A laminação com adesivo via seca é empregada em substratos não porosos, em que não ocorre a vaporização do solvente por meio dos poros dos substratos. Este método consiste em aplicar adesivo na superfície de um dos substratos, passar este substrato por uma estufa para vaporização do solvente e posterior união ao outro substrato por cilindros. Neste processo, o filme flexível exige um determinado tempo pós-processo para que ocorra a cura desse adesivo que usualmente é de base de polímeros dissolvidos em acetatos ou álcoois devido à volatilidade destes solventes (JORGE, 2013).

Um dos parâmetros de controle crítico para o sucesso de uma estrutura laminada no processo é a quantidade de adesivo aplicado, que é comandado por um equipamento denominado dosador. A limpeza, manutenção e tecnologia deste equipamento garantem uma aplicação em proporções corretas. Além dos controles com o equipamento, a limpeza e avaliação das condições do bico misturador garantem melhor propriedade de força de adesão no filme laminado. O controle da gramatura de adesivo é essencial para atingir os resultados esperados. Quando fora dos padrões recomendados, tanto no limite superior quanto no inferior, ele pode acarretar em problemas no laminado. A gramatura do adesivo abaixo do recomendado pode causar alterações, como resistência à delaminação, química e térmica baixas, assim como o espalhamento inadequado. Já aquela acima do limite superior, além de acarretar em alto custo, impacta em tempo de cura, alte-

rações no coeficiente de atrito, na rigidez da embalagem e em defeitos estéticos (SILVEIRA, 2015).

A laminação por extrusão é mais empregada em chapas rígidas, considerando que estas tenham espessura e resistência térmica o suficiente para não se liquefazer em contato com o adesivo fundido. É amplamente utilizada no mercado de termoformados para alimentos. Neste processo, o substrato mais utilizado como adesivo é o PE devido ao seu ponto de fusão, afinidade com outros substratos e facilidade de aditivção. O PE fundido sai de uma extrusora do tipo *cast* como uma cortina de material fundido e, com o auxílio de cilindros, é aplicado entre dois substratos; após o resfriamento, o polietileno atuará como adesivo unindo as interfaces dos substratos (JORGE, 2013).

Na extrusão, os adesivos são constituídos de polímeros com grande compatibilidade em termos de adesão com as camadas que os cercam, sendo que são normalmente desenvolvidos à base de anidrido maleico. A adesão entre as camadas é realizada no próprio processo de coextrusão, sendo impossível de se obter a separação das camadas da estrutura. Filmes multicamadas que são normalmente produzidos por processos de coextrusão, com polímeros quimicamente diferentes, necessitam de uma boa adesão entre as camadas, sendo que a presença de um terceiro componente, um adesivo ou uma camada adesiva, é frequentemente necessária para melhorar a adesão e outras propriedades fundamentais, como propriedades mecânicas, propriedades de barreira (CRIPPA, 2006).

A laminação também pode ser feita ainda na coextrusão, quando dois ou mais termoplásticos são extrusados e unidos ainda fundidos, constituindo características de um filme laminado. Em alguns casos, a coextrusão substitui a laminação por um menor custo (JORGE, 2013).

Para evitar possíveis problemas de incompatibilidade de algumas camadas, um adesivo extrusado, ou uma camada adesiva, deve ser incorporado na estrutura, aprimorando assim sua eficiência. Esta camada adicional de adesivo em filmes coextrusados torna o processo de fabricação mais complexo e mais trabalhoso, sendo que um bloco especial de alimentação se torna necessário, e algumas vezes uma extrusora adicional no sistema de coextrusão (CRIPPA, 2006).

2.3 Politereftalato de etileno (PET)

O politereftalato de etileno, também conhecido como poliéster, ou PET, é atualmente uma resina muito popular como material de embalagem, especialmente com embalagens de garrafas, frascos e filmes flexíveis biorientados. Este filme apresenta boas propriedades de barreira ao oxigênio e ao dióxido de carbono, as quais podem ainda ser melhoradas pela orientação biaxial, que proporciona também excelentes propriedades de barreira a aromas (CRIPPA, 2006).

Proveniente da reação do ácido tereftálico com o etileno glicol, o polietileno tereftalato, também conhecido como PET, é o poliéster mais utilizado como material de embalagem flexível. Possui grande resistência à tração e ao impacto, baixa permeabilidade e boas propriedades óticas. Possui alta temperatura de fusão, portanto, é sempre empregado na laminação com polietileno ou polipropileno (JORGE, 2013).

Os filmes de politereftalato de etileno biorientados apresentam também excelente transparência e brilho, boa resistência química e a óleos e a gorduras, boa resistência à tração, rigidez e estabilidade térmica. Sua barreira ao vapor d'água é média, porém pode ser sensivelmente melhorada com a metalização (CRIPPA, 2006).

O PET possui uma ampla faixa de temperatura de trabalho, entre -40 °C e 220 °C, fazendo do PET um material ideal para tratamento térmico de pasteurização, esterilização e até mesmo nas embalagens para congelamentos severos e rápidos (JORGE, 2013).

Na área de embalagem, o PET é aplicado como filmes biorientados para embalagens flexíveis laminadas; garrafas obtidas por injeção/sopro com biorientação para bebidas carbonatadas, água mineral, óleo comestível, sucos e molhos; frascos obtidos por injeção/sopro para produtos farmacêuticos, berços e *blisters* transparentes; e mesmo bandejas com alta estabilidade térmica para uso em fornos convencionais e em fornos de micro-ondas. O PET biorientado pode ainda ser utilizado para embalar carne ou queijo, e como base de laminação com algum outro polímero para embalar *snacks*. Embalagem de PET revestindo um papel-cartão torna-o apropriado como embalagem de produto que pode ser aquecido em forno de micro-ondas, para aplicação como embalagem de comida congelada, sendo que pode também ser utilizado como saco para cozimento de comida congelada (direto do *freezer* ao forno), e para esterilização de medicamentos (CRIPPA, 2006).

As desvantagens do PET é possuir baixa força de adesão, o que torna *grades* normais difíceis ou impossíveis de serem processados por extrusão de balão. *Grades* especiais podem ser produzidos por extrusão de balão via copolimerização, aumentando a força de adesão do PET (CRIPPA, 2006).

2.4 Polietileno (PE)

O PE (polietileno) é o polímero que possui a estrutura mais simples. É parcialmente cristalino e flexível, cujas propriedades são acentuadamente influenciadas pelas quantidades relativas das fases amorfa e cristalina. Em condições normais, estes polímeros não são tóxicos, podendo ter contato com produtos consumíveis ou utilizado pelas pessoas. Atualmente, os polietilenos são mais apropriadamente

descritos como polietilenos ramificados e polietilenos lineares (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

O parâmetro de controle mais importante dos PEs é a densidade. Os polietilenos são classificados como polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de baixa densidade linear (PEBDL), polietileno de média densidade (PEMD) e polietileno de alta densidade (PEAD). A qualidade e o tipo do polietileno para cada aplicação específica dependem do balanço adequado de características obtidas no processo de polimerização. O polietileno é essencialmente um material composto, consistindo da fase cristalina rígida que é responsável pela resistência e da fração amorfa elástica responsável pela elasticidade, maciez e flexibilidade. Portanto, é necessário controlar a estrutura molecular do polietileno, o que passou a ser possível com a evolução dos processos de polimerização (CRIPPA, 2006).

O polietileno contém cadeias ramificadas e a presença dessas ramificações determina o grau de cristalização, as temperaturas de transição afetam os parâmetros cristalográficos, tais como o tamanho dos cristais. A fusão destes polímeros está na faixa de 110 a 115 °C (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

O polietileno de baixa densidade (PEBD) é o polímero mais utilizado na fabricação de filmes extrusados, pois possui boas propriedades óticas e boa processabilidade, porém, baixa resistência mecânica. Apresenta propriedades tais como a tenacidade à temperatura ambiente e a baixas temperaturas (com resistência mecânica suficiente para muitas aplicações), a excelente resistência à corrosão, as ótimas propriedades de isolamento, a ausência de cheiro e sabor, e a baixa permeação de vapor de água. É de grande importância do ponto de vista industrial e tecnológico (CRIPPA, 2006).

O PEBDL é mais cristalino quando comparado com os demais PEs, devido a sua linearidade nas ramificações curtas e ausência de ramificações longas. As ramificações de cadeia curta têm influência, tanto no PEBDL como no PEBD, sobre a morfologia e algumas propriedades físicas tais como, rigidez, densidade e resistência à tração. Com cadeias lineares de baixo grau de ramificações curtas, o PEBDL cristaliza em lamelas mais ordenadas e mais espessas do que o PEBD. Consequentemente, o PEBDL apresenta melhores propriedades mecânicas e maior temperatura de fusão. É um termoplástico com elevada capacidade de selagem a quente, sendo muito utilizado em embalagens de gêneros de primeira necessidade, substituindo o PEBD em várias aplicações (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

O polietileno de baixa densidade linear possui, como filme, propriedades óticas pobres e difícil processabilidade, porém apresenta boa resistência mecânica, então é comum a utilização de misturas destes polímeros para obter produtos com uma qualidade melhor (CRIPPA, 2006).

O polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) se destaca no setor de embalagens por ser mais viável economicamente e possuir propriedades e desempenho de interesse no mercado alimentício. Observando a compatibilidade dos substratos e para a aplicação a que se destina a embalagem, atualmente está sendo empregado em blendas de resinas e em processo de coextrusão na produção de embalagens com melhorias de produtividade, estabilidade, redução do peso, propriedade de barreira, resistência mecânica e força de soldagem. (CRUZ, 2013).

O polietileno de alta densidade (PEAD) possui alto grau de cristalinidade (maior que 90%), pois apresenta um baixo teor de ramificações. Sua temperatura de fusão cristalina é de aproximadamente 132 °C. Um aumento no teor de ramificações reduz a cristalinidade e é seguido por uma variação significativa das características mecânicas, causando um aumento no alongamento, na ruptura e uma redução da resistência à tração. Devido à cristalinidade do PEAD, há uma diferença de índice de refração entre as fases amorfa e cristalina; os filmes de PEAD são menos transparentes que os filmes de PEBD, que são menos cristalinos (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

O PEAD é mais rígido, possui menor transparência e seu arranjo molecular mais saturado lhe confere maior opacidade, maior resistência química e menor permeabilidade que o de PE de baixa densidade. Ele corresponde apenas a 25% do total dos polietilenos utilizados em embalagens. Geralmente é empregado na confecção de garrafas e recipientes plásticos rígidos, semirrígidos, sacos flexíveis para hortifrúti, adequado para processos de injeção, extrusão por sopro e componente em coextrusados (JORGE, 2013).

O polietileno, independente da densidade, possui muitas aplicações em comum, mas, em geral, o PEAD é mais aplicado em embalagens rígidas, semirrígidas e mais resistentes, e o PEBD é mais utilizado em embalagens flexíveis e transparentes (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003).

3 Procedimentos metodológicos

Para a avaliação mecânica das diferentes embalagens, foi utilizada pesquisa experimental quantitativa. A pesquisa foi realizada durante os meses de abril de 2014 a maio de 2015, em laboratório.

Os componentes das embalagens foram escolhidos tendo como princípios o material mais utilizado no mercado atualmente e o com boa superfície de impressão, sendo estes, respectivamente, a base de polietileno e a camada impressa de politereftalato de etileno.

As embalagens laminada e coextrusada foram produzidas e fornecidas gratuitamente por uma empresa em Londrina e os testes foram realizados em um laboratório da mesma pelos autores.

Avaliou-se a resistência mecânica das embalagens laminada e coextrusada por métodos destrutivos de tração e alongamento, e por métodos não destrutivos de espessura e gramatura, conforme descritos adiante.

3.1 Processo de produção

Para análise do processo de fabricação, foi realizada uma entrevista com engenheiros responsáveis pela produção das embalagens laminada e coextrusada, tendo esta entrevista como base para elaboração dos fluxogramas do processo produtivo, para visualização das particularidades do processo de laminação em relação ao processo de coextrusão.

Segundo o relato do engenheiro de processos que produziu as embalagens laminadas e coextrusadas, que optou por se manter anônimo, considerando uma amostra de 50 kg de filme, na etapa de impressão o tempo necessário para o processo foi de 2 horas; logo após, o filme ficou parado por um tempo mínimo de 24 horas para cura (secagem) do solvente da tinta. No caso do filme laminado, na etapa extra de laminação, o tempo necessário para este processo foi de 2 horas; logo após, o filme ficou parado por 24 horas para cura do solvente do adesivo. Na etapa final, os materiais foram cortados em máquina, sendo enrolado em bobinas; este processo dura aproximadamente 2 horas.

Segundo o engenheiro de coextrusão que formulou as embalagens laminadas e coextrusadas, que também optou por se manter anônimo, as embalagens após extrusão devem aguardar um tempo mínimo de 24 horas antes de seguir para a próxima etapa, para a estabilização dos aditivos de extrusão como deslizantes, plasticizantes, auxiliares de fluxo, entre outros. A extrusão de filmes monocamada (composto apenas de um material) em um processo controlado chega a uma velocidade de 500 quilos por hora; já os filmes multicamadas (compostos por dois ou mais materiais) necessitam de uma menor velocidade, devido à complexidade do controle do processo, extrusando a uma velocidade de 450 quilos por hora.

As embalagens avaliadas foram formuladas e produzidas com base nos processos de fabricação do filme flexível laminado (Figura 1) e coextrusado (Figura 2) apresentados em forma de fluxograma.



Figura 1 – Fluxograma de fabricação do filme flexível de PET/PE laminado

Fonte: Autoria própria

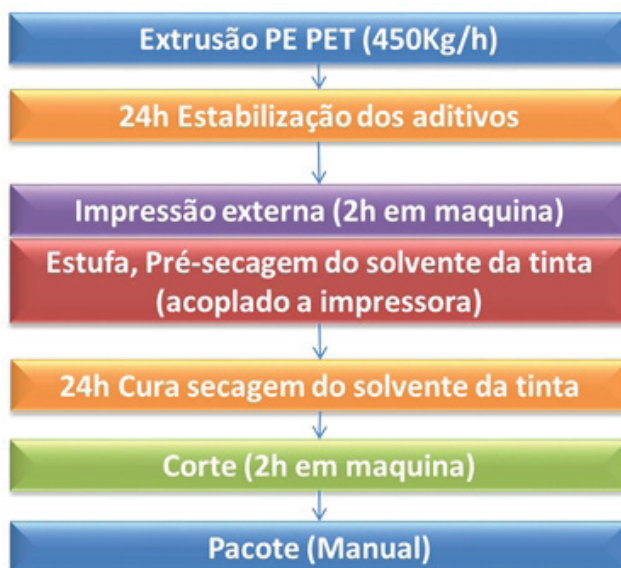


Figura 2 – Fluxograma de fabricação do filme flexível de PET/PE coextrusado

Fonte: Autoria própria

3.2 Resistência à tração com medição no máximo alongamento

A metodologia de resistência à tração com medição no máximo alongamento foi baseada na norma ASTM D882 (*American Society for Testing & Materials*) – *Standard test method for tensile properties of thin plastics sheeting* (ASTM, 2012). Esta metodologia tem como finalidade determinar a resistência à tração de materiais flexíveis e sua porcentagem de alongamento.

As propriedades de tração expressam a resistência do material à deformação por alongamento quando submetido à tração, característica necessária para máquinas de acondicionamento, processos de conversão (impressão, laminação, etc.) e manuseio de embalagens (ASTM, 2012).

O procedimento consiste em cortar trinta corpos de prova, sendo quinze no sentido de máquina (longitudinal) e quinze no sentido da largura da bobina (transversal). Em seguida, fixar o corpo de prova nas garras das Máquinas Universal de Ensaio Instron. 3365 (Figura 3), mantendo a distância inicial de 50 ± 2 mm entre as garras e proceder iniciando o equipamento, alongando o material até que ocorra ruptura. A velocidade de tracionamento é definida no método ASTM D882 a 300 mm/min; a espessura do corpo de prova é um valor conhecido ou obtido por micrômetro (ASTM, 2012).

As análises mecânicas em filmes foram feitas em máquina universal de ensaio da marca Instron e do modelo 3360 Series Dual Column Tabletop Testing Systems, com computador acoplado; o software utilizado foi o Bluehill® 3, compatível com o aparelho (Figura 3). Este aparelho consiste em tração por duas garras com medição da força (INSTRON, 2015).



Figura 3 – Máquina universal de ensaios, Modelo Instron 3360

3.3 Gramatura

A metodologia para análise de gramatura foi baseada na norma ASTM D646 *Standard Test Method for Grammage of Paper and Paperboard (Weight Per Unit Area)* (ASTM, 2013b).

Com o auxílio de um estilete e do padrão (100 mm por 100 mm), cortou-se a amostra na área em que se desejou analisar. Posicionou-se a amostra sobre o prato de pesagem de uma balança semi-analítica, atentando-se para não deixar pontos fora da área de pesagem. No caso, optamos por dobrar a amostra para evitar tal ocorrência. O resultado foi obtido pela seguinte equação: (Peso da amostra em dimensão 10x10cm) x (100) = (Resultado em g/m²) (ASTM, 2013b).

3.4 Espessura

A metodologia para análise de espessura foi baseada na norma ASTM D6988 *Standard Guide for Determination of Thickness of Plastic Film Test Specimens*. A leitura de espessura foi realizada no relógio Comparador digital modelo ABSOLUTE ID-C, serie 546 da marca Mitutoyo. Foi acondicionada a amostra entre a base e o eixo do relógio para obter o resultado; foram feitas 30 medidas em toda a extensão da amostra e foi calculada a média aritmética entre os valores encontrados. O resultado é expresso em μm (ASTM, 2013a).

3.5 Tratamento dos dados

Os dados obtidos foram transcritos em planilhas e analisados com o auxílio do programa Bioestat. Para comparação entre as medias dos resultados foi realizado o teste “t” de Student para médias de duas amostras, considerando o nível de significância de 5%.

4 Resultados e discussão

Como se pode observar nos fluxogramas (Figuras 1 e 2), o filme laminado apresenta um tempo em processo mínimo de aproximadamente 78 horas para sua produção, mais o tempo de extrusão (não especificado) e o tempo de pacote (tempo necessário para empacotar as bobinas de embalagens). Já o filme coextrusado, apresenta um tempo mínimo de aproximadamente 52 horas, mais o tempo de extrusão (não especificado) e o tempo de pacote, demonstrando que um filme coextrusado tem uma produtividade muito mais ágil quando comparado ao filme laminado.

Em toda indústria, o tempo é um recurso valioso. Um processo ágil poupa custos para a operação e oferece benefícios de preços para o consumidor. Mover solicitações e materiais por meio da operação mais rapidamente faz uma operação mais enxuta e mais produtiva. O tempo ganho é um investimento na satisfação do consumidor e na redução dos custos da fábrica (SERDOZ, 2007).

Os benefícios da velocidade podem ser externos e internos em relação à empresa. A rapidez de resposta analisada em relação aos consumidores externos pode ser vista como um item de alta competitividade e o tempo de entrega reduzido pode ser um diferencial ganhador de pedidos; uma operação mais ágil permite melhores previsões, e uma proteção às previsões menos elaboradas, uma vez que a empresa possui habilidade para atender demandas mais rapidamente, diminuindo também a necessidade de altos níveis de estoques e tempo de materiais em processo. A velocidade também reduz as despesas indiretamente, pois quanto mais rápido o ciclo de produção, menos ele requer despesas com iluminação, espaço, controle e monitoração (SERDOZ, 2007).

Os resultados obtidos nos testes comparativos de caracterização mecânica podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo dos testes realizados com os filmes de PET/PE laminado e coextrusado (MD para o sentido de máquina e TD para o sentido longitudinal da bobina)

Nº de amostras	PET+PE Laminado	PET+PE Coextrusado
	30	30
Espessura (μm)	79,9 \pm 1,5 ^a	71,7 \pm 1,4 ^b
Gramatura (g/m^2)	83,6 \pm 1,1 ^a	78,6 \pm 1,1 ^b
Resistência à tração – MD (Kgf/cm^2)	425,2 \pm 23,5 ^a	493,3 \pm 13,4 ^b
Resistência à tração – TD (Kgf/cm^2)	410,2 \pm 11,8 ^a	442,7 \pm 11,6 ^b
Alongamento na ruptura – MD (%)	83,8 \pm 11,5 ^a	497,4 \pm 13,2 ^b
Alongamento na ruptura – TD (%)	87,0 \pm 11,4 ^a	508,8 \pm 12,2 ^b

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si com α de 0,05%.

Fonte: Autoria própria.

A espessura é um parâmetro utilizado como referência na área de embalagens plásticas, sendo este a distância perpendicular entre duas superfícies principais de um material. Conhecendo-se a espessura de um material e sua natureza química, é possível obter informações teóricas sobre suas propriedades mecânicas e de barreira a gases e ao vapor d'água, bem como fazer estimativas sobre a vida

útil de alguns alimentos acondicionados neste material e o desempenho mecânico da embalagem, desde que sejam conhecidos alguns dados, como as dimensões, a capacidade da embalagem e o sistema de distribuição (CRIPPA, 2006).

Por meio da determinação de espessura é possível avaliar a homogeneidade de um filme, variações na espessura de um material implicam problemas em seu desempenho mecânico e perda de barreira, que comprometem o desempenho da embalagem (CRIPPA, 2006).

Dentre as amostras analisadas, o filme flexível laminado apresenta diferença significativa em todos os atributos ao nível de 5% de significância, quando comparado com o filme flexível coextrusado.

As espessuras encontradas nos filmes possuem uma variação na média aritmética de aproximadamente 8,2 μm , devido a uma possível variação no controle do processo. Esta variação poderia comprometer o teste, no entanto, o filme coextrusado apresenta um valor relativo pouco superior ao do filme laminado mesmo que em espessura inferior, excluindo-se os valores de alongamento na ruptura onde o coextrusado apresenta valores significativamente superiores.

Os módulos elásticos são parâmetros fundamentais para a engenharia e aplicação de materiais, uma vez que estão ligados à descrição de várias outras propriedades mecânicas, como a tensão de escoamento, a tensão de ruptura, etc. São propriedades intrínsecas dos materiais que descrevem a relação entre tensão e deformação no regime elástico e que dependem da sua composição química, microestrutura e defeitos (COSSOLINO; PEREIRA, 2010).

O Módulo de Elasticidade é definido como o índice de rigidez dos materiais. Ele pode ser obtido por meio da variação de tensão aplicada, dividido pela deformação elástica longitudinal do corpo de prova. É dado por kgf/cm^2 ou Pa (COSSOLINO; PEREIRA, 2010).

Já é conhecido que o polietileno possui módulo de elasticidade inferior (Tabela 2), ou seja, alonga mais quando comparado ao politereftalato de etileno. Em contrapartida, o politereftalato de etileno apresenta rigidez superior e, conseqüentemente, uma baixa resistência à propagação do rasgo quando comparado ao polietileno devido a sua orientação estrutural.

Tabela 2 – Propriedades dos materiais

	Politereftalato de etileno	Polietileno
Resistência à tração	81 Mpa	25 MPa
Módulo de elasticidade	2800 Mpa	100 MPa

Fonte: PLASTMETAL, 2015.

Nos filmes analisados, apesar de mesma composição, ocorre um fenômeno onde o laminado é orientado pelo politereftalato de etileno durante o rompimento, ocasionando um rompimento sem grandes alongamentos (Figura 4). Já no coextrusado, a orientação durante o rompimento é dada pelo polietileno, apresentando um alongamento muito superior, no entanto a camada de politereftalato de etileno delamina ao chegar ao seu máximo alongamento, conferindo um aspecto de escamação (Figura 5).



Figura 4 – Filme laminado após alongamento

Fonte: Autoria própria



Figura 5 – Filme coextrusado após alongamento

Fonte: Autoria própria

6 Conclusão

Os filmes coextrusado e laminado analisados apresentaram entre si diferenças significativas em todos os parâmetros avaliados. Apesar de o filme coextrusado analisado possuir a espessura inferior, ele apresentou propriedades de resistência à tração e alongamento tão bom quanto os da embalagem laminada, garantindo melhor propriedade de proteção do alimento. Ou seja: o filme coextrusado, quando comparado com o laminado, garante melhores desempenho e propriedades, utilizando menos substratos. Pode ser observado que é viável a substituição da embalagem laminada pela coextrusada, pois essa se torna interessante e atraente para a indústria, podendo ter retornos satisfatórios, considerando que filmes coextrusados apresentam melhor performance, além de ter um retorno produtivo mais ágil devido à quantidade de processos. Assim, a indústria reduz gastos com matéria-prima, diminui o tempo de produção e ainda garante a qualidade de seu produto. Estes aspectos beneficiam a empresa e o consumidor, pois geram redução de gastos, tornando o valor do produto final mais acessível.

Referências

- ALVES, P. T. F. **Estudo sobre coextrusão de polímeros fundidos**. 2013. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de materiais) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2013.
- ANDRADE, I. N. A embalagem e a sua evolução na indústria alimentar. In: CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. **Embalagens para indústria alimentar**. 1ª ed. Lisboa: Piaget, 2003. p. 17-27.
- ANTONIETA, M. R. Qualidade e embalagem. In: CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. **Embalagens para indústria alimentar**. 1ª ed. Lisboa: Piaget, 2003. p. 389-403.
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test method for tensile properties of thin plastics sheeting**. Active Standard ASTM D882. New York: ASTM, 2012.
- _____. **Standard Guide for Determination of Thickness of Plastic Film Test Specimens**. Active Standard ASTM D6988. New York: ASTM, 2013a.
- _____. **Standard Test Method for Mass Per Unit Area of Paper and Paperboard of Aramid Papers (Basis Weight)**. Active Standard ASTM D646. New York: ASTM, 2013b.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 91, de 11 de Maio de 2001. Regulamento Técnico de Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 maio. 2001.
- COLANERI, D.; GARCIA, C. Desenvolvimento e modelagem de transdutor fotoelétrico destinado a máquinas cortadeiras para embalagens flexíveis. **Sba Controle & Automação**, Natal, vol.18, n. 4, out./dez., 2007.
- COSSOLINO, L. C.; PEREIRA, A. H. A. **Módulos elásticos: visão geral e métodos de caracterização**. 2010. 30 f. Informativo Técnico-Científico – ATCP Engenharia Física, São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.
- COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, nº 1, p. 1-13, 2003.
- CRIPPA, Agnaldo. **Estudo do Desempenho de Filmes Multicamadas em Embalagens Termoformadas**. 2006. 151f. Dissertação (pós-graduação em engenharia e ciência dos materiais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- CRUZ, C. V. M. **Estudo das propriedades de barreira em filmes de nanocompósitos obtidos de blendas de PEAD/PEBDL com montmorilonita orgânica**. 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2013.
- INSTRON. **3360 Series Dual Column Tabletop Universal Testing Systems**. 2015. Disponível em: <<http://www.instron.com.br/wa/product/3300-Dual-Column-Testing-Systems.aspx>> Acesso em: 11 mai. 2015.
- JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2013.
- OLIVEIRA, L. M.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; CUNHA, D. G.; LEMOS, A. B. Embalagens termoformadas e termoprocessáveis para produtos cárneos processados. **Polímeros**, São Carlos, vol.16, n. 3, 2006.
- PLASTMETAL. **Polietileno – tabela de propriedades**. Disponível em: <<http://jato-dagua.plastmetal.com.br/tabelas>> Acesso em: 15 mai. 2015.

- POÇAS, M. F. F.; MOREIRA, R. Segurança alimentar e embalagem. In: CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. **Embalagens para indústria alimentar**. 1ª ed. Lisboa: Piaget, 2003. p. 417-438.
- POUZADA, A. S.; ANDRADE, I. N.; CASTRO, G. As embalagens de plástico. In: CASTRO, A. G.; POUZADA, A.S. **Embalagens para indústria alimentar**. 1. ed. Lisboa: Piaget, 2003. p. 237-287.
- SERDOZ, M. L. **Vantagem Competitiva em Manufaturas com a Utilização de Radiofrequência: um estudo de caso em uma manufatura terceirizada**. 2007. 105f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração de Empresas) – Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2007.
- SILVEIRA, F. AB Flexo – Associação Brasileira de Técnica de Flexografia. **Laminação: agregando valor à embalagem**, 2015. Disponível em: <<http://abflexo.org.br/artigo-tecnico/laminacao-agregando-valor-a-embalagem>> Acesso em: 23 mai. 2015.
- YOSHIHARA, F. G.; CASSIANO, C. M. **A importância da embalagem na comunicação com o consumidor**. In: 33º congresso Brasileiro de ciências da comunicação, Caxias do Sul, 2010. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/sis/2010/resumos/R5-2601-1.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

Informação nutricional e vida útil de um mix artesanal de açaí (*Euterpe oleracea martius*)

Cheyenne Aparecida Nascimento
de Oliveira
Amanda Laís da Rocha

Alexandre Rodrigo Coelho
Caroline Maria Calliari

1 Introdução

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), fruto do açaizeiro, se destaca por ser tipicamente brasileiro. É encontrado na região Norte do país: Amazonas, Pará, Maranhão, Acre e Amapá. Os frutos são globulosos e são dispostos em cacho na palmeira, também denominada açaizeiro (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000).

No mercado consumidor, o açaí teve um crescimento considerável devido ao fato de possuir características de alto valor energético e nutricional. Além disso, possui propriedades funcionais, pois contém fibras e antioxidantes. É consumido em todo o país de diversas formas, como: sucos, doces, sorvetes e geleias ou acompanhado de frutas, cereais, guaraná e outros alimentos.

Com o aumento no interesse da população em conhecer a função e importância da alimentação na saúde, surgiu a necessidade de se obter informação a respeito dos nutrientes presentes nesses alimentos (OLIVEIRA; GUAGLIANONI; DEMONTE, 2005). Além disso, a importância da rotulagem nutricional dos alimentos para a promoção da alimentação saudável é destacada em grande parte dos estudos e pesquisas que envolvem a área da nutrição e sua relação com estratégias para a redução do risco de doenças crônicas (BRASIL, 2005).

A contaminação microbiológica é um ponto importante a ser analisado, pois está diretamente ligada à qualidade do produto a ser ofertado no mercado consumidor. A contaminação pode ocorrer devido a fatores que precedem o produto, desde a etapa da colheita até a etapa de congelamento, já transformado em polpa.

O controle de qualidade deve ser empregado em todo o processamento, minimizando os riscos de contaminação (ALEXANDRE; CUNHA; HUBINGER, 2004).

Shelf life ou vida útil é o tempo que um alimento pode ser armazenado mantendo sua segurança e qualidade. Como o mecanismo de perda de qualidade dos alimentos é complexo, é impossível estabelecer uma definição universal deste período (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). A identificação dos atributos que se alteram, bem como sua definição quantitativa, são maneiras de monitorar a perda de qualidade durante o armazenamento (NETTO, 2004).

As alterações microbiológicas são fatores que influenciam a vida útil do alimento e, quando se trata de matéria-prima de origem vegetal, como frutas que naturalmente carregam micro-organismos, é necessário o emprego de tecnologias adequadas para o controle da qualidade do produto nas etapas de processamento e do produto final (DAMIAN; MARIA, 2012).

O presente trabalho teve como objetivo elaborar a tabela de informação nutricional e determinar a vida útil de um mix artesanal de açaí.

2 Açaí

Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto proveniente do açaizeiro que pertence à família Arecaceae, que engloba 200 gêneros e cerca de 2.600 espécies, sendo uma palmeira típica da região Norte do Brasil. O principal produto obtido desta espécie é o palmito e a polpa do fruto, a qual é amplamente utilizada na produção industrial ou artesanal de sorvetes, geleias e licores (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000).

O fruto é arredondado de coloração roxa-escura, apresenta-se em cachos e somente é consumido após o processamento, pois a parte comestível é pequena e o sabor peculiar pouco aceito ao paladar popular. Possui períodos diferentes de produção, obtendo-se frutos com qualidades diferentes. No inverno (estação chuvosa), apresentam-se frutos de maturação não uniforme e paladar diferente; já no verão (estação mais seca), apresentam-se frutos com maturação uniforme e de melhor paladar, sendo obtida uma bebida com melhor qualidade e rendimento (FREGO-NESI, 2010). Para se obter a bebida, é realizado o despulpamento com adição de água em que se tem um suco pastoso que pode ser consumido imediatamente.

Dependendo da quantidade de água utilizada, a polpa é classificada de acordo com a Instrução Normativa n. 01, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece os padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas. A polpa de açaí processada é classificada de acordo com o teor de sólidos totais e a adição ou não de água. Segundo a legislação vigente, a polpa de açaí integral e a polpa extraída sem adição de água devem apresentar de 40 a 60% de sólidos totais. Os açaís tipo A (especial) 14% de sólidos

dos totais, B (médio) de 11% a 14% de sólidos totais e C (popular) 8% a 11% de sólidos totais, devem ser extraídos com adição de água e filtração (BRASIL, 2000).

Segundo Eto et al. (2010), o consumo do fruto ganhou espaço no mercado e nas outras regiões do país devido ao seu alto valor energético e seus consideráveis valores de fibras alimentares, sendo rico em compostos como lipídios, proteínas, vitamina E e minerais, além dos diversos formatos em que o açaí pode ser encontrado, como pasteurizado ou mix, que é a combinação com xarope de guaraná, com doce de leite, acompanhado de granola e outras frutas, ou ainda o açaí em pó solúvel.

2.1 Processamento do açaí

Na Figura 1, é possível observar as etapas de processamento para obtenção de polpa de açaí.

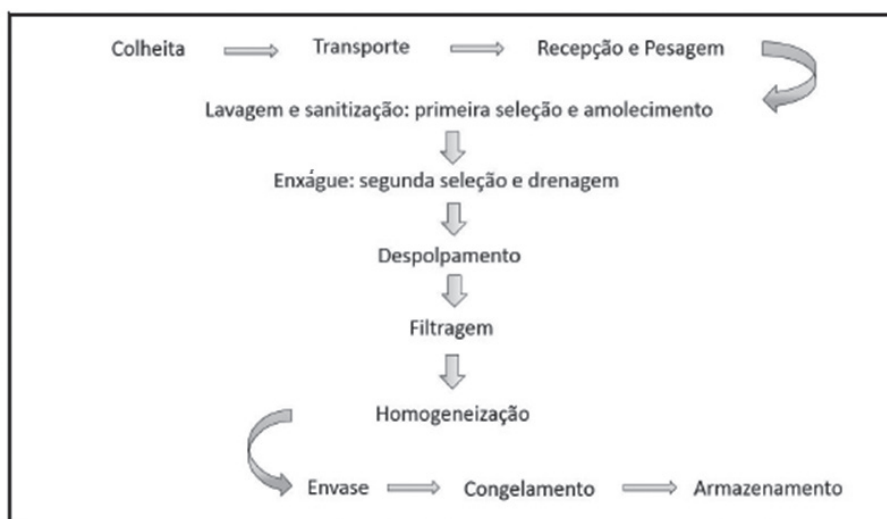


Figura 1 – Fluxograma para obtenção da polpa de açaí congelada

Fonte: Santos (2014)

A colheita do fruto é realizada no horário da manhã de forma manual cortando-se o cacho na base e, então, os frutos são retirados das ráquias e acondicionados em cestos paneiros ou em caixas de plásticos (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000).

Na linha de processamento, são realizadas a recepção, a pesagem e a seleção, retirando todos os frutos verdes e os que se apresentam com qualquer tipo de defeito. Os frutos seguem para lavagem e sanitização, onde se retiram as sujidades; na sequência, é realizada uma nova seleção para retirada de frutos inadequados. É realizada a imersão em água aquecida para o amolecimento do epicarpo e

mesocarpo, o que facilitará o despolpamento, seguindo para a etapa de filtração para a retirada de resíduos, como casca e caroço (BEZERRA, 2007).

A próxima etapa é o despolpamento, que acontece junto com determinada injeção de água que facilita esse processo. Então, obtém-se a polpa de açaí com água e ela segue para tanques de inox para que seja realizada a homogeneização (SANTOS, 2014). O açaí já homogeneizado pode ser imediatamente embalado ou seguir para pasteurização em trocadores de calor sob a temperatura de 80 °C a 85 °C durante 10 segundos e deve ser imediatamente resfriado, finalizando com um produto a uma temperatura de 5 °C. O rendimento da extração está ligado à qualidade do fruto que compreende o período de produção, o intervalo de tempo entre a colheita.

Na etapa de resfriamento, é realizado o descongelamento da polpa do açaí, a qual é mantida durante aproximadamente 12 a 16 horas. Depois deste período, é realizada a sanitização da banana *in natura* com o objetivo de evitar possíveis contaminações. Na mistura, acontece a adição de todos os ingredientes à polpa já resfriada: a banana picada, o xarope de guaraná e o cloreto de sódio. A mistura, então, segue para homogeneização, que deve ser controlada para evitar o total descongelamento da polpa ali presente, pois o total descongelamento pode causar defeito, acarretando um produto final com excesso de cristais de gelo. A etapa seguinte é o envase deste produto que está em estado pastoso. Ele é armazenado em embalagens de 5 kg e segue para congelamento e fica armazenado até o momento de venda, quando é realizada a raspagem do produto de consistência firme, que é acondicionado em embalagem individuais de 200 g ou para viagem em embalagens de 500 g, podendo ser acompanhado dos *toppings* (produtos adicionais), como amendoim, granola, leite em pó (Figura 2).

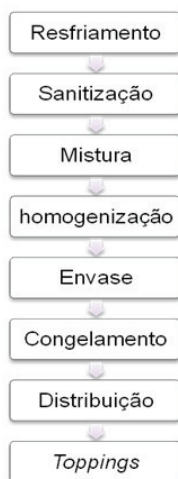


Figura 2 – Fluxograma para obtenção do mix artesanal de açaí

2.2 Processos de conservação

O açaí é altamente perecível depois de extraído e, mantido sob refrigeração, sua durabilidade é de no máximo 12 horas. Sua perecibilidade está ligada à alta carga microbiana e/ou degradação enzimática, além da contaminação devido a condições higiênico-sanitárias do local de processamento e dos manipuladores (FARIA; OLIVEIRA; COSTA, 2012).

A Instrução Normativa n. 1, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério de Agricultura e do Abastecimento, regulamentou os padrões de identidade e as características mínimas de qualidade gerais para polpas de frutas estabelecendo valores, 2×10^3 UFC/g de bolores e leveduras, para polpa conservada quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico e ausência de *Salmonella* em 25 g de polpa (BRASIL, 2000). A resolução RDC n. 12, de 02/01/2001, estabelece padrões microbiológicos para alimentos, estabelece valor máximo de 10^2 UFC/g para coliformes termotolerantes.

Segundo Bezerra (2007), existem alguns métodos que são utilizados para o retardo da proliferação dos micro-organismos e das reações de degradação, sendo considerados métodos de conservação.

- Branqueamento: consiste em imergir o fruto em água aquecida por uma determinada temperatura e tempo seguido da imersão em banho de água gelada para que o calor cesse e não prejudique suas características, tendo como finalidade a redução da carga microbiana.
- Pasteurização: tratamento térmico empregado para alimentos que não podem sofrer tratamento térmico mais rigoroso, tendo como finalidade a eliminação de células vegetativas de micro-organismos presente no produto.
- Desidratação: tratamento que remove parte ou quase toda água presente para limitação de crescimento de micro-organismo e outras reações químicas.
- Congelamento: tratamento que inibe o crescimento de micro-organismo e retarda as reações químicas.

Quando esses métodos são combinados a outros fatores, como boas práticas agrícolas (BPA) e boas práticas de fabricação (BPF), garante-se um produto final de maior qualidade.

2.3 Informação nutricional

Informação nutricional é a representação de que um alimento possui determinadas propriedades nutricionais, quanto ao valor energético, conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e minerais (BRASIL, 1998).

A informação nutricional é obrigatória nos rótulos dos alimentos e bebidas embalados, regulamentados no Brasil desde 2001, e deve atender aos Regulamentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. A demanda crescente da sociedade

por informações confiáveis acerca dos produtos exige esforço do governo e setor produtivo para implantação de uma efetiva rotulagem nutricional de alimentos (BRASIL, 2005).

A Tabela 1 (BRASIL, 2003) representa os macro e micronutrientes que devem estar presentes na informação nutricional da rotulagem de alimentos embalados, além das quantidades diárias recomendadas de cada nutriente para um adulto saudável.

Tabela 1 – Nutrientes de declaração obrigatória – Ingestão Diária Recomendada (IDR) (para adultos saudáveis)

Nutriente	
Valor energético	2000 kcal – 8400kJ
Carboidratos	300 gramas
Proteínas	75 gramas
Gorduras totais	55 gramas
Gorduras saturadas	22 gramas
Fibra alimentar	25 gramas
Sódio	2400 miligramas

Fonte: BRASIL (2003).

2.4 Qualidade microbiológica de produtos de açaí

A qualidade microbiológica do açaí está relacionada às etapas de controle no processamento da polpa e com o manuseio no prepara do produto final. Conhecer as condições de higiene em que os alimentos são preparados é de extrema importância.

Estudos mostram a qualidade do produto final obtido a partir da polpa de açaí. Silva et al. (2010) apresentam que, de uma forma geral, ao se comparar as amostras obtidas nas feiras livres com as provenientes dos supermercados, verifica-se que há um maior nível de contaminação no açaí comercializado em feiras, pois os alimentos estão expostos a várias situações que propiciam contaminação: a contaminação por meio do manipulador quando o mesmo não adota práticas adequadas de manipulação; exposição do alimento para venda, bem como o acondicionamento e armazenamento em condições inapropriadas.

Cayres et al. (2010) ressaltam a necessidade de um controle rigoroso da cadeia do frio, uma vez que os micro-organismos podem ser responsáveis pela deterioração do produto, após análises em polpas de açaí comercializada na cidade do Rio de Janeiro, em que a maioria das amostras se apresentaram dentro do padrão preconizado pela legislação.

3 Material e métodos

O produto consistiu de um mix fornecido por uma microempresa de Cambé-PR, produzido com polpa de açaí, xarope de guaraná e banana fresca. Os ingredientes são misturados em liquidificador e a mistura congelada.

Foi utilizado 1 kg do mix de açaí porcionado em potes transparentes de polipropileno (PP) com tampa, contendo 100 g do produto. As análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas no dia do preparo (tempo zero) e a cada 20 dias, totalizando 120 dias.

O produto foi mantido sob congelamento (-20 °C) e no dia da realização das análises a amostra (1) era mantida em isopor até atingir a temperatura de aproximadamente 20 °C – simulando a condição do produto no ponto de venda; a amostra (2) era retirada do freezer no momento de coletar as alíquotas a serem analisadas. A simulação das condições de venda foi baseada na rotina da empresa: acondicionar os potes em caixa de isopor e transportar até os pontos de venda, tais como academias, domicílios e feiras livres.

3.1 Composição proximal – tabela de informação nutricional

A estabilidade físico-química do produto foi avaliada a partir dos resultados de composição proximal obtidos ao longo de 120 dias de armazenamento sob congelamento, com amostragem e análise a cada 20 dias. Com base nos resultados de composição obtidos da amostra no tempo zero, foi elaborada a tabela de informação nutricional para 100 g do alimento. O VD (valores diários) para cada componente da tabela foi obtido segundo a ANVISA (BRASIL, 2003), calculando a proporção de nutrientes fornecida por uma porção do alimento em relação à IDR (Ingestão Diária Recomendada).

Foi determinada a composição proximal: teor de umidade em estufa a 105 °C até peso constante; cinzas em mufla a 550 °C; proteína bruta como nitrogênio total por micro-Kjeldahl utilizando fator de conversão 6,25 e lipídeos com éter de petróleo em extrator automatizado Soxtec™ FOSS. O teor de carboidratos foi calculado por diferença entre 100 e a soma dos teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas. Atividade de Água (Aa), por determinação do ponto de orvalho, foi medida no equipamento AquaLab Series 4TE (AOAC, 1995).

3.2 Avaliação microbiológica – vida útil

Para avaliação da vida útil com relação à parte microbiológica, analisou-se a contagem total de bolores e leveduras, a presença de *Salmonella* sp e a determina-

ção do número mais provável de coliformes a 35 °C e coliformes termotolerantes, conforme descritos a seguir.

3.2.1 Contagem total de bolores e leveduras

Segundo Silva et al. (2010), a contagem padrão em placas é utilizada para quantificação de grandes grupos microbianos e a metodologia para este procedimento é a preparação da amostra para diluição seriada que reduz a quantidade de micro-organismo por unidade de volume, o que permitia a realização da contagem em placas. Inicialmente 25 g de cada amostra foram pesados e diluídos em 225 mL de água peptonada, obtendo-se a diluição 10^{-1} , que foi agitada e depois retirado 1 mL e transferido para o tubo de diluição 10^{-2} em 9 mL de água peptonada, seguindo esse procedimento até a diluição de 10^{-5} .

O meio de cultura utilizado foi BDA (potato dextrose ágar) adicionado em água destilada, levado para a placa agitadora para completa homogeneização e aquecido até a fusão. Posteriormente, foi adicionado o ácido tartárico 10%, que promove seletivamente o crescimento de fungos. Em seguida, dentro da capela asséptica, o meio foi vertido de 20 a 50 mL de meio nas placas já esterilizadas, e elas foram mantidas em descanso para o resfriamento do meio.

Para esta análise, é realizada a inoculação por superfície (*spread plate*), considerada vantajosa, pois permite a visualização das características morfológicas e diferenciais de colônias, sendo inoculado 0,1 mL de cada diluição nas placas em duplicatas, as quais foram mantidas em estufa à temperatura de 25 °C por 5 dias de incubação.

3.2.2 Pesquisa de *Salmonella* sp

A técnica utilizada é qualitativa (presença/ausência), em que seu princípio é a inoculação em meio enriquecido seguido do isolamento em meio sólido (SILVA et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2010), é feita a inoculação em meio enriquecido, pois os micro-organismo patógenos normalmente são baixos, sendo necessário elevar o número de células para quantidades detectáveis. Em caso de alimentos que passam por processos de industrialização, as células estão injuriadas, sendo então necessária a incubação no meio enriquecido para proporcionar o meio adequado para o seu desenvolvimento. Meio pré-enriquecido tem por objetivo a recuperação do micro-organismo injuriado sem favorecer o crescimento de outros micro-organismos. Plaqueamento seletivo diferencial é a etapa em que é realizado o isolamento em meios sólidos, permitindo a obtenção de culturas puras do micro-organismo.

Para a realização desta análise, foi necessário pesar 25 g da amostra em meio pré-enriquecido – caldo lactosado e incubado à temperatura de 37 °C por aproximadamente 18 horas, depois incubado no meio selenito cistina à temperatura de 41,5 °C por 24 horas. Na etapa seguinte, foi realizado o esgotamento em placa em ágar SSA (*Salmonella Shigella* ágar) para observação de colônias suspeitas.

3.2.3 Determinação do número mais provável de coliformes a 35 °C e coliformes termotolerantes

A técnica do Número Mais Provável é um método de análise quantitativo que permite a determinação NMP de micro-organismo ativo na amostra por meio da inoculação de alíquotas de determinada amostra em uma série de tubos com meio de cultura adequado (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

Este tipo de técnica em que a inoculação é realizada em meio líquido apresenta como vantagem a possibilidade de inocular quantidades maiores, possibilitando a recuperação de micro-organismo injuriados utilizando inicialmente um meio de cultivo não seletivo.

No presente trabalho, foi realizada a diluição múltipla, optando para inoculação de 3 diluições decimais, nas quais foi inoculado 1 mL das diluições 10^{-1} a 10^{-3} em tubos contendo o caldo lauril sulfato triptose (LST) incubado de 24-48 horas. Nos tubos que apresentarem resultado positivo, é possível observar a formação de gás dentro dos tubos de Durham.

Se positivos os resultados, seguem-se os testes confirmativos para coliformes a 35 °C, sendo inoculado 1 mL em caldo bile verde brilhante incubado de 24-48 horas em temperatura de 35 °C. Para os coliformes termotolerantes, foi inoculado 1 mL no caldo EC (*Escherichia coli*) (SILVA et al., 2010).

3.3 Análise estatística

Foi realizada análise de variância ANOVA para detectar diferenças significativas, e as médias, obtidas a partir de análise em triplicata, comparadas pelo teste de Tukey com nível de 5% de significância, utilizando o programa BioStat 5.3.

4 Resultados e discussão

A determinação da composição do mix artesanal de açaí estudado (Tabela 2) consiste na caracterização de um produto disponível no mercado e com formulação diferenciada dos demais derivados de açaí.

Tabela 2 – Composição proximal do mix artesanal de açaí no T0 (tempo inicial)

Parâmetro (%)	Amostra	
	1	2
Umidade	75,38	74,10
Cinzas	0,43	0,48
Lipídios	8,34	6,70
Proteínas	0,07	0,05
Carboidratos	15,78	18,67

(1) mantida em isopor a 20 °C (2) amostra congelada (-20 °C)

Fonte: Autoria própria.

De acordo com dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (NEPA, 2011), as variações na composição do mix comparado ao açaí puro ocorrem devido à adição de banana fresca, sendo que o uso do xarope de guaraná não incorre de modo significativo em diferenças de composição. Além disso, variações de composição se devem à concentração de sólidos da matéria-prima açaí, a qual varia de 8 a 60%. O tipo de polpa utilizado no mix analisado neste trabalho é o denominado açaí médio, com variação de 11 a 14% de sólidos totais (BRASIL, 2000).

Há referência do teor de lipídeos da polpa de açaí variando de 3,9 a 4,6% (NEPA, 2011; CANUTO et al., 2010), enquanto o mix analisado neste trabalho apresentou aproximadamente 7%. Essa variabilidade pode ser atribuída a diferenças de variedade, clima e solo de cultivo (OLIVEIRA, 2002; PATERNIANI, 2001), já que a adição de banana na formulação contribui somente com 0,1% de lipídios (NEPA, 2011). Além disso, variações de composição em produtos à base de açaí se dão pela alta variabilidade genética da espécie (MENEZES et al., 2008).

Para fins de informação nutricional, o teor de proteína do mix (Tabela 2) não é considerável, por ser inferior a 0,5% (BRASIL, 2003).

Estudos demonstram que o açaí possui teor de carboidratos relativamente baixo, não sendo considerado um alimento fonte de hidratos de carbono (ROGEZ, 2000). Durante o processamento da polpa, parte das fibras fica retida no peneiramento, por isso é comum encontrar produtos em que o teor de carboidratos na polpa industrializada é menor que na parte comestível do fruto (MENEZES et al., 2008).

Quanto às características físico-químicas do produto, não houve variação significativa ao longo dos 120 dias de armazenamento; tampouco entre as amostras armazenadas a diferentes temperaturas. Isso demonstra a estabilidade

físico-química do mix de açaí, bem como sugere a ausência de contaminação microbiana, o que acarretaria em alterações na composição.

A Tabela 3 apresenta a informação nutricional do mix artesanal de açaí, com base nos resultados de análise de composição proximal.

Tabela 3 – Informação nutricional do mix artesanal de açaí

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 100 g (1 pote)		
Quantidade por porção		% VD*
Valor energético	131 kcal = 550,2 kJ	7
Carboidratos	17 g	6
Proteínas	0 g	0
Gorduras totais	7 g	13
Gorduras saturadas	ND	ND
Fibra alimentar	ND	ND
Sódio	ND	ND

* % Valores Diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

ND: não determinado

Fonte: Autoria própria.

Os mix de açaí têm sido uma alternativa em substituição aos sorvetes, por também se tratar de produtos gelados e consumidos com complementos ou *toppings*. Conforme observado na Tabela 3, a composição nutricional do mix de açaí estudado é semelhante à de sorvetes, sendo ambos consumidos como sobremesa ou lanche (PAZIANOTTI et al., 2010).

Do ponto de vista nutricional, o açaí tem baixo índice glicêmico (CALÁBRIA et al., 2003), ou seja, promove saciedade e libera menor quantidade de açúcar na corrente sanguínea, auxiliando na perda de peso. Isso o torna ideal para praticantes de exercícios físicos com uso de halteres, recomendando-se o consumo algumas horas antes da atividade física (PERES, 2012).

Referente à estabilidade do produto, na Tabela 4 estão as medições de atividade de água das amostras.

Tabela 4 – Atividade de água do mix artesanal de açaí durante o armazenamento

Tempo (dias)	Amostra	
	1	2
T0	0,98	0,98
T20	0,97	0,97
T40	0,98	0,98
T60	0,98	0,97
T80	0,98	0,98
T120	0,97	0,98

(1) mantida em isopor: 20 °C (2) amostra congelada (-20 °C)

Fonte: Autoria própria.

Alimentos com elevada atividade de água (Aa acima de 0,90) têm grande chance de sofrer contaminação microbiológica, uma vez que as soluções diluídas dos alimentos servem de substrato para o crescimento de micro-organismos. O mix de açaí possui uma alta Aa, como pode ser observado na Tabela 4, em torno de 0,97 – 0,98, não havendo diferença significativa entre as amostras analisadas nos diferentes dias de armazenamento.

O fato de o produto ser mantido congelado, transportado em caixa térmica e destinado ao consumo imediato, colaboram para minimizar possíveis contaminações. Neste sentido, a manutenção da temperatura é fator importante, pois sua elevação poderia resultar em degradação por micro-organismos, oxidações químicas e enzimáticas. A ação enzimática acarreta em mudanças nas propriedades sensoriais e nutricionais, além de contribuir para o desenvolvimento de micro-organismos (SANTOS et al., 2008).

As análises microbiológicas dão um parâmetro da qualidade do produto, e é possível observar nas Tabelas 5 e 6 os resultados obtidos.

Tabela 5 – Resultado de bolores e leveduras, *Salmonella*, coliformes a 35 °C e coliformes termotolerantes de um mix artesanal de açaí acondicionado em isopor

Tempo (dias)	Bolores e Levedura (Log UFC.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> (em 25g)	Coliformes a 35 °C (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)
0	0,57 ± 0,07 ^a	ausente	3,6	3,0
20	0,55 ± 0,09 ^a	ausente	6,1	7,4

(continua)

Tabela 5 – Resultado de bolores e leveduras, *Salmonella*, coliformes a 35 °C e coliformes termotolerantes de um mix artesanal de açaí acondicionado em isopor (continuação)

Tempo (dias)	Bolores e Levedura (Log UFC.g-1)	<i>Salmonella</i> (em 25g)	Coliformes a 35 °C (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)
40	0,57 ± 0,09 ^a	ausente	11,0	6,1
60	0,56 ± 0,02 ^a	ausente	7,2	7,2
120	0,53 ± 0,03 ^a	ausente	3,0	3,0

Médias acompanhadas de mesma letra não apresentam diferença significativa (p > 0,05).

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 – Resultado de bolores e leveduras, *Salmonella*, coliformes a 35 °C e coliformes termotolerantes de um mix artesanal de açaí acondicionado em freezer

Tempo (dias)	Bolores e Levedura (Log UFC.g-1)	<i>Salmonella</i> (em 25g)	Coliformes a 35 °C (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)
0	0,59 ± 0,16 ^a	ausente	6,1	7,2
20	0,56 ± 0,04 ^a	ausente	11,0	7,4
40	0,58 ± 0,03 ^a	ausente	6,1	6,1
60	0,56 ± 0,01 ^a	ausente	7,2	3,0
120	0,52 ± 0,07 ^a	ausente	3,0	7,4

Médias acompanhadas de mesma letra não apresentam diferença significativa (p > 0,05).

Fonte: Autoria própria.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados obtidos nas análises microbiológicas realizadas para as amostras que simulam condições de armazenagem dentro de um isopor (20 °C), em condições de pré-venda aos pontos de comercialização e para amostra pré-preparada na condição de congelamento em freezer (-20 °C).

A resolução RDC n. 12 de 2001 estabelece que a polpa de fruta *in natura* congelada ou não congelada pode apresentar no máximo 5 x 10³/g de bolores e leveduras. Porém, de acordo com a referida resolução, isso deve ocorrer levando em consideração o fato de que produtos em condições sanitárias satisfatórias são aqueles cujos resultados estão abaixo ou são iguais aos limites estabelecidos.

Os resultados obtidos para bolores e leveduras neste trabalho apresentam-se em condição satisfatória para o consumo.

De acordo com o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, os resultados para *Salmonella* (Tabelas 5 e 6) das duas amostras estão dentro do estabelecido pela legislação: ausência em 25 g ou mL de amostra (BRASIL, 2001).

Faria et al. (2012), em seu trabalho sobre a qualidade microbiológica para polpa de açaí, observa que há estudos na literatura que documentam a contaminação nas amostras de coliformes a 35 °C e coliformes termotolerantes. Para coliformes a 35 °C, a legislação não define limite superior para produtos similares ao mix de açaí estudado neste trabalho. Dantas et al. (2012), estudando polpas de frutas congeladas na cidade de Campina Grande-PB, obteve resultados variando de 3 NMP/g a 3,6 NMP/g. Os resultados de coliformes a 35 °C podem ser justificados pela manipulação da polpa utilizada na fabricação do mix, que é embalada pelo fornecedor, podendo haver manipulação incorreta.

Segundo o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, o valor de coliformes termotolerantes a 45 °C é estabelecido para frutas, produtos de frutas e similares, polpa de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas. A quantidade máxima é de 10² NMP/g (BRASIL, 2001). Assim, as amostras analisadas (Tabelas 5 e 6) apresentam-se dentro do estabelecido pela legislação.

A partir das análises microbiológicas e físico-químicas realizadas, determinou-se que a vida útil do produto é de no mínimo 120 dias, o que é interessante do ponto de vista econômico, segundo o fabricante. Possivelmente este produto apresente maior durabilidade, mas, para tal, são necessárias análises com mais tempo de armazenagem.

5 Conclusão

A estabilidade físico-química e microbiológica do mix artesanal de açaí corrobora a afirmação de que o produto apresenta pelo menos 120 dias de vida útil. Esta pesquisa se propôs a analisar o produto durante este período, porém a vida útil pode ser maior, sendo possível dar continuidade ao trabalho e observar um prazo maior de segurança microbiológica para este produto.

Referências

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, Campinas, v. 1, n. 24, p. 114-119, jan.-mar. 2004.

AOAC – Association of Official Analytical Chemist. **Official Methods of Analysis**. v. II. 16. ed. 1995.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2003.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n. 1, de 7 janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2000.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1998.

_____. Ministério da Saúde. Resolução nº 12 janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológico para alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2001.

_____. Ministério da Saúde. Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos – 2º Versão. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Universidade de Brasília. 44p. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2005.

BEZERRA, V. S. Açaí congelado. **Embrapa Informação Tecnológica** (Coleção Agroindústria Familiar, p. 40). Brasília, 2007.

CALÁBRIA, A. et al. Índice glicêmico de alimentos típicos da Amazônia. **Rev. Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n. 4, p. 190-192, 2003.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CAYRES, C. A. et al. Avaliação Microbiológica de polpa de açaí congelada Comercializada na Cidade do Rio de Janeiro. In: II SIMPÓSIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Rio de Janeiro. 2010.

- DAMIAN, A. C. S.; MARIA, R. M. Validação do processo de tratamento térmico de alimento preparado à base de frutas: Smoothies. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, n. esp. Alimentos, p. 39-47, 2012.
- DANTAS, R. L. et. al. Qualidade microbiológica de polpa de frutas comercializadas na cidade de Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 125-130, 2012.
- ETO, D. K. et al. Qualidade microbiológica e físico-química da polpa e mix de açaí armazenado sob congelamento. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, p. 304-310, ago. 2010.
- FARIA, M.; OLIVEIRA, B. D.; COSTA F. E. C. Determinação da Qualidade Microbiológica de Polpas de açaí Congelada Comercializadas na Cidade de Pouso Alegre – MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 243-249, abr./jun. 2012.
- FOOD INGREDIENTS BRASILEL. **Shelf life**: uma pequena introdução. 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/188.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2016.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, p. 182, 1996.
- FREGONESI, B. M. et al. Polpa de açaí congelada: característica nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação da rotulagem. **Rev inst Adolfo Lutz**. São Paulo, p. 387-395, 2010.
- MENEZES, E. M. D. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 311-316. 2008.
- NEPA – UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA UNICAMP, 2011.
- NETTO, F. M. Determinação da vida de prateleira – Erros e limitações. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados** (p. 83-92). 3. ed. Campinas: ITAL, 2004. (Manual Técnico n. 6).

- OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Jaboticabal: Funep**, v. 7, p. 52, 2000.
- OLIVEIRA, M. S. P. et al. Cultivo do Açaizeiro para Produção de Frutos. **Circular Técnica n° 26**. EMBRAPA, 2002.
- OLIVEIRA, R. B.; GUAGLIANONI, D. G.; DEMONTE, A. Perfil do usuário, composição e adequação nutricional do cardápio oferecido em um restaurante universitário. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 397-401, out./dez. 2005.
- PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, 2001.
- PAZIANOTTI, L. et al. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, n. 377, v. 65, p. 15-20, nov./dez. 2010.
- PERES, R. **Viva em dieta viva melhor**. São Paulo: Phorte, 2012
- ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: EDUPA, 2000.
- SANTOS G. M. et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Arch. Latino Am. Nutr.**, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.
- SANTOS, V. S. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart) como importante fonte de alguns elementos químicos essenciais potencialmente do Manganês em astrócitos**. 2014. 135f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.
- SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

Cerveja artesanal de alta fermentação adicionada de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*)

Samara Jéssica Barbosa
Vinicius Falci

Paulo Vinicius Carvalho Barbeta
Caroline Maria Calliari

1 Introdução

Cerveja é a bebida obtida por meio da fermentação alcoólica de mosto de cereal malteado, geralmente malte de cevada, sendo facultativa a adição de outra matéria-prima fonte de carboidratos, como milho, arroz ou trigo (SIQUEIRA, 2007). Esta bebida começou a ser produzida há mais de 5 mil anos por egípcios e sumérios, povos responsáveis por criar as mais antigas receitas conhecidas na época (LANGE; FORTY, 1999). No Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, durante a colonização pela família real portuguesa. A cerveja consumida nessa época era importada da Europa e somente em 1888 foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia” e, posteriormente, na cidade de São Paulo, a “Companhia Antártica Paulista” (VENTURINI, 2005).

Atualmente, uma ampla variedade de cervejas são produzidas e podem ser classificadas de acordo com o grau de fermentação. As cervejas do tipo Lager possuem um processo lento de fabricação, de baixa fermentação. Dentre elas estão a Pilsen, Dortmunder, Viena, Munique e a Bock, as mais comumente encontradas no Brasil (OETTERER, 2004). Por outro lado, as do tipo Ale, dentre as quais se destacam a Porter e a Stout, são fabricadas por meio de fermentação superficial ou “alta”, com sabor pronunciado de lúpulo, ligeiramente ácidas, e seu teor alcoólico varia de 4% a 8% (v/v). O processo de fermentação ocorre entre a temperatura de 20 °C e 25 °C, com duração de 2 a 5 dias e o armazenamento entre 4,5 °C e 8 °C (SIQUEIRA, 2007).

Novas técnicas, assim como a utilização de diferentes matérias-primas, têm sido desenvolvidas para a obtenção da cerveja. Entre elas, o hibisco, uma planta conhecida popularmente como rosele ou groselha no Brasil, jamaica na Espanha

e no México; cardade na Itália; karkade na Arábia; roselle na Inglaterra; e L'oiselle na França. Todas as partes da planta são utilizadas para o consumo, sendo o cálice rico em cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C, além de possuir alto nível de componentes antioxidantes, como as antocianinas, responsáveis pelas atividades benéficas à saúde (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

O objetivo dessa pesquisa foi produzir uma cerveja artesanal adicionada de hibisco e avaliar suas características físico-químicas, atividade antioxidante e aceitação sensorial.

2 Cerveja artesanal

Os termos “especial”, “artesanal”, “premium” e “gourmet” são utilizados para caracterizar um produto de qualidade superior. O hábito de fabricar cerveja em casa é antigo, sendo essa bebida consumida em grande escala e difundida especialmente nas regiões de colonização alemã e italiana. Em 1913, no Brasil, especificamente no Rio Grande do Sul, havia 134 cervejarias artesanais. O desaparecimento dessas microcervejarias que foram se incorporando a marcas superiores causou a substituição de combinações saborosas de cereais por cervejas Pilsen, o tipo de cerveja mais consumido atualmente pelos brasileiros (GONÇALVES, 2012).

Todavia, nos últimos anos, fabricantes de cerveja depararam com um novo perfil de consumidor de cerveja mais crítico, interessado em processos de fabricação, bebendo em menor quantidade e prezando pela qualidade do produto adquirido no mercado. A gastronomia moderna tem papel importante no consumo de cerveja artesanal, pois emprega a degustação harmonizada de pratos, proporcionando ao consumidor uma experiência gastronômica, assim como o vinho. O público apreciador de cerveja artesanal está entre pessoas de 19 a 50 anos, sendo que 31% consomem cerveja artesanal semanalmente, enquanto 43% consomem esporadicamente (GONÇALVES, 2012).

2.1 Legislação

A legislação brasileira (Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, regulamentada pelo Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009) define cerveja como a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Poderá ser adicionada de suco e/ou extrato de vegetal, ou ambos, que poderão ser substituídos, total ou parcialmente, por óleo essencial, essência natural ou destilado vegetal de sua origem (BRASIL, 2009).

Parte do malte de cevada pode ser substituído por outros cereais, malteados ou não, como arroz, milho, trigo, aveia, centeio ou sorgo. No entanto para a

bebida ser denominada cerveja, deve possuir uma proporção de malte de cevada maior ou igual a 50%, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares (BRASIL, 2009).

2.2 Cerveja

Um aspecto importante na comercialização de um alimento ou bebida é a determinação da vida útil, para a qual é necessário analisá-lo e garantir sua qualidade durante a exposição no mercado até o momento do consumo. A vida útil de uma cerveja é determinada de duas formas, dependente da estabilidade microbiológica e estabilidade sensorial. Assim, duas datas são definidas, sendo que a menor delas definirá a vida útil de comercialização do produto final (MATTOS, 2007).

A avaliação sensorial corresponde ao aroma, sabor e aparência da cerveja. Esta última característica está relacionada com a coloração, estabilidade da espuma e brilho, atributos prévios a serem avaliados pelo consumidor (SIQUEIRA, 2007).

A coloração das cervejas é variável em função dos tipos de malte utilizados, da possível adição de corante caramelo e dos parâmetros de fervura do mosto. Os principais compostos responsáveis pela coloração das cervejas são produtos das reações de Maillard e de caramelização que ocorrem durante a secagem/cura do malte e durante a fervura do mosto (MATTOS, 2007).

Os dois métodos mais utilizados para especificar a cor da cerveja é o SRM (*Standard Reference Method*) e EBC (*European Brewers Convention*), sendo que ambas consideram valor nulo para água, porém o parâmetro de cor medida pela SRM varia de 2 até valores maiores que 40, enquanto pela EBC a cerveja pode se enquadrar entre 4 até valores maiores que 100. Além disso, os valores podem ser convertidos entre as duas formas de medição por meio da fórmula $EBC = SRM \times 1,97$ (EBC, 1987; SCHWARZ; TELEGINSKI; LACERDA, 2015).

A espuma da cerveja é formada por bolhas de gás carbônico envolvidas por proteínas de alto peso molecular e hidrofóbicas. Essas características proteicas são responsáveis por manterem as bolhas de gás carbônico desprendidas do líquido revestidas. Portanto, quanto maior a quantidade de bolhas de gás carbônico e proteína, maior a formação de espuma (ZUPPARDO, 2010).

A temperatura da cerveja é um fator determinante para o desprendimento de gás carbônico do líquido. De forma que, em temperaturas muito baixas, há dificuldade de formação de espuma. Da mesma forma, a falta de carbonatação e pouca presença de proteína provocam a ineficiente formação de espuma. Além do aspecto visual, são atribuídas à espuma as funções de isolamento térmico (isola o líquido frio do ambiente mais quente) e de barreira contra a volatilização rápida dos aromas da cerveja (MATTOS, 2007).

A turbidez das cervejas é causada pela presença de partículas em suspensão, que desviam a luz incidente. Dentre as partículas, estão as células de levedura, polissacarídeos insolúveis (amido, pentosanas) e, principalmente, precipitados tanino-proteicos (MATTOS, 2007). Além disso, o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes também contribui para a turvação da cerveja.

A garantia para que a cerveja não se torne turva no mercado está relacionada com a estabilização coloidal da mesma, qualidade que depende de vários procedimentos durante a produção, como escolha das matérias-primas, moagem, mosturação, clarificação do mosto, fervura, separação de trub, maturação e filtração, assim como a adição de estabilizantes coloidais (ROSA, 2008).

Outro fator que contribui para a inibição de brilho da cerveja é a floculação. A floculação é um fenômeno que ocorre na fermentação alcoólica pelas leveduras, as quais se agrupam formando conglomerados de peso muitas vezes superior ao da célula individualizada, e tendem a sedimentar-se no fermentador. A formação de flocos compromete a conversão de açúcar em etanol e CO₂, pela redução da superfície de contato direto entre as células e o meio. Além disso, nas unidades que se utilizam do reaproveitamento de células, as operações de recuperação de fermento ficam prejudicadas pela presença dessas estruturas (LUDWIG; OLIVA; ANGELIS, 2001).

2.3 Matéria-prima

Dentre as matérias-primas encontradas na cerveja, estão: a água, o malte, o lúpulo e as leveduras. Um dos principais elementos da cerveja é a água pura, por isso os grandes centros cervejeiros se beneficiam com a qualidade e facilidade de acesso da água (LANGE; FORTY, 1999). O sucesso de algumas cervejas está diretamente ligado à salinidade da água utilizada no processamento. A água pesada, rica em sais mineiras, é ideal para o processamento de cervejas amargas, contudo para cervejas leves deve-se utilizar água leve, geralmente encontrada em regiões montanhosas (SANTOS; DINHAM, 2006).

O malte é o produto proveniente da germinação da cevada ou outros cereais, como o milho, o arroz e o trigo. O malte usado em cervejarias é obtido a partir de cevadas de variedades selecionadas. A cevada é uma planta da família das gramíneas e é nativa de climas temperados. No Brasil, é produzida em algumas partes do Rio Grande do Sul, enquanto na América do Sul, a Argentina é grande produtora (ZUPPARDO, 2010). Após a colheita, os grãos de cevada são enviados para maltarias, onde são submetidos à germinação controlada. Este processo induz os vegetais a produzirem um arsenal enzimático, dentre eles as amilases, responsáveis por reduzir o amido em açúcares fermentescíveis (MEGA, 2011).

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma trepadeira perene originária de climas temperados. Na fabricação da cerveja, são usadas apenas as flores fêmeas. Suas resinas e óleos essenciais conferem à bebida o sabor amargo e o aroma característico. A forma mais comum de utilização do lúpulo é em pellets (pequenas pelotas de flores prensadas), pois dessa forma é possível reduzir o volume a transportar e, ao mesmo tempo, manter suas características originais (VENTURINI, 2005). No Brasil, o cultivo de lúpulo ainda se encontra em fase inicial, devido às condições climáticas, por isso grande parte do suprimento é importado da Europa e Estados Unidos. Recentemente se iniciou, no estado de Minas Gerais, a produção de uma variedade que se adaptou à região (BERBERT, 2017).

Leveduras são micro-organismos unicelulares visíveis por meio de microscópio óptico, que consomem os açúcares do malte, transformando-os em álcool e liberando dióxido de carbono. Antigamente os levedos utilizados eram aqueles disponíveis no ar, pois os cervejeiros não tinham controle sobre a fermentação do malte. Denomina-se *lambic* um método de fermentação no qual as janelas do local de trabalho são mantidas abertas para que as leveduras inoculem naturalmente o mosto cervejeiro e na sequência iniciem a fermentação (LANGE; FORTY, 1999).

2.4 Processamento da cerveja

O processo de fabricação de cerveja, seja ele tradicional ou não, pode ser dividido em quatro etapas: mosturação (preparo do mosto), fervura, fermentação e maturação (TSCHOPE, 2001).

2.4.1 Mosturação

No processo de fabricação da cerveja, a cevada é malteada, ou seja, mantida sob umidade até começar a germinar. A malteação é o processo responsável pela formação de enzimas necessárias à hidrólise dos polissacarídeos, incluindo o amido presente no grão (SIQUEIRA, 2007).

O malte de cevada é submetido à moagem e transportado para o tanque de mostura, onde é adicionada a água com a finalidade de promover alterações enzimáticas do próprio malte, que consiste na quebra dos carboidratos em açúcares que fornecem à levedura os elementos necessários para a produção de gás carbônico e álcool (TROMMER, 2013). Além disso, na mosturação ocorre a ação das enzimas proteolíticas, produzindo os aminoácidos que devem estar presentes para servirem de nutrientes às leveduras na fase de fermentação, enquanto as proteínas não degradadas também são necessárias para proporcionar boa qualidade e estabilidade à espuma da cerveja (OETTERER, 2004).

Segundo Martins (1991) e Cereda (1983), as reações enzimáticas podem ser aceleradas em função do pH e da temperatura de ação de cada enzima como ilustrado na Tabela 1 (TSCHOPE, 2001).

Tabela 1 – Temperatura e pH de atuação das enzimas na mosturação

Enzimas	Temperatura ótima (°C)	pH ótimo	Substrato
Hemicelulases	40 a 45	4,5 a 4,7	Hemiceluloses
Exopeptidases	40 a 50	5,2 a 8,2	Proteínas
Endopeptidases	50 a 60	5	Proteínas
Dextrinase	55 a 60	5,1	Amido
Beta-amilase	60 a 65	5,6	Amido
Alfa-amilase	70 a 75	5,8	Amido

Fonte: Tschope (2001).

Ao final da mosturação, quando as enzimas já estão inativas a 75 °C, procede-se à clarificação ou filtração do mosto, por gravidade, por meio das cascas do malte que formam uma camada no fundo da dorna (OETTERER, 2004).

2.4.2 Fervura

A fervura do mosto a aproximadamente 100 °C destrói a microbiota que resistiu ao processo de mosturação, inativa as enzimas e coagula as proteínas que precipitam em flocos denominados *trub* (CEREDA, 1983; SILVA, 2005). O lúpulo é adicionado nesse momento para estabilizar o mosto e dar sabor de amargor à cerveja. Em muitos casos, adiciona-se o lúpulo no início e no final da fervura (CEREDA, 1983).

Terminada a fervura, elimina-se o *trub*, por filtragem ou decantação, e resfria-se o mosto. A temperatura final vai depender do tipo de mosto: para cerveja Lager, 7 a 15 °C e para Ale, 18 a 22 °C (SILVA, 2005).

2.4.3 Fermentação

De acordo com Venturini Filho e Cereda (2008), a fermentação tem início com a adição do fermento. A quantidade do fermento varia conforme o teor de extrato no mosto, aeração e temperatura de fermentação. Na maioria dos casos,

são usados 2 g de fermento por litro de mosto. O mosto de malte contém como fonte de carbono os seguintes açúcares: glicose, frutose, sacarose, maltotriose, além de dextrinas. A principal fonte de nitrogênio para síntese de proteínas e ácidos nucleicos, entre outros componentes nitrogenados, se dá pela degradação de proteínas por proteases durante a mosturação.

A fermentação ocorre normalmente em um período de três a cinco dias, entre temperaturas de 15° a 20 °C. Após a fermentação, a bebida é decantada em barris ou garrafas para a maturação, a qual pode durar de uma semana até dois anos dependendo da cerveja a ser produzida (LANGE; FORTY, 1999).

2.4.4 Maturação

Terminada a fermentação primária, o resultado é uma cerveja denominada “cerveja verde” e precisa passar por outro processo fermentativo chamado de maturação ou fermentação secundária. A maturação ocorre em temperatura baixa, entre 0 e 3 °C e pode levar semanas ou até mesmo meses, dependendo do tipo de cerveja que está sendo feita e se a fermentação foi de alta ou baixa (CEREDA, 1983).

Segundo Dragone, Almeida e Silva (2010), a maturação ou fermentação secundária tem como objetivo principal estabilizar o diacetil, composto formado na fermentação primária; iniciar a clarificação da cerveja pela sedimentação de células de leveduras e proteínas; propiciar a carbonatação (quando em baixa temperatura, o gás carbônico é absorvido pela cerveja); melhorar o odor e sabor da cerveja, pela redução de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico.

2.5 Hibisco

Conhecida também como rosela, chá-da-europa e vinagreira, o *Hibiscus sabdariffa* (Figura 1) é, dentre as espécies de hibisco, a mais comercializada. Originária da Índia, do Sudão e da Malásia, o hibisco é formado por arbustos compactos anuais ou perenes, que medem em torno de 1,8 a 3 metros de altura. Cultivada em Índia, Tailândia, Senegal, Egito, Estados Unidos e Panamá, a espécie é procurada por suas folhas, que podem ser utilizadas para o preparo de saladas frescas ou cozidas, flores, sementes e caule. Porém o segmento da planta mais visado é o cálice, devido ao seu potencial farmacêutico e alimentar (SILVA, 2012).

No México, o cálice de hibisco é popularmente utilizado no preparo de uma bebida típica conhecida como “água de Jamaica”, usada como coadjuvante no tratamento contra a obesidade. Em lugares como Índia, África e México, todas as partes acima do solo da planta são valorizadas na medicina nativa. Inúmeros estudos têm comprovado a utilização do hibisco como agente diurético, anti-

microbiano, leve laxante, sedativo, anti-hipertensor, e também é considerável a contribuição na diminuição dos níveis de lipídios totais, colesterol e triglicérides. (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

De acordo com o estudo realizado por Ahmad-Raus (2011), o efeito do extrato aquoso de *H. Sabdariffa* mostrou-se efetivo na diminuição de lesão hepática em ratos. No estudo em questão, os pesquisadores propositalmente danificaram o fígado dos animais por meio de um tratamento com excesso de paracetamol. Esta atividade foi realizada para investigar se o extrato de *H. sabdariffa* seria capaz de prevenir a progressão da lesão hepática aguda induzida pelo agente de danificação.

Preparadas de diversas formas dependendo da região, todas as partes da planta são utilizadas para o consumo. Contém nas raízes alto teor de vitaminas A e B₁, sais minerais e aminoácidos; nas sementes, elevada quantidade de proteína; e, no cálice, alta concentração de cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C. Além de desenvolver ação emoliente, diurética e sedativa, possui alto nível de componentes antioxidantes, como as antocianinas delphinidina 3xilossilglucosídeo, cianidina 3xilossilglucosídeo, cianidina 3glicosídeo e a delphinidina 3glicosídeo, Assim como a hibiscetina, sabdaretina, gossipetina, quercetina, ácido ascórbico (teores mais elevados do que na laranja e na manga), ácido protocateico e taninos também são compostos encontrados, especificadamente no cálice do hibisco, e sugeridos como responsáveis pelas atividades benéficas à saúde (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).



Figura 1 – *Hibiscus sabdariffa*: (a) flor e (b) cálice

Fonte: Vizzoto; Pereira, 2008

3 Material e métodos

Trata-se de uma pesquisa experimental que avaliou os parâmetros de produção e aceitabilidade da cerveja artesanal de hibisco. A metodologia aplicada foi

quantitativa, devido à obtenção de resultados numéricos por análises laboratoriais, e foi realizada durante o período de agosto de 2014 e junho de 2015.

Os maltes (Pilsen Nacional, Carared e Melano 80), arroz, lúpulos importados (Tradition e Cascade), levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e os cálices de hibisco foram adquiridos em mercado local da cidade de Londrina. A água potável para produção da cerveja, assim como os reagentes utilizados para as análises físico-químicas, foi obtida no Campus. Já os reagentes para a capacidade antioxidante foram gentilmente fornecidos pelo Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina.

A produção da cerveja e as respectivas análises físico-químicas e atividade antioxidante foram realizadas com a formulação controle (C) e contendo hibisco (H). O teste de aceitação foi conduzido somente para a cerveja com adição de hibisco. A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Vegetais e Bebidas do Campus e a capacidade antioxidante, no Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina.

3.1 Processamento

Utilizou-se microcervejaria marca Dragon Bier (Figura 2) modelo DMB-Hobby Júnior Modelo GLP- 50, com sistema de aquecimento a gás e sistema de agitação eletromecânico acoplado de sistema de resfriamento do mosto em tubulação de cobre (*chiller* de imersão em cobre) com diâmetro interno de $\frac{3}{4}$ de polegada.



Figura 2 – Microcervejaria Dragon Bier

Foram desenvolvidas duas formulações semelhantes, diferindo-as somente a adição de hibisco na etapa final da fervura do mosto. O tratamento C (controle) não recebeu adição de hibisco, enquanto o tratamento H (hibisco) recebeu adição de cálice de hibisco desidratado e triturado. Para o preparo do produto, utilizou-se água potável (pH corrigido para 5,5) malte, arroz parboilizado, açúcar cristal, lúpulo e levedura (Tabela 2).

Tabela 2 – Formulação das cervejas artesanais: controle (C) e hibisco (H)

Ingrediente (unidade)	C	H
Água (L)	40	40
Malte Pilsen Tradition (Kg)	7,5	7,5
Malte Carared (Kg)	1	1
Malte Melano 80 (Kg)	1	1
Levedura (g)	11,5	11,5
Hibisco (g)	–	180
Ácido Lático (ml)	6	6
Açúcar (g)	200	200
Arroz (g)	400	400
Lúpulo Tradition (g)	15	15
Lúpulo Cascade (g)	25	25

Fonte: Autoria própria.

O malte foi moído imediatamente antes de ser levado para a tina de mosturação. A moagem é realizada para expor o endosperma dos grãos em contato com a água, separando levemente a casca dos grãos.

No processo de mosturação, o malte foi adicionado na tina com água aquecida a 45 °C e o pH foi corrigido com 6 mL de ácido lático para aproximadamente 5,5. Nessa etapa foram realizadas quatro rampas de temperatura (45 °C, 63 °C, 72 °C e 78 °C).

Na primeira rampa, o mosto permaneceu sob agitação por 5 minutos, antes de ser aquecido até 52 °C, seguida de nova agitação por mais 10 minutos. Novamente o mosto foi aquecido até a rampa de 62 °C e mantido em repouso por 20 minutos. Em seguida, foi aquecido até 72 °C por 20 minutos. Após esse período, foi realizado o teste de iodo a 2% para analisar o desempenho de sacarificação do

amido. Verificou-se que a hidrólise do amido foi suficiente para que as leveduras pudessem fermentá-los, assim o mosto foi aquecido a 78 °C, mantido na tina em um tempo de um minuto e transferido para a tina de filtração.

A tina de filtração contém um fundo falso que permite a passagem apenas do líquido filtrado. Enquanto isso, 30 L de água foram aquecidos até 78 °C para a lavagem do mosto retido no fundo falso. A água de lavagem foi adicionada para melhorar o rendimento da brasagem, o mosto filtrado foi então transferido para a tina de fervura.

Na etapa de fervura, dado início à ebulição, adiciona-se o lúpulo Tradition com a finalidade de obter amargor (60 minutos para terminar a fervura). Aos 15 minutos para terminar a fervura, foi adicionado o lúpulo Cascade, seguido do hibisco (previamente desidratado em estufa de circulação de ar a 35 °C para evitar a degradação de componentes), que permaneceu por mais 5 minutos. Finalizada a fervura, o mosto foi mantido em repouso por aproximadamente 15 minutos e em seguida submetido ao *whirlpool* (força centrípeta a qual o líquido é submetido), para que os sólidos em suspensão e compostos proteicos se concentrassem no centro da tina, facilitando o processo de separação do *trub* que foi realizado de forma manual.

O produto foi resfriado com o auxílio do chiller e direcionado ao tanque de fermentação, onde permaneceu por cinco dias após a adição da levedura, a 17 °C em uma câmara fria com controle de temperatura. Realizou-se uma trasfega para outro tanque de fermentação e permaneceu por mais quatro dias a 17 °C. A trasfega é realizada para que as leveduras inativas sejam removidas do extrato. Após este período, a temperatura foi reduzida para 0 °C por mais dois dias, para inativar o restante das leveduras. Após este período foi adicionado o *primming* (açúcar solubilizado em água) com a finalidade de carbonatar a cerveja. O envase foi realizado em garrafas de vidro âmbar 1 L, onde permaneceu em repouso por mais dez dias em temperatura ambiente para completar a carbonatação (2ª fermentação).

3.2 Análises físico-químicas

Os procedimentos das análises físico-químicas foram realizadas conforme descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e *European Brewery Convention* (EBC, 1987).

3.2.1 Teor alcoólico

Determinou-se o teor alcoólico utilizando-se de um densímetro e a tabela de conversão da densidade obtida para o mosto, antes do início da fermentação, e a

densidade obtida após completa fermentação do mosto. O resultado foi expresso em porcentagem alcoólica, calculado conforme (Equação 1) (DMB, 2009).

$$\%ABV = (DO-DF) \times 131 \quad (1)$$

Onde:

ABV – álcool por volume;

DO – densidade original do mosto após a fervura;

DF – densidade final da cerveja após fermentação.

3.2.2 pH

A medição de pH foi realizada utilizando-se potenciômetro portátil modelo pH Tek – 100 n° 22726.

3.2.3 Cor

Para determinação da cor, coletou-se 10 mL de cerveja a 20 °C, descarbonatada, e transferiu-se para uma cubeta de vidro. A leitura em espectrofotômetro, modelo PerkinElmer Lambda 25 UV/VIS, foi realizada utilizando-se comprimento de onda 430 nm e zerando o aparelho com água destilada. A cor foi calculada utilizando a Equação 2, de acordo com o método European Brewery Convention (1987), e o resultado expresso respectivamente em EBC.

$$\text{Cor (EBC)} = A \times 25 \quad (2)$$

Onde:

A= Absorbância da amostra a 430nm;

25= fator de conversão.

3.2.4 Atividade antioxidante

Para determinação da atividade antioxidante, dilui-se a solução do radical de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) 100 µM (3,9 ml) em metanol a 80%, de forma a apresentar absorbância em 517 nm entre 0,6 e 0,7. Adicionou-se 0,1 mL da amostra ou padrão, homogeneizou-se cuidadosamente e manteve-se em local escuro, à temperatura ambiente por 30 minutos. A medida da absorbância foi realizada no comprimento de onda de 517 nm do radical, antes de adicionar a

amostra (A0) e depois de adicionada a amostra a 30 e 60 minutos de reação (Af). A concentração de DPPH no meio foi calculada conforme a curva de calibração obtida por regressão linear. Os resultados foram expressos como capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC – *trolox equivalent antioxidant capacity*), em micromol TEAC/L de amostra (BLOIS, 1958).

3.3 Análise sensorial

Para a análise sensorial, foi aplicado o teste de aceitação com 80 provadores não treinados, compostos por alunos e servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. Primeiramente, os provadores receberam o termo de consentimento livre e esclarecido. Um questionário referente aos dados sociográficos dos provadores e seus hábitos de consumo de cerveja e de hibisco foi aplicado concomitantemente ao teste.

As amostras foram servidas entre 8 e 12 °C em copos de polimetilmetacrilato (PMMA) com capacidade para 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos. Cada provador avaliou a amostra quanto à aceitação da espuma, cor, turvação, aroma, sabor, amargor e aceitação global, utilizando escala hedônica híbrida de dez pontos, sendo os resultados obtidos pela média das notas atribuídas (VILLANUEVA; PETENATE; DA SILVA, 2005). Calculou-se também o índice de aceitação da cerveja contendo hibisco, utilizando-se a Equação 3.

$$IA = \frac{A \times 100}{B} \quad (3)$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto

4 Resultados

Na Figura 3, observa-se o aspecto das formulações: controle (a) e hibisco (b), ambas com aspecto visual alaranjado próximo à coloração âmbar, sendo a cerveja adicionada de hibisco levemente mais avermelhada.



Figura 3 – Cerveja artesanal controle (a) e contendo hibisco (b)

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 3 estão os parâmetros físico-químicos analisados para as cervejas artesanais controle e com hibisco.

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos da cerveja artesanal controle (C) e com hibisco (H)

Parâmetro	C	H
Teor alcoólico (% ABV)	4,72	4,27
pH	3,5	3,9
Cor (EBC)	30,6	52,9
Atividade anti-oxidante ($\mu\text{mol TEAC.L}^{-1}$)	6020	6049

Fonte: Autoria própria.

Segundo Strong (2015), as cervejas são classificadas de acordo com o teor alcoólico, cor, condição de fermentação, sabor dominante e, ainda, dependendo da região de origem, *Style Family* e época em que foi desenvolvida. Conforme essas classificações, é definido o estilo da cerveja.

Quando se refere ao teor alcoólico, a cerveja pode ser caracterizada em quatro diferentes tipos: sessão-forte (*session-strength*), quando a porcentagem alcoólica (ABV) for menor que 4%, padrão-forte (*standard-strength*), quando estiver entre 4 e 6% ABV, altamente forte (*high-strength*), quando entre 6 e 9% ABV ou altamente muito forte (*very-high-strength*), quando maior que 9% ABV (STRONG, 2015). Portanto, observando os resultados da tabela 3, pode-se afirmar que tanto a formulação C (4,72%) como a H (4,27%) são padrão-forte quanto ao teor alcoólico.

Rose D'hibiscus é uma cerveja canadense, fabricada desde 2006, com malte de trigo e adição de hibisco em processo similar ao utilizado neste trabalho. Essa cerveja comercial apresenta teor alcoólico de 5,9% (DIEU, 2015). Por outro lado, as cervejas nacionais contendo hibisco se assemelham mais à obtida nesta pesquisa: a mineira Grimor nº 21 (GRIMOR, 2015) e a paulistana Beija-flor (classificada como witbier) tem teor alcoólico de 4,5% (CERVEJARIA NACIONAL, 2015).

Referente à coloração, Strong (2015) define três categorias: cor pálida (*pale-color*) quando a cerveja tem cor de palha a ouro, cor âmbar (*amber-color*) variando de âmbar a cobre-marrom e cor escura (*dark-color*) quando está entre o marrom-escuro e preto.

Segundo Schwarz, Teleginski e Lacerda (2015), independentemente do método escolhido para padronizar a cor, tanto o EBC (*European Brewers Convention*) como o SRM (*Standard Reference Method*), não identificam exatamente a cor da cerveja mas identificam a intensidade da cor. Dessa forma, considerando os resultados obtidos em EBC e convertidos em SRM para coloração nesta pesquisa, de acordo com as Diretrizes de Estilo para cerveja do Beer Judge Certification Program (2008), pode-se afirmar que a C-controle é uma cerveja de coloração cobre e a H-hibisco, uma cerveja de coloração castanho escuro.

Quanto à significância de comparação entre as cervejas controle e hibisco em relação aos parâmetros físico-químicos analisados (Tabela 3), somente a cor apresentou diferença significativa de acordo com os valores da EBC.

Os valores obtidos da análise antioxidante de 6020 e 6049 $\mu\text{mol TEAC.L}^{-1}$ na cerveja C e H, respectivamente, demonstra que este parâmetro não diferiu significativamente entre as formulações, inferindo-se que a adição de quantidade maior de hibisco na cerveja seria necessária, já que os cálices da planta apresentam elevada atividade antioxidante (VIZZOTTO, 2008).

O perfil dos 80 provadores, de acordo com as respostas dos questionários aplicados na ocasião da análise sensorial, foi o seguinte: 88,3% estavam na faixa entre 19 e 35 anos, sendo 42% do sexo feminino e 58% do sexo masculino. Referente à frequência do consumo semanal de cerveja pelos provadores, 32,86% consomem uma vez, 22,86% consomem duas vezes, 20% consomem três vezes, enquanto 11,43% fazem o consumo quatro vezes por semana, 8,57% cinco vezes e 4,29% consomem seis vezes por semana. A respeito do local de aquisição de cer-

vejas, 61,43% a fazem em mercado, 8,57% fazem o consumo em bares, enquanto 7,14% compram em lojas de conveniência e 22,86% afirmaram comprá-las em todos os locais citados anteriormente.

As notas obtidas quanto aos atributos sensoriais estão representadas na Figura 4, sendo que se mantiveram expressivamente entre 7 a 10 para todos os atributos, além da aceitação global.

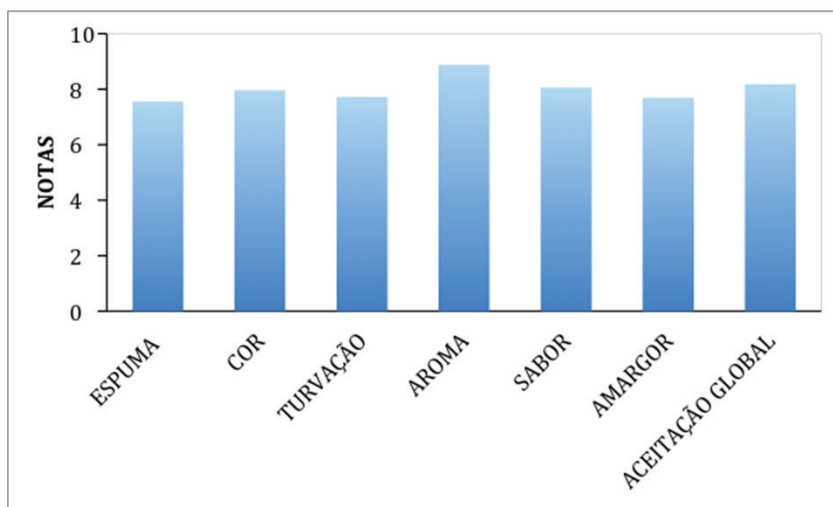


Figura 4 – Resultados da análise sensorial de aceitação da cerveja adicionada de hibisco

Fonte: Autoria própria

Os resultados do índice de aceitação dos atributos e aceitação global podem ser observados em porcentagem na Tabela 4.

Tabela 4 – Índice de aceitabilidade para os atributos de cerveja artesanal adicionada de hibisco

Espuma	Cor	Turvação	Aroma	Sabor	Amargor	Aceitação Global
75,58%	79,58%	77,25%	88,83%	80,58%	77%	81,92%

Fonte: Autoria própria.

A cerveja artesanal de hibisco apresentou elevado índice de aceitabilidade (Tabela 4), bem como aceitação (Figura 4), esta comparável à cerveja comercial Rose D'hibiscus, que obteve nota 8 para a aparência, 7 para o aroma, 8 para o sabor e 7,59 de aceitação global (DIEU, 2015).

Dentre as opções de preços de venda, 67,14% dos provadores estariam dispostos a pagar R\$ 5,00 por uma garrafa *long neck* (350ml) do produto, enquanto 24,29% pagariam R\$ 10,00 e 8,57% pagariam R\$ 15,00.

Na Figura 5 está a proporção de provadores que perceberam as características do hibisco na cerveja artesanal.

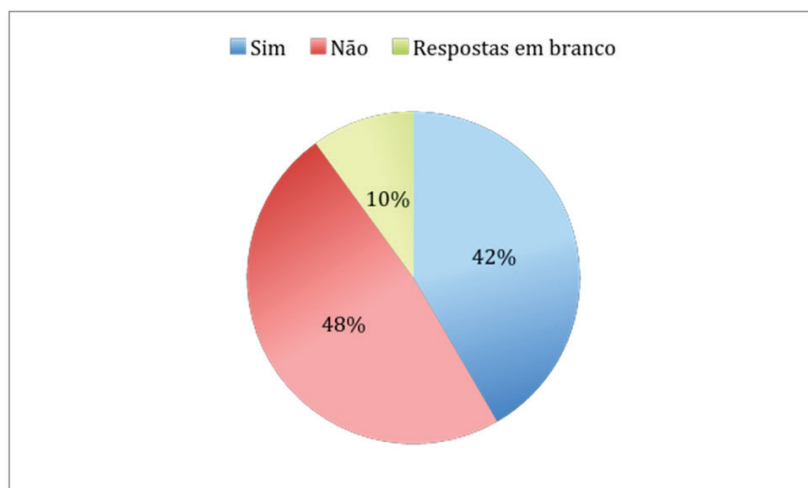


Figura 5 – Porcentagem de provadores que identificaram a característica de hibisco na cerveja

Fonte: Autoria própria

Do total de provadores, 42% relataram ter percebido a característica de hibisco no produto. Diante deste resultado, foram analisadas as fichas de avaliação sensorial dos provadores que responderam “sim” (Figura 5), dos quais 92% haviam respondido ter consumido previamente/conhecer alimentos contendo hibisco. Considerando estes resultados, observa-se que as características do hibisco são sensorialmente perceptíveis na cerveja, pelos provadores com conhecimento prévio das características sensoriais do hibisco, ainda considerado um alimento novo no mercado. A adição de 10% de arroz parboilizado – por motivos econômicos – às formulações não foi mencionada nem percebida na avaliação sensorial.

5 Conclusão

Foi possível definir o processo de elaboração da cerveja artesanal adicionando-se hibisco antes de finalizar a fervura do mosto cervejeiro, sendo efetiva sua produção. Quanto às características físico-químicas, as cervejas se caracterizaram como padrão-forte tanto a C (controle) como H (hibisco) quanto ao teor alcoólico. Quanto à coloração, a C enquadrou-se na cor cobre, enquanto a H indicou colo-

ração castanho escuro. Ambas tiveram boa aceitação sensorial, sendo o aroma o atributo de maior nota.

Referências

- AHMAD-RAUS, R.; JAMAL, P.; MOHD-ISA, E. S. *Hibiscus sabdariffa* aqueous extracts prevents progression of acute liver injury induced by acetaminophen. **Tropical Agricultural Science**, Malásia, v. 3, p. 511-520, 2011.
- BERBERT, S. Conheça a produção de lúpulo brasileiro. **Revista Globo Rural**, 28 fev. 2017.
- BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, v. 181, p. 1199-1200, 1958.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2009.
- CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgar Blücher, 1983. p. 3-78.
- CERVEJARIA NACIONAL. **Beija-flor - Wit Bier**. Disponível em: <<http://www.cervejarianacional.com.br/beijaflor/>>. Acesso em: 2 maio 2015.
- DIEU du ciel! – Microbrewery. **Rosée d'hibiscus** (Pinkish Hibiscus). Disponível em: <<http://micro.dieuduciel.com/en/beers.php>>. Acesso em: 2 maio 2015.
- DMB – DRAGON MACRO BIER. **Manual técnico Dragon Macro Bier**. Pompeia, 2009.
- DRAGONE, G.; ALMEIDA e SILVA, J. B. Cerveja. In VENTURINI FILHO, W. **G. Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**. Vol. 1. São Paulo: Blucher, 2010. p. 31-33.
- EBC – EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica – EBC**. 4. ed. Zurique: Brauerei – und Getränke – Rundschau, 1987.

GONÇALVES, B. **Mercado de cervejas artesanais: hábitos de consumo**. 2012. 14f. TCC – Universidade de Caxias do Sul, Vinhedos, 2012.

GRIMOR. **Grimor nº 21**. Disponível em: <<http://www.grimor.com.br/cervejas.html>>. Acesso em: 2 maio 2015.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 83-158.

LANGE, T.; FORTY, J. **Cervejas**. Tradução Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Nobel, 1999.

LUDWIG, K. M.; OLIVA NETO, P.; ANGELIS, D. F. Quantificação da floculação de *Saccharomyces cerevisiae* por bactérias contaminantes da fermentação alcoólica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 63-68, jan./abr. 2001.

MARTINS, S. M. **Como fabricar cerveja**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991.

MATTOS, R. C. F. **Efeito das variáveis de transporte e estocagem sobre a estabilidade sensorial de cervejas tipo Pilsen**. 2007. 100f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. A produção da cerveja no Brasil. **Ciênc. Téc. Inov. e Op.**, v. 1, n. 1, p. 34, out./dez., 2011.

OETTERER, M. **Tecnologia de obtenção da cerveja**. Aula ministrada na Universidade de São Paulo, 2004.

ROSA, S. M. Malte, Lúpulo e Água: na simplicidade dos ingredientes das cervejas reside a magia de sua combinação. **Rev. Adega**, v. 34 n. 8, 26 ago. 2008.

SANTOS, J. I. C.; DINHAM, R. P. **O essencial em cervejas e destilados**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006.

SILVA, J. B. A. Cerveja. In: VENTURINI, W. G. Filho. **Tecnologia de bebidas**. São Paulo: Blucher, 2005. p. 353.

- 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.
- SIQUEIRA, P. B. **Estudo da cinética bioquímica e sensorial de diferentes tipos de cervejas brasileiras**. 2007. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SCHWARZ, A. R.; TELEGINSKI, F.; LACERDA, L. L. A cor da cerveja seus encantos e importância. *Revista da Cerveja*, Porto Alegre, n. 15, p. 34-35, mar. 2015.
- STRONG, G. et al. Diretrizes de estilo para cerveja do *Beer Judge Certification Program (BJCP)*. *Beer Style Guidelines* – BJCP Inc., 2008.
- TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia**. São Paulo: Aden, 2001.
- TROMMER, M. W.; COUTINHO, A. R. Análise do ciclo de vida do processo de produção da cerveja. *Enegep*, Salvador, 8 out. 2013.
- VENTURINI, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento e BPF**. São Paulo: Blucher, 2005.
- 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, maio 2005.
- VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. **Hibisco: do uso ornamental ao medicinal**. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm>. Acesso em: 20 out. 2014.
- ZUPPARDO, B. **Uso de goma Oenogum para estabilização coloidal e de espuma em cerveja**. 2010. 115f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Elaboração de brotos de soja em conserva

Giovana Maria Navarro de Mendonça
Ana Flávia de Oliveira

Marcelo Álvares De Oliveira
Alexandre Rodrigo Coelho

1 Introdução

Estudos sobre a relação entre o consumo de soja e os benefícios à saúde humana vêm aumentando, devido às suas características nutricionais, ao elevado teor de proteínas, ou mesmo à grande quantidade de minerais e fibras, além da baixa quantidade de gordura saturada e a ausência de colesterol (SILVA et al., 2006). A composição da semente de soja é distribuída da seguinte forma: 40% proteína, 35% de carboidratos, 20% de ácidos graxos e 5% de cinzas (LIU, 1997). Além disso, ela é fonte de ferro, cálcio, zinco, antioxidantes, vitamina E e outras vitaminas lipossolúveis (CARRÃO-PANIZZI; BORDIGNON, 2000).

Na safra de 2015/16, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de soja no Brasil foi de 95.434,6 mil toneladas. O Paraná se destacou como o segundo maior produtor nacional, com uma produção de 16.844,5 mil toneladas, perdendo apenas para o estado do Mato Grosso, que produziu 26.030,7 mil toneladas (CONAB, 2017). Este crescimento se deve à aplicação de novas tecnologias, ao manejo e ao maior preparo dos produtores, propiciando aumento do cenário comercial interno do país nos últimos anos, uma vez que o seu consumo está sendo inserido cada vez mais na alimentação humana, além de o produto já ser utilizado na fabricação de rações animais.

Pesquisas realizadas por meio de parcerias, por exemplo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e seus parceiros, vêm contribuindo para o aumento da produção de soja, além de possibilitar a expansão do seu cultivo por regiões não anteriormente exploradas.

No caso da soja, existem genótipos específicos de soja em função da utilização dos seus grãos. Deste modo, a classificação da soja pode ser feita em dois grupos

principais: soja tipo grão e soja tipo alimento. A soja tipo grão apresenta sementes de tamanhos médios, representados pelo peso de 100 sementes (PCS) entre 12 e 19 gramas, com seu sabor característico não muito agradável ao paladar humano, quando consumido na alimentação humana direta, sendo esta cultivada principalmente para atender às indústrias de farelo e óleo. A soja tipo alimento, com sabor mais suave e agradável ao paladar humano, apresenta duas categorias: sementes grandes, com PCS igual ou maior que 20 gramas, muito utilizada como soja hortaliça; e sementes pequenas, com PCS menor que 10 gramas, destinadas ao consumo na forma de brotos e de “natto” (YOKOMIZO; DUARTE; VELLO, 2000).

Uma proposta interessante seria a comercialização de brotos de soja, que são altamente nutritivos e cultivados sem qualquer tipo de adubo ou defensivo, que utilizam apenas as reservas armazenadas nas sementes para germinar. Os brotos são ricos em minerais, vitaminas e proteínas e apresentam baixa caloria (81 kcal), entretanto, para que os brotos possam se fixar num mercado consumidor, são necessárias tecnologias que possam garantir a produção em larga escala de sementes de soja apropriadas (OLIVEIRA et al., 2013).

A produção de sementes germinadas, como feijão moyashi e broto de soja, é uma atividade tradicional nos países orientais, que buscam sempre alternativas saudáveis e funcionais para introduzir em sua alimentação. No Brasil, esses produtos possuem um mercado ainda muito restrito, mas com um enorme potencial de crescimento. Este tipo de alimento poderia ser incentivado por meio da difusão de informações acerca das cultivares de soja (*Glycine max (L) Merril*) mais adequadas para a produção de brotos, como é o caso da semente pequena (PCS < 10g), bem como das tecnologias do processo que possibilitem produzir em larga escala e garantir a segurança do produto.

A cultivar BRS 216 desenvolvida pela Embrapa possui 10,4 g de peso médio de 100 sementes, semente pequena, com alto teor de proteína (em torno de 43%) e com uma baixa produtividade quando comparada com as cultivares comerciais atuais do mercado, entretanto, é a única cultivar no mercado brasileiro que pode ser destinada à produção de brotos devido às características citadas anteriormente (EMBRAPA, 2005). Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química, microbiológica e a aceitação sensorial de brotos de soja em conserva produzidos a partir dessa cultivar.

2 Soja

O surgimento da soja foi registrado há cerca de 5.000 anos na China, onde ela era considerada um dos cinco grãos sagrados. No Japão, a soja surgiu por volta de 200 a 300 anos antes de Cristo; na Europa, em 1740, e, no ano de 1804, ela apareceu nos Estados Unidos (LIU, 1997).

A soja (*Glycine Max (L.) Merril*) é da família das leguminosas; é um produto de importância agrícola mundial, sendo um grão que apresenta grande versatilidade na sua utilização, podendo ser usada tanto na alimentação humana quanto na animal. Nota-se que a cada ano a produção de soja vem aumentando. O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, sendo a leguminosa mais cultivada em várias regiões do país (EMBRAPA, 2017; SILVA et al., 2006).

Como mencionado, existe uma ampla investigação sobre a relação entre o consumo de soja e a saúde humana por suas características nutricionais: seu elevado teor de proteínas, seu conteúdo significativo de fibras e minerais e por possuir uma quantidade baixa de gordura saturada e a ausência de colesterol (GRIESHOP; FAHEY, 2001).

2.1 Soja no Brasil

Por volta de 1882, houve um dos primeiros registros de soja do país, no estado da Bahia; em 1891, São Paulo e Rio Grande do Sul registraram seu cultivo. Com a chegada dos imigrantes japoneses em 1908, o plantio de soja foi aos poucos se difundindo e, em 1920, a soja chegou a Minas Gerais; em Santa Catarina, ela surgiu na década de 1930, e, em 1950, chegou a Goiás. Já nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, a soja apareceu por volta da década de 1970 (MIYASAKA; MEDINA, 1981).

O Brasil foi o segundo maior produtor de soja do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, na safra 2015/2016 (EMBRAPA, 2017). Na safra de 2015/16, a produção de soja no Brasil foi de 95.434,6 mil toneladas, sendo as regiões Centro-Oeste e Sul responsáveis por 48,5 e 34,0% da produção, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 1 (CONAB, 2017).

Tabela 1 – Produção de soja nas regiões do Brasil

Região/UF	2013/14 (mil toneladas)	Porcentagem (%)
Norte	3.818,90	4,0
Nordeste	5.107,10	5,4
Centro-Oeste	43.752,60	45,9
Sudeste	7.574,90	7,8
Sul	35.181,10	36,9
Total	95.434,60	100

Fonte: CONAB (2017).

O Paraná se destacou como o segundo maior produtor nacional, com uma produção de 14.780,70 mil toneladas, perdendo apenas para o estado do Mato Grosso, que produziu 26.441,6 mil toneladas (Figura 1) (CONAB, 2017).

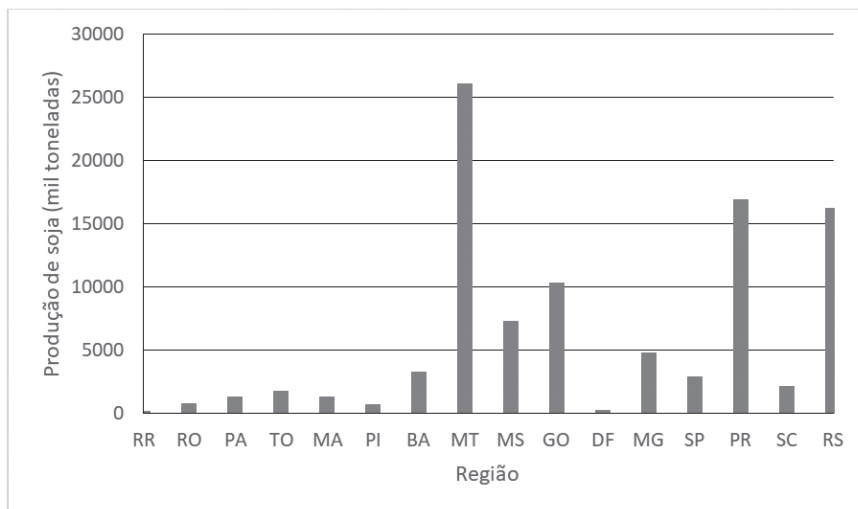


Figura 1 – Produção de soja nos estados brasileiros, na safra 2015/16

Fonte: CONAB (2017)

2.2 Características da soja e do broto

A soja é considerada um alimento funcional, pois possui nutrientes essenciais ao organismo humano e que gera benefícios à saúde. Sua constituição é 90% de cotilédone, 8% de casca e 2% de hipocótilo (caule) (LIU, 1997).

Esta leguminosa rica em proteínas contém isoflavonas, saponinas, fitatos, inibidores de protease, fitosteróis, peptídeos com baixa massa molecular, oligossacarídeos e ácidos graxos poli-insaturados, que auxiliam na redução dos riscos de doenças crônicas e degenerativas. Possui também uma boa quantidade de minerais, ferro, potássio, magnésio, zinco, cobre, fósforo, manganês e vitaminas do complexo B (MANDARINO; CARRÃO-PANIZZI, 1998).

No entanto, a presença de fatores antinutricionais na soja faz com que nem todo seu valor nutricional seja utilizado, limitando o uso do grão; os inibidores das proteases, como a tripsina e a quimotripsina e as hemaglutinas (que fazem as células vermelhas do sangue se aglutinarem, inibindo a absorção de oxigênio), prejudicam a digestão e podem chegar a 2% de seu conteúdo proteico, o que inviabiliza a utilização de suas proteínas pelo organismo dos monogástricos (SILVA; SILVA, 2000).

Para a avaliação da eficiência do processamento térmico da soja, visando minimizar os fatores antinutricionais, existem muitos métodos, mas os que se destacam são os de índice de atividade ureática, a solubilidade da proteína em KOH e atividade inibitória de tripsina. O índice de atividade ureática é baseado no princípio que o calor desnatura a uréase e os inibidores de tripsina em mesma proporção (DALE; ARABA; WHITTLE, 1987).

O índice de atividade ureática é baseado na liberação de amônia da ureia pela ação da enzima uréase que está presente na soja; este fato causa a mudança de pH da solução que é demonstrado por meio do índice. A indústria americana de soja recomenda que o índice de atividade ureática seja de 0,05 a 0,20 (Δ pH) para fácil identificação dos extremos do processamento (DALE; ARABA; WHITTLE, 1987).

Da produção mundial de soja, 85% é processada para obtenção farelo de soja e óleo vegetal, sendo que a grande parte do farelo é utilizado na alimentação animal. Dos 15% restantes de soja, cerca de 10% é utilizado para a alimentação humana, e os 5% restantes são utilizados como sementes, ração animal ou são descartados (RIAZ, 2006).

A produção de bebidas (EHS – extrato hidrossolúvel de soja) vem sendo um destaque em relação ao consumo da soja, pois além da enorme quantidade de marcas encontradas em supermercados, esta também pode ser utilizada na elaboração de sorvetes e produtos similares ao leite condensado e creme de leite (GUERREIRO, 2006; RODRIGUES, 2003).

A germinação dos grãos de soja tem se mostrado um método muito efetivo e viável para que ocorra a melhora das qualidades desta leguminosa. Isso ocorre por conta de sua digestibilidade e eficiência proteica, aumentando deste modo suas vitaminas, e sua maior biodisponibilidade de minerais (FERNANDEZ-OROZCO et al., 2008).

Broto é qualquer semente que entre em contato com água, calor e ar, e deste contato resulte seu crescimento. Enquanto as sementes vão germinando, sua quantidade de clorofila vai aumentando, dando origem às folhas e ao caule. O broto germina de modo muito rápido (máximo sete dias), não depende da época do ano, não precisa de luz solar e de solo (LOURES, 2007; VIEIRA; LOPES, 2001).

Os brotos possuem um alto valor nutritivo, e sua produção não necessita de adubo específico ou defensivo. Por isso, são alimentos orgânicos, que utilizam suas próprias reservas armazenadas nas sementes para sua germinação e manutenção até o tamanho adequado para serem consumidos (OLIVEIRA et al., 2013). O feijão-mungo é a espécie mais conhecida quando se fala em brotos, mas existem mais de 30 espécies, destacando-se as olerícolas (brócolis, rabanete, cebola, mostarda, entre outros) e as leguminosas (feijão moyashi, alfafa, trevo, lentilha) (VEIRA; LOPES, 2001).

Os brotos são consumidos, em grande parte, em países como Japão, Estados Unidos e China. No Brasil, existe uma demanda crescente por este produto, e,

entre as principais espécies que podem ser utilizadas para a produção de brotos, destacam-se: agrião (*Lepidium sativum* L.), alfafa (*Medicago sativa* L.), lentilha (*Lens culinaris* L.), feijão-mungo (*Vigna radiata* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (KUO et al., 2004).

2.3 Conservação por adição de ácidos

Os alimentos são conservados desde a antiguidade a partir da acidificação, cujos ácidos podem atuar como inibidores de crescimento microbiano e/ou germinação de esporos, bem como na melhoria do sabor do produto (GARDNER, 1972).

O alimento acidificado geralmente apresenta $\text{pH} \leq 4,6$, o que de certa forma auxilia no prolongamento da vida de prateleira do produto, uma vez que a variedade de micro-organismos que se desenvolvem nessas condições restringe-se a fungos e algumas bactérias (SANTANA et al., 1996; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

2.4 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico é um antioxidante utilizado para evitar o escurecimento e outras reações oxidativas em frutos, hortaliças e seus sucos. Ele é totalmente seguro para o consumo, e é capaz de aumentar o teor de vitamina C de algumas hortaliças e frutos, sendo bem aceito para o consumo por ser um composto químico idêntico à vitamina C (PRÉSTAMO; MANZANO, 1993; WILEY, 1994).

O ácido ascórbico, mais comumente conhecido como vitamina C, é encontrado em frutas e hortaliças; é estável em temperaturas baixas, mas é modificado quando ocorre alterações no oxigênio, luz, pH, enzimas e catalisadores metálicos, bem como é degradado lentamente quando se encontra em ambiente de anaerobiose e atividade de água muito baixa (ORDÓÑEZ et al., 2005).

O ácido ascórbico é um sólido branco ou amarelo, seu ponto de fusão é de 190 °C a 192 °C, sua massa molecular é 176,13 g/mol, densidade 1,65 g/cm³, acidez (pKa): 4,17 (primeira), 11,6 (segunda), é solúvel em etanol absoluto, solúvel em água, insolúvel em solventes orgânicos comuns (benzeno, éter e clorofórmio) (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

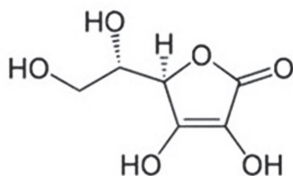


Figura 2 – Fórmula química do ácido ascórbico C₆H₈O₆

2.5 Análise sensorial

A análise sensorial de alimentos tem como finalidade caracterizar as qualidades sensoriais do produto, onde atributos como sabor, aparência e textura são de extrema importância. Ela atua desde a criação de um novo produto alimentício até a sua padronização e avaliação do nível de qualidade do produto, não se esquecendo das ferramentas analíticas que obedecem a alguns princípios básicos, como por exemplo, análises qualitativas, quantitativas e microbiológicas (DUTCOSKY, 2007).

Os métodos afetivos, no que diz respeito à aceitabilidade, podem ser definidos como uma experiência positiva e/ou consumo do produto. Os testes afetivos se baseiam na definição do público-alvo, onde são classificados por faixa etária, localização geográfica, sexo, classe social ou cultural, fatores étnicos e frequência de consumo. Sua classificação também pode ser dada por meio de testes qualitativos e quantitativos (DUTCOSKY, 2007).

O teste de aceitação tem como objetivo avaliar se os consumidores gostam ou não do produto. Estes padrões podem variar de pessoa para pessoa, levando-se em consideração a base cultural, o padrão de vida, capacidade de reagir ao preço do produto etc. Dentre as escalas hedônicas, aquela classificada como verbal é utilizada quando se pretende trabalhar com ideias de ordem sucessiva, enquanto as escalas faciais são empregadas quando o público é infantil ou não sabe ler. Por outro lado, a escala hedônica não estruturada é caracterizada por uma linha horizontal, que varia de um extremo contendo a expressão “desgostei extremamente” até o outro extremo com a expressão “gostei extremamente” (MINIM, 2006).

3 Material e métodos

Trata-se de uma pesquisa experimental que objetivou avaliar brotos de soja em salmoura, com análises quantitativas e qualitativas deste produto depois de pronto, sendo elas físico-químicas e microbiológicas em quatro tempos estabelecidos: tempo um, dois, quatro e seis meses de armazenamento. As análises físico-químicas e sensorial foram realizadas na Embrapa Soja em Londrina e as análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, no período de novembro de 2014 a junho de 2015.

3.1 Material em estudo

As sementes de soja da cultivar BRS 216 foram fornecidas pela Embrapa Serviço de Negócios Tecnológicos (SNT) e Fundação Meridional de Apoio e Pesquisa

Agropecuária – Londrina, PR, e os ingredientes utilizados para o preparo da salmoura para a conserva do produto também foram fornecidos pela Embrapa Soja.

3.2 Métodos

Os métodos utilizados para o preparo das sementes, como seleção, armazenamento, preparo da salmoura, produção dos brotos e as análises realizadas ao longo de seu tempo de armazenamento estão descritas conforme metodologia específica para cada parâmetro analisado, e todo o seu processo de produção descrita a seguir.

3.2.1 Preparo da salmoura

A salmoura utilizada neste estudo foi formulada na concentração de 25 g/L de NaCl e 5 g/L de ácido ascórbico.

3.2.2 Seleção e preparo das sementes

A soja utilizada foi a BRS 216, desenvolvida pela Embrapa Soja, cujos grãos possuem um tamanho pequeno (aproximadamente 10,4 g em peso médio de 100 sementes). Aproximadamente 1,5 kg de sementes foi submetido a uma limpeza na qual as sujidades foram manualmente retiradas. As sementes selecionadas foram acondicionadas em saco plástico transparente e armazenadas em câmara seca a 15 °C, no Laboratório de Tecnologia de Sementes, até o momento de sua utilização.

Em seguida, as sementes foram higienizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio 10% por 4 minutos, seguido de enxágue e maceração por quatro horas em temperatura ambiente em um recipiente contendo água clorada. Ao final deste período, procedeu-se o escorrimento da água e as sementes foram designadas para a germinação e produção dos brotos.

3.2.3 Produção dos brotos

As sementes de soja previamente maceradas e drenadas foram colocadas em tanques de germinação, que consistiram de caixas d'água com capacidade de 100 litros, contendo peneiras de inox no interior, para dar sustentação às sementes e possibilitar a germinação dos brotos. As sementes foram irrigadas durante quatro dias (a cada 4 horas por 1 minuto) com água potável para promover a germinação dos brotos. Ao longo deste período, a água era drenada do tanque por meio de um ralo. O processo de germinação foi controlado com o auxílio de um

“timer”, que condicionava o tempo e a duração da irrigação, de forma que todo o processo fosse uniforme.

3.2.4 Conserva

Após o período de quatro dias, os brotos foram removidos manualmente das peneiras de aço inox, pesados em quantidades de aproximadamente 50 g e acondicionados em frascos de vidro de 375 mL e com tampa metálica do tipo “twist off” (previamente sanitizados), seguido de adição de cerca de 300 mL da salmoura. Em seguida os frascos foram fechados e submetidos ao processo de pasteurização em banho-maria (85 °C por 30 minutos), sendo então completamente vedados e estocados em prateleira com luz solar incidente na sala, porém não sobre os frascos, por um período de 180 dias.

3.2.5 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas das amostras de brotos de soja em conserva consistiram na determinação do pH, sólidos solúveis (realizadas em triplicata) e índice de atividade ureática (feito na semente e no broto). As análises foram realizadas no tempo um (produto recém-produzido), e após dois, quatro e seis meses de estocagem.

3.2.5.1 Determinação do pH

Para a determinação do pH, foram utilizados 10 g da amostra, que foi macepada com o auxílio de um graal e pistilo, e transferida para um béquer contendo 100 mL de água destilada, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). A análise foi realizada em triplicata. O potenciômetro foi previamente calibrado com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0.

3.2.5.2 Determinação de sólidos solúveis por refratometria

Foram macerados 5 g da amostra em graal e transferidos para uma gaze. Uma alíquota foi retirada e transferida para o refratômetro tipo Abbé, e a leitura realizada em °BRIX. A análise foi realizada em triplicata.

3.2.5.3 Índice de atividade ureática

Um volume de 0,2 g de amostra foi transferido para um tubo de ensaio (A), e adicionado de 10 mL de solução tampão pH 7,0, seguido de leve agitação. O tubo

foi tampado e colocado em banho-maria a 30 °C, anotando assim o tempo em que o mesmo foi incubado, para considerá-lo como prova em branco (PB).

Pesou-se 0,2 g da amostra (B) conforme mencionado acima, seguido de adição de 10 mL de solução de ureia tamponada pH 7,0. O tubo de ensaio foi tampado e colocado em banho-maria a 30 °C, seguido de anotação do tempo de incubação, para considerá-lo como prova teste (PD).

Ambos os tubos (A e B) foram retirados do banho-maria após 30 minutos de permanência, foi decantado o líquido sobrenadante em um recipiente (béquer) e medido o Δ pH da solução branco e teste (A.O.A.C. 1995).

3.2.6 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas consistiram na Determinação do Número Mais Provável-NMP de coliformes a 45 °C, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* sp., conforme estabelecido pela Resolução (RDC) 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

3.2.6.1 Preparo das amostras para análise

Para o preparo da amostra, pesou-se assepticamente 25 gramas do produto (previamente homogeneizado) e transferiu-se para um Erlenmeyer contendo 225 mL de água peptonada estéril 0,1% como diluente. A partir desta diluição (10^{-1}), foram realizadas diluições decimais seriadas até 10^{-3} , sendo então utilizadas para a Determinação do NMP de coliformes a 45°C e a contagem de *Staphylococcus*-coagulase positiva.

As análises de coliformes e de *Staphylococcus* coagulase positiva foram realizadas conforme metodologia preconizada pela *American Public Health Association* – APHA (2001) descritas por Silva et al. (2007), enquanto a pesquisa de *Salmonella* sp. seguiu metodologia da *International Organization for Standardization* (ISO, 2007).

3.2.6.2 Número mais provável – NMP de coliformes a 45°C

Para esta análise, utilizou-se a técnica de tubos múltiplos, empregando-se três séries de três tubos, contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose – LST e tubo de *Durhan*, seguido de incubação a 35 °C/48 h.

A partir dos tubos que apresentaram turvação e formação de gás no interior dos tubos de *Durhan*, transferiu-se uma alíquota (1 mL) para tubos de ensaio contendo Caldo Bile Verde Brilhante 2% – VB (confirmação de coliformes a 35

°C) e 1 mL para tubos de ensaio contendo Caldo *Escherichia coli* – EC (usado para confirmação de coliformes a 45 °C), seguidos de incubação a 35 °C/24-48 h e 44,5 °C/24 h, respectivamente. O NMP/g do produto foi determinado com auxílio da tabela de *Hoskings* (SILVA et al., 2007).

3.2.6.3 Contagem de *estafilococos coagulase positiva*

Nesta análise utilizou-se o método de semeadura por superfície, inoculando-se 0,1 mL das diluições em placas de Petri contendo Ágar Baird Parker com solução de gema de ovo e telurito de potássio 1%. As placas foram incubadas a 37 °C por 48 horas e as colônias suspeitas (evidenciadas por coloração negra, brilhante, com halo transparente ao redor) foram submetidas ao teste de coagulase para confirmação. As Unidades Formadoras de Colônias – UFC foram calculadas de acordo com as diluições (SILVA et al., 2007).

3.2.6.4 Pesquisa de *Salmonella* sp

Em 225 mL de Caldo Lactosado foram adicionados 25 g de amostra. Após incubação a 37 °C por 18 horas, 1 mL do pré-cultivo foi transferido para tubos de ensaio contendo 10 mL de Caldo Tetratoato de Kauffmann, e 0,1 mL foi transferido para tubos com 10 mL de Caldo Rappaport-Vassiliadis, seguido de incubação a 37 °C/24 h e 41,5 °C/24 h, respectivamente. Em seguida foram feitas semeaduras por esgotamento em placas de Petri contendo Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar *Salmonella Shigella* – SSA. As colônias suspeitas (vermelhas com centro negro em XLD e incolores, com ou sem centro negro em SSA) foram submetidas à prova de soroaglutinação, que se baseia na reação antígeno-anticorpo, com consequente aglutinação do antígeno frente ao antissoro para *Salmonella* polivalente “O” (ISO, 2007).

3.2.7 Análise sensorial

Avaliou-se a aceitação do broto de soja em conserva por meio de teste afetivo, com auxílio de uma escala hedônica de nove pontos, conforme a Tabela 2 (DUTCOSKY, 2007). Com base no resultado da média da aceitação geral do produto, realizou-se o Índice de Aceitabilidade e considerou-se 70% ou mais para que o produto seja considerado bem aceito (DUTCOSKY, 2007).

Participaram dessa análise 101 provadores; pesquisadores, estagiários e funcionários da EMBRAPA Soja, maiores de 18 anos, de ambos os sexos. Os candidatos foram convidados a participar do teste e, ao aceitarem, foram orientados a ler e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido.

O teste foi conduzido na cozinha experimental da EMBRAPA Soja, em cabines individuais, cuja amostra ofertada continha de 8 a 10 brotos de soja disposta em pratos plásticos. Os atributos avaliados foram aparência, sabor, textura, aceitação global e intenção de compra. Além disso, avaliou-se a idade do participante e seu consumo habitual de soja e seus derivados.

Tabela 2 – Escala hedônica

Escala hedônica	
9	gostei muitíssimo
8	gostei muito
7	gostei moderadamente
6	gostei ligeiramente
5	nem gostei/nem desgostei
4	desgostei ligeiramente
3	desgostei moderadamente
2	desgostei muito
1	desgostei muitíssimo

Fonte: Dutcosky (2007).

4 Resultados e discussão

Os resultados descritos abaixo mostram o comportamento do produto ao longo de seu tempo de armazenamento, por meio das análises de pH, sólidos solúveis, índice de atividade ureática e análises microbiológicas, como também as respostas obtidas para a análise sensorial.

4.1 Análises físico-químicas

As análises foram realizadas no tempo 1 (produto recém-produzido), e após 2, 4 e 6 meses. Na Tabela 3 observa-se que os valores de pH obtidos variaram de 4,4 a 4,2. Estes valores mostram que o produto em estudo está de acordo com a Resolução RDC n° 272/05, que define para uma conserva vegetal que os valores de pH devem ser inferiores a 4,5 (BRASIL, 2005).

Para a análise de sólidos solúveis (°BRIX), foi obtida a mesma média de 4,6 para os quatro tempos, com pequena variação apenas no desvio padrão. Por meio

dos valores obtidos, nota-se que os brotos possuem uma quantidade de sólidos solúveis baixa, que não se altera ao longo do tempo de armazenagem.

Tabela 3 – Valores médios de pH e sólidos solúveis

Tempo	pH	Sólidos solúveis (°BRIX)
1	4,4 ± 0,0	4,6 ± 0,2
2	4,2 ± 0,0	4,6 ± 0,3
4	4,2 ± 0,0	4,6 ± 0,1
6	4,2 ± 0,0	4,6 ± 0,2

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 4 demonstra que no broto de soja a uréase está inativa, pois não houve grande variação entre os pHs da amostra e da prova em branco, o que demonstra que a ureia da reação não foi consumida pela amostra. Segundo a Indústria Americana da Soja é recomendado índice de atividade ureática de 0,05 a 0,20 (BELLAYER; SNIZEK JUNIOR, 1999).

Na mesma Tabela 4, mas para o grão, a média do índice de atividade da uréase foi de 2,11. Segundo Butolo (2002), o grão cru apresenta índice de atividade ureática de 2,0 a 2,5.

Tabela 4 – Determinação do índice de atividade ureática nos brotos de soja em conserva

Repetições	atividade ureática (Δ pH)*	
	Grão	Broto
I	2,11	0,04
II	2,10	0,05
III	2,12	0,05

* Δ pH = PD – P Branco

Fonte: Autoria própria.

4.2 Análises microbiológicas

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados das análises microbiológicas prescritas pela legislação brasileira, que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos (BRASIL, 2001). Considerando-se a similaridade da

natureza e do processamento do produto, o broto de soja em conserva foi enquadrado no grupo 4 (outros vegetais), item b do Anexo 1 da Resolução da Diretoria Colegiada número 12 – RDC 12, de 2 de janeiro de 2001, que descreve os padrões microbiológicos para vegetais em salmoura, temperados ou não, condimentados ou não, não comercialmente estéreis.

O produto foi submetido às análises microbiológicas ao longo dos seis meses de armazenamento, a fim de observar a efetividade do acondicionamento do produto nos frascos.

Tabela 5 – Avaliação da qualidade microbiológica de brotos em conserva

Tempo (meses)	<i>Salmonella sp</i>	<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	Coliformes a 45°C
1	ausência	< 10 UFC/g	< 3 NMP/g
2	ausência	< 10 UFC/g	< 3 NMP/g
4	ausência	< 10 UFC/g	< 3 NMP/g
6	ausência	< 10 UFC/g	< 3 NMP/g
Padrão (BRASIL, 2001)	Ausência em 25 gramas	5 x 10 ² UFC/g	1,0 x 10 ² NMP/g

Fonte: Autoria própria.

De acordo com os resultados obtidos, o produto apresentou-se de acordo com os padrões legais vigentes, ou seja, em condições sanitárias satisfatórias. Neste sentido, o produto elaborado estava apto para ser submetido ao teste de aceitação na análise sensorial.

Considerando que o produto apresentou valores de pH abaixo de 4,5, e, portanto, classificado como ácido, é possível sugerir que o mesmo se encontra seguro do ponto de vista microbiológico. Segundo Franco e Landgraf (2008), micro-organismos patogênicos necessitam de valores superiores a 4,5 para se desenvolver e produzir toxinas.

Na Figura 3-a observa-se o produto recém-produzido. Em valores muito baixos de pH, o crescimento microbiano limita-se aos bolores e leveduras, que são agentes responsáveis apenas pela deterioração de produtos com essa característica. O crescimento destes micro-organismos é evidenciado por turvação, formação de película ou sedimentação (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Entretanto, conforme observado na Figura 3-b, a salmoura permaneceu límpida, clara e sem formação de qualquer película ou sedimentação no interior dos frascos ao longo

do tempo de armazenamento, sugerindo que o processo de sanitização dos frascos e o branqueamento do produto foram realizados de forma adequada, comprovado pelas análises microbiológicas.



Figura 3 – Produto recém-produzido (a) e produto após 6 meses de armazenamento (b)

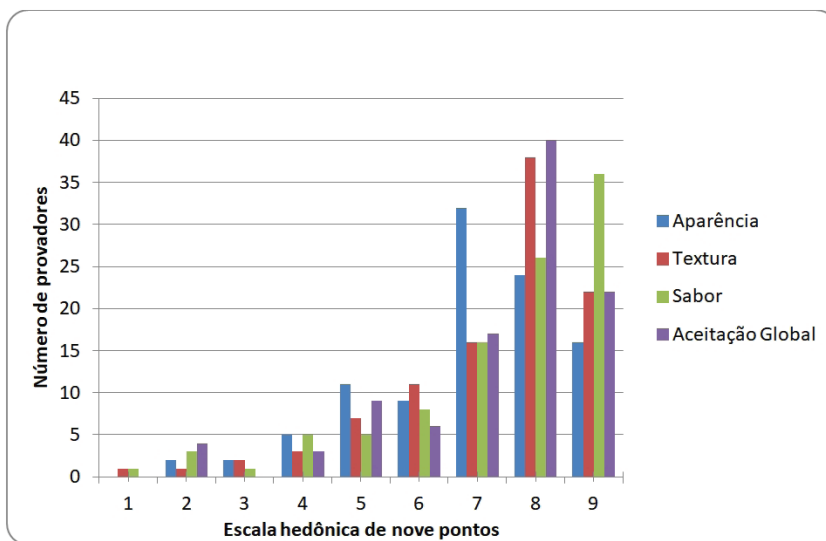
Fonte: Autoria própria

4.3 Análise sensorial

De acordo com os resultados obtidos por meio da análise sensorial, a aceitação do produto variou entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, sendo as médias de cada atributo: aparência $6,9 \pm 1,6$; textura, $7,3 \pm 1,7$; sabor, $7,4 \pm 1,9$; e aceitação global do produto, $7,3 \pm 1,7$. Vilas Boas, Barcelos e Lima (2012), utilizando-se também de uma escala hedônica de nove pontos, avaliaram degustação e aparência de brotos de soja sendo que, para a degustação, as notas variaram entre 6 e 7 e, para a aparência, de 4 a 6, de acordo com o tempo de germinação. Observa-se que a aceitação do broto de soja em conserva em nosso estudo foram maiores.

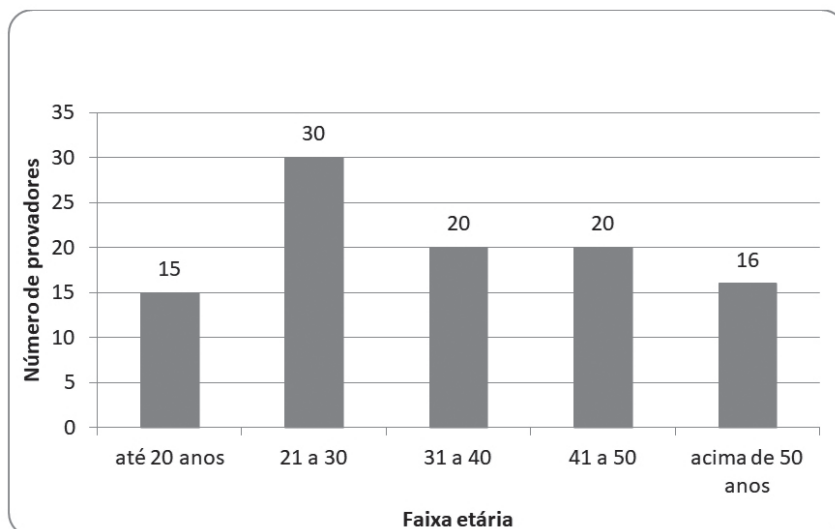
O índice de aceitabilidade do broto de soja em conserva foi de 76,7%, ou seja, o produto pode ser considerado bem aceito sensorialmente. Oliveira et al. (2013) avaliaram a aceitação geral de broto de soja cozido e obtiveram índice de aceitabilidade muito parecido, de 74,3%.

No Gráfico 1 pode-se verificar a frequência das respostas obtidas para cada um dos atributos estudados. Observa-se que a maioria dos resultados se encontra nas notas 7, 8 e 9.

Gráfico 1 – Frequência de notas obtidas para aparência, textura, sabor e aceitação global dos brotos de soja.

Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 2 mostra a distribuição dos provadores por faixa etária, evidenciando que o grupo recrutado foi bastante diversificado e representativo do potencial público consumidor deste produto.

Gráfico 2 – Distribuição de provadores do broto de soja por faixa etária.

Fonte: Autoria própria.

Quando perguntados se tinham o hábito de consumir brotos, 72% dos provadores responderam afirmativamente. Sobre a intenção de compra, caso este produto fosse vendido em redes de supermercados, aproximadamente 87% dos provadores afirmaram que o comprariam, indicando, assim, um possível novo nicho de mercado, no entanto vale a pena ressaltar que não se avaliou o possível custo deste produto para tal afirmação.

5 Conclusão

As análises físico-químicas mostraram que o broto de soja em conserva não sofreu grande variação ao longo do tempo de armazenamento, bem como apresentou qualidade microbiológica de acordo com os padrões legais vigentes, ou seja, em condições sanitárias satisfatórias, portanto apto para o consumo humano. Além disso, o produto apresentou boa aceitação sensorial.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Soja – Londrina pela doação das sementes de soja e pela realização das análises físico-químicas do produto, bem como agradecem a UTFPR pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento das análises microbiológicas e análise sensorial.

Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4. ed. Washington, DC: APHA, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 12. ed. Washington, DC: AOAC, 1995.
- BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*. Brasília, 2005. Disponí-

vel em: <http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/bra168a1_t.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2001.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1995.

BUTOLO, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. **Colégio Brasileiro de Nutrição Animal**, Campinas, p. 410-430, 2002.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BORDINGNON, J. R. Activity of beta-glucosidase and levels of isoflavone glucosides in soybean cultivars affected by the environment. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 873-878, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção, relativas às safras 1976/77 a 2014/15 de grãos, 2001 a 2014 de café, 2005/06 a 2014/15 de cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 10 fev. 2017.

DALE, N. M.; ARABA, M.; WHITTLE, E. Protein solubility as an indicator of optimum processing. In: **1987 Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry**. Atlanta, Georgia, 1987. p. 88-95

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

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares de soja 2004/2005: Regiões Centro-Sul**. Londrina: Embrapa Soja; Fundação Meridional, 2005.

_____. **Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

FERNANDEZ-OROZCO, R. et al. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. Emerald,

- Glycine max* cv. Jutro and *Glycine max* cv. merit. **Food Chemistry**, n. 111, p. 622-631, 2008.
- FIORUCCI, A. R. A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 17, p. 3-10, 2003.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.
- GARDNER, W. H. Acidulants in food processing. In: FURIA, T. E. **Handbook of Food Additives**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1972.
- GRIESHOP, C. M.; FAHEY JR., G. C. Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and the United States. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, n. 5, p. 2669-2673, 2001.
- GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico: produtos de soja**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC; Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. Vol 1. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1985.
- THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 6579**. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. 4. ed. Amendment 1: 15/07/2007.
- KUO, Y-H. et al. Effects of different germination conditions on the contents of free protein and non-protein amino acids of commercial legumes. **Food Chemistry**, v. 86, p. 537-545, 2004.
- LOURES, N. T. P. **Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de brotos de lentilha de variedade Precoz**. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR.
- LIU, K. Food use of whole soybeans. In: LAWRENCE, A. J.; WHITE, P. J.; GALLOWAY, R. **Soybeans chemistry, production, processing, and utilization**. Urbana: AOCS Press, 2008. p. 320-410.

- MANDARINO, J. M. G; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Soja: saborosa, nutritiva e saudável**. 1998. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123013/1/ID-17096.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2015.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006.
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981.
- OLIVEIRA, M. A. et al. Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: caracterização físico-química e teste de aceitabilidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 34-41, 2013.
- PRÉSTAMO, G.; MANZANO, O. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as an antioxidant. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 1, p. 48-50, 1993.
- RIAZ, M. N. Processing of soybeans into ingredients. In: **Soy applications in food**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. p. 39-62.
- SANTANA, L. R. R. et. al. **Desenvolvimento do processo de ovos de codorna em conserva**. Salvador, 1996.
- RODRIGUES, R. S. **Caracterização de extrato de soja obtido de grãos, farinha integral e isolado proteico visando à formulação e avaliação biológica (em coelhos) de bebida funcional à base de extrato de soja e polpa de pêssegos**. 2003. 177f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007.
- SILVA, M. S. et al. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, p. 571-576, jul.-set. 2006.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2000.

VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. **Produção de brotos comestíveis: feijão moyashi, alfafa, trevo, rabanete e brócolis.** Viçosa: CPT, 2001.

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables.** New York: Chapman & Hall, 1994.

YOKOMIZO, G. K.; DUARTE, J. B.; VELLO, N. A. Correlações fenotípicas entre tamanho de grãos e outros caracteres em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2235-2241, 2000.

Biomassa da banana verde como ingrediente na elaboração de empanado de frango

Adriana Rayana da Silva
Kristiany Moreira Diniz

Margarida Masami Yamaguchi

1 Introdução

A banana (*Musa spp*) é uma das frutas mais consumidas do mundo, cultivada na grande maioria dos países tropicais. O fruto verde é rico em flavonoides, que atuam protegendo a mucosa gástrica, e apresenta um tipo de amido, conhecido como amido resistente, que não é absorvido no intestino delgado de indivíduos saudáveis, o qual possui ação similar a fibras alimentares (SANTOS et al., 2010).

O preparo e a obtenção da biomassa de banana verde consistem na retirada dos cachos do fruto ainda verde, seguido da lavagem, cozimento por imersão sob pressão, descascamento e obtenção da massa por trituração da polpa (ORMENESE, 2010). A banana verde possui minerais como fósforo, manganês, zinco, cobre, ferro, magnésio e cálcio, pectina, sendo o componente principal o amido resistente, representando de 55 a 93% do teor de sólidos totais em relação à fruta madura. Isso se deve ao processo de amadurecimento, quando o amido se transforma em açúcar e, assim, a banana deixa de ser funcional, adquirindo a cor e o sabor de um fruto maduro. O amido resistente, além de outras ações fisiológicas, apresenta efeito prebiótico, podendo auxiliar na regulação intestinal e na prevenção contra câncer nas células intestinais (DIAS et al., 2013).

Segundo estudos de Cardenette (2006), o consumo da massa de banana verde aumenta a umidade do conteúdo intestinal, melhorando de forma considerável o funcionamento do intestino. Outro benefício que se tem na ingestão desses produtos é o processamento da fermentação do amido resistente nas porções finais do cólon intestinal, colaborando para a eliminação de produtos nocivos à saúde intestinal e para a reabsorção indesejável de ácidos biliares. Assim, os produtos

derivados de banana verde mostram-se favoráveis na prevenção de intolerâncias e alergias alimentares. Com isso, por ser um produto sem sabor e odor, é uma alternativa para aproveitar todos os benefícios da fruta, sendo assim, pode-se adicionar esta massa na formulação de qualquer produto já existente sem alterar as características sensoriais do produto final.

A necessidade de melhoria da saúde leva os consumidores a buscar, cada vez mais, alimentos mais saudáveis, como alimentos ricos em fibras. Nos últimos anos surgiram muitas opções para esse tipo de alimento, como a biomassa da banana verde (banana verde cozida e processada, ausente de sabor e inodora), que pode ser utilizada em substituição do trigo, soja, fécula de mandioca e amido de milho, melhorando o valor nutricional e assumindo o sabor da preparação. Além das vitaminas A, C e complexo B (B1, B2 e niacina), a banana verde contém cerca de 20% de amido, e, dependendo da espécie, pode conter até 84% de amido resistente (OI; MORAES JÚNIOR; TAMBOURGI, 2012).

A polpa preparada pode ser incorporada a alimentos, como pães, massas, maionese e patês. Sua aplicação nos alimentos não ocasiona alteração do sabor, além disso, melhora a qualidade nutricional destes alimentos. A banana verde também possui ação fisiológica, pois é rica em flavonoides que atuam na proteção da mucosa gástrica, e, por apresentarem conteúdo significativo de amido resistente, agem no organismo como fibra alimentar melhorando o trânsito intestinal e contribuindo para formação da microbiota. A banana verde, quando cozida, possui atividades funcionais, como a atividade prebiótica, por possuir em sua composição fibras solúveis e insolúveis, apresentando funções benéficas ao organismo e sendo considerada um alimento funcional (RANIERI; DELANI, 2014).

Por ser de fácil adaptação, acredita-se que é possível adicionar a biomassa no desenvolvimento de empanados sem causar alterações perceptíveis no produto final, tornando este um alimento rico em fibras, podendo ser considerado um alimento funcional. Como a população brasileira apresenta um baixo consumo de fibras, a adição de uma fonte de fibra em um alimento de fácil preparo agrega praticidade com elevada qualidade nutricional.

Com o estilo de vida mais agitado decorrente da grande carga horária e diversidade de atividades inseridas na rotina das pessoas, a distância do trabalho e o grande fluxo do trânsito em diversas cidades visto nos últimos anos, alimentos que facilitem o dia a dia são cada vez mais requeridos. Entre os produtos de fácil preparo mais procurados estão os empanados, que têm sido uma alternativa útil para atender a esta necessidade. A preferência por produtos cárneos processados é crescente devido a sua aparência, odor e sabor. Este produto tem como benefício maior vida útil, tendo em vista o processo térmico e congelamento na elaboração do produto, além dos aditivos utilizados na formulação. Por outro lado, empana-

dos possuem alto valor energético por possuírem um percentual de carboidratos que pode chegar a 30% (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a alteração na composição proximal e a aceitabilidade sensorial de um empanado de frango preparado com a adição de biomassa de banana verde.

2 Empanados de frango

Entende-se por empanados produtos cárneos adicionados de ingredientes, moldados ou não, e revestidos de coberturas apropriadas, comercializado pré-preparado, que, portanto, necessita de algum processo de cocção para ser consumido (SOUZA, 2013). O processo de empanamento evita a perda de umidade da carne colocando em volta uma película praticamente impermeável que retém, durante a fritura, toda a água da carne, que se mantém macia e saborosa (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

Em relação ao consumo de produtos cárneos, a população brasileira tem preferência por produtos frescos, em partes ou pedaços congelados e alimentos industrializados. Com essa demanda, as empresas têm oferecido produtos prontos para cozimento ou semipreparados, que reduzem o tempo de preparo dos alimentos. Assim, ao longo dos anos, a avicultura se destacou por oferecer produtos os quais se adequam à necessidade de cada época, por exemplo, entre os anos de 1970 e 1980 a indústria se concentrou a oferecer o produto inteiro e em tamanho pequeno, congelado e de pele branca (FRANCISCO et al., 2007; KOMIYAMA et al., 2009).

Nos anos subsequentes, a indústria passou a oferecer cortes e o produto desossado, chegando a alternar as embalagens com o intuito de oferecer maior segurança. Ao longo dos anos, essa cultura vem sofrendo mudanças, e a comercialização de cortes é cada vez maior quando comparada à comercialização da carcaça inteira, além do aumento significativo da venda de produtos industrializados, como hambúrgueres e empanados semiprontos (FRANCISCO et al., 2007; KOMIYAMA et al., 2009).

Os produtos de aves, dentre eles os reestruturados empanados, tipo *muggets*, elaborados pela desintegração do músculo por processos mecânicos e pela mistura dos pedaços resultantes, aproveitam as carnes das aves que seriam subutilizados e ainda proporcionam praticidade. Além de ser fácil aquecê-los e servi-los, por serem empanados e pré-fritos, produtos empanados têm um maior tempo de vida útil devido ao retardamento da oxidação, além de proteger a carne da desidratação e queima pelo frio durante o congelamento (NUNES et al., 2006).

Para a produção dos empanados, é extremamente importante conhecer as características dos produtos utilizados como matéria-prima para garantir qua-

lidade ao produto final. O conteúdo de água, formato, tamanho, temperatura, textura, composição química, tipo de superfície e seu potencial de adesão também devem ser avaliados. As elaborações dos produtos cárneos empanados implicam as operações de redução de tamanho (moagem), mistura, moldagem, recobrimento por meio de um sistema de cobertura específico, fritura, cozimento e congelamento (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

O recobrimento utilizado no processo de produtos empanados consiste basicamente de três etapas. A primeira camada, chamada de *predust*, é o pré-enfarinamento, responsável pela diminuição da umidade e pela aderência na superfície das camadas seguintes. Ele pode ser feito com farinha de trigo ou alguns tipos de amidos. A camada seguinte, conhecida como *batter*, pode ser uma mistura em pó de condimentos que, quando hidratada, envolve uma suspensão de sólido em líquido para criar interação entre o produto e a cobertura final, e nesta etapa a espessura do recobrimento pode ser definida. A terceira e última camada é conhecida como *breeding*, a farinha de empanamento, que tem como objetivo definir o aspecto visual do produto; ela pode ser condimentada ou não e à base de cereais ou pães (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

Mediante o exposto, os consumidores têm procurado por produtos de fácil e rápido preparo (SILVA, PAULA, 2003). Os produtos empanados têm sido uma atraente alternativa a esta questão devido a sua praticidade. Sendo assim, a busca por estes produtos de aves e a elevada aceitação por parte dos consumidores têm aumentado consideravelmente ao longo dos anos decorrente a sua inerente vantagem em relação à aparência, odor e sabor (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

2.1 Alimentos funcionais

Os consumidores brasileiros, devido às mudanças socioeconômicas pelas quais têm passado, buscam atualmente maior praticidade, comodidade, rapidez, inocuidade e qualidade nos produtos adquiridos (SILVA; PAULA, 2003). A busca por uma melhor qualidade de vida e hábitos saudáveis desperta no consumidor especial interesse em alimentos específicos, também conhecidos como alimentos funcionais. O termo funcional tem assumido a importância de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além daquele de satisfazer as necessidades nutricionais básicas (OI; MORAES JÚNIOR; TAMBOURGI, 2012).

Podem-se definir alimentos funcionais como produtos alimentares que contêm em sua composição componentes biologicamente ativos que promovem efeitos metabólicos ou fisiológicos importantes no organismo, resultando em redução do risco de desenvolver doenças (RANIERI; DELANI, 2014).

Em 2007, o Brasil movimentou cerca de US\$ 647 milhões no segmento de alimentos funcionais, enquanto o mercado mundial foi de US\$ 80 bilhões. Neste

contexto, alimentos como a biomassa da banana verde surgem como opção a ser utilizada em substituição aos espessantes tradicionais, como trigo, soja, fécula de mandioca e amido de milho, em doces ou salgados, melhorando o valor nutricional e assumindo o sabor original da preparação (OI; MORAES JÚNIOR; TAMBOURGI, 2010).

As fibras são funcionais pois possuem substâncias sujeitas à hidrólise pelas enzimas do intestino humano e que podem ser fermentadas por algumas bactérias, sendo classificadas como solúveis ou insolúveis. As fibras solúveis tendem a formar géis em contato com água, aumentando a viscosidade dos alimentos parcialmente digeridos no estômago. As fibras solúveis diminuem a absorção de ácidos biliares e têm atividades hipocolesterolêmicas. As fibras insolúveis permanecem intactas por meio de todo o trato gastrointestinal e compreendem a lignina, a celulose e algumas hemiceluloses (MORAES; COLLA, 2006).

Dentre os diversos tipos de fibra, o amido resistente (AR) tem se destacado, principalmente o encontrado nas bananas verdes. Ele é constituído principalmente por três tipos: o tipo 1, representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, por causa das paredes celulares e proteínas; o tipo 2 refere-se aos grânulos de amido nativo, encontrados no interior da célula vegetal, apresentando lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura cristalina dos seus grânulos; e o tipo 3 consiste em polímeros de amido retrogradado, produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização. Os três tipos de (AR) podem coexistir em um mesmo alimento. Em bananas verdes são encontrados os tipos 1 e 2 (LOBO; SILVA, 2003).

2.2 Biomassa de banana verde

A banana (*Musa spp*), da família botânica Musaceae, é típica de clima tropical, e para o desenvolvimento e produção são necessários calor e umidade constante. Sua boa aceitação está relacionada aos seus aspectos sensoriais, ao baixo custo, e principalmente aos valores nutricionais, sendo fonte energética devido à presença de carboidratos com cerca de 100 kcal por 100 g de polpa, em torno de 22%, minerais tais como potássio, manganês, iodo e zinco, e vitaminas do complexo B (B1, B2, B6 e niacina), vitamina C, ácido fólico. Ela oferece quantidades reduzidas de proteínas, como albumina e globulina, em comparação com os aminoácidos livres, como a asparagina, glutamina e histidina. Contudo, os minerais se apresentam em maior quantidade no fruto verde em face ao fruto maduro. Embora haja uma grande resistência por parte da população no consumo de produtos ainda verdes, a banana verde na forma de biomassa possui diversas aplicações, podendo ser utilizada em panificação, confeitaria, alimentos infantis e produtos dietéticos (RANIERI; DELANI, 2014; DIAS, et al., 2013).

A polpa da banana, quando verde, não apresenta sabor e se caracteriza por forte adstringência devido à grande quantidade de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. Com o amadurecimento da fruta, estes compostos sofrem polimerização, diminuindo a adstringência e aumentando sua doçura. Quando cozida, a banana verde possui atividades funcionais, como a função prebiótica, sendo considerada um alimento funcional (RANIERI; DELANI, 2014).

O preparo da biomassa de banana verde consiste na obtenção dos frutos verdes retirados dos cachos, seguidos da lavagem e cozimento por imersão sob pressão. Por conseguinte, o descascamento e a obtenção da massa ocorrem por trituração da polpa (ORMENESE, 2010). A biomassa é obtida por meio do processo de cocção e extrusão da banana verde, em até três dias após a colheita para manter suas propriedades funcionais, que estão intimamente ligadas à presença de 55 a 93% dos sólidos totais, e de aproximadamente 14,5% de fibras. As fibras alimentares são definidas como carboidratos com grau de polimerização igual ou superior a 3, que não são digeridos e nem absorvidos no intestino delgado (RANIERI; DELANI, 2014).

A análise de composição proximal da biomassa de banana verde elaborada apresentou os seguintes valores: 78,04% de umidade, 1,16% de cinzas, 2,01% de proteínas, 1,32% de lipídeos e 17,47% de carboidratos totais.

2.2.1 Amido resistente

O amido pode ser classificado em função da sua estrutura físico-química e de acordo com a velocidade da hidrólise enzimática. Considerando sua velocidade, estudo recentes *in vitro* apontam que o amido se divide em rapidamente digerível, quando, na presença de amilase pancreática e amiloglicosidase a 37 °C, converte-se em glicose em 20 minutos; lentamente digerível, quando é convertido em glicose em 120 minutos (nas mesmas condições anteriores), e amido resistente (AR), que consegue resistir à ação das enzimas digestivas (LOBO; SILVA, 2003).

O AR pode apresentar quatro tipos de amido que podem coexistir em um único alimento. No do tipo 1, o grânulo de amido fica fisicamente inacessível na matriz do alimento, devido às paredes celulares e proteínas. Neste grupo estão os grãos inteiros ou parcialmente moídos de cereais e leguminosas, cujo tamanho/composição impede ou retarda a ação das enzimas digestivas.

O tipo 2 pertence aos grânulos de amido nativo, encontrados no interior da célula vegetal, com lenta digestão devido à estrutura cristalina dos grânulos. Já o tipo 3 consiste em polímeros de amido retrogradado, como a amilose, produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização. Com o reaquecimento, há a redução deste amido, prova que a retrogradação é reversível (LOBO; SILVA, 2003).

O quarto tipo, ainda em estudo, inclui amidos substituídos quimicamente com grupamentos ésteres, fosfatos e éteres, bem como amidos com ligações cruzadas, sendo estes também resistentes à digestão no intestino delgado. Deste modo, a presença de AR de diversos tipos e o produto da sua degradação não é absorvida no intestino delgado, apresentando ação similar à das fibras alimentares.

Tabela 1 – Parâmetros comparativos entre banana verde e madura da variedade Taiwan

Parâmetros	Resultados (%) banana verde	Resultados (%) banana madura
Proteínas	5,30	5,52
Lipídeos	0,78	0,68
Fibra Bruta	0,49	0,30
Cinzas	3,27	4,09
Amido	62,0	2,58
Sacarose	1,23	53,2
Açúcares redutores	0,24	33,6

Fonte: Izidoro (2007).

O principal componente da banana verde é o amido resistente, podendo corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais. Na banana madura, o amido é convertido em açúcares, em sua maioria glucose, frutose e sacarose, dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis (FASOLIN et al., 2007). De acordo com a Tabela 1, a polpa da banana verde possui grande diferença nos teores de amido, sacarose e açúcares redutores em relação à fruta madura. Isso ocorre porque, com o processo de amadurecimento, o amido se transforma em açúcar e assim a banana madura deixa de ser funcional, adquirindo a cor e sabor característicos (IZIDORO, 2007).

O aproveitamento do amido resistente da banana verde na preparação de produtos é de grande importância, tanto para a indústria de alimentos, como para o consumidor, podendo ser utilizado como fonte de fibra alimentar, uma vez que apresenta efeitos fisiológicos semelhantes aos da fibra (CARDENETTE, 2006).

O amido resistente pode ser aplicado como complemento na formulação de produtos, reduzindo o teor de lipídios e açúcares. O amido resistente tem como característica a capacidade de absorver água e permite que este ingrediente funcional seja empregado sem grandes modificações e adaptação na formulação de produtos. Sua coloração branca, tamanho pequeno de partículas e *flavor* brando

permitem a formulação de produtos com maior palatabilidade que os elaborados com fibras alimentares (CARDENETTE, 2006).

A biomassa da banana verde possui amido resistente com alto teor de amido e baixo teor de açúcares e compostos aromáticos. Ao chegar ao cólon, o amido, que ainda não foi digerido, é utilizado como substrato de fermentação pelas bactérias anaeróbicas para a produção de ácidos graxos de cadeia curta (ORMENESE, 2010).

A lenta digestão do amido resistente pode melhorar a resposta glicêmica e insulinêmica com efeito importante no controle da síndrome metabólica, responsável por alguns dos maiores problemas de saúde atualmente: obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes (OI; MORAES JÚNIOR; TAMBOURGI, 2010).

Esse amido pertence ao grupo de carboidratos complexos, como o amido e os polissacarídeos não amido (como as fibras), os quais possuem diferenças em suas estruturas químicas e em alguns de seus efeitos fisiológicos. As fibras alimentares são polissacarídeos hidrossolúveis diferentes do amido, que se caracterizam pela resistência à hidrólise por meio de enzimas digestivas, porém, sua fermentação no trato intestinal favorece o desenvolvimento de ácidos graxos de cadeia curta. Desta forma, a polpa da banana verde pode ser utilizada para incorporar diversos alimentos processados a fim de se aumentar o valor nutricional, sem alterar as características sensoriais originais do alimento (OI; MORAES JÚNIOR; TAMBOURGI, 2010).

2.2.2 Efeitos fisiológicos do amido resistente

O potencial fisiológico do amido resistente (AR) está associado à sua capacidade de se tornar disponível como substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon, assim, ele atua como fibra e substrato para o crescimento de micro-organismos probióticos, sendo um agente prebiótico. Isso possivelmente decorre do alto percentual de área amorfa do amido, que absorve água mais rapidamente, tornando-a, portanto, mais susceptível à hidrólise enzimática. Os produtos da fermentação são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico, além de gases, como hidrogênio, dióxido de carbono e metano. Seus principais benefícios podem ser atribuídos à manutenção da microbiota, facilitando a saída do volume fecal e diminuindo a incidência de doenças inflamatórias do intestino, além de reduzir o risco de câncer de intestino (WALTER et al., 2005).

No caso de indivíduos diabéticos, por exemplo, o consumo de carboidratos pode alterar a resposta glicêmica e insulinêmica. Dessa forma, alimentos lentamente digeridos ou com baixo índice glicêmico têm sido associados à melhoria no controle da doença. De acordo com os tipos de amido resistente, o AR de

rápida digestão a resposta glicêmica é definido como a diferença entre os valores de glicose obtida por hidrólise enzimática após 120 minutos e 20 minutos, assim, quanto maior foi o tempo de absorção menor será esta resposta (SALGADO et al., 2005).

A digestão ocorre mais acelerada em grânulos com alto teor de amilopectina, em razão das ramificações do glicano que auxiliam na ampliação da superfície exposta à hidrólise enzimática. Já em mantimento com alto teor de amilose, a reação glicêmica poderá ser menor em consequência da formação de complexos entre os ácidos orgânicos, lipídios e fatores antinutricionais. As fibras hidrossolúveis encontradas nos alimentos são provenientes de amido sendo capaz de diminuir a resposta glicêmica e insulinêmica pós-prandial e disfarçar os efeitos do AR. Esse fato ocorre devido ao retardo no ritmo de esvaziamento gástrico, resultante da capacidade de retenção de água das pectinas, gomas e β -glucanos. Em resposta ao aumento da viscosidade do meio, ocorre aumento da saciedade, menor taxa de absorção no intestino e decréscimo do índice glicêmico (SALGADO et al., 2005).

As características do AR sobre o metabolismo lipídico são em virtude da ação dos produtos, da fermentação e das características da microbiota intestinal. Pode-se citar, como exemplo, o ácido propiônico, que tem como função inibir a síntese de colesterol por um método ainda não conhecido.

As bactérias lácticas presentes na microbiota intestinal têm a capacidade de conjugar os ácidos biliares deixando-os menos solúveis em pH baixo. Este acontecimento causa a precipitação do colesterol junto com os ácidos biliares, tornando-os indisponíveis para reabsorção no fígado, sendo eliminados nas fezes. Deste modo, mais colesterol é requerido para a síntese de ácidos biliares no fígado, reduzindo os níveis de colesterol sérico (SALGADO et al., 2005).

O amido resistente também pode atuar no metabolismo lipídico provocando a redução nos níveis de colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade) e de triglicerídeos. Como este tipo de amido não consegue ser digerido no intestino delgado, ele contribui para o crescimento de micro-organismos probióticos. Por meio da fermentação, esses micro-organismos produzem ácidos graxos de cadeia curta, como o propionato e o butirato, e gases, como o carbônico e o metano, e reduzem o pH, o que provoca a transformação de ácidos biliares primários em metabólitos secundários. A importância de incluir carboidratos e proteínas na dieta favorece o crescimento dessas bactérias; os carboidratos favorecem as bifidobactérias que regulam a microbiota. Os substratos como butirato são importante para as células epiteliais do cólon. Sua maior produção pode prevenir doenças, incluindo colite ulcerativa. Já o propionato pode influenciar a gliconeogênese e a lipogênese hepáticas (SALGADO et al., 2005).

A excreção do colesterol também é favorecida pela presença dessas bactérias, que são capazes de absorver ácidos biliares, tornando-os menos solúveis em

pH baixo. Este processo induz à precipitação do colesterol junto com os ácidos biliares, tornando-os indisponíveis para reabsorção no fígado, sendo eliminados nas fezes. Além desses benefícios, o aumento do volume fecal provocado pelo amido resistente pode ser importante na prevenção da constipação, diverticulose e hemorroidas (WALTER et al., 2005).

3 Metodologia

Foram desenvolvidas duas formulações de empanados de frango com variáveis percentuais de biomassa de banana verde no ano de 2016. A biomassa foi produzida nos laboratórios na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Londrina. O peito de frango, sal, proteína de soja, tripolifosfato de sódio, cebola em pó, alho em pó, pimenta branca, açúcar, lactato de sódio e eritorbato de sódio (antioxidante) utilizados nas formulações foram adquiridos no comércio local da cidade de Londrina-PR.

3.1 Elaboração da biomassa de banana verde

A biomassa de banana verde foi obtida a partir da metodologia proposta por Ranieri e Delani (2014). Para a obtenção da biomassa, as bananas com as cascas foram lavadas com água e esponjas. Em seguida, foram cozidas imersas em água durante 20 minutos sob pressão. Após o cozimento, as cascas foram retiradas e a polpa foi processada em liquidificador industrial ainda quente até se formar uma pasta homogênea.

3.2. Elaboração dos empanados de frango

Os empanados de frango foram elaborados adaptando-se a formulação desenvolvida por Nunes et al. (2006). Na Tabela 2 estão descritas as proporções de cada ingrediente na formulação padrão, sendo que nas formulações contendo a biomassa de banana verde a proporção de substituição foi de 10 % e 25 % em relação à quantidade de peito de frango.

Para a elaboração dos empanados, os filés de frango foram desossados manualmente, a pele foi separada e utilizada como matéria-prima na sua própria elaboração. Os filés de peito e a pele foram congelados e moídos em moedor separadamente, em seguida a carne foi processada em misturadeira com os demais ingredientes por um período de 5 minutos. Em seguida, a massa foi moldada e seguiu para o empanamento, composto por “*predust*”, “*batter*” e “*breeding*”.

Tabela 2 – Formulação padrão dos empanados de frango

Ingredientes	Formulação Padrão (g)	Formulação A (g)	Formulação B (g)
Peito	780	702	585
Biomassa de banana verde	0	78	195
Pele	100	100	100
Água	80,2	80,2	80,2
Sal	11	11	11
Proteína de soja	10	10	10
Tripolifosfato de sódio	3,5	3,5	3,5
Cebola em pó	1,5	1,5	1,5
Alho em pó	1,0	1,0	1,0
Pimenta branca	0,3	0,3	0,3
Açúcar	2,0	2,0	2,0
Lactato de sódio	8,0	8,0	8,0
Eritorbato de sódio	2,5	2,5	2,5

Fonte: Nunes et al., 2006.

Na etapa do *predust*, conhecido como o pré-enfarinhamento, foi utilizada a farinha de trigo. A massa moldada foi recoberta com a farinha de trigo e levada à imersão em *batter*, que é uma mistura composta de água, farinhas de trigo e milho e condimentos. Após esta etapa, a massa cárnea recebeu uma camada de empanamento denominada de *breeding* constituída de farinha de rosca.

Os empanados sofreram uma pré-fritura em gordura vegetal a 180 °C durante 1 minuto. Após a pré-fritura, os produtos foram congelados e armazenados para posterior avaliação sensorial.

3.3 Análises microbiológicas

O peito de frango e os empanados de frango das três formulações foram submetidos às análises de *Salmonella spp.*, coliformes totais e termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positiva, baseadas na Instrução Normativa n. 62 do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

3.4 Análises de composição proximal

Foram conduzidas de acordo com os métodos da AOAC (1995), sendo realizadas nas formulações padrão, A e B e na biomassa de banana verde. As análises realizadas foram de umidade, cinzas (resíduos por incineração), proteínas, lipídeos e carboidratos totais (por diferença).

3.5 Análise sensorial

A avaliação sensorial de cada formulação foi realizada com 50 provadores não treinados, sendo alunos e servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina. Estes avaliaram o produto por meio de uma ficha, quanto aos atributos cor, textura, sabor, aroma e aceitação global com uma escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, onde 10 corresponde a “gostei muitíssimo” e 0, “desgostei muitíssimo”; as amostras foram codificadas com números de três algarismos. O teste de aceitação foi realizado com as formulações visando avaliar se as mesmas seriam aceitas no mercado. A escala hedônica utilizada foi de 10 pontos, de acordo com a proposta de Villanueva (2003), conforme Figura 1. Para cada formulação, levantou-se os dados de cor, sabor, textura e aceitação global.

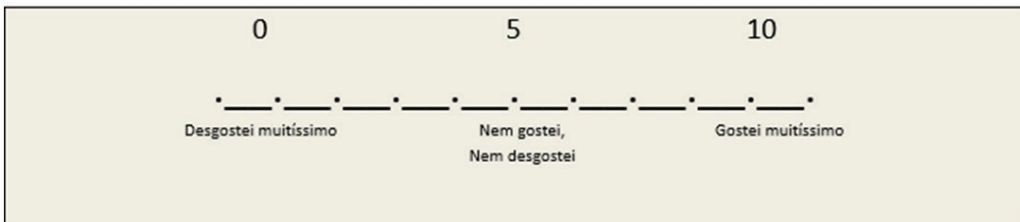


Figura 1 – Escala hedônica utilizada para o teste sensorial

Fonte: Adaptada de Villanueva (2003)

Para servir as amostras, foram utilizadas cabines individuais, com espaço suficiente para acomodar confortavelmente o provador e as amostras. A iluminação foi com luz natural. Este projeto foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), aprovado sob o número CAAE 55566216.0.0000.5547. Os resultados de todas as análises foram avaliados pelo *software Statistica 10.0*, utilizando análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias *Tukey* ao nível de 5% de significância.

4 Resultados e discussão

Os dados obtidos no estudo são apresentados, comentados e interpretados com o auxílio de alguns exemplos.

4.1 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas estão de acordo com os limites estabelecidos na legislação vigente RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001a). Os empanados de frango produzidos podem ser consumidos sem representar risco aos consumidores, conforme os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação das análises microbiológicas nas formulações de empanados de frango

Formulações	Análises		
	Coliformes a 45°C/g	<i>Staphylococcus Coagulase Positiva</i> /g	<i>Salmonella spp.</i> 25g
Biomassa de banana verde	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ²	Ausente
Padrão	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹	Ausente
Formulação A	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹	Ausente
Formulação B	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ²	Ausente

Fonte: Autoria própria.

4.2 Análises de composição proximal

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise da composição proximal das formulações, onde se pode observar que a umidade do empanado de frango padrão, formulação A e formulação B foi de 49,58+0,72%, 49,45+0,42% e 41,33+0,61%, respectivamente. Em um estudo realizado por Pires et al. (2009), as médias de umidade para *nuggets* fritos em óleo de soja foi de 44,69% e, em outro estudo de Lima et al. (2012), a banana *in natura* apresentou um teor de umidade de 71,77%. Assim, os valores de umidade do empanado apresentados na Tabela 4 mostram-se maior que os relatados em literatura, podendo ser justificado pelo maior percentual de umidade (78,04%) existente na banana *in natura* deste estudo (Tabela 5). O menor teor de umidade da formulação B em relação às formulações A e padrão pode ter ocorrido devido ao maior tempo de exposição no óleo do que o estabelecido para cocção do empanado.

Tabela 4 – Avaliação da composição proximal nas formulações de empanado de frango

Formula- ções	Análises (%)				Carboidratos Totais*
	Umidade*	Cinzas*	Proteínas*	Lipídios*	
Padrão	49,58 ± 0,72 ^a	2,49 ± 0,37 ^a	18,04 ± 0,58 ^c	13,38 ± 0,90 ^a	16,51
Formulação A	49,45 ± 0,42 ^a	2,58 ± 0,15 ^a	20,25 ± 0,43 ^b	8,53 ± 0,43 ^b	19,19
Formulação B	41,33 ± 0,61 ^b	2,58 ± 0,09 ^a	24,70 ± 0,51 ^a	8,56 ± 1,04 ^c	22,83

* Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, onde se diferiram entre si pelo teste de Tukey, (p. 0,05). Carboidratos calculados por diferença. Formulação A: substituição de 10% de peito de frango por biomassa de banana verde. Formulação B: substituição de 25% de peito de frango por biomassa de banana verde.

Fonte: Autoria própria.

Nos teores de cinzas, não houve diferença significativa entre as amostras, porém nos estudos realizados por Souza (2013), o valor de cinzas foi de 3,66%, sendo maior do que os encontrados neste estudo. No entanto, deve-se observar a porcentagem de cinzas avaliada na biomassa de banana verde de 1,16% de acordo com a Tabela 5, contribuindo para a diminuição dos valores de cinzas do produto final apresentados na Tabela 4.

Os valores de lipídios apresentados em literatura por Pires et al. (2009) para empanados de frango foi de 17,25%, maiores do que os demonstrados na Tabela 4. Contudo, observou-se que a presença do amido resistente na elaboração de empanados de frango é interessante tanto para a indústria de alimentos como para o consumidor, uma vez que o amido resistente pode ser utilizado na elaboração de produtos com reduzido teor de lipídios.

Os teores de carboidratos apresentados na Tabela 4 encontram-se dentro do limite máximo estabelecido pela Instrução Normativa n. 6 (BRASIL, 2001a), uma vez que essa preconiza um teor máximo de 30%. Observou-se que houve aumento gradativo da quantidade de carboidratos devido à maior adição de biomassa de banana verde.

Tabela 5 – Avaliação da análise proximal da biomassa de banana verde

Formula- ções	Análises (%)				Carboidratos totais*
	Umidade*	Cinzas*	Proteínas*	Lipídios*	
Biomassa de banana	78,04 ± 1,11	1,16 ± 0,14	2,01 ± 0,43	1,32 ± 0,21	17,47

* Média em triplicata ± desvio padrão. Carboidrato calculado por diferença.

Fonte: Autoria própria.

4.3 Análise sensorial

A avaliação da análise sensorial dos empanados desenvolvidos é apresentada na Tabela 6, onde se pode observar que não houve diferença significativa nos atributos estudados.

Tabela 6 – Avaliação da análise sensorial dos empanados de frango com adição de biomassa de banana verde

Formulações	Análise sensorial				
	Cor*	Aroma*	Sabor*	Textura*	Aceitação global*
Padrão	8,54 ± 1,25 ^a	8,52 ± 1,44 ^a	8,83 ± 1,33 ^a	8,56 ± 1,66 ^a	8,70 ± 1,08 ^a
Formulação A	7,97 ± 2,04 ^a	8,49 ± 1,18 ^a	8,46 ± 1,29 ^a	8,04 ± 1,77 ^a	8,40 ± 1,35 ^a
Formulação B	7,54 ± 1,68 ^a	7,50 ± 1,75 ^a	8,07 ± 1,74 ^a	8,16 ± 1,71 ^a	7,95 ± 1,61 ^a

* Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, (p. 0,05). Carboidratos calculados por diferença. Formulação A: substituição de 10% de peito de frango por biomassa de banana verde. Formulação B: substituição de 25% de peito de frango por biomassa de banana verde.

Fonte: Autoria própria.

Foram desenvolvidas três formulações de empanados de frango enriquecidos com biomassa de banana verde, avaliando os atributos de cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, cujo mais aceito foi o padrão, com 8,63 em relação à média de todos os atributos, seguindo da formulação de A% e B% com 8,27 e 7,84, respectivamente.

5 Conclusão

O empanado de frango com a adição da biomassa de banana verde se mostrou um alimento seguro do ponto de vista microbiológico e foi bem aceito sensorialmente pelos consumidores. Desse modo, a transformação da banana verde cozida em subprodutos como a biomassa adicionada à produtos industrializados representa uma alternativa viável e saudável para a alimentação humana.

Referências

AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16. ed. Arlington: AOAC, 1995.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 6, de 15 de fevereiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados – Anexo III. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2001a.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2001b.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. Aprova os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2003.
- BARBUT, S. Battering and breading. In: **Poultry products processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 289-315.
- CARDENETTE, G. H. L. **Produtos derivados de banana verde (*Musa spp.*) e sua influência na tolerância à glicose e na fermentação colônica**. 2006. 180f. Tese (Doutorado em Nutrição Experimental) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- DIAS, A. R. et. al. Massa de empada sem glúten e sem leite enriquecido com biomassa de banana verde. **Nutrição Brasil**, Brasília, v. 10, n. 3, mai.-jun. 2013.
- DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 5, n. 1, p. 33-49, jan.-abr. 2009.
- FASOLIN, L. H. et. al. Biscoito produzido com farinha de banana: avaliações químicas, físicas e sensoriais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 524-529, jul.-set. 2007.
- FRANCISCO, C. D. et al. Caracterização do consumidor de carne de frango da cidade de Porto Alegre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 253-258, jan.-fev. 2007.
- IZIDORO, D. R. **Influência da polpa de banana (*musa cavendishii*) verde no comportamento reológico, sensorial e físico-químico de emulsão**. 2007. 167f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

- KOMIYAMA, C. M. et al. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 38-45, jan.-mar. 2009.
- LIMA, A. P. B et al. Avaliação das características físico-química de banana desidratadas. In: **VII Connepi**. Tocantins, 2012.
- LOBO, A. R; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 16, n. 2, abr.-jun. 2003.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislações e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.
- NUNES, T. P. et al. Aceitação sensorial de reestruturados empanados elaborados com filé de peito de galinhas matrizes de corte e poedeiras comerciais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 841-846, out.-dez. 2006.
- OI, R. K.; MORAES JÚNIOR, D.; TAMBOURGI, E. B. Estudo de viabilidade da secagem da biomassa da banana verde em Spray Dryer rotativo. **Exacta**, v. 8, n. 2, p. 185-191, 2010.
- _____. Estudo de viabilidade para produção da farinha de banana verde em Spray Dryer. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 317-322, 2012.
- ORMENESE, R. C. S. C. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. 2010. 182f. Tese (Doutorado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- PIRES, T. F. et al. Estabilidade de óleos de soja e arroz utilizados em processos de fritura de 116 nuggets de frango. In: **XI ENPOS: I Mostra Científica**. Pelotas: UFPel, 2009.
- RANIERI, L. M.; DELANI, T. C. O. Banana verde (*Musa* spp): obtenção da biomassa e ações fisiológicas do amido resistente. **Revista UNINGÁ**, v. 20, n. 3, p. 43-49, out.-dez. 2014.

- SALGADO, S. M.; FARO, Z. P.; GUERRA, N. B.; LIVERA, A.V. S. Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 109-122, jan.-jun. 2005.
- SANTOS, J. C.; SILVA, A. N.; BARBOSA JUNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010.
- SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Processamento da carne de frango**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão Boletim Técnico – PIE-UFES: 02107 – Editado: 15/10/2007.
- SILVA, J. M.; PAULA, N. M. **Alterações no padrão de consumo de alimentos no Brasil após o plano real**. 12 de novembro de 2003. Disponível em: <http://www.peteconomia.ufpr.br/banco_de_arquivos/00015_artigo%20evinvi%20Joselis.pdf>. Acesso em: 27 out. 2015.
- SOUZA, P. S. **Avaliação da composição centesimal de empanados de frango do tipo “nuggets” submetidos a diferentes processamentos térmicos e aquele proveniente de redes de “fastfood”**. 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- 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. 140f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos e Nutrição) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.
- WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, jul.-ago. 2005.

Caracterização físico-química do mel da abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

Any Ellen Prestes Lopes

Lúcia Felicidade Dias

1 Introdução

O mel resulta da desidratação e transformação do néctar, podendo ser oriundo de uma determinada planta e variar de acordo com os fatores que influenciam a produção e a concentração de néctar e, ainda, com a concentração e proporções de seus carboidratos, com a quantidade de flores da área e com o número de dias em que as flores estão secretando néctar (CRANE, 1975). As abelhas são criadas para a produção de mel, cera, pólen e própolis, entretanto, a sua importância principal dentro de um ecossistema é a função de polinização das flores e, conseqüentemente, produção de sementes e frutos (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996).

Os meliponíneos, popularmente conhecidos como abelhas indígenas sem ferrão, são abelhas que se encontram ameaçadas de extinção devido às alterações de seus ambientes, causadas principalmente pelo desmatamento, uso indiscriminado de agrotóxico e pela ação predatória de meliíros. Sabe-se que estas abelhas são responsáveis por 40 a 90 % da polinização das árvores nativas, sendo as restantes polinizadas pelas abelhas solitárias, borboletas, coleópteros, morcegos, aves, alguns mamíferos, água, vento e abelhas africanizadas (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996).

As abelhas meliponíneas reúnem-se nas abelhas da superfamília Apoidea. No Brasil, as mais conhecidas são as da subfamília Meliponinae cuja a espécie Jataí (*Tetragonisca angustula*) é uma das mais conhecidas na América Tropical. É uma das abelhas mais limpas que existe e das espécies é a mais adaptável em relação ao hábito de nidificação, podendo ser encontrada nas grandes e pequenas cidades, florestas virgens, capoeiras, cerrados, moirões de cerca, paredões de pedra, ambientes naturais ou pouco explorados e comumente encontra-se em ocós de árvores (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas sem ferrão são responsáveis pela polinização, conseqüentemente diversificação da flora e produção de alimentos e mel com qualidade superior. O mel oriundo de abelhas Jataí apresenta sabor e aroma genuíno, trata-se de um produto nobre com características especiais que variam conforme região e flora das quais se alimentam.

A produção de mel dos meliponíneos como alimento, especialmente a abelha Jataí, são promissoras, pois atende aos anseios da sociedade que busca alimentos saudáveis e estão associadas a propriedades medicinais. Além disso, são uma alternativa de renda ao homem do campo, já que o mel possui valor agregado devido à baixa produção e características próprias. Entretanto, para que o mel de meliponíneos alcance êxito com reconhecimento nacional e internacional, são necessárias mais pesquisas, cuja finalidade é a obtenção de resultados sobre suas características, a fim de garantir dados consistentes a permitir uma legislação específica para abelhas sem ferrão e diferenciada da existente, que contempla apenas o mel de *Apis mellifera*.

O Brasil apresenta grande potencial de produção de mel de meliponíneos. Sendo assim, o principal objetivo deste estudo foi a obtenção das características físico-químicas do mel de abelha Jataí, cuja espécie é potencialmente produtora, e os esforços nas pesquisas são de extrema importância, devendo ser intensificados para que se possa obter um padrão específico e coerente para este produto.

2 Mel

O mel é definido como um alimento proveniente de abelhas melíferas as quais podem utilizar o néctar das flores (mel de flores) ou secreções procedentes das partes vivas das plantas e excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre as partes vivas destas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, onde são armazenados e maturados nos favos das colmeias (mel de melato). O mel pode ser classificado a partir da forma de extração do favo, podendo ser um mel escorrido, prensado ou centrifugado, bem como seu estado de apresentação podendo ser um mel líquido, cristalizado ou semicristalizado, mel em favos, mel com pedaços de favo e mel filtrado (BRASIL, 2000).

Os constituintes do mel são dependentes de fatores como condições climáticas, néctar, apicultor, manejo e a espécie da abelha que o produz, sendo a espécie o principal determinante de sua composição (CARVALHO et. al., 2005).

A composição majoritária do mel é glicose e frutose, porém, possui outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos, grãos de pólen e cera de abelhas oriundos do processo de extração (BRASIL, 2000). A busca pela qualidade e a tendência de consumo de

alimentos saudáveis coloca o mel em um patamar de consumo significativo já que é natural e de alto valor nutritivo (SEBRAE, 2014).

2.1 Abelhas sem ferrão (meliponíneos)

Em todo o mundo, estimam-se que há 20 mil espécies de abelhas que polinizam plantas floríferas; estas são estimadas em mais de 225 mil espécies, sendo uma grande parte contribuinte para as abelhas visitarem regularmente, cujas colônias possuem milhares de indivíduos (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

As abelhas podem ser classificadas em duas categorias, apicultura e meliponicultura. A apicultura contempla o manejo de espécies da abelha *Apis mellifera*. A meliponicultura é o manejo de abelhas indígenas sem ferrão (meliponíneos), cuja atividade visa à obtenção de mel (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas sem ferrão são vertentes de açúcar ao homem desde o período pré-colombiano no continente Americano. Além disso, o mel possui até hoje propriedades medicinais. Essas abelhas são habitantes dos trópicos, sendo que na América Latina existem aproximadamente 300 espécies, a maioria delas produtoras de méis de grande aceitação, principalmente nas regiões produtoras (CARVALHO et. al., 2005). No Brasil existem cerca de 300 espécies de abelhas indígenas sem ferrão espalhadas por todo o território nacional (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas meliponíneas reúnem-se nas abelhas da superfamília Apoidea; no território brasileiro as mais conhecidas são as da subfamília Meliponinae, borá (*Tetragona clavicepes*), jataí (*Tetragonisca angustula*), Jandaíra (*Melipona subnitida*), Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), mirins (*Plebéia SP*) e urucu nordestina (*Meliponascutellaris*) (NOGUEIRA-NETO, 1997). As abelhas sem ferrão são responsáveis pela reprodução de 40% a 90% de vegetais dependentes da polinização cruzada em florestas tropicais (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; AIDAR, 1997).

O Brasil apresenta uma variedade de espécies de abelhas nativas potencialmente produtivas, pois estão aptas às condições climáticas e florísticas, e apresentam uma alta procura no mercado mesmo tendo um valor mais elevado que o mel de *Apis mellifera* (CARVALHO et. al., 2005). Devido às características especiais de adaptação, polinização das florestas, cultura e realidade, podem ser inseridas em vegetação natural, plantios florestais, fruticultura, culturas de ciclo curto e ainda podem ser grandes agentes de diversificação da vegetação, pois com seu serviço de polinização contribuem para o aumento da produção agrícola, originando frutos maiores e de maior qualidade. As características do aroma e sabor do mel são únicas, sendo influenciadas conforme espécie da abelha e florada consumida, apresentando um mercado de grandes oportunidades devido ao valor agregado ao produto (VENTURIERI, 2008).

Estudos realizados mostram que é possível afirmar que o mel de abelhas sem ferrão diferencia-se das abelhas africanizadas principalmente quanto à umidade. O teor de umidade elevado torna o mel menos denso que o mel de abelhas africanizadas, logo, é o parâmetro de maior diferença significativa, mas outros parâmetros necessitam de estudos, uma vez que existem poucas informações disponíveis na literatura (BEZERRA, 2002). Contudo, surgem dificuldades na sua comercialização pela falta de padrões de qualidade, pois a legislação brasileira que se refere ao mel é baseada em padrões internacionais, não contemplando as abelhas sem ferrão (CARVALHO et. al., 2005).

A busca na caracterização do mel de meliponíneos tem sido a fonte de diversas pesquisas, cuja finalidade é a busca da garantia da qualidade do mel e definições de parâmetros físico-químicos, auxiliando nas estratégias de comercialização, com consequência direta sobre manejo e desenvolvimento da criação, exploração e preservação da espécie (SOUZA, 2007).

2.2 Abelha jataí (*Tetragonisca angustula*)

A abelha *Tetragonisca angustula* é uma abelha sem ferrão, popularmente conhecida como Jataí. As abelhas sem ferrão são caracterizadas deste modo por possuírem ferrão atrofiado (NOGUEIRA-NETO 1997). Segundo Godói (1989) a palavra “jataí” é de origem indígena e vem da língua tupi “yatai”. Melipona é palavra de origem grega, *méli* = mel, *pónos* = trabalho. Pertencem à família dos meliponíneos, originários no oeste do continente Gondwana e presentes nas regiões tropicais e temperados subtropical do planeta, sendo as mais conhecidas na América Tropical, vivendo desde Missiones na Argentina, até o sul do México (NOGUEIRA-NETO 1997).

As abelhas Jataí são de pequeno porte, encontradas em praticamente todo o território brasileiro em altitudes acima de 500 metros. Produzem mel de excepcionais qualidades: fino, suave, levemente azedo, que o diferem dos outros méis (GODOI, 1989). Possuem o maior potencial como agente polinizador de flores não polinizadas pela *Apis mellifera*, não são abelhas agressivas, o que contribui para seu manejo, e são consideradas mais limpas, tanto no que diz respeito ao alimento consumido quanto na construção do ninho e na organização na separação do pólen, que é armazenado junto com as reservas alimentares de mel em potes de cerume que se encontram externamente à cria. Seu habitat é naturalmente os estados do Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Rio de Janeiro, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo e sua produtividade é de 0,5 a 1,5 L de mel/ano (NOGUEIRA-NETO, 1997).

A facilidade de encontrar abelhas jataí está na capacidade de construírem seus ninhos em ocos e cavidades, que vão desde troncos de árvores até paredes de tijolos. A entrada do ninho conta com um orifício de cera pelo qual as abelhas

entram e saem, constituindo uma estratégia de defesa das abelhas, sendo o mel deste tipo de abelha um dos mais apreciados (VENTURIERI, 2008).

2.3 Parâmetros físico-químicos do mel

Os parâmetros físico-químicos do mel são dependentes dos componentes do néctar de cada espécie vegetal produtora que as abelhas se alimentam, o qual confere características específicas para o produto (WHITE JÚNIOR, 1979). A composição físico-química do mel obtido de abelha sem ferrão é pouco conhecida devido à grande diversidade de flora que estas podem se alimentar e a baixa quantidade de mel que produzem, que está relacionada com as características das espécies (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

O mel possui seus parâmetros físico-químicos definidos pela Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000, conforme Tabela 1. No presente trabalho, analisou-se a composição físico-química do mel, por meio de dos seguintes parâmetros: acidez total e titulável, açúcares redutores, minerais (cinzas), pH, sacarose, sólidos insolúveis em água, testes de adulterantes (Fiehe, Lund, Lugol) e umidade, sendo todos os procedimentos utilizados de acordo com a legislação que regulamenta a identidade e requisitos mínimos de qualidade do mel destinado ao consumo humano direto (BRASIL, 2000). A legislação brasileira de mel (BRASIL, 2000) baseia-se na legislação europeia, contemplando apenas os parâmetros físico-químicos do mel da *Apis mellifera*, não contemplando o mel de meliponíneos que se diferem principalmente quanto à umidade que se apresenta bastante elevada, apresentando um mel menos denso que o mel das abelhas africanizadas (AZEREDO; AZEREDO; BESER, 2000).

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos preconizados pela legislação brasileira para mel floral

Parâmetros físico-químicos	Limites
Umidade (%)	Máximo de 20,00
HMF (mg/kg)	Máximo de 60,00
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,00
Sacarose (%)	Máximo de 6,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60
Condutividade elétrica (m S. cm)	Máxima de 800,00
Acidez (meq/kg)	Máximo de 50,00
Cor	de quase incolor a pardo-escuro
Atividade diastásica (mg/Kg)	Mínimo 8 escala de Gothe ou 3 HMF inferior a 15

Fonte: Brasil (2000).

O mel de Jataí não é contemplado na legislação (BRASIL, 2000), sendo assim, o objeto de estudo deste trabalho é a obtenção de resultados, os quais serão comparados a estudos correlatos, com intuito de padronização, seja por órgãos oficiais nacionais ou internacionais, a fim de contribuir para o conhecimento do produto e, ao mesmo tempo, garantir a qualidade e fiscalização do mel de abelhas sem ferrão (CARVALHO et. al., 2005).

2.3.1 Acidez

A acidez é de extrema importância como parâmetro de qualidade do mel, pois contribui para estabilidade, atuando como inibidor de micro-organismos, além de atuar como indicador de formas inadequadas de armazenamento e início de processo fermentativo (CORNEJO, 1988).

Diversos fatores podem vir a influenciar na acidez do mel, como a presença de ácidos orgânicos e inorgânicos encontrados tanto nas plantas utilizadas pelas abelhas, como também na secreção produzida pelas próprias abelhas, sendo que a ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico é o principal composto ácido do mel e, segundo Pamplona (1989), tende a aumentar no decorrer de seu armazenamento, pois permanece em atividade no mel, o peróxido de hidrogênio (capaz de proteger o mel contra a decomposição bacteriana), presença de bactérias no processo de maturação e quantidade de minerais presentes (HORN, 1996). A legislação brasileira determina acidez máxima de 50 meq/Kg para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000).

2.3.2 Açúcares redutores

Os açúcares redutores são majoritários no mel, representam de 85% a 95% dos carboidratos, onde 80% são monossacarídeos (frutose e glicose), 20% compreendem os dissacarídeos (sacarose e maltose) (WHITE JÚNIOR, 1979). Os monossacarídeos, como a glicose, por apresentarem baixa solubilidade, determinam a tendência à cristalização do mel; já a frutose determina a doçura em razão da alta higroscopicidade. Méis com altas taxas de frutose podem permanecer líquidos por longos períodos ou nunca cristalizar (HORN, 1996).

Os açúcares são responsáveis pela conservação do mel, já que a pressão osmótica que exercem impede que leveduras e outros micro-organismos se desenvolvam (SILVA, 2006). De acordo com a legislação, a quantidade de açúcares redutores para mel floral é de no mínimo 65 g/100 g de mel e no mel de melato mínimo de 60 g/100 g de mel (BRASIL, 2000).

2.3.3 Cinzas

A determinação de cinzas representa a quantidade de minerais contidos no mel. No mel de meliponíneos, as cinzas se apresentam em proporções baixas, cerca 0,1% a 1,0%, podendo ser utilizadas como parâmetro de qualidade do produto, já que permitem conhecer a origem botânica do mel, se a matéria-prima utilizada na produção do mel adotou de boas práticas na coleta, higiene adequada e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo meliponicultor, pois os minerais permanecem nas cinzas após a incineração (CARVALHO et. al., 2005; EVANGELISTA-RODRIGUES, 2005; LACHMAN et. al., 2007). Apesar de a porcentagem de minerais presente no mel não ser significativa, diversos deles já foram identificados, tanto essenciais como não essenciais para o organismo, como estes: Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Titânio (Ti), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Lítio (Li), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Estanho (Sn), Zinco (Zn), Ósmio (Os), Bário (Ba), Gálio (Ga), Bismuto (Bi), Prata (Ag), Ouro (Au), Germânio (Ge), Estrôncio (Sr), Berílio (Be) e Vanádio (V) (WHITE JÚNIOR, 1979).

Os minerais ainda possuem influência sobre a coloração do mel, estando presentes em maior concentração nos méis escuros em comparação com os méis claros (ORTIZ-VALBUENA, 1988). A porcentagem de minerais no mel pode ainda indicar poluição ambiental e estabelecer a procedência geográfica do mel (ANKLAM, 1998). A legislação estipula máximos permitidos para mel de floral 0,6 % e em mel de melato 1,0 % (BRASIL, 2000).

2.3.4 pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é referente aos íons hidrogênio presentes em uma solução e é um parâmetro antimicrobiano, já que promove maior estabilidade frente ao desenvolvimento de micro-organismos (NOGUEIRA-NETO, 1997). O pH no mel pode estar diretamente relacionado com a composição floral nas áreas de coleta e pelas condições de solos, além de ser influenciado pelo pH do néctar e substâncias presentes nas mandíbulas das abelhas, que no transporte do mel até a colmeia misturam-se ao néctar, alterando o valor de pH (CRANE, 1983; CAMPOS; GOIS; CARNEIRO, 2010). Valores alterados de pH podem indicar fermentação ou adulteração, já que o mel é um alimento ácido por possuir pH médio de 3,9, e esta acidez é importante na preservação, atuando como inibidor de micro-organismos, principalmente os patogênicos, além de realçar seu sabor (CRANE, 1983). Os méis brasileiros de meliponíneos têm o valor de pH variando 3,20 a 4,80 (CORTOPASSI-LAURINO; GELLI, 1991).

Os parâmetros de pH não são preconizados na legislação brasileira (BRASIL, 2000), pois não se considera o pH como fator de qualidade do mel. Contudo esta característica é sempre analisada a fim de prever e confirmar o teor de acidez no mel.

2.3.5 Sacarose aparente

A sacarose é um açúcar não redutor, um dissacarídeo que representa em média 2 a 3% dos carboidratos do mel. Valores superiores a este de açúcar significam que o mel está verde, e isso está relacionado a uma colheita prematura, pois a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose, já que a sacarose é um açúcar redutor, passível de hidrólise por meio de ácidos diluídos ou enzimas (invertase) ou adulterado (VIDAL; FREGOSI, 1984). Sendo assim, a determinação de sacarose aparente mede os açúcares não redutores e, segundo a legislação para o mel floral, deve ser de no máximo 6% de mel e, para o mel de melato, de no máximo 15% (BRASIL, 2000).

2.3.6 Sólidos insolúveis em água

Os sólidos insolúveis fazem referência à insolubilidade de impurezas em água que estão contidas no mel e podem ser oriundos de cera, fragmentos de insetos, plantas, grãos de pólen, processamento ao qual foi submetido e outros componentes normais do sedimento do mel. Logo, esta análise está relacionada às boas práticas na coleta do mel, ou seja, é um indicador de pureza e está estritamente relacionada ao processamento adequado.

A identificação de sólidos solúveis se dá pelas impurezas da amostra que ficaram retidas na filtração, onde a legislação preconiza o máximo de 0,1% em mel de flores e 0,5% em mel prensado (BRASIL, 2000).

2.3.7 Umidade

A água é o segundo maior constituinte do mel, variando de 15% a 21% para mel de *Apis mellifera*, mas para mel de abelhas sem ferrão pode variar de 20% a 45%, a depender de clima, região, estação do ano, origem floral, condições de coleta e do armazenamento que devem ser de acordo com as boas práticas de fabricação, para não tornar o mel propício à fermentação. Por isso, se faz necessárias condições rígidas de higiene durante sua manipulação e acondicionamento devido à higroscopicidade (CARVALHO et. al., 2005).

Os micro-organismos tolerantes ao açúcar, presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento podem propiciar a fermentação do mel quando o teor de água for muito elevado, sendo assim, o índice

de umidade é uma das características mais importantes no mel, pois influencia na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor e conservação (MARCHINI et al., 2004). Um aspecto importante que afeta negativamente o teor de umidade e compromete a qualidade do produto é a colheita antes da maturação completa do mel, já que o teor de água na composição do mel é muito importante para a vida útil do produto durante a estocagem (COSTA et al., 1999).

A legislação admite umidade máxima de 20% para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000), não contemplando o mel de abelha jataí, conforme cita Carvalho et al. (2005), já que este mel apresenta valores de umidade entre 20 a 45%.

2.3.8 Testes de adulterantes

Os testes de adulterantes são realizados com a finalidade de identificar fraudes por adição de soluções açucaradas, como xarope de milho, xarope de açúcar, xarope de açúcar invertido de beterraba e cana-de-açúcar aquecido, cuja finalidade é dar “corpo”, melado, amido e até mesmo edulcorantes; para melhorar o aspecto da cor do mel, adiciona-se iodo e aditivos químicos (COUTINHO, 2006; BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

As adulterações ocorrem durante o beneficiamento do mel e podem ser realizadas no momento da filtração, centrifugação ou decantação, sendo propiciados principalmente quando a produção está reduzida, ou pelo mel ter passado muito tempo estocado ocorrendo o processo de cristalização devido à umidade e modo de produção. Para deixar este mel líquido e viscoso, os fraudadores o submetem ao aquecimento, que interfere na qualidade e altera a composição do produto final (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). As fraudes são efetuadas por meleiros ou falsos apicultores, mas também por técnicas refinadas, que por meio de açúcares monossacarídeos em percentuais próximos a 50% impossibilitam a detecção da fraude (SILVA, 2006).

A reação de Fiehe busca identificar adulteração no mel por utilização de aquecimento em banho-maria, adição de xaropes de açúcar ou condições inadequadas de acondicionamento. A reação de Fiehe parte do princípio do qual o produto de desidratação da frutose, que ocorre quando houver inversão de sacarose em meio ácido, reage com a resorcina, originando um composto de condensação de coloração vermelha (CORNEJO, 1988). Quando ocorre a formação da cor pode-se concluir que o mel está adulterado.

A reação de Lugol está relacionada à pureza do mel, utilizando iodo e iodeto de potássio (Lugol), que na presença de amido e dextrinas no mel é responsável pela formação de cor característica. O princípio da técnica baseia-se na reação colorimétrica e complexométrica com o iodo (solução de Lugol). A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas presentes na glicose

comercial (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007). Logo, para estar de acordo com a legislação, não pode apresentar coloração avermelhada.

A reação de Lund tem como princípio a indicação da presença de albuminóides, que são componentes normais do mel, ou seja, a precipitação das proteínas em presença de ácido tânico, com a finalidade de indicar se o mel está íntegro, se foi mal processado ou contém resíduos não desejáveis (BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

A legislação preconiza que em mel puro deverá se formar um precipitado de 0,6 mL a 3 mL. Quando o mel estiver adulterado não haverá um precipitado ou quando existir será mínimo (BRASIL, 2000).

3 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de cunho experimental com a finalidade de obter as características físico-químicas (acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis, testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund) e umidade) do mel de abelha Jataí. As amostras de mel *in natura* foram coletadas em maio de 2014 na propriedade rural Riveda, localizada no distrito de Felisberto na cidade de Curiúva-PR, apresentando latitude $24^{\circ}02'49.8''$ S, longitude $50^{\circ}38'18.4''$ W e altitude de 625 m em nível do mar (Figura 1).



Figura 1 – Mapa da localização do distrito de Felisberto da cidade de Curiúva, estado do Paraná

Fonte: Maphill (2015)

A área de coleta do mel é circundada por plantação de amora, plantas frutíferas, mata nativa, plantação de eucalipto, pastagem, mandioca, soja, aveia e milho, sendo estas quatro últimas sujeitas à rotação de cultura (Figura 2).



Figura 2 – Local de coleta do mel no distrito de Felisberto-Curiúva-Paraná

Fonte: Googlemaps (2015)

3.1 Coleta e análise do mel

Utilizando-se das boas práticas de coleta, as amostras foram obtidas de quatro caixas pelo modo tradicional por prensagem, com auxílio de uma bacia, garfo e faca de inox e peneira de nylon para filtração; o mel foi acondicionado em frascos de vidro estéreis de 500 mL, os quais foram identificados e mantidos sob refrigeração 8 ± 4 °C. Após 24 h algumas partículas inerentes, como pólen e cera, imergiram à superfície, sendo retiradas com auxílio de uma colher para a posterior realização das análises físico-químicas em sextuplicata. As análises de acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis, testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund) e umidade, foram executadas nos laboratórios de Análise de Alimentos e de Métodos Instrumentais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – campus Londrina, de acordo com metodologias oficiais, descritas nos itens subsequentes.

3.1.1 Acidez

A determinação da acidez baseou-se na neutralização dos compostos ácidos presentes no mel a partir de uma titulação simples com hidróxido de sódio e indicador fenolftaleína, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Para determinação em balança eletrônica *Analytical Scale* modelo A220, pesou-se 2,0 g de mel em um erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 50 mL de água destilada até completa dissolução da amostra e 3 gotas de fenolftaleína 1%, titulando-se com NaOH 0,01 mol/L padrão até a obtenção de uma coloração rósea persistente por 30 segundos.

Para obtenção dos resultados, foi utilizado o cálculo abaixo:

$$\text{Acidez meq/Kg} = V \times M \times 1000/P$$

V = volume em mL da solução de NaOH gasto na titulação

M = concentração em mol/L da solução de NaOH

P = peso da amostra em gramas

3.1.2 Açúcares redutores

Os açúcares redutores têm a capacidade de reduzir um volume conhecido do reagente de cobre alcalino (solução de Fehling), passando de Cobre II para Cobre I (redução de íons cúpricos em cuprosos), sendo que os açúcares são oxidados a ácidos orgânicos (ALMEIDA-ANACLETO, 2007). O ponto final é indicado pelo azul de metileno, que é reduzido a sua forma leuco por um pequeno excesso de açúcar redutor de acordo com as Normas Analíticas do Laboratório Nacional de Referência Animal, 1981.

Em balança eletrônica *Analytical Scale* modelo A220, pesou-se 20 g de amostra de mel em um béquer de 100 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e, com o auxílio de um bastão de vidro, homogeneizou-se e transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL (solução mãe ou estoque), lavou-se bem o bastão de vidro e o béquer e completou-se o volume do balão até o menisco. Desta solução foi retirado 2 mL (0,4 g), que corresponde a 20% da solução de mel e colocou-se em balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume até o menisco. Esta solução obtida foi transferida para uma bureta de 25 mL para posterior titulação. Em um erlenmeyer de 250 mL, com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, pipetou-se cada uma das soluções de Fehling A e B e foram adicionados 40 mL de água destilada; em seguida, foi aquecido sobre placa aquecedora até atingir ebulição, logo, foi iniciado o gotejamento da

solução da amostra da bureta até o líquido sobrenadante ter ficado levemente azulado. Mantendo-se a ebulição, foram adicionadas duas gotas de solução de azul de metileno 1% e continuou-se gotejando até descoloração do indicador e aparecimento de um precipitado vermelho tijolo no fundo do erlenmeyer. O tempo de titulação não ultrapassou 3 minutos. O cálculo para obtenção do resultado segue abaixo:

$$\% \text{ açúcares redutores em glicose} = 100 \times 100 \times T / V \times P$$

T= título da solução de Fehling

V= mL de amostra gasta na titulação

P= peso da amostra em gramas na solução (0,4 g)

3.1.3 Cinzas

O teor de cinzas fundamenta-se na oxidação total da matéria orgânica, obtendo-se um resíduo mineral fixo por meio da incineração das amostras em mufla a 550 °C até peso constante, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se aproximadamente 5 g de amostra em uma cápsula, previamente sem umidade e tarada em mufla Quimis modelo Q-318m21; nesta mesma, colocou-se a amostra e, após, 4 horas de incineração, ou seja, até a eliminação completa do carvão, observado pela coloração branca ou ligeiramente acinzentada. Após a incineração, as amostras foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e pesadas. Segue abaixo o cálculo realizado para obter o teor de cinzas.

$$\% \text{ cinzas totais: } 100 \times N / P$$

N = massa de cinzas em gramas

P = massa de amostra em gramas

3.1.4 pH

A medida do pH baseia-se em determinar a quantidade de hidrogênio contida na amostra. Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se 10 g de amostra de mel diluída e homogeneizada em 75 mL de água e realizou-se a leitura em pHmetro Tecnopon modelo NTPHM, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

3.1.5 Sacarose

O princípio da determinação do índice de sacarose baseia-se na hidrólise ácida da sacarose, resultando em duas moléculas de açúcares redutores, glicose e frutose, que foram determinadas quantitativamente pelo método Lane e Eynon, cuja metodologia é descrita pelo Laboratório Nacional de Referência Animal, 1981.

O método de análise segue o mesmo para açúcares redutores, cuja finalidade é reduzir íons de cobre em solução alcalina. A hidrólise ácida ocorre pois os grupos redutores aldeído e cetona não se encontram livres e, após a quebra, originam frutose e glicose que podem ser quantificados.

Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se 20 g de amostra de mel em um béquer de 100 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e, com o auxílio de um bastão de vidro, homogeneizou-se e transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL (solução-mãe ou estoque), lavou-se bem o bastão de vidro e o béquer e completou-se o balão até o menisco. Desta solução, foram retirados 2 mL (0,4 g), que corresponde a 20% da solução de mel e colocado em balão volumétrico de 100 mL, adicionou-se 1 mL de HCl concentrado e foi levado para banho-maria a 60 °C por 1 hora; após esfriar, foi neutralizado com solução de NaOH 40%; usando papel tornassol como indicador, completou-se o volume do balão até atingir menisco e a solução foi agitada e filtrada em filtro e recipiente seco e transferida para uma bureta de 25 mL para titulação. Em um erlenmeyer de 250 mL, com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, pipetaram-se cada uma das soluções de Fehling A e B e foram adicionados 40 mL de água destilada; em seguida foi aquecido sobre placa aquecedora até atingir ebulição; logo foi iniciado o gotejamento da solução da amostra da bureta até o líquido sobrenadante ter ficado levemente azulado. Mantendo-se a ebulição, foi adicionada 1 gota de solução de azul de metileno 1% e continuou-se gotejando até descoloração do indicador e aparecimento de um precipitado vermelho tijolo (óxido cuproso) no fundo do erlenmeyer. O tempo de titulação não ultrapassou 3 minutos. O cálculo para obtenção dos resultados segue abaixo:

$$\% \text{ glicídios totais} = 100 \times 100 \times T / V \times P$$

T= título da solução de Fehling

V= mL de amostra gasta na titulação

P= peso da amostra em gramas na solução (0,4 g)

% Sacarose= Açúcares Totais – Açúcares redutores x 0,95

3.1.6 Sólidos insolúveis em água

O teor de sólidos insolúveis fundamenta-se na insolubilidade de sólidos (cera, grãos de pólen) e outros componentes normais do sedimento do mel em água, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para a determinação dos sólidos insolúveis em água em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, pesou-se 20 g de amostra em um béquer de 250 mL e diluiu-se com um pouco de água destilada aquecida a 60 °C. Após a filtração, a amostra contida no filtro foi para estufa a 80 °C por 1 hora e, após esse tempo, foram pesadas. Utilizou-se da equação abaixo para obtenção dos resultados.

$$\% \text{ Sólidos Insolúveis} = P \times 100/P'$$

P = massa dos sólidos insolúveis em gramas

P' = massa da amostra em gramas

3.1.7 Umidade

O teor de umidade foi determinado por refratometria a 20 °C, utilizando o refratômetro de Abbé, cuja interpretação dos resultados foi realizada com o auxílio da tabela de Chataway (Tabela 2), na qual a medida de índice de refração da amostra foi convertida em porcentagem de umidade de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Tabela 2 – Relação entre índice de refração e a porcentagem de água do mel

Índice de refração	Umidade (%)	Índice de Refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)
1,5044	13,00	1,4961	16,20	1,488	19,40	1,4800	22,60
1,5038	13,20	1,4956	16,40	1,4875	19,60	1,4795	22,80
1,5033	13,40	1,4951	16,60	1,4870	19,80	1,4790	23,00
1,5028	13,60	1,4946	16,80	1,4865	20,00	1,4785	23,20
1,5023	13,80	1,4940	17,00	1,486	20,20	1,4780	23,40
1,5018	14,00	1,4935	17,20	1,4855	20,40	1,4775	23,60
1,5012	14,20	1,4930	17,40	1,4850	20,60	1,4770	23,80
1,5007	14,40	1,4925	17,60	1,4845	20,80	1,4765	24,00

(continua)

Tabela 2 – Relação entre índice de refração e a porcentagem de água do mel (*continuação*)

Índice de refração	Umidade (%)	Índice de Refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)	Índice de refração	Umidade (%)
1,5002	14,60	1,4920	17,80	1,4840	21,00	1,4760	24,20
1,4997	14,80	1,4915	18,00	1,4835	21,20	1,4755	24,40
1,4992	15,00	1,4910	18,20	1,4830	21,40	1,4750	24,60
1,4987	15,20	1,4905	18,40	1,4825	21,60	1,4745	24,80
1,4982	15,40	1,4900	18,60	1,4820	21,80	1,4740	25,00
1,4976	15,6 0	1,4895	18,80	1,4815	22,00	1,4735	25,20
1,4971	15,80	1,489	19,00	1,4810	22,20	1,4730	25,40
1,4966	16,00	1,4885	19,20	1,4805	22,40	1,4725	25,60

Fonte: AOAC (1990).

Transferiram-se de 3 a 4 gotas da amostra para o prisma do refratômetro. Realizada a leitura do índice de refração a 20 °C, a determinação dos resultados é corrigida pela tabela de Chataway, onde foi adicionado o valor de 0,00023 ao índice de refração para cada grau acima de 20 °C, bem como foi subtraído o valor de 0,00023 ao índice de refração para cada grau abaixo de 20 °C, o que não foi o caso.

3.1.8 Testes de adulterantes

O teste de adulterantes é realizado com a finalidade de identificar fraudes por adição de soluções açucaradas, como xarope de milho, xarope de açúcar, xarope de açúcar invertido de beterraba e cana-de-açúcar aquecido, cuja finalidade é dar “corpo”, melado, amido e até mesmo edulcorantes e, para melhorar o aspecto da cor do mel, adiciona-se iodo e aditivos químicos (COUTINHO, 2006; BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

A reação de Fiehe com resorcina em meio ácido pode indicar a presença de substâncias produzidas durante o superaquecimento de mel ou a adição de xaropes de açúcares, na presença de glicose comercial ou de mel superaquecido, onde aparecerá uma coloração vermelha intensa, indicando a fraude. A análise foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Pesou-se em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220 5 g de amostra em um béquer de 50 mL e foram adicionados 5 mL de éter e agitado vigorosamente. Transferiu-se a camada etérea para um tubo de ensaio no qual foi adicionado 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina e deixado em repouso por 10 minutos.

A reação de Lugol procura identificar a presença de amido e dextrinas no mel, na presença de glicose comercial ou xaropes de açúcar; a solução ficará colorida de marrom-avermelhada a azul. A intensidade da cor depende da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido, presentes na amostra fraudada. A análise foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, foi pesado 10 g de amostra em um béquer, no qual se adicionou 20 mL de água destilada e agitada. Adicionou-se 0,5 mL (mais ou menos 12 gotas) da solução de Lugol. Fez-se a prova para um mel puro para comparação.

A reação de Lund é a determinação de albuminoides que se precipitam na presença de ácido tânico. Na presença de mel puro, será formado um precipitado no fundo da proveta no intervalo de 0,6 a 3,0 mL; já na presença de mel adulterado, não haverá formação de precipitado ou este excederá o volume máximo do referido intervalo. O método utilizado para análise foi de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Pesou-se, em balança eletrônica Analytical Scale modelo A220, 2,0 g de amostra que foi transferida para uma proveta de 50 mL, com auxílio de 20 mL de água destilada. Adicionou-se 5 mL de ácido tânico a 0,5% e, em seguida, foi adicionada água até completar o volume de 40 mL, que foi agitado para completa solubilização da amostra o qual foi deixado em repouso por 24 horas.

3.2 Tratamento dos dados

Os dados foram tratados pelo programa estatístico BIOESTAT 5.0; a modelagem utilizada foi a estatística descritiva para levantamento das medidas centrais como média e obtenção dos valores mínimos e máximos observados na análise.

4 Resultados e discussão

Os resultados obtidos na pesquisa de campo estão contidos nas Tabelas 3 e 4, cujos dados foram apresentados em forma de média e valores mínimos e máximos observados.

Tabela 3 – Características físico-químicas (acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis e umidade) do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

	Acidez (meq/ Kg)	Açúca- res Re- dutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos Insolú- veis (%)	Umida- de (%)
Média	56,44	58,20	0,20	3,82	2,80	0,46	25,37
(min.- max.)	(47,41-65,00)	(54,55-63,43)	(0,20-0,21)	(3,80-3,90)	(1,03-6,33)	(0,44-0,48)	(24,8-25,8)

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Resultados dos Testes de adulterantes (Lund, Lugol e Fiehe) do mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

Lund Média (min. - max.)	Lugol	Fiehe
0,3	Negativo	Negativo
0,3 – 0,31	Negativo	Negativo

Fonte: Autoria própria.

4.1 Acidez

Para a variável acidez, encontrou-se uma média de 56,44 meq/Kg, com valor mínimo de 47,41 e máximo de 65,00 meq/Kg, valores que estão de acordo com Almeida-Anacleto (2007), que determinou valor médio de 45,23 meq/kg (variando de 17,0 a 98,0 meq/kg). Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007) encontraram valor de 24,7 meq/Kg e Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) encontraram 69,06 meq/Kg, porém Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram acidez média de 112,80 meq/Kg, valor duas vezes superior ao encontrado neste trabalho, demonstrando a necessidade de se estabelecer parâmetros de qualidade a este produto, já que a acidez é um parâmetro de qualidade importantíssimo, inibindo ou favorecendo o crescimento microbiano. Para mel de meliponíneos, Cortopassi-Laurino e Gelli (1991) detectaram índices de acidez variando de 30,00 a 90,00 meq/kg; Souza et. al. (2006), 58,53 meq/Kg, e Vit et. al. 1998, analisando méis da tribo Trigonini da Venezuela, a qual pertence à *Tetragonisca angustula*, identificaram valores para acidez de 20,00 a 94,00 meq/kg, permitindo comparar os dados encontrados a este estudo, sendo possível afirmar que estão dentro dos propostos.

Considerando os valores obtidos nesta pesquisa e os mencionados na literatura englobando a espécie em questão e de forma geral os meliponíneos, é

possível observar que não se enquadram no limite estabelecido pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2000) e Internacional (Codex, 1990), que especificam valores máximos de 50 meq/Kg para mel. Já em suas inúmeras pesquisas, Villas-Bôas e Malaspina (2005) estabeleceram valor máximo de 85 meq/Kg; logo os valores encontrados neste trabalho estão dentro deste limite, porém não se trata de uma norma vigente, mas que deve ser considerada como contribuinte para a legalidade deste produto.

A legislação nacional é limitada, já que está direcionada ao mel produzido pela *Apis mellifera*. Logo, se for considerado o valor máximo de 50 meq/Kg como preconiza, o mel da *Tetragonisca angustula* encontra-se impróprio para o consumo, porém, não se trata disso, já que a acidez encontrada é uma característica intrínseca do produto e não um indicativo de deterioração e ainda pode ser influenciada por diversos fatores, como flora, estado de maturação do mel, presença de ácidos orgânicos e inorgânicos.

4.2 Açúcares redutores

Para a variável açúcares redutores, encontrou-se uma média de 58,20% apresentando mínimos e máximos respectivamente de 54,55 e 63,43%. Valores desta natureza foram mensurados por Rodrigues, Marchini e Carvalho (1998), que encontraram 58,19%, e Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), que obtiveram 58%. Almeida-Anacleto (2007) encontrou média de 55,46% (variando de 48,66 a 57,97%). Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), em sua caracterização físico-química, apresentaram valor de 53%, valor inferior ao revelado neste estudo, mas condizente com a variação obtida no trabalho de Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), que também ratifica o presente estudo.

No contexto geral, para mel de meliponíneos, os valores de açúcares redutores foram mencionados por Vit et. al. (1998) na Venezuela, em torno de 51,20 % a 70,40 % para a tribo Trigonini, na qual está inserida a abelha Jataí. Carvalho et. al. (2006) encontraram valores de 42,55 a 55,61%. Souza et. al. (2006), em pesquisa com 152 amostras de méis de diferentes espécies de meliponíneos de oito países do continente americano, constataram uma amplitude de 58,0 a 75,7%, que está de acordo com a pesquisa em questão. Almeida-Muradian, Matsuda e Bastos (2007) obtiveram valores de 60,18 a 61,53% e, por fim, Souza (2008) obteve valores em torno de 44,3 e 93,1%.

A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece valores mínimos de 65,0% e a internacional (CODEX, 1990), mínimo de 60,0%. Villas-Bôas e Malaspina (2005) preconizaram valores máximos de 50%. Os resultados obtidos na pesquisa, se forem regidos pela legislação, são considerados fora dos padrões de qualidade, já que são inferiores ao mínimo estabelecido.

4.3 Cinzas

Para esta variável, encontrou-se uma média de 0,20%, com mínimo de 0,20 e máximo de 0,21%. Almeida-Anacleto (2007) encontrou média de 0,3 (variando de 0,21 a 0,60%), demonstrando resultados aproximados do encontrado nesta pesquisa. Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram 0,45%, Souza et. al. (2006) encontraram valores médios de 0,37%, e Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013), 0,36 %. Trabalhos desenvolvidos com mel de meliponíneos por Souza (2008) identificaram valores de 0,01 a 0,45%, Vit et. al. (1998), 0,29 a 0,52 %, para amostras de méis da tribo Trigonini da Venezuela, e Carvalho et. al. (2006) obtiveram valores de cinzas variando 0,04 a 0,50%. São valores superiores quando comparados ao resultado obtido nesta pesquisa e podem ser justificados pela origem botânica do mel, uso de boas práticas na coleta, não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo meliponicultor, indicador de poluição ambiental e procedência geográfica (ANKLAM, 1998).

A legislação estipula que os máximos permitidos para mel de flores é de 0,6% e em mel de melato, 1,0 % (BRASIL, 2000). Já Villas-Bôas e Malaspina (2005) estabeleceram valor máximo 0,6 %, sendo assim, o mel encontra-se dentro dos padrões de qualidade.

4.4 pH

Para a variável pH, encontrou-se uma média 3,82, com mínimo e máximo de 3,80 e 3,90, respectivamente, apresentando coerência quando comparados aos estudos de IWAMA (1977), que obteve média de 4,2 (variando de 3,2 a 7,4). Denadai, Ramos Filho e Costa (2002) obtiveram valor de 3,8, Souza et. al. (2006), de 3,98; Almeida-Anacleto (2007) obteve uma média de 4,10 (variando entre 3,54 e 4,64).

Para meliponíneos, Souza (2008) encontrou valores que variaram de 3,12 a 6,5, o que, no contexto geral, contempla os valores identificados no presente estudo. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) não estipula valores de pH, porém é sabido que este parâmetro ratifica a integridade do produto, contribui para estabilidade microbiana, principalmente aos patogênicos, já que o meio ácido é considerado uma barreira, pois torna o ambiente inóspito, garantindo a qualidade do mel.

4.5 Sacarose

Para a variável sacarose, encontrou-se uma média de 2,80%, com mínimo de 1,03 e máximo de 6,33 %, valores que estão próximos aos verificados por

Rodrigues et. al. (1998), de 1,17%, por Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), de 2,35%, e Almeida-Anacleto (2007), com 0,95% (variando de 0,13 a 2,32 %). Para meliponíneos, Carvalho et. al. (2006) obtiveram valores de 0,85 a 2,15%; Almeida-Muradian, Matsuda, Bastos, (2007) encontraram valores que variaram de 0,08 a 0,21%, e Souza (2008) identificou variações 0,2 a 9,5%. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece, para sacarose, um máximo de 60%. O Codex (1990) limita no máximo 5% de sacarose; Villas-Boas e Malaspina (2005) propõem o máximo de 6,0%. Os valores determinados no presente estudo encontram-se inferiores ao máximo estabelecido encontrando respaldo nas normas legais.

4.6 Sólidos insolúveis

Para a variável sólidos insolúveis, encontrou-se uma média de 0,46%, com mínimo de 0,44 e 0,48% de máximo. Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) encontraram valor de 2,86%. Villas-Bôas e Malaspina (2005) observaram um limite máximo de sólidos insolúveis de 0,4%. A literatura apresenta valores escassos para sólidos insolúveis.

O resultado obtido no presente trabalho condiz com o valor estipulado pela legislação, que normatiza 0,1% para mel centrifugado e 0,5% para mel prensado, sendo este último método utilizado para coleta do mel (BRASIL, 2000). Os sólidos insolúveis são as partículas do mel maiores que 15,40 µm, como grãos de areia, restos de vegetais e madeira, e não são solúveis em água a 80 °C. Quando se apresentam em quantidades superiores, estão relacionados à não adoção de boas práticas de coleta em todo o processo produtivo (SENAI, 2009).

4.7 Umidade

Para a variável umidade, encontrou-se uma média de 25,40%, com mínimo e máximo de 24,80 e 25,80%, respectivamente. Pesquisas realizadas por autores com as características físico-químicas da *Tetragonisca angustula* mostram valores de umidade que se aproximam e outros que são superiores aos encontrados no presente estudo.

Pesquisas desenvolvidas por Oliveira, Ribeiro e Oliveira (2013) encontraram 25%; Rodrigues et. al. (1998), 26,1%; Souza et. al. (2006), 26,62%; Iwama (1977), média de 27,4%, variando entre 22,70 a 35,4%; Denadai, Ramos Filho e Costa (2002), 23,7%, Almeida-Anacleto (2007) encontrou valor médio de 23%. Ao trabalhar com mel do mesmo meliponíneos, Pamplona (1989) obteve uma umidade de 40,2%, valor duas vezes superior ao estipulado pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e superior ao estipulado por Villas-Bôas e Malaspina

(2005), de 35%. De uma forma geral, para meliponíneos, Cortopassi-Laurino e Gelli (1991), em seus estudos, verificaram valores variando entre 18% a 36%; Souza et. al. (2006), com diferentes espécies de meliponíneos, constataram variação entre 19,90 e 41,90% de umidade; Souza (2008) encontrou 21% a 43,8%; Vit et. al. (1998), 17,9% a 29,5% para Trigonini.

Segundo a Normativa n. 11/2000 e o Codex (1990), o máximo de umidade permitido é 20%, logo, o mel de abelha Jataí é considerado fora do parâmetro de qualidade, estando impróprio para o consumo. Contudo, valores superiores a 20% de umidade são comumente encontrados no mel de *Tetragonisca angustula* e no mel de meliponíneos. Villas-Bôas e Malaspina (2005) propõem valor de 35% de umidade, estando o presente estudo dentro do estabelecido.

A Tabela 5 apresenta os dados desta pesquisa que foram confrontados com a legislação nacional (BRASIL, 2000), a internacional (Codex, 1990), Villas-Bôas e Malaspina (2005), Vit et. al. (1998), Denadai, Ramos e Costa, (2002), Marchini et. al. (2004), Almeida-Anacleto (2007) e dados do presente estudo.

4.8 Testes de adulterantes

Os testes de adulterantes são parâmetros de qualidade que, aliados às boas práticas de coleta e processo, visam identificar fraudes por adição de soluções açucaradas que podem ocorrer no beneficiamento do mel, filtração, centrifugação ou decantação, ou técnicas refinadas. No presente trabalho, não se identificou nada anormal, estando tudo em conformidade com a legislação.

Tabela 5 – Comparação de dados da legislação brasileira (2000), Codex (1990), estudos correlatos de Villas-Bôas; Malaspina, (2005); Lopes (2015) dados obtidos neste trabalho; Iwana (1977); Pamplona (1989); Almeida-Anacleto (2007); Cortopassi-Laurino; Gelli (1991); Vit. et. al., (1998); Rodrigues et al. (1988); Denadai; Ramos Filho; Costa (2002); Souza et. al. (2006); Carvalho et. al. (2006); Almeida-Muradian, Matsuda, Bastos (2007); Souza (2008); Oliveira, Ribeiro, Oliveira (2013)

	Acidez (meq/Kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos In- solúveis (%)	Umidade (%)
Legislação Brasileira (2000)	max. 50,00	min. 65,00	max. 0,60	–	max. 60,00	¹ (0,10 – 0,50) ²	max. 20,00
Codex (1990)	max. 50,00	min. 60,00	–	–	max. 5,00	–	max. 20,00
Villas-Bôas e Malaspina (2005)	max. 85,00	max. 50,00	max. 0,60	–	max. 6,00	max. 0,40	min. 35,00
Lopes (2015) (min.– max.)	56,44 (47,41 – 65,00)	58,20 (54,55 – 63,43)	0,20 (0,20 – 0,21)	3,82 (3,80 – 3,90)	1,58 (1,03 – 6,33)	0,46 (0,44 – 0,48)	25,37 (24,80 – 25,80)
Iwana (1977)	–	–	–	4,20 (3,20 – 7,40)	–	–	27,40 (22,70 – 35,40)
Pamplona (1989)	–	–	–	–	–	–	40,20
Almeida-Anacleto (2007) (min.– max.)	45,23 (17,00 – 98,00)	55,46 (48,66 – 57,97)	0,30 (0,21 – 0,60)	4,10 (3,54 – 4,64)	0,95 (0,13 – 2,32)	–	23,00
Cortopassi-Laurino e Gelli (1991)	* (30,00 – 90,00)	–	–	–	–	–	* (18,00 – 36,00)

(continua)

Tabela 5 – Comparação de dados da legislação brasileira (2000), Codex (1990), estudos correlatos de Villas-Bôas; Malaspina, (2005); Lopes (2015) dados obtidos neste trabalho; Iwana (1977); Pamplona (1989); Almeida-Anacleto (2007); Cortopassi-Laurino; Gelli (1991); Viç et al., (1998); Rodrigues et al. (1988); Denadai; Ramos Filho; Costa (2002); Souza et al. (2006); Carvalho et al. (2006); Almeida-Muradian, Matsuda, Bastos (2007); Souza (2008); Oliveira, Ribeiro, Oliveira (2013) (continuação)

	Acidez (meq/Kg)	Açúcares Redutores (%)	Cinzas (%)	pH	Sacarose (%)	Sólidos In- solúveis (%)	Umidade (%)
Viç et al (1998)	(20,00 – 94,00)	(51,20 – 70,40)	(0,29 – 0,52)	–	–	–	(17,90 – 29,50)
Rodrigues et. al. (1998)	–	58,19	–	–	1,17	–	26,10
Denadai, Ramos Filho, Costa (2002)	112,80	(58,19 – 58,0)	0,45	3,80	2,35	–	23,70
Souza et. al (2006)	*58,53	*(58,0 – 75,70)	0,37	3,98	–	–	26,62 *(19,90 – 41,90)
Carvalho et. al. (2006)	–	*4(2,55 – 55,61)	*(0,04 – 0,50)	–	*(0,85 – 2,15)	–	–
Almeida–Muradian, Matsuda, Bastos (2007)	24,70	*(60,18 – 61,53)	–	–	*(0,08 – 0,21)	–	–
Souza (2008)	–	*(44,30 – 93,10)	*(0,01 – 0,45)	*(3,12 – 6,50)	*(0,20 – 9,50)	–	(21,00 – 43,80)
Oliveira, Ribeiro, Oliveira (2013)	69,06	53,00	0,36	–	–	2,86	25,00

Fonte: Autoria própria.

Notas:

(1): Mel centrifugado; (2): Mel prensado; (*) Mel meliponíneos; Mín.: valor mínimo observado; Máx.: valor máximo observado.

6 Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a legislação vigente para mel não contempla o mel da espécie em questão. Das características físico-químicas avaliadas: acidez, açúcares redutores, cinzas, pH, sacarose, sólidos insolúveis, umidade e testes de adulterantes (Fiehe, Lugol e Lund), apenas cinzas, sólidos insolúveis e sacarose foram contempladas pela legislação (BRASIL, 2000). De acordo com o Codex (1990), somente a característica cinzas esteve dentro dos padrões. Segundo Villas-Bôas e Malaspina (2005) – a referência que estipula valores para mel de meliponíneos –, cinzas, sólidos insolúveis, sacarose e umidade se encontram dentro dos parâmetros preconizados. Conclui-se que há necessidade de uma legislação diferenciada para o mel de abelhas sem ferrão devido às suas características intrínsecas, já que a existente contempla apenas o mel de *Apis mellifera*.

Referências

- AIDAR, D. S. Meliponídeos e ecossistemas. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE APICULTURA. Guarapuava, 1997.
- ALMEIDA-ANACLETO, D. Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, estado de São Paulo. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- _____. Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município e Piracicaba, Estado de São Paulo. 2007. 141f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; MATSUDA, A. H.; BASTOS, D. H. M. Physico-chemical parameters of Amazon Melipona honey. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 707-708, 2007.
- ANKLAM, E. A review of analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, v. 61, n. 4, p. 549-562, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official Methods of Analysis*. 17. ed. Gaithersburg: AOAC, 1990.

- AZEREDO, L. C.; AZEREDO, M. A. A.; BESER, L. B. de O. Características físico-químicas de amostras de méis de melíponas coletadas no Estado de Tocantins. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Florianópolis, 2000.
- BERA, A.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. D. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Revista Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 49-52, jan.-mar. 2007.
- BEZERRA, J. A. A rainha do sertão. **Revista Globo Rural**, São Paulo, v. 17, n. 202, p. 62-69, ago. 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2000.
- CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Melipona scutellaris* produzido no Estado da Paraíba. **FAZU em Revista**, n. 7, p. 186-190, 2010.
- CARVALHO, C. A. L. et al. **Mel de abelha sem ferrão**: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas: UFBA/SEAGRI, 2005.
- _____. Composição físico-química de méis de diferentes espécies de abelhas sem ferrão provenientes da ilha de Itaparica, Bahia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Aracajú, 2006.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – CAC. **Official methods of analysis**, v. 3, Suppl. 2, 1990.
- CORNEJO, L. G. Tecnologia de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile; Facultad de Ciencias Agrárias, 1988. p. 145-171.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLI, D. S. Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de *Méliponinés* du Brésil. **Apidologie**, v. 22, p. 61-73, 1991.

COSTA, L.; ALBUQUERQUE, M.; TRUGO, L.; QUINTEIRO, L.; BARTH, O.; RIBEIRO, M.; DE MARIA, C. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. *Food Chemistry*, v. 65, p. 347-352, 1999.

COUTINHO, D. A. **Estudos físico-químicos de méis do Curimataú Paraibano**. 2006. 25f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

CRANE, Eva. **Honey: a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975.

_____. Constituintes e característica do mel. In: **O livro do Mel**. São Paulo: Nobel, 1983

DENADAI, J. M.; RAMOS FILHO, M. M.; COSTA, D. C. Características físico-químicas de mel de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de Campo Grande MS. Obtenção de parâmetros para análise de rotina. In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**. Campo Grande, 2002.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, E. M. F. Análise físico-química dos méis de abelha *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzido em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 166-1171, 2005.

GOOGLE MAPS. Felisberto-PR Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Felisberto++PR/@24.0461747,50.6387278,762m/data=!3m1!1e3!4m18!1m15!4m14!1m6!1m2!1s0x94ea243901ad3b5:0x5cd94976cee1ebb5!2sCuri%C3%BAva++PR!2m2!1d50.4581175!2d24.0366505!1m6!1m2!1s0x94ea329ce587b6a3:0x638834b8abe7cca6!2sBairro+doFelisberto++PR!2m2!1d-50.65!2d24.033333!3m1!1s0x94ea2d9b5df5eab:0xe3cd263d2909afb9>>. Acesso em: 6 maio 2015.

GODÓI, R. **Criação racional de abelhas jataí**. São Paulo: Ícone, 1989.

HORN, H. Alunos da disciplina análise de mel da Universidade de Hoheim, Alemanha. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, 11., Teresina, 1996. **Anais...** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p. 403-429.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Açúcares e produtos correlatos. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. p. 330-343.
- IWAMA, S. A. Influência de fatores climáticos na atividade externa da *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). **Boletim do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, p. 189-201, 1977.
- KERR E. W.; CARVALHO G. A.; NASCIMENTO V. A. **Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangau, 1996.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL – LANARA. XXV Mel. In: **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – métodos físicos e químicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. p. 6-7.
- LACHMAN, J. et al. Analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 3, p. 973-979, 2007.
- MAPHILL. **Map Search**: Maps of Felisberto. Disponível em: <<http://www.maphill.com/atlas/24s00-50w55/location-maps/satellite-map/>>. Acesso em: 6 maio 2015.
- MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado de Tocantins, Brasil. **B. Industr.anim.**, N. Odessa, v. 61, n. 2, p. 101-114, 2004.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.
- OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G. V. Caracterização microbiológica, físico-química e microscópica de mel de abelhas Canudo (*Scaptotrigona depilis*) e Jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 239-248, 2013.
- ORTIZ-VALBUENA, A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-1987. **Cuadernos de Apicultura**, n. 5, p. 8-9, 1988.

- PAMPLONA, B. C. Exame dos elementos químicos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de *Apis mellifera* e suas relações físico-biológicas. 1989. 131f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- RODRIGUES, A. C. L.; MARCHINI, L. C.; CARVALHO, C. A. L. Análises de mel de *Apis mellifera* L. 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. *Revista da Agricultura*, v. 73, n. 3, p. 255-262, 1998.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. *Apicultura e meliponicultura*. 2013. Disponível em: <<http://segmentos.sebrae2014.com.br/ideiasdenegocios/apicultura=-e-meliponicultura/?id=2933&t=4#>>. Acesso em: 2 jun. 2014.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. *Segurança e qualidade para a apicultura*. Brasília, 2009
- SILVA, E. V. C. Caracterização e pasteurização de méis de abelhas *Melipona Fasciculata* (Uruçu Cinzenta) e *Apis mellifera* (Africanizadas). 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- SOUZA, B. A. et al. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Tetragonisca angustula*, provenientes das regiões do litoral norte e metropolitana do Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. Aracajú, 2006.
- SOUZA, B. A. Meliponicultura tradicional e racional. In: VIT, P.; SOUZA, B. A. *Evaluación sensorial de miel de abejas*. Mérida: APIBA Universidad de Los Angeles, 2007. p. 17-24.
- _____. Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona Illiger*, 1806. 2008. 107f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- VENTURIERI, G. C. *Criação de abelhas indígenas sem ferrão*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

- VIDAL, R.; FREGOSI, E. V. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984.
- VILLAS-BÔAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, n. 82, p. 6-16, 2005.
- VIT, P. et al. Venezuelan stingless bee honey characterized by multivariate analysis of physico chemical properties. **Apidologie**, v. 29, p. 377-389, 1998.
- WHITE JÚNIOR, J. W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey: collaborative study. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemistry**, v. 62, n. 3, p. 515-526, 1979.

Avaliação da bioacumulação de metais em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas na região de Londrina

Ana Clara Longhi Pavanello

Raísa Moreira Dardaque

Mucinhato

Margarida Masami Yamaguchi

Janksyn Bertozzi

Mariana Gomes Germano Silva

Joviano Jacson Kleinert

Adilson de Oliveira Junior

1 Introdução

A produção mundial de pescado em 2012 foi de 158 milhões de toneladas, sendo que 136,2 milhões de toneladas foram utilizados para o consumo humano. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) estima que em 2030 a aquicultura seja responsável por mais de 60% da produção mundial de pescado para o consumo humano (FAO, 2016a). O consumo brasileiro de pescado tem aumentado, conquistando 14,5 Kg/habitante/ano, valor superior ao consumo mínimo recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de 12 Kg/habitante/ano e inferior à média de consumo mundial de 18,8 Kg/habitante/ano (MAPA, 2016).

No comércio mundial, além da qualidade, é crescente a demanda por atributos como segurança alimentar, respeito ao ambiente e produção com responsabilidade social. A cadeia produtiva do pescado tem sido questionada por problemas de falta de qualidade de seus produtos, muito inerentes à qualidade da água de cultivo ou de captura. A água em que os peixes são criados é considerada um ponto crítico de controle, pois atua diretamente na qualidade e inocuidade do produto; além disso, o cultivo deve ser feito de maneira ambientalmente sustentável (GALVÃO; OETTERER; MATTHIENSEN, 2014).

O consumo de pescado é importante, haja vista os vários benefícios fornecidos pelo seu consumo, dentre eles a prevenção de doenças cardiovasculares, funções imunológicas e processos inflamatórios, além de ser fonte de ácidos

graxos poli-insaturados ômega-3 (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Contudo, todos esses benefícios podem ser afetados por meio de diversos fatores, entre eles, a contaminação por compostos químicos inorgânicos, como os metais pesados. A contaminação de metais em peixes pode apresentar potencial risco à saúde do homem devido à capacidade de bioacumulação e bioconcentração.

Como a cadeia produtiva do pescado no Brasil ainda não apresenta uma estrutura consolidada, os cuidados com a criação são interferentes principais na qualidade do produto, sendo assim, a água utilizada no abastecimento de diferentes tipos de tanques pode influenciar diretamente nos níveis de contaminação por metais. Em geral, concentrações de metais pesados acima dos limites recomendados pelas agências reguladoras é um risco à saúde humana e, dessa forma, pesquisas visando à determinação dos níveis desses elementos em peixes podem auxiliar na decisão de melhores práticas de cultivo, bem como gerar dados indicando a qualidade do produto consumido.

Segundo Pascalicchio (2002), os metais podem ser encontrados em todos os lugares. Eles distinguem-se de outras substâncias tóxicas por sua perenidade. Devido à sua presença no ar, na água, no solo e nos alimentos, estes podem produzir efeitos na saúde. No início, os casos descritos eram agudos de intoxicação, como por chumbo, ou ingestão de mercúrio. Os esforços seguintes concentraram-se em diagnosticar os efeitos crônicos e de longo prazo. A maior preocupação está voltada aos metais com poder bioacumulativo no organismo, como o chumbo, o cádmio, o níquel, o mercúrio, o alumínio, entre outros.

Dentre as várias espécies de peixe cultivadas no Brasil, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi selecionada para estudo, por se destacar em termos de produção no estado do Paraná, além de ser responsável por mais de 50% da produção brasileira. A tilapicultura foi introduzida no Brasil em 1953, em São Paulo. Atualmente, existe grande demanda por essa espécie, tanto para o mercado interno, quanto externo, sendo no cenário internacional os EUA e a Espanha os principais focos da exportação (OLIVEIRA et al., 2007). Os benefícios quanto à ingestão de pescado estão relacionados à saúde humana, porém há riscos decorrentes da contaminação por elementos químicos, como metais tóxicos (SARTORI; AMANCIO, 2012).

Este trabalho avaliou a qualidade do filé de pescado da espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), coletados em propriedades na região de Londrina-PR, em relação à contaminação dos metais pesados chumbo (Pb), cádmio (Cd), zinco (Zn), mercúrio (Hg), níquel (Ni), cromo (Cr) e cobre (Cu).

2 Importância do consumo de pescado

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA) define pescado como sendo peixes, crustáceos, moluscos, anfí-

bios e quelônios, habitantes dos meios aquáticos, de água doce ou salgada, os quais são destinados à alimentação humana (BRASIL, 1952). A carne é considerada a porção comestível de maior importância do pescado, a qual é constituída de tecido muscular, conectivo e gordura. Após a extração do filé, em alguns peixes a exemplo da tilápia, as demais partes apresentam outras utilidades. O couro é utilizado na fabricação de bolsas, sapatos, entre outras vestimentas, enquanto o restante, para elaboração de farinha de peixe e/ou a extração do óleo, o qual tem seu principal uso na indústria de cosméticos.

O consumo per capita de carne de pescado no Brasil, quando comparado aos demais tipos (bovina, suína e frango), é extremamente baixo (KUBITZA, 2007). Comparando o consumo de pescado entre as regiões e estados brasileiros, pode-se observar o maior consumo nas regiões com maior disponibilidade, como a costa litorânea e a região norte do país (EMBRAPA, 2016).

A possível causa para o baixo consumo de pescado no Brasil deve-se, provavelmente, à falta de conhecimento sobre a importância da introdução do pescado para a alimentação, o custo do produto, dificuldade do preparo e da perecibilidade da matéria-prima (SIMÕES et al., 1998). Outro empecilho encontrado pela população é quanto à deficiência na distribuição e comercialização do pescado, além da qualidade final do produto (RODRIGUES; TOBINAGA, 2000).

Porém, conforme observado na Figura 1, a produção brasileira de pescado em cativeiro tem como destaque a região Centro-Oeste do país, diferentemente de onde ocorre o maior consumo desse tipo de produto. É possível verificar que o estado do Paraná, no ano de 2015, foi o segundo maior produtor de peixes do Brasil.

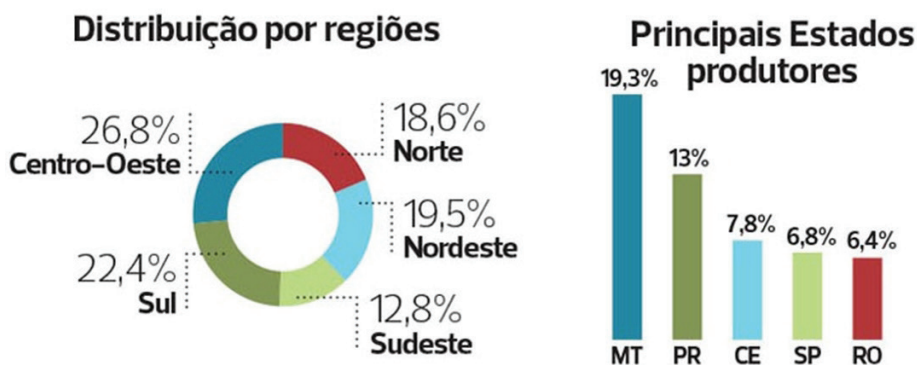


Figura 1 – Produção brasileira de peixes em cativeiro

Fonte: Revista Globo Rural (2015)

Os peixes, de maneira geral, são de grande benefício à saúde humana e, no que diz respeito a sua composição química, é possível encontrar vitaminas

do tipo hidrossolúvel do complexo B e lipossolúveis, como a A e a D, fósforo e cálcio, além de ácidos graxos poli-insaturados (BURGUESS, 1965; SIKORSKI, 1990). Quanto à umidade, esta representa mais da metade de sua composição, variando entre 60-85% e, quando comparado a outros parâmetros, como proteínas, é capaz de variar de forma expressiva ao decorrer do ano.

O valor nutritivo, assim como as propriedades relacionadas com textura e qualidade sensorial, podem variar de acordo com a espécie e demais características relacionadas à mesma (SIKORSKI, 1990; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; ZAITSEV et al., 2004; ORDÓÑEZ et al., 2005). Outro quesito variável é a digestibilidade, porém esta encontra-se sempre acima de 95%, o que é comparativamente superior aos demais tipos de carne e ao leite, sendo justificada pela quantidade de tecido conjuntivo ser baixíssima (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

De acordo com o Instituto de Pesca (2009), a ingestão de pescado dentro dos padrões de qualidade, duas vezes por semana, auxilia na regulação do nível de colesterol, aumentando o HDL-colesterol e diminuindo o LDL-colesterol, popularmente conhecido como colesterol bom e ruim, respectivamente. Além disso, pode auxiliar na perda de peso. Esse alimento é rico em proteínas de alto valor biológico, apresenta todos os aminoácidos essenciais e alto teor de lisina, sendo esta responsável pelo início do processo digestivo. É composto de gorduras e considerado fonte de ômega-3, o qual previne ataques cardíacos, hipertensão arterial, mal de Alzheimer, entre outras doenças.

Estudos realizados com intuito de verificar benefícios do consumo regular de pescado com relação a epidemiologias têm demonstrado efeitos em: regulação dos níveis de triglicerídeos, da pressão arterial, dos mecanismos de coagulação e do ritmo cardíaco; prevenção de câncer, minimizando a incidência de arteriosclerose e AVC isquêmico; prevenção de declínio cognitivo; diminuição dos riscos de depressão, ansiedade e doenças inflamatórias; integridade das membranas celulares e tecidos nervosos (SOUZA et al., 2003). Com relação às grávidas, estudos corroboram com a ideia de que a ingestão frequente faz com que o aparecimento de problemas neuronais nas crianças seja reduzido (SOCCOL; OETTERER, 2003; TACON; METIAN, 2013).

2.1 Tilápia (*Oreochromis niloticus*)

Identificado por ser um peixe de escamas, a tilápia do Nilo, demonstrada na Figura 2, pertence à ordem dos Perciformes (CASTAGNOLLI, 1992; PADUA, 2001), sendo esta a classificação de maior diversidade, inclusive em quantidade de espécies de vertebrados. Pertence à *Cichlidae*, caracterizada pela variedade de ambientes que ocupa, compreendendo águas salobras e doces, com hábitos diur-

nos e preferindo ambientes de água parada ou de pouca correnteza (OYAKAWA et al., 2006; BRITSKI et al., 2007; NELSON, 2006).



Figura 2 – Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Fonte: Brasil (2016)

Essa espécie, considerada a mais cultivada dentre as existentes, possui hábito alimentar fitoplanctófago. Entretanto, apresenta alto índice de aceitabilidade quanto às rações comerciais e até mesmo as artesanais, elaboradas à base de subprodutos da agropecuária (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Meurer, Hayashi e Boscolo (2003), em virtude de ótimo desempenho e facilidade na obtenção de alevinos, fácil adaptação aos diversos sistemas de criação e grande aceitação no mercado, a tilapicultura vem sendo considerada uma alternativa ótima para a piscicultura de água doce.

Além das características citadas, os autores Kubitzka e Kubitzka (2000) afirmam que a tilápia dispõe da possibilidade de manipulação hormonal do sexo, a fim de obter populações masculinas, que possuem grande capacidade de aproveitar alimentos naturais em viveiros, bom crescimento em cultivo intensivo (5 g a 500 g em 4 a 5 meses). Apresenta grande rusticidade, suportando bem o manuseio intenso e os baixos níveis de oxigênio dissolvido na produção e, sobretudo, pela alta resistência às doenças, além de possuir a carne branca, de textura firme, de sabor pouco acentuado e de boa aceitação.

A composição físico-química do pescado pode variar de acordo com a espécie, estado nutricional do indivíduo, sazonalidade, idade, parte do corpo, segundo afirma Beirão et al. (2000). No que está relacionado à umidade da tilápia, é possível observar que os valores encontrados em outros estudos por diferentes autores são bem similares, com exceção de Finne et al (1980), cujo valor está acima dos demais, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química (%) do filé de tilápia do Nilo, obtida por diversos autores

Composição química (%) Umidade	Referência
81,80	FINNE et al., 1980
75,20	MACHADO, 1984
75,00	SALES e SALES, 1990
77,50	MARCHI, 1997
79,10	GARDUÑO-LUGO et al., 2003
78,43	GRYSCHKE; OETTERER; GALLO, 2003
76,80	MINOZZO, 2005
76,80	MOREIRA, 2005

Fonte: Filho (2009).

Kubitza (2003) afirma ainda que, em médio prazo, o Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores de tilápia no mundo. A maior parte da produção comercial desse tipo de pescado está concentrada nos estados do Paraná, São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais. Juntos, os estados da região Sul citados anteriormente produzem, aproximadamente, 18 mil toneladas por ano.

Apesar de o Paraná ser o maior produtor de tilápia, deve-se observar que no inverno, quando as temperaturas são mais baixas, sua produtividade é prejudicada, colocando em risco os estoques, de forma a sobrecarregar a produção, assegura Kubitza (2000).

No Brasil, o sistema de produção da tilápia tem apresentado avanços tecnológicos e é formado por pequenos e médios produtores. A partir do ano 2000, o cultivo passou a ser realizado mais frequentemente em tanques-rede, sendo que até a década de 1990 o sistema semi-intensivo visava ao uso de viveiros escavados e/ou de barragens (FILHO et al., 2010; SUSSEL, 2011).

Considerando os meios de produção animal, a aquicultura apresenta alta expansão. A partir da década de 1970, esse setor tem manifestado crescimento médio anual de aproximadamente 9%, sendo este superior à pesca extrativa, a qual apresenta aumento em torno de 1,4%, enquanto a criação de animais voltada apenas à produção de carne é de 2,8% (NEIVA, 2008).

A aquicultura é definida pelo cultivo de organismos, cujo ciclo de vida em condições naturais é total ou parcialmente em meio aquático, sendo esta dividida em duas categorias: continental, que é o cultivo em água doce, e a marinha, onde

o cultivo se dá em água salgada. Dentro dessa atividade, existem algumas especialidades, dentre elas a piscicultura, a qual é a criação de peixes nos diferentes tipos de água.

No decorrer das últimas décadas, a tilapicultura passa por um processo de profissionalização, onde o produtor tem voltado sua atenção tanto para o manejo quanto aos insumos utilizados para o cultivo, conforme explica Filho et al. (2010).

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (2015) e dados obtidos pela ANUALPEC (2005), o Brasil possui 12% de toda a água doce do planeta, com 55.457 km² de rios e 35.803 km² de águas represadas, além de ser banhado por uma costa marítima de 8,5 mil quilômetros. Possui ainda condições ambientais e climáticas favoráveis, e, por esse motivo, possui grande potencial para tornar-se um dos maiores produtores de pescado no mundo.

A produção brasileira de pescados tem a sua especialidade diferenciada em cada região do país. No Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, estados que compõem a região Sul, predominam o cultivo de carpas, tilápias, ostras e mexilhões (BRASIL, 2015).

Dados de Araújo (2015), no que diz respeito à produção de tilápia, mostram que em 2013 o estado do Paraná produziu pouco mais de 44 mil toneladas. Nesse estado, a piscicultura tem sua produção majoritariamente em viveiros escavados, onde o ciclo é de 210 a 250 dias, no qual o peixe é capaz de atingir uma média de 750 g. A tilápia produzida no Paraná tem seu processamento em indústrias locais e é revendida para todo o país.

2.2 Metais pesados

Metais pesados são encontrados no solo, no ar ou na água, provenientes de fontes naturais ou por ação antrópica. Capazes de adentrar na cadeia alimentar, em concentrações elevadas geram problemas de toxicidade e, em humanos, acarretam doenças que podem culminar em morte.

Os metais pesados constituem um grupo importante de contaminantes ambientais que se encontram presentes nos meios hídricos e, ao incorporá-los na cadeia alimentar marinha, de modo a atingir os diferentes níveis tróficos, induzem efeitos deletérios aos organismos vivos expostos, haja vista esse poluente apresentar potencial bioacumulativo tóxico comprovado (LOPES, 2009; VIARENGO, 1989).

Estes metais, conforme Uluozlu et al. (2007), são classificados como essenciais e não essenciais ou potencialmente tóxicos. Aqueles imprescindíveis ao metabolismo biológico, porém em pequenas quantidades, são denominados essenciais, e, de acordo com o ICRP (1974), são exemplificados pelos elementos químicos Ca, K, Fe, Mg, Cu, Li, entre outros. Em contrapartida, os não essenciais são des-

necessários, em quaisquer quantidades, e acima de determinadas concentrações são tóxicos, como Hg, Pb, As e Cd (OGA et al., 2008).

Os autores Celik e Oehlschlager (2007) afirmam que, independente da concentração, os metais tóxicos são altamente prejudiciais à saúde dos animais. Em contrapartida, os metais essenciais apresentam esse malefício apenas quando em excesso. Vale ressaltar que os limites de concentração para ambos os tipos de metais serem causadores de efeitos tóxicos são bem próximos (LIMA; PEDROZO, 2001).

O descarte de metais pesados no meio ambiente tem aumentado progressivamente, assim como seu uso na agricultura e atividades industriais e os problemas ambientais causados por esse motivo, muitas vezes, não são conhecidos (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Pascalicchio (2002), os primeiros casos descritos eram de intoxicações agudas, como por chumbo ou ingestão de mercúrio. Os esforços seguintes concentraram-se em diagnosticar os efeitos sutis e de longo prazo. A maior preocupação é voltada aos metais com poder cumulativo no organismo, como o chumbo, cádmio, níquel, mercúrio, alumínio, entre outros.

Russel (2008) afirma que o chumbo (Pb) é um elemento que se apresenta em uma única variedade alotrópica, com baixo ponto de fusão. É classificado como um metal pesado que, em grande concentração, é capaz de causar sérios distúrbios a todo o organismo humano. O sistema nervoso central, rins e sangue são os órgãos mais afetados pela sua toxicidade (WHO, 2000). Em grande parte dos organismos, esse metal não é bioacumulável, contudo, em relação à base da cadeia alimentar aquática, pode haver contaminação de modo a comprometer toda a cadeia (MARTINS, 2004).

O mercúrio (Hg) em sua forma metálica, quando em temperatura ambiente, apresenta-se no estado líquido com baixa pressão de vapor. Porém, quando oxidado, apresenta solubilidade suficiente para gerar toxicidade. Sendo assim, é extremamente perigoso e com poder cumulativo.

O zinco (Zn) é um metal moderadamente maleável à temperatura ambiente, o qual apresenta ponto de fusão moderado. Tem como principal característica o fato de ser razoavelmente reativo. Duarte e Pasqual (2000) afirmam que este elemento é encontrado naturalmente na crosta terrestre. Além disso, esse metal tem grande importância em diversas funções bioquímicas do organismo. Por isso, é o mais encontrado em todos os tecidos corpóreos. Seu acúmulo dá-se em maior quantidade no pâncreas, onde produz metalotioneínas, as quais são capazes de reduzir a toxicidade de outros metais, como Cd, Cu e Hg (ONOSAKA et al., 2002).

O cádmio (Cd), elemento localizado na segunda série de metais de transição, quando comparado ao Zn, tem suas propriedades químicas e físicas semelhantes. Assim como o zinco, sua principal função é o revestimento do ferro. Este elemento pode ter sua ocorrência em águas por meio de fontes de poluição antro-

pogênicas, porém, por vezes, pode ser encontrado naturalmente em águas doces a níveis traços. É considerado um metal de alta toxicidade e sua entrada na cadeia alimentar dá-se por organismos aquáticos (CETESB, 2007).

De acordo com Seibert (2002), o cromo (Cr) encontra-se naturalmente no ambiente aquático na forma de cromato (CrO_4), onde desta maneira pode ser absorvido por fitoplâncton. Quando em seu estado oxidado (Cr^{6+}), apresenta característica carcinogênica e mutagênica. Quando em condições reduzidas de oxigênio, o cromato recebe elétrons, transformando em Cr^{3+} , entretanto, apesar de ser possível observar esse metal na forma tri e hexavalente, o Cr^{6+} é o de maior predominância em espécies aquáticas, sendo acumulado passivamente pelos mesmos. Esse elemento é de fundamental importância no que diz respeito ao metabolismo dos componentes alimentares (carboidratos, proteínas e lipídios), além disso, intensifica a ação da insulina. Contudo, Franco (1999) e Silva (2003) afirmam que em altas concentrações, a toxicidade do cromato é excessiva, haja vista sua capacidade de afetar o material genético, afetar a formação fetal, causar problemas reprodutivos, sendo até mesmo cancerígeno.

O elemento cobre (Cu), segundo Gunther (1998), é amplamente encontrado na natureza no estado elementar. É utilizado como matéria-prima para fabricação de tubulações, inseticidas, fungicidas, algicidas, entre outros. Quando encontrado na água, pode estar na forma dissolvida ou associado aos colóides ou a matérias orgânicas, haja vista sua afinidade pela mesma (LIMA; PEDROZO, 2001). À medida que a concentração desse metal traço aumenta, torna-se tóxico para os peixes, alterando sua estrutura celular e dificultando sua capacidade de locomoção (SIMÃO, 1985; MARTÍNEZ-LÓPEZ et al., 2007). Considerando que o fígado é o órgão mais susceptível à toxicidade, é nele onde há maior concentração e cerca de 1/3 está na musculatura (BRITO, 1988).

2.2.1 Metal pesado em pescado

A piscicultura, de acordo com dados da FAO (2016b), quando manejada de forma inadequada, pode acarretar em danos ao meio ambiente. A descarga orgânica, o uso de antibióticos, entre outros fatores, podem contribuir com o risco de eutrofização e alteração das águas, além da poluição orgânica, afetando o consumo humano.

A ingestão de pescado e seus derivados contaminados é a maior via de intoxicação por poluentes orgânicos e inorgânicos, afirmam Mackay e Clark (1991). Os riscos relacionados ao consumo do pescado contaminado são mais elevados do que apenas a ingestão da água contaminada (FORAN, 1990). Isso ocorre devido ao fato de os peixes serem capazes de concentrar elementos traços em até 10^5 vezes os valores observados no meio ambiente (GUIMARÃES et al., 1982).

Há três formas de intercorrer o processo de acúmulo de metais pesados nos organismos, cada qual com sua peculiaridade. A bioconcentração é o resultado da absorção por meio da superfície respiratória e dérmica da substância presente no ambiente aquático. Esta difere da bioacumulação pelo fato de incluir a dieta alimentar como meio de absorção de metais, conforme observado na Figura 3. Em contrapartida, o processo de biomagnificação dá-se pela transferência através dos níveis tróficos por ingestão direta dos alimentos. Dessa forma, as concentrações mais altas são observadas no organismo e não no alimento (COSTA et al., 2008).

A capacidade de bioacumulação nos tecidos é influenciada por vários fatores, sejam o habitat biológico da espécie, a forma em que os poluentes são encontrados, pH, teor de oxigênio dissolvido em água, dentre outros. Peixes mais velhos são normalmente maiores e, conseqüentemente, sua alimentação ocorre em maior quantidade. Sendo assim, tendem a acumular maiores quantidades de contaminantes em um período maior que os peixes menores dentro da população (LOPES, 2009; INÁCIO, 2006).

Em estudos realizados por Eisenberg e Topping (1984) e Barak e Mason (1990), foi possível concluir que o acúmulo de metal pesado ocorre de maneira diferenciada nos órgãos dos peixes. Além disso, Khaled (2004) afirma que o nível de metal encontrado pode ser variado. A fim de verificar as concentrações de metais, em diferentes regiões do pescado, Staniskiene et al. (2006) verificou que na espinha há maior quantidade quando comparada ao filé. Em contrapartida, ao confrontar os valores encontrados na musculatura com o verificado nos órgãos internos, foi encontrada uma quantidade 12 vezes maior. Vale ressaltar que dentre os órgãos, o fígado foi aquele que apresentou 4 vezes maiores concentrações de Pb, Cu, Cr; já as de Cd, Zn e Ni foram de 9 vezes e, em relação ao Mg, esta foi superior a 100 vezes em relação à carne.

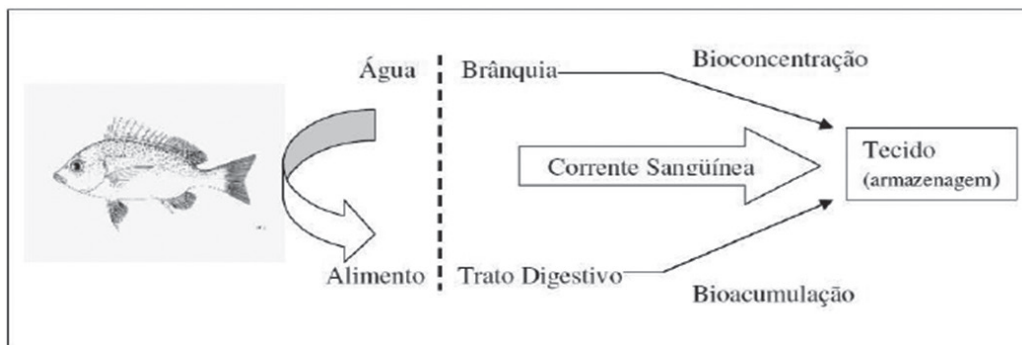


Figura 3 – Modelo de bioacumulação em peixe

Fonte: Baseada em Manahan (1991)

O autor afirma ainda que, com os limites de toxicidade excedidos, devido à alta concentração dos poluentes nos tecidos, há possibilidade de desencadear distúrbios bioquímicos e fisiológicos. Caso esse seja destinado à alimentação humana, a saúde do indivíduo pode estar comprometida. Por esse motivo, a determinação da qualidade química de organismos aquáticos, particularmente o nível de metais de traço no pescado, é extremamente importante (DURAL; GÖKSU; OZAK, 2007).

Os limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos em pescado podem ser observados na Tabela 2. Caso um ou mais dos limites sejam ultrapassados, os produtos cultivados não poderão ser comercializados (BRASIL, 1965).

Tabela 2 – Limite de tolerância de contaminantes inorgânicos em pescado (mg.kg-1)

Contaminante Inorgânico	Limite máximo de Tolerância LTM
Antimônio	2,0
Arsênio	1,0
Cádmio	1,0
Chumbo	2,0
Cobre	30,0
Estanho	250,0
Cromo	0,1
Merúrio	0,5
Níquel	5,0
Zinco	50

Fonte: Brasil (1965).

2.3 Possíveis causas de contaminação de metais

As fontes de contaminação de metais pesados são diversas, que vão desde o descarte exagerado em ambientes aquáticos sem o devido tratamento, até mesmo a alimentação do pescado.

2.3.1 Ambiente aquático

Conforme a Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986, os diversos tipos de águas (doces, salobras e salinas) devem ser avaliados de acordo com

parâmetros e indicadores específicos. Considerando o tipo de corpo d'água, a fim de assegurar sua utilização, esses parâmetros devem garantir níveis de qualidade para atender às necessidades da população. De forma mais abrangente, o equilíbrio ecológico aquático visa assegurar a saúde e o bem-estar do ser humano.

O manejo da qualidade da água nos viveiros é de fundamental importância no que diz respeito à aquicultura, haja vista a necessidade de mantê-la em condições adequadas para o melhor desenvolvimento do pescado. Quando a água encontra-se em condições inadequadas, pode prejudicar a produção e aumentar a mortalidade dos animais (KONNERUP et al., 2011; BACCARIN; CAMARGO, 2005).

Durante o desenvolvimento da tilapicultura, a qualidade da água é de extrema importância, de modo a ser avaliada antes, durante e depois das atividades. A frequência dessa análise para os sistemas semi-intensivo e intensivo é diária, quando devem ser analisados os parâmetros de temperatura, transparência, pH, oxigênio dissolvido e amônia (FARIA et al., 2013).

A disseminação de efluentes industriais, os quais estão presentes em rios e oceanos, está diretamente associada à presença de metais observada em pescado. Fatores como a idade e os hábitos alimentares desses animais são de extrema importância quanto à capacidade de bioacumular, que ocorre por meio da dieta ou da exposição das brânquias e pele à água. Porém, além disso, deve-se considerar a quantidade e biodisponibilidade dos contaminantes metálicos na água, apesar de o pescado ter a possibilidade de acumular quantidades superiores àquelas encontradas em seu hábitat (ALMEIDA et al., 2000; INÁCIO, 2006; PTASHYNSKI et al., 2002). Devido a essa característica, os organismos aquáticos tendem a ser utilizados como bioindicadores e em estudos de segurança alimentar (TÜRKMEN et al., 2009).

Galvão, Oetterer e Matthiensen (2014) afirmam que, quando o pescado tem seu cultivo em sistema intensivo, ou seja, em tanque-rede, a ocorrência de problemas relacionados à qualidade sanitária é de rara aparição, caso a água utilizada seja de boa procedência. Além disso, segundo as autoras, a aquicultura, principalmente aquela que faz o uso de água doce, tem como vantagem o possível monitoramento da água e, devido a isso, o cultivo poderá estar livre de contaminação. Nota-se que a água é um obstáculo para o cultivo de pescados, já que esta reflete diretamente da qualidade final do produto.

De acordo com dados obtidos em estudos realizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé, em Londrina-PR, quanto a metais pesados, observou-se a presença de elementos Pb, Ni, Cd, Cr e Cu. Esses têm sua origem, provavelmente, de atividades antrópicas. Detectou-se, também, a existência de Fe, Al, Mn, Ca e Mg, sendo sua fonte de águas de escoamento (YABE; OLIVEIRA, 1998). Outro estudo executado em Londrina por Bisinote, Yabe e Gimenez (2004), porém desta

vez utilizando-se de oito pontos da rede hidrográfica da cidade, a fim de avaliar a influência dos metais pesados no sistema aquático, foi possível encontrar concentrações de metais como Mn, Ca, Mg, Ni, Cu, Pb, Zn e Cd, sendo os quatro últimos em maiores concentrações. A origem da detecção desses metais pode ser tanto de fontes pontuais e/ou difusas, como a urbanização e industrialização.

2.3.2 Rações

De acordo com Furuya (2010), peixes confinados demandam rações comerciais com adequado balanço de nutrientes e energia para o crescimento e reprodução, já que os peixes não dispõem de alimento natural em quantidade e qualidade que atendam às exigências nutricionais para desempenho produtivo e reprodutivo ótimos.

Mantovani (2005) afirma que as fontes de contaminação predominantes para animais terrestres são: pastagem, ração e águas contaminadas devido a resíduos de pesticidas. Para sistemas aquáticos, a assimilação do metilmercúrio acontece pelo contato direto com a água e pela ingestão de alimentos contaminados.

A formação de mercúrio orgânico (o metilmercúrio – forma bioassimilável do mercúrio) está fortemente ligada ao binômio disponibilidade do mercúrio metálico – atividade metabólica de micro-organismos. Em diferentes ecossistemas aquáticos, mesmo sob idênticas condições de poluição, os teores de mercúrio são muito variados, por interferência de diferentes fatores ambientais, sendo o principal deles o pH. A ingestão de alimentos de origem animal preparados com matéria-prima alimentada com ração contaminada pode causar danos aos humanos (MANTOVANI, 2005).

2.4 Tipos de viveiros

Para alcançar o desenvolvimento sustentável, os produtores precisam encontrar um equilíbrio entre os aspectos ambientais, econômicos e sociais. A aquicultura se mostra como uma atividade economicamente emergente, tentando alojar-se no conceito de sustentabilidade. A pesca extrativista descontrolada comprometeu o estoque pesqueiro dos rios e mares, causando uma diminuição da produção, logo, o aumento dos preços. Assim, a tendência é de que esta atividade diminua e que haja o crescimento da produção de peixes em cativeiro (MILANI, 2015).

Os dois tipos de sistemas comumente utilizados são denominados de semi-intensivo (viveiros escavados) e o sistema intensivo (tanque-rede). O primeiro é mais empregado por produtores técnicos das regiões Sul e Sudeste, os quais utilizam fertilizantes químicos e adubos em grandes quantidades. Essa adubação promove o desenvolvimento dos organismos do plâncton, que auxilia na pro-

dução do oxigênio na água e servem como alimento para a maioria dos peixes cultivados no Brasil. Além do mais, promove a turbidez da água, impossibilitando a penetração dos raios solares, evitando a proliferação de plantas aquáticas e dificultando a predação por aves (ZIMMERMANN; FITZSIMMONS, 2004; MATHIAS, 1998).

Segundo Batista (2012), o viveiro de tanque escavado consiste em uma criação em ambientes controlados, praticados em barreiros, tanques de terra e açudes. O produtor tem a necessidade de se preocupar com adubação, renovação de água e complemento alimentar. Sousa (2005) afirma que, em sistemas de criação semi-intensivo (escavado), os peixes ficam soltos.

Oliveira et al. (2007) descrevem a construção de tanque escavado como sendo caracterizado pelo formato retangular. A área alagada deve ser delimitada entre 2.000 m² a 15.000 m², apresentar largura de no máximo 30,0 m, entrada e saída de água com profundidade, respectivamente, de 1,0 m e de 1,5 m a 2,0 m, com declive no fundo variando de 0,2% a 1%. O tipo de solo influencia na declividade da parede do tanque: o argiloso é de 1:1 e, para tanques construídos em solos com características tendendo a arenoso, a declividade deve ser de até 3:1.

A fim de evitar o transbordamento, deve haver uma parte do viveiro que fique acima do nível da água e esta deve de, no mínimo, 0,30 m e, no máximo, de 0,60 m. Outro fator importante quanto à construção do viveiro é quanto ao espaço para circulação das pessoas, localizado acima das paredes, sendo denominada de crista; deve ter de 1,0 m a 3,0 m. Como regra geral, quanto mais arenoso o solo, mais larga a crista, em razão do seu potencial de solubilidade.

A fim de inundar a área do viveiro, a água pode ser proveniente de açudes, rios, poços e até mesmo de nascentes. Os canais pelos quais a água passar devem estar a céu aberto, haja vista que este fato melhora a oxigenação da mesma. Porém, vale frisar que os canais podem ser revestidos, entretanto o uso de material galvanizado deve ser evitado, já que este pode liberar substâncias tóxicas.

Para os viveiros de sistema intensivo, os autores Rotta e Queiroz (2003) afirmam que a piscicultura em tanques-rede é uma técnica relativamente barata e simples, quando se compara à piscicultura tradicional em viveiros de terra, considerando que esta possibilita a utilização de diversas variedades de ambientes aquáticos, sem a necessidade de alagar novos locais, diminuindo o custo com a construção. Contudo, a produção comercial em tanques-rede está menos difundida quando comparada à produção em tanque escavado.

O tanque rede é uma estrutura de contenção, onde ocorre a troca contínua da água entre o reservatório e seu interior (Figura 4). Com o avanço da implantação da exploração de piscicultura deste tipo, o Brasil pode se tornar um dos maiores produtores mundiais de peixes de água doce.

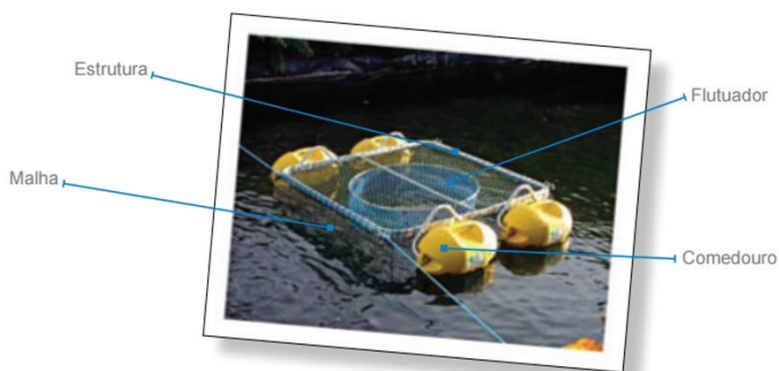


Figura 4 – Imagem de estrutura utilizada em produção em tanque-rede

Fonte: Nogueira (2007)

Segundo a Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) (2016), o tanque-rede permite confinar os peixes até que eles atinjam o peso ideal para seu consumo e em quantidade adequada. Sousa (2005) afirma que em sistemas intensivos (rede), os peixes ficam adensados, com renovação contínua de água e aeração.

De posse das informações anteriores, outro quesito de suma importância para construção e instalação de tanque escavado e rede é quanto ao sistema de abastecimento. Em relação ao tanque escavado, este visa levar água de rio, riacho, lago, açude, nascente, represas, reservatórios ou poços, desde que em boas condições sanitárias, livre de esgotos e produtos como herbicidas, até o viveiro. O processo é composto de três etapas, podendo variar conforme a fonte fornecedora de água: tomada de água da fonte para o canal, canal de abastecimento e tomada de água do canal para o viveiro (SILVA, 1998).

Os corpos d'água mais adequados para instalação da piscicultura de tanque-rede são lagos, represas e barragens, entretanto a qualidade da água desses locais é primordial, a julgar pela impossibilidade de correção da qualidade e características físicas e químicas nesses ambientes aquáticos, diferentemente do que ocorre no tanque escavado. Outro fator que se deve considerar para esse tipo de cultivo é quanto ao uso múltiplo das águas, sendo este estabelecido de acordo com a Lei n. 9433, de 8 de janeiro de 1997, pela Política Nacional de Recursos Hídricos, na qual as águas devem atender a diversas necessidades.

3 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa experimental, com dados quantitativos, tendo como objeto de estudo o pescado, considerando o poder cumulativo de metais pesados.

Foi realizada em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Soja, auxiliando quanto à digestão e quantificação dos metais.

3.1 Coleta e preparo das amostras

A coleta das tilápias ocorreu no período de 14 a 18 de dezembro de 2015, em pesqueiros da região de Londrina-PR. A fim de atingir um maior número de amostras provenientes de diferentes bacias hidrográficas e tipos de cultivos, o pescado foi coletado em diferentes municípios, de acordo com a importância econômica de cada local, as quais foram nomeadas pelas letras A, B, C, D, E e F, conforme pode ser observado no mapa (Figura 5) e classificadas de acordo com o tipo de viveiro (Tabela 3). Em cada coleta, foram adquiridas diversas unidades de peixes da espécie *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo), de modo a serem representativas do lote produzido em cada localidade. Destaca-se que, em todas as coletas realizadas, os peixes estavam em idades próximas.

Tabela 3 – Bacia hidrográfica e tipo de cativeiro

Local de coleta	Bacia hidrográfica	Tipo de viveiro
A	Parapanema III	Tanque escavado
B	Tibagi	Tanque escavado
C	Tibagi	Tanque escavado
D	Pirapó	Tanque escavado
E	Pirapó	Tanque escavado
F	Tibagi	Tanque-rede

Fonte: Autoria própria.

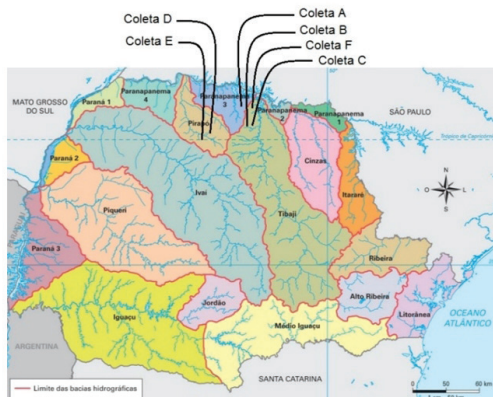


Figura 5 – Locais de coleta e unidades hidrográficas do Paraná

Fonte: Autoria própria

Cada local apresenta determinado atributo. As Figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11 são representativas dos locais de coleta A, B, C, D, E e F, onde o tipo de cultivo é caracterizado pelo tanque escavado. A peculiaridade ocorreu quanto à coleta D, devido ao pescado já estar no processo de depuração, etapa pré-abate, definida pela permanência do lote em tanque de alvenaria, sem alimentação e com água corrente, por período variável, de acordo com a incidência de *off flavor*. É de grande importância que a água de depuração seja segura, de forma a evitar a presença de contaminantes químicos e até mesmo microbiológicos.



Figura 6 – Local de coleta A, pertencente à bacia do Paranapanema III: amostras de tanque escavado

Fonte: Autoria própria

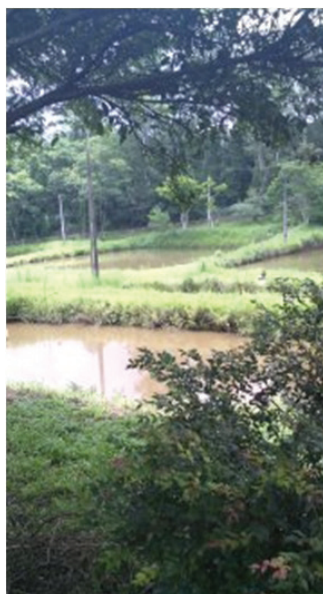


Figura 7 – Local de coleta B, pertencente à bacia do Tibagi: amostras de tanque escavado

Fonte: Autoria própria



Figura 8 – Local de coleta C, pertencente à bacia do Tibagi: amostras de tanque escavado

Fonte: Autoria própria



Figura 9 – Coleta proveniente do local D, onde os peixes foram transferidos para tanque de alvenaria para depuração: amostras de tanque escavado da bacia do Pirapó

Fonte: Autoria própria



Figura 10 – Local de coleta E, proveniente da bacia do Pirapó: amostras de tanque escavado

Fonte: Autoria própria



Figura 11 – Local de Coleta F, pertencente à bacia do Tibagi: amostras de tanque-rede

Fonte: Autoria própria

A insensibilização das amostras ocorreu por meio de hipotermia em caixa isotérmica e posteriormente acondicionamento em freezer a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. As amostras passaram por um processo de filetagem, realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Londrina, e, em seguida foram submetidas à trituração com o auxílio do *cutter* (MAINCA CM-14 VERSION). Após esse procedimento, os filés foram homogeneizados, a partir dos quais coletou-se três alíquotas de cada ponto de coleta. Vale ressaltar que, em todas as etapas, o pescado foi preservado em saco plástico, previamente descontaminado com ácido nítrico 5%, congelado a vácuo até o momento da análise.

3.2 Preparo de curva analítica

As curvas de calibração dos metais Zn, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg e Ni foram construídas nas concentrações de 20, 10, 3, 0,5, 0,02, 0,003, 0,0001 e 0 mg.L^{-1} , a partir da diluição do padrão multielementar (SpecSol) de concentração 1000 mg.L^{-1} em água mili-Q. Inicialmente, preparou-se uma solução intermediária por meio da diluição 1:10 da solução de padrão certificada. A partir da diluição da solução estoque, foram elaborados 4 pontos da curva, e para os 4 restantes a partir de solução concentrada, de forma que as concentrações dos analitos estivessem dentro da faixa de linearidade da metodologia, conforme demonstrado nos gráficos abaixo, para cada elemento.

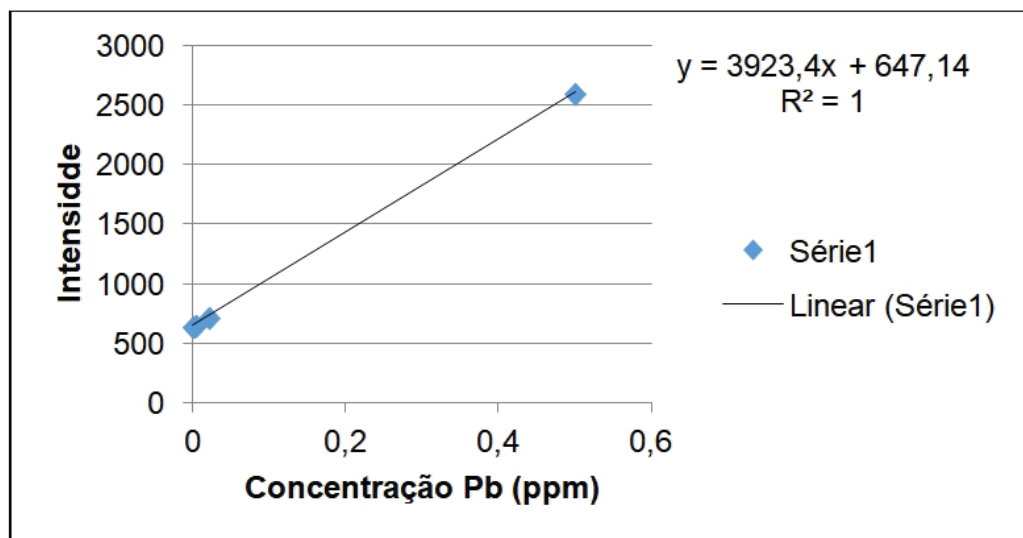
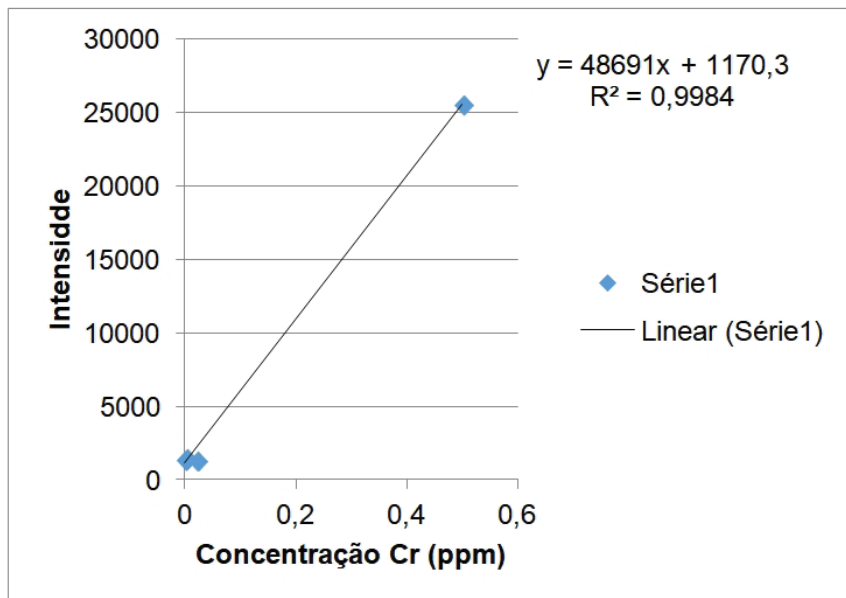
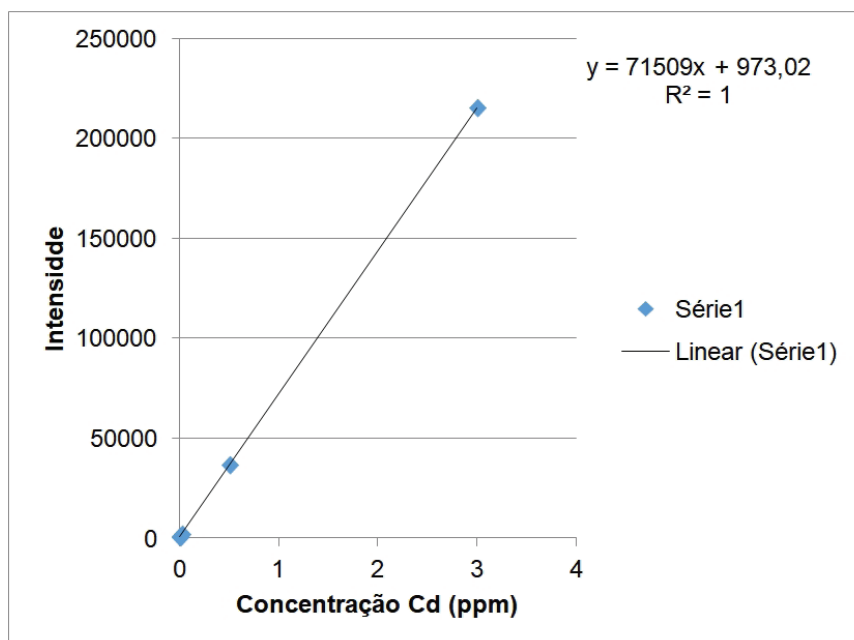
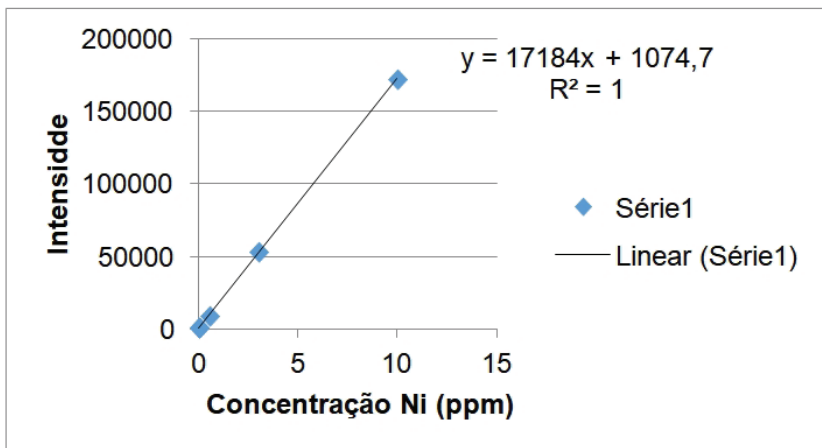
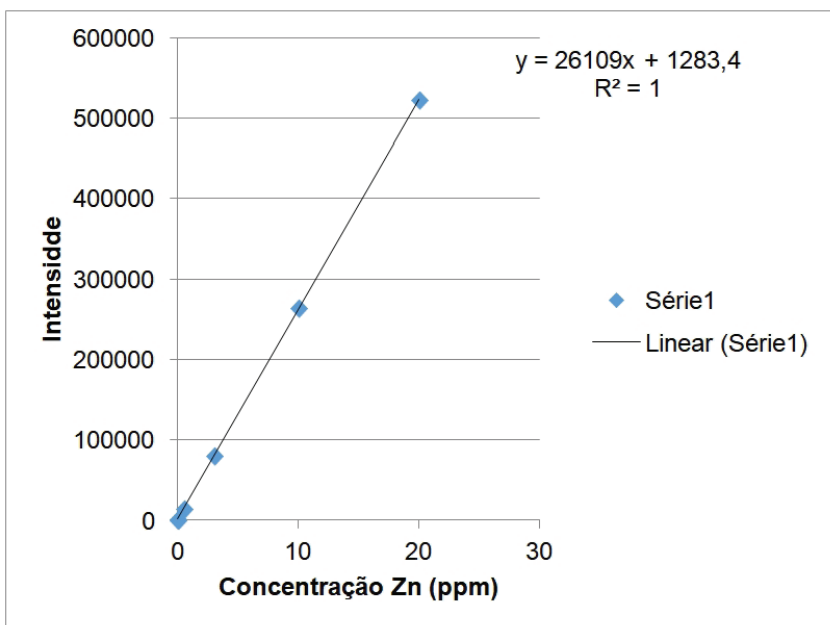
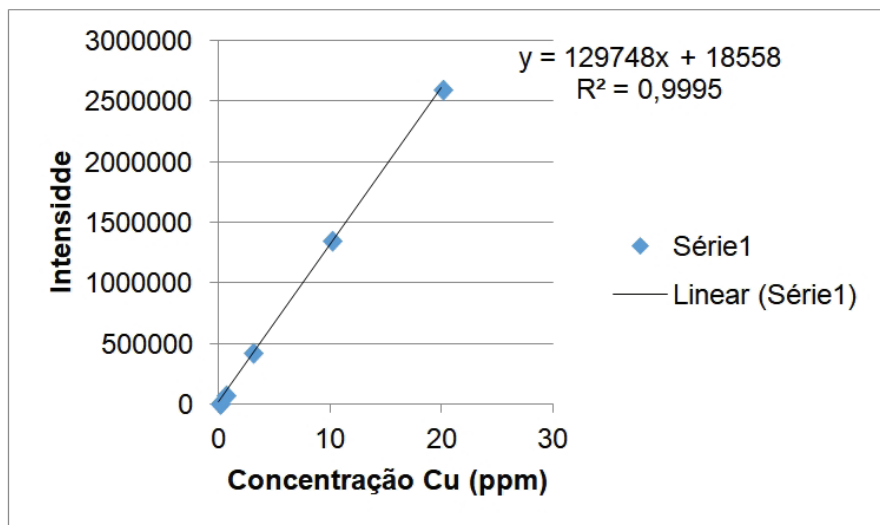
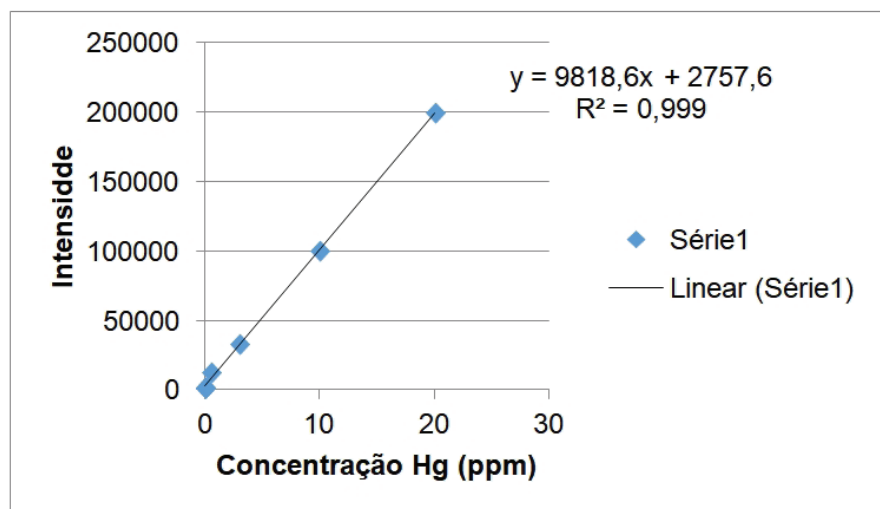


Figura 12 – Curva de calibração Pb

**Figura 13** – Curva de calibração Cr**Figura 14** – Curva de calibração Cd

**Figura 15** – Curva de calibração Ni**Figura 16** – Curva de calibração Zn

**Figura 17** – Curva de Calibração Cu**Figura 18** – Curva de calibração Hg

3.3 Digestão e leitura em ICP-oes

Para decomposição da matéria orgânica realizada em amostras de tilápia do Nilo, foi utilizado o método de digestão úmida feito em forno de micro-ondas de 1600 w de potência (marca CEM, modelo MarsXpress), seguido de determinação analítica em ICP-OES (SILVA, 2009). Iniciou-se o procedimento com a pesagem de 0,5000 g da amostra seca em balança analítica, em tubo de teflon. Inicialmente realizou uma etapa de pré-digestão; para cada amostra adicionou-se

6,0 mL de ácido nítrico (HNO_3), após aguardar 30 minutos em capela, os frascos foram fechados. O procedimento de digestão inicia-se com um pré-aquecimento por meio da aplicação de uma rampa de aquecimento por 10 minutos até 170 °C. Após o pré-aquecimento, a temperatura é mantida constante por 15 minutos, seguido do término da digestão, com 15 minutos de resfriamento. O mesmo procedimento foi realizado para o branco que continha apenas 6,0 mL de ácido nítrico e para a amostra padrão certificada.

Após o término da digestão, a amostra já digerida foi diluída 30 vezes e preparada para análise por técnica de espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES, marca PerkinElmer, modelo Optima 8300 Dual View). Esse método tem como princípio a análise dos metais dissolvidos na solução (extrato ácido) (GINÉ-ROSIAS, 1998).

Inicialmente foi realizada a leitura das soluções padrão para a construção das curvas de calibração, em seguida das amostras, sendo que, a cada triplicata, o equipamento passava por limpeza em água deionizada. O ICP-OES apresenta potência da rádio frequência de 1300 W, sendo a configuração utilizada para leitura das amostras a axial, haja vista sua maior sensibilidade e ser indicada para a determinação de analitos presentes em menor concentração. Outra especificidade de importante relevância diz respeito às condições de vazão do plasma, gás auxiliar e nebulizador, sendo, respectivamente, 8,0 L min^{-1} , 0,2 L min^{-1} e 0,55 L min^{-1} .

3.4 Tratamento estatístico

Os resultados das análises de metais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o software estatístico *Statistica* 10.0 (STATSOFT, 2011).

4 Resultados e discussão

No total, foram analisados 6 pontos de coleta, sendo amostrados exemplares de peixe tilápia do Nilo com a principal finalidade de avaliar a bioacumulação dos metais cobre (Cu), cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), chumbo (Pb), zinco (Zn) e mercúrio (Hg) em amostras de pescado (Tabela 4). Fez-se a leitura da amostra certificada de tecido vegetal no intuito de encontrar a melhor maneira de abertura de amostra para assim obter melhores resultados. Essa consistia em analisar amostras certificadas para quantificar o quanto foi extraído e, assim, confirmar o método.

Tabela 4 – Concentração de metais em filé de tilápia do Nilo em base seca (mg.kg⁻¹)

Amostra	Metais pesados (mg.kg ⁻¹)						Pb
	Zn	Cu	Cd	Cr	Hg	Ni	
A	10,52 ± 0,44 ^b	0,44 ± 0,06 ^a	ND	0,08 ± 0,02 ^b	ND	ND	0,48 ± 0,01 ^a
B	12,68 ± 0,04 ^a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C	8,47 ± 0,38 ^c	0,29 ± 0,04 ^a	ND	0,08 ± 0,01 ^b	ND	ND	0,5 ± 0,09 ^a
D	11,52 ± 0,46 ^{ab}	0,39 ± 0,09 ^a	ND	0,12 ± 0,02^{ab}	ND	ND	0,37 ± 0,06 ^a
E	11,47 ± 0,35 ^{ab}	0,38 ± 0,06 ^a	ND	0,10 ± 0,02^{ab}	0,55 ± 0,01^a	ND	0,50 ± 0,01 ^a
F	12,42 ± 0,75 ^a	0,28 ± 0,01 ^a	ND	0,14 ± 0,01^a	0,20 ± 0,06 ^b	ND	0,51 ± 0,06 ^a

Média de três repetições ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, ($p \leq 0,05$). Em negrito estão destacados os valores acima do limite permitido pela legislação brasileira. * ND: não detectado.

Fonte: Autoria própria.

Os valores de Zn encontrado nas amostras B e F não diferiram estatisticamente entre si; quanto às amostras D e E, foram estatisticamente iguais às amostras B, F e A, e a amostra C foi estatisticamente inferior às outras amostras. Os níveis dos elementos Cu e o Pb não apresentaram diferenças estatísticas entre as localidades.

Para o elemento Hg, a amostra E apresentou-se significativamente superior à amostra F. Nas demais amostras, as concentrações estão abaixo do limite de detecção da metodologia utilizada. Para o elemento Cr, a amostra B apresentou valor inferior ao limite de detecção; as amostras A e C não obtiveram diferença estatística entre si; as amostras D e E apresentaram valores intermediários, não apresentando diferenças estatísticas quanto às amostras A, C e F; contudo, a amostra F apresentou maiores valores, sendo significativamente superior às amostras A e C.

Para os elementos cádmio (Cd) e níquel (Ni), os valores apresentaram-se inferiores aos limites de detecção da metodologia analítica em todas as amostras avaliadas.

Os limites máximos de tolerância para os metais em estudo, estabelecidos pela legislação brasileira, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Limites máximos de tolerância dos metais em estudo pela legislação brasileira

Contaminante Inorgânico	Limite máximo de Tolerância LTM (mg.kg⁻¹)
Cádmio	1,0
Chumbo	2,0
Cobre	30,0
Cromo	0,1
Mercúrio	0,5
Níquel	5,0
Zinco	50

Fonte: Brasil (1965).

Para o elemento cromo (Cr), as amostras D, E e F apresentaram concentrações acima do limite máximo de tolerância (LMT) estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Tabela 5), indicando certo grau de contaminação. Já as amostras A e C apresentaram-se abaixo do LMT; para a amostra B, o valor é inferior ao limite de detecção (LD) da metodologia.

Diferente do ocorrido para o Cr, nenhuma amostra apresentou concentração de Cobre (Cu) e Zinco (Zn) acima do limite estipulado pela ANVISA (Tabelas 4 e 5). As concentrações de chumbo (Pb) nos peixes avaliados apresentaram-se em níveis abaixo dos LTM.

Para o mercúrio (Hg), as concentrações observadas na maioria das amostras (A, B, C e D) foram inferiores ao LD. Em contrapartida, na amostra E foram apresentados valores acima do estabelecido, apontando sinais de contaminação (Tabelas 4 e 5).

Concentrações de Cr acima de 0,1 mg.kg⁻¹ em peixes são consideradas prejudiciais, portanto, o fato de 3 amostras terem apresentado níveis de Cr acima do permitido (Tabela 5) indica possível contaminação ambiental por esse metal. A metodologia empregada não permite a especiação do estado de oxidação em que o Cr se encontra na amostra; na sua forma química hexavalente, ele é carcinogênico. Esta forma, que ocorre devido à poluição de origem antrópica, é a forma predominante em águas marinhas (SILVA, 2009).

Quando comparados os valores de concentração de Cr com Silva (2009), em metais pesados em peixes (*Micropogonias furnieri* e *Cynoscion acoupa*) e ostras (*Crassostrea brasiliiana*), oriundos da baía de Sepetiba, de acordo com a técnica de SR-TXRF por meio de Fluorescência de Raios X, foram obtidas médias para a parte comestível de 0,52 mg.kg⁻¹ e 0,46 mg.kg⁻¹ para espécies de peixes e 4,79

mg.kg⁻¹ para espécie de ostra, as quais foram mais elevadas que as alcançadas no presente estudo, com 0,11 mg.kg⁻¹.

Já quando comparado com Souza et al. (2009) em quantificação de metais pesados em peixes de um pesqueiro localizado na cidade de Umuarama-PR, pelo método de absorção atômica, os autores não detectaram Cr para nenhuma de suas amostras, ao contrário deste estudo, o qual os valores encontrados estavam acima do LTM.

As concentrações de Cu e de Zn encontradas nas amostras não ameaçam a saúde dos peixes e não representam risco de contaminação, pois ficaram bem abaixo do LTM. Assim como Lima et al. (2015), analisando a contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, estado do Amapá, por meio de espectrofotômetro de absorção atômica, obtiveram valores abaixo do preconizado pelas agências de fiscalização. Souza et al. (2009) constataram concentração em musculatura de tilápia para Cu de 4,8 mg.kg⁻¹, sendo que a ANVISA preconiza um limite de 30 mg.kg⁻¹, portanto dentro do estabelecido pela legislação. Segundo Kalay e Canli (2000) e Pereira et al. (2010), os metais Cu e Zn são elementos essenciais para o organismo e são facilmente regulados pelo metabolismo, sendo um possível motivo da baixa concentração observada.

Os valores determinados para o elemento Ni apresentaram-se inferiores ao LD em todas as amostras analisadas. Carvalho et al. (2000), estudando a distribuição de metais pesados em peixes costeiros bentônicos da região de Macaé-RJ, empregando espectrofotômetro de emissão atômica de plasma induzido (ICP-AES), apresentaram valores abaixo dos limites máximos de tolerância.

O mesmo comportamento foi observado para o elemento Cd com valores inferiores ao LD. Carvalho et al. (2000) não apontaram concentrações detectáveis em nenhuma das espécies amostradas, do mesmo modo como verificado neste estudo.

As concentrações obtidas para Pb nesse trabalho para todas as amostras foram menores do que o LTM, o qual define valor máximo de 2,00 mg.kg⁻¹, sendo que a média desse foi de 0,47 mg.kg⁻¹. Lima et al. (2015), em seu estudo, observaram baixas concentrações de Pb nos peixes, exceto em uma única amostra, que pode ser em decorrência de abundância de matéria orgânica no local de captura.

Com relação ao Hg, a legislação brasileira estabelece limite máximo de 0,5 mg.kg⁻¹. Neste estudo, as concentrações de Hg encontraram-se abaixo deste valor para as amostras A, B, C D e F; já a amostra E apresentou valores acima do LTM. Silva (2009) encontrou valores abaixo do permitido em todos os exemplares analisados, obtendo valores médios de 0,027 mg.kg⁻¹ na musculatura dos peixes. Em outro trabalho realizado por Kitahara et al. (2000), a fim de verificar o mercúrio total em pescado de água-doce, utilizando como objeto de estudo a tilápia proveniente de diferentes localidades, depararam com concentrações variando de 0,01 mg.kg⁻¹ a 0,02 mg.kg⁻¹.

As amostras com valores acima do LTM podem ter a contaminação decorrente de dois fatores: a alimentação e a água de cultivo. Apesar de no estudo citado anteriormente de Silva (2009) os níveis de metais na ração e na água não terem sido avaliados, é possível descartar a contaminação decorrente da alimentação, tendo em vista que todos os viveiros participantes do presente estudo utilizam ração proveniente de mesmo fornecedor e as amostras encontrava-se em idade de abate, ou seja, com tempo de vida muito semelhante.

Em relação ao elemento Cr₆, verificou-se que ambas as amostras coletadas na bacia do rio Pirapó apresentaram valores superiores ao LTM, possivelmente decorrente de contaminação natural ou antrópica da água nessa região. Valores superiores foram observados em amostras provenientes de tanque-rede no rio Tibagi. Estudos de metais pesados em água, sedimento e peixes demonstraram contaminação por metais no rio Tibagi e seus efluentes, decorrente do transporte desses contaminantes ao longo do rio, proveniente de práticas agrícolas, atividades de mineração, curtume, entre outras fontes antropogênicas (GALUNIN et al., 2014; BARRETO et al., 2010; BISINOTI; YABE; GIMINEZ, 2004).

Com relação ao elemento mercúrio, os valores acima dos limites do LTM foram observados nas amostras de tanque-rede e em um ponto de amostragem da bacia do rio Pirapó de cultivo em tanque escavado. Como exposto anteriormente, contaminações observadas no cultivo em tanque-rede podem estar relacionadas a fontes de contaminação localizadas a grandes distâncias; já os valores de contaminações observadas no tanque escavado podem estar relacionados a alguma fonte poluidora próxima à região de cultivo, tendo em vista que nesse manejo de cultivo é utilizada água de pequenos riachos e nascentes.

O estado do Paraná possui, no total, 16 bacias hidrográficas, das quais o presente trabalho avaliou o uso de três: Tibagi, Pirapó e Paranapanema III. De forma abrangente, a bacia do Tibagi tem seu nome originado de seu principal rio de mesmo nome, Tibagi, o qual apresenta cerca de 24.712 km² de área, porém esta bacia pode ser dividida em três partes, sendo: alto, médio e baixo Tibagi. A água captada tem os mais diversos usos, como atividade agrícola, industrial e agropastoril, dependendo da concentração de cidades pertencentes ao local. O uso no meio rural expõe a água a um maior potencial de contaminação, dado o grande volume de agrotóxicos utilizados.

Informações da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA (2016) do governo do Paraná, a bacia do Pirapó apresenta área total de 5.067 km², enquanto a do Paranapanema III possui 3.776 km² de área total. Para ambas as regiões, vale ressaltar que, devido às características favoráveis do solo, seu uso é intenso de modo a comprometê-lo e, como consequência, tem-se o assoreamento dos cursos de água e a deterioração de mananciais, estando sujeito à poluição e contaminação de compostos químicos.

De acordo com Alves et al. (2008), em estudo realizado a fim de verificar a avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá-PR, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, no que diz respeito a metais pesados, foram analisados Al, Zn, Cu, Ni, Mg e Fe e nenhum desses encontravam-se acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n. 357/2005, a qual classifica como classe II o corpo de água doce que pode ser utilizada para aquicultura e atividade pesqueira.

A Tabela 6 representa o rendimento obtido das amostras, sendo que esse possui interferência direta no valor econômico. No que diz respeito à tilápia do Nilo, essa ainda apresenta como variável o método de retirada da pele, haja vista seu valor comercial e quanto ao tipo de corte para decapitação. Segundo Souza et al. (1999), o maior rendimento do filé (36,67%) é obtido por meio da retirada da pele com auxílio de um alicate e depois a filetagem.

Tabela 6 – Rendimento dos filés obtidos da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Local da coleta	Filé	Carcaça	Rendimento
A	1883,92g	3928,03g	32,00%
B	1371,02g	2861,10g	32,39%
C	1795,52g	3549,73g	33,58%
D	1221,87g	4278,70g	22,20%
E	1723,76g	1726,47g	49,95%
F	2528,43g	6280,59g	28,70%

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a literatura, o rendimento da parte útil do pescado, denominada corpo limpo, varia de 25,4% até, aproximadamente, 42%, conforme o peso do animal, método utilizado, tipo de corte da cabeça, além do tipo de remoção da pele e nadadeiras (MACEDO-VIEGAS et al., 1997; SOUZA; MACEDO-VIEGAS, 2001; SOUZA et al., 1999). Comparando esses valores com os obtidos no presente estudo, pode-se verificar que em todas as coletas, exceto para a D, o rendimento está de acordo com o previsto na bibliografia, ou até superior, como no caso da coleta realizada no local E.

Em estudos realizados com a tilápia do Nilo com peso de abate entre 400 g a 600 g, o rendimento de filé obtido foi superior a 32% (FREITAS et al., 1979), nessa mesma situação, Souza et al. (1997) apontam um rendimento de 35,8% a 37,2%. Quando o peso do pescado se encontra em torno de 250 g a 450 g,

Macedo-Viegas et al. (1997) atingiram rendimento de 32,15% a 40,39%. Em contrapartida, o menor rendimento, 25,4%, pode ser observado em peixes com peso médio de 585 g, segundo os autores Clement e Lovell (1994).

Conforme informações cedidas pelo proprietário do frigorífico, os peixes são abatidos com peso em torno de 700 g, entretanto, devido à necessidade do mercado, algumas propriedades estavam abatendo com peso de 450 g a 500 g, como no caso da coleta D, onde o pescado encontrava-se em depuração, o qual consiste em deixá-lo em um reservatório revestido de alvenaria com água corrente e alta vazão, e tem como função a limpeza do trato digestório. Esse processo dura cerca de 12 a 24 horas. Dessa forma, o abate precoce do peixe poder ser uma justificativa para seu baixo rendimento.

5 Conclusão

As concentrações de Zn, Cu, Ni, Ca e Pb nos exemplares de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) provenientes de diferentes localidades da região de Londrina-PR não implicam em riscos para a saúde humana. Já as concentrações de Cr e Hg apresentaram níveis de contaminação acima do tolerado pela legislação, sendo que seu consumo em longo prazo poderá afetar a saúde humana. Considerando este trabalho pioneiro no que diz respeito à coleta direta dos viveiros, trabalhos futuros podem estender as amostragens, assim como analisar a água dos viveiros, os sedimentos no caso dos escavados e a ração fornecida para os peixes, de modo a determinar a possível causa da contaminação.

Referências

- ALMEIDA, J. A.; NOVELLI, E. L. B.; SILVA, M. D. P. et al. Environmental cadmium exposure and metabolic responses of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Pollution*, v. 114, n. 2, p. 169-175, 2000.
- ALVES, E. C.; SILVA, C. F.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; FILHO, E. E. S.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Acta Sci. Technol*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.
- ANUALPEC. O desenvolvimento recente da aquicultura brasileira. In: FNP Consultoria e Agroinformativos. ANUALPEC. São Paulo: Instituto FNP, 2005. p. 252-256.

- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. Characterization and evaluation of the feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 81- 90, 2005.
- BARAK, N. A. E.; MASON, C. F. Mercury, cadmium and lead concentrations in five species of freshwater fish from eastern England. **Science of the Total Environment**, v. 92, p. 257-263, 1990.
- BARRETO, W. J. et al. Study on the historical distribution of metals in aquatic sediments. **Clean – Soil, Air, Water**, v. 7, n. 38, p. 608-613, 2010.
- BATISTA, R. E. Empresa de pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Sistemas semi-intensivo e intensivo de peixes**, 2012. Disponível em: <<http://www.emparnaico.com/2012/03/sistemas-semi-intensivo-e-intensivo-de.html>>. Acesso em: 8 maio 2015.
- BEIRÃO, L. H. et al. Processamento e industrialização de moluscos. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP “TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO”, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL/CTC, 2000. p. 38-84.
- BISINOTI, M. C. et al. Avaliação da influência de metais pesados no sistema aquático da bacia hidrográfica da cidade de Londrina-PR. **Revista Analytica**, n. 8, dez.-jan. 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Decreto n. 691, de 13 de março de 1962. Normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1965.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1986.
- _____. Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1952.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Manual de inspeção para identificação de espécies de peixes**

e valores indicativos de substituições em produtos da pesca e aquicultura. Brasília: MAPA, 2016.

_____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Pescado**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/pescado>>. Acesso em: 7 maio 2016.

BRITO, F. D. **Toxicologia humana e geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1988.

BRITSKI, H. A. et al. **Peixes do Pantanal: manual de identificação**. Vol. 1. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2007.

BURGUESS, G. H. O. **El pescado y las industrias derivadas de la pesca**. Zaragoza: Acribia, 1965.

CARVALHO, C. E. V. et al. Distribuição de metais pesados em peixes costeiros bentônicos da região de Macaé, RJ, Brasil. **Ecotoxicology and Environmental Restoration**, v. 3, n. 2, 2000.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

CELIK, U.; OEHLENSCHLAGER, J. High contents of cadmium, lead, zinc and copper in popular fisher products sold in Turkish supermarkets. **Food Control**, v. 18, n. 1, p. 258-261, 2007.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

CLEMENT, S., LOVELL, R. T. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 119, p. 299-310, 1994.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

COSTA, C. R. C.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPINDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

- DUARTE, R. S.; PASQUAL, A. Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 1, p. 46-58, 2000.
- DURAL, M.; GÖKSU, M. Z. L.; OZAK, A. A. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. **Food Chemistry**, v. 102, p. 415-421, 2007.
- EISENBERG, M.; TOPPING, J. J. Trace metal residues in shellfish from Maryland waters, 1976-1980. **Journal of Environmental Science and Health B**, v. 19, p. 649-671, 1984.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Aquicultura e a atividade pesqueira**. Disponível em: <<http://cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic:::27>>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- FARIA, R. H. S.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Brasília: Codevasp, 2013.
- FILHO, J. D. S.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; SOUZA, F. R. A. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, p. 112-118, 2010.
- FILHO, S. P. J.; FONSECA, V. K.; HOLBIG, L. Avaliação de metais em pescado da região do Pontal da Barra, Laguna dos Patos, Pelotas-RS. **Ecotoxicol. Environ. Contam.**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 105-111, nov. 2012.
- FILHO, P. R. C. O. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. Jaboticabal, 2009. 115f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- FINNE, G. et al. Minced fish flesh from nontraditional gulf of Mexico finfish species: yield and composition. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 1327-1329, 1980.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Article 9: Aquaculture Development. In: **Code of conduct for responsible fisheries**. Disponível em: <[http://www.fao.org/docrep.005/v.878e/v.878e00.htm#9](http://www.fao.org/docrep/005/v.878e/v.878e00.htm#9)>. Acesso em: 3 maio 2016a.

- _____. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA)**. Disponível em: <<http://www.fao.org/documents/card/en/c/097d8007-49a4-4d65-88cdfcaf6a969776/>>. Acesso em: 7 maio 2016b.
- FORAN, J. A. Toxic substances in surface waters. **Environm. Sci. Technol.**, v. 24, p. 604-608, 1990.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, p. 307, 1999.
- FREITAS, J. V. F. et al. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público “Paulo Sarasate” (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. **Bol. Tec. Dep. Nac. Obras Contra Secas**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 135-151, 1979.
- FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010.
- GALUNIN, E. et al. Cadmium mobility in sediments and soils from a coal mining area on Tibagi River watershed: Environmental risk assessment. **Journal of Hazardous Materials**, n. 265, p. 280-287, 2014.
- GALVÃO, J. A.; OETTERER, M.; MATTHIENSEN, A. Sustentabilidade na produção do pescado: qualidade da água. In: OETTERER, M.; GALVÃO, J. A. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 1-30.
- GARDUÑO-LUGO, M. et al. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, *Linnaeus*) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. Niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1023-1028, 2003.
- GRYSCHKEK, S. F. B.; OETTERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*) **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 12, n. 3, p. 57-69, 2003.
- GUIMARÃES, J. R. D. et al. Concentração de metais pesados em algas bentônicas da Baía da Ribeira, Angra dos Reis: Com sugestão de espécies monitoras. **Ver. Brasil. De Biol.**, v. 42, p. 553-557, 1982.

- GUNTHER, W. M. R. **Contaminação ambiental por disposição inadequada de resíduos industriais contendo metais pesados: estudo de caso**. 1998. 129f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- ICRP. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **The concept and use of reference animals, and plants for the purposes of environmental protection**: Publication. 23. Annals of the ICRP. 1974. Disponível em: <http://www.icrp.org/docs/Environm_ICRP_found_doc_for_web_cons.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2016
- INÁCIO, A. F. **Metalotioneína e metais em *Geophagus brasiliensis* – Acará**. 2006. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, RJ.
- INSTITUTO DE PESCA. **Importância do pescado na alimentação**. *Jornal Marítimo-Pescador*, Bertioga, n. 69, ano V, set. 2009. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=5180>. Acesso em: 6 maio 2015.
- KHALED, A. Heavy metal concentrations in certain tissues of five commercially important fishes from El-Mex Bay. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, Cairo, v. 8, n. 1, p. 51-64, 2004.
- KALAY, M.; CANLI, M. Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zilli*. *Turkish Journal of Zoology*, v. 24, p. 429-436, 2000.
- KITAHARA, S. E. et al. Mercúrio total em pescado de água doce. *Cienc Tecnol Aliment.*, v. 20, n. 2, p. 267-273, 2000.
- KONNERUP, D.; TRANG, N. T. D.; BRIX, H. 2011 Treatment of fishpond water by recirculating horizontal and vertical flow constructed wetlands in the tropics. *Aquaculture*, v. 313, p. 57-64, 2011.
- KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. *Panorama da Aquicultura*, v. 10, n. 59, p. 44-53, 2000. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/59/Tilapias59.asp>>. Acesso em: 10 maio 2015.

KUBITZA, F. O mar está pra peixe... pra peixe cultivado. **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 100, p. 14-23, 2007.

_____. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Acqua Supre, 2000.

_____. A evolução da piscicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama Aquicultura**, v. 13, 2003.

LIMA, et al. Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **ACTA AMAZONICA**, v. 45 n. 4, p. 405-414, 2015.

LIMA, I.V.; PEDROZO, M. F.M. **Ecotoxicologia do cobre e seus compostos** (Série Cadernos de Referências Ambientais, Vol. 2). Salvador: Centro de Recursos Ambientais – CRA, 2001. Disponível em: <<http://web.cena.usp.br/apostilas>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

LOPES, A. M. R. M. **Avaliação da contaminação em metais pesados no pescado: análise da situação do pescado comercializado em Portugal e dos alertas emitidos pelo sistema RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed)**. 2009. 173f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R.; KRONKA, S. N. Estudo da carcaça de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Rev. Unimar**, v. 19, p. 863-870, 1997.

MACHADO, Z. L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: SUDENE-DRN-Div, 1984.

MACKAY, D.; CLARCK, K. E. Predicting the environmental partitioning of organic contaminants and their transfer to biota. In: JONES, K. C. (ed.). **Organic contaminants in the environment**. New York: Elsevier, 1991.

MANAHAN, S. E. **Toxicological Chemistry**. Michigan: Lewis Publishers, 1991.

MANTOVANI, D. M. B. Contaminantes inorgânicos na cadeia produtiva do pescado. In: **I Simpósio de Controle do Pescado: Qualidade e Sustentabilidade**. São Vicente, 2005.

- MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de Tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus***. 1997. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, B.; MONTES, C.; BENAYAS, J. The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. **Biological Conservation**, v. 139, n. 3, p. 67-82, 2007.
- MARTINS, R. J. E. **Acumulação e liberação de metais pesados por briófitas aquáticas**. 2004. 650f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- MATHIAS, M. A. C. **Para os iniciantes**. 1998. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/49/parainiciantes49.asp>>. Acesso em: 13 maio 2016.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Influência do processamento da ração no desempenho e sobrevivência da tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 262-267, 2003.
- MILANI, T. J. **Introdução à piscicultura sustentável: viveiros escavados e tanques-rede**. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/BB1E9E-3204309460832574D0006B4176/\\$File/cartilha%20piscicultura%20forum%20das%20aguas.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/BB1E9E-3204309460832574D0006B4176/$File/cartilha%20piscicultura%20forum%20das%20aguas.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2015.
- MINOZZO, M. G. **Elaboração de patê cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 127f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. 156f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- NEIVA, G. S. **Sumário sobre a pesca e aquicultura mundial e no Brasil (2000/2001), 2008**. Disponível em: <<http://www.pescabrasil.com.br/comercial/artigo9.asp>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

- NELSON, J. S. *Fishes of the world*. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.
- NOGUEIRA, A. *Criação de tilápias em tanques-rede*. Salvador: Sebrae Bahia, 2007. Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/Tilapia%20tanque%20.ed.%20sebrae.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2016.
- OGA, S.; CAMARGO, M. M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. *Fundamentos de toxicologia*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.
- OLIVEIRA, E. G. et al. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e cria. *Circular Técnica* 45, Teresina, 2007. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/circular/circular_pdf/circular_45.PDF>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- OLIVEIRA, M. R. *Investigação da contaminação por metais pesados da água e do sedimento de corrente nas margens do rio São Francisco e tributários, a jusante da represa da Cemig, no município de Três Marias, Minas Gerais*. 2007. 150f. Dissertação (Doutorado em Geologia ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- ONOSAKA, S.; TETSUCHIKAHARA, N.; MIN, K. S. Paradigm shift in zinc: metal pathology. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, v. 196, n. 1, p. 1-7, 2002.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal* (Vol. 2). São Paulo: Artmed, 2005.
- OYAKAWA, O. T.; AKAMA, A.; MAUTARI, K. C.; NOLASCO, J. C. *Peixes de riachos da Mata Atlântica*. São Paulo: Neotrópica, 2006.
- PADUA, D. M. C. *Fundamentos de piscicultura*. 2. ed. Goiânia: UCG, 2001.
- PASCALICCHIO, A. A. E. *Contaminação por metais pesados, saúde pública e medicina ortomolecular*. São Paulo: Annablume, 2002.
- PEREIRA, P.; PABLO, H.; PACHECO, M. V. The relevance of temporal and organ specific factors on metals accumulation and biochemical effects in feral fish (*Liza aurata*) under a moderate contamination scenario. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 73, p. 805-816, 2010.

- PTASHYNSKI, M. D.; PEDLAR, R. M.; EVANS, R. E. et al. Toxicology of dietary nickel in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Aquatic Toxicology*, v. 58, n. 3, p. 229-247, 2002.
- R. DEVELOPMENT CORE TEAM. 2011. **R: Linguagem e ambiente para computação estatística**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <www.R-project.org/>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- RODRIGUES, A. M. C.; TOBINAGA, S. **Obtenção da suspensão proteica de peixe e secagem em leito de jorro**. 2000. 148f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-redes. **Documentos**, Corumbá, n. 47, dez. 2003.
- RUSSEL, J. B. **Química nova** (Vol. 1). 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2008.
- SALES, R. O.; SALES, A. M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. *Ciências Agronômicas*, v. 21, p. 27-30, 1990.
- SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 83-93. 2012. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/arquivo_san/volume_19_2_2012/19-2_artigo-7.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2015.
- SEIBERT, E. L. **Determinação de elementos traço em amostras de água do mar, sedimento, mexilhões e ostras, da região costeira da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil, por Espectrometria de Massa com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado**. 2002. 166f. Tese (Doutorado em Química) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC.
- SIKORSKI, Z. **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Acribia, 1990.
- SILVA, C. **Metais pesados em peixes (*Micropogonias furnieri* e *Cynoscion acoupa*) e ostras (*Crassostrea brasiliiana*), oriundos da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil**. 2009. 88f. Dissertação (Pós-Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

- SILVA, J. W. B. Outros sistemas de cultivo em piscicultura. In: **Manual sobre manejo de reservatórios para a produção de peixes**. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/contents/a4b4c3e9-bac5-58f5-8fd0-e025f161ea27/AB486P00.htm>>. Acesso em: 27 maio 2016.
- SILVA, P. A. Avaliação de risco à saúde humana por metais pesados no município de Santo Amaro da Purificação, Bahia. **Caderno de Saúde Pública**, v. 2, p. 1725-1736, 2003. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/resumo_executivo_sto_amaro.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2016.
- SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. São Paulo: Nobel, 1985.
- SIMÕES, D. R. S, PEDROSO, M. A.; RUIZ, W.A.; ALMEIDA, T. L. Hambúrgueres formulados com base proteica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, out.-dez. 1998.
- SOCCOL, M. C. H.; OETTERER, M. Seafood as functional food. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 3, p. 443-454, 2003.
- SOUSA, A. D. L. Efeito dos sistemas de criação semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede) no desenvolvimento produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (spix & agassiz, 1829) (Siluriformes: pimelodidae). 2005. 20f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura em Águas Continentais) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.
- SOUZA, G. R. et al. Quantificação de metais pesados em peixes de um pesqueiro localizado na cidade de Umuarama. **Pr. Arq. Ciên. Vet. Zool. Unipar**, Umuarama, v. 12, n. 1, p. 61-66, jan.-jun. 2009.
- SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VEIGAS, E. M.; KRONKA, S. N. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 1, p. 1-6, 1999.
- SOUZA, M. L. R.; CASTAGNOLLI, N.; KRONKA, S. N. Nile tilapia's carcass characteristics dependence on stocking density and aeration system. In: THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE. EXPOSITION OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY, Seattle. **Abstracts...** Seattle: World Aquaculture Society, 1997. p. 398.

- SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M. Comparação de quatro métodos de filetagem utilizado para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento do processamento. **Infopesca International**, Montevideo, v. 7, p. 26-31, 2001.
- SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.
- SUSSEL, F. R. Criação de tilápias cresce vigorosamente no Brasil. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/Tilapia_2011.pdf>. Acesso em: 11 maio 2015.
- STANISKIENE, B. et al. Distribution of heavy metals in tissues of freshwater fish in Lithuania. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 15, n. 4, p. 585-591, 2006.
- STATSOFT, INC. **STATISTICA 10.0 Software**. Tucksa: Statsoft, 2011.
- TACON, A. G. J.; METIAN, M. Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. **Reviews in Fisheries Science**, v. 21, n. 1, p. 22-38, 2013.
- TASHYNSKI, M. D.; PEDLAR, R. M.; EVANS, R. E. et al. Toxicology of dietary nickel in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). **Aquatic Toxicology**, v. 58, n. 3, p. 229-247, 2002.
- TURKMEN, M.; TURKMEN, A.; TEPE, Y. et al. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean Seas. **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 233-237, 2009.
- ULUOZLU, O. D.; TUZEN, M.; MENDIL, D. et al. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. **Food Chemistry**, v. 104, n. 2, p. 835-840, 2007.
- VIARENGO, A. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. **Review of Aquatic Sciences**, v. 1, n. 5, p. 295-317, 1989.
- VILA-NOVA, C. M. V. M.; GODOY, H. T.; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídeos totais de tilápia (*Oreo-*

chromis niloticus) e pargo (*Lutjanus purpureus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 430-436, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Bulletin of the world health organization**, v. 78, n. 9, p. 1068-1077, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2560844/>>. Acesso em: 13 fev. 2016.

YABE, M. J. S.; OLIVEIRA, E. Metais pesados em águas superficiais como estratégia de caracterização de bacias hidrográficas. **Química Nova**, v. 21, n. 5, jan. 1998.

ZAITSEV, V.; KIZEVETTER, I.; LAGUNOV, L.; MAKAROVA, T.; MINDER, L.; PODSEVALOV, V. **Fish curing and processing**. Honolulu: University Press of the Pacific, 2004.

ZIMMERMAM, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P. et al. (ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática; TecArt, 2004. p. 239-266.

Produção de malte de milho (*Zea mays*) como ingrediente na cerveja artesanal

Ermelindo de Souza Silva Neto

Milena Dias Poças

Cláudio Takeo Ueno

Jefferson Sussumu de Aguiar

Hachiya

Marcelo Estevam

Paulo De Tarso Carvalho

Lyssa Setsuko Sakanaka

1 Introdução

Em se tratando de agronegócio, o Brasil é destaque mundial, principalmente na produção de grãos. O país ocupa a terceira posição na produção mundial de milho, sendo que na safra de 2014/2015 foram colhidas 84,6 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2016). Para o bom desenvolvimento de uma atividade econômica, é necessário que haja sucessivos avanços em novas tecnologias, tendo como foco a produtividade e também a agregação de valor à cadeia produtiva (OLIVEIRA, 2014). Atualmente, a maior parte da produção nacional de milho tem sido direcionada para a produção de rações animais de bovinos, suínos e aves. Os dados indicam que a produção de ração animal consome aproximadamente 70% do total produzido mundialmente e, em países desenvolvidos, este valor pode chegar a 85%, sendo que a quantidade destinada ao consumo humano, quer seja de forma direta ou indireta, é de aproximadamente 15% (PAES, 2006).

Dentre outras aplicações, destaca-se a utilização de *grits* de milho pelas grandes cervejarias nacionais, que o utilizam como adjunto amiláceo na produção de cerveja, sendo estes, juntamente com grãos de arroz, os principais adjuntos utilizados pela indústria cervejeira na elaboração de seus produtos (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001).

Os ingredientes básicos para a produção de cerveja são o malte, a água, o lúpulo e a levedura. Apesar de alguns cervejeiros serem mais flexíveis e acabarem optando pela adição de outros ingredientes, algumas indústrias cervejeiras ainda mantêm a tradição de uso dos quatro ingredientes apenas. No entanto, a legis-

lação brasileira permite a substituição de parte do malte de cevada por outros cereais, maltados ou não, como o milho, e também por outros carboidratos de origem vegetal, que são conhecidos como adjuntos (DRAGONE; SILVA, 2010).

De acordo com a instrução normativa n. 11, de 13 de março de 2013, emitida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2013, p. 5) considera-se: “I – malte de cevada ou cevada malteada: o produto resultante da germinação forçada e controlada, sob condições especiais de umidade e temperatura da cevada do gênero *Hordeum* spp., e posterior secagem”.

A instrução normativa n. 54 do MAPA, por sua vez, descreve adjuntos cervejeiros como (BRASIL, 2001, p. 43):

Entende-se por adjuntos cervejeiros as matérias-primas que substituam parcialmente o malte ou o extrato de malte na elaboração da cerveja. Seu emprego não poderá; em seu conjunto, ser superior a 45% em relação ao extrato primitivo. Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada cervejeira e os cereais, mateados ou não malteados, aptos para o consumo humano [...].

O processo de maltagem tem como objetivo ativar as enzimas disponíveis nos grãos, aumentando assim seu poder diastásico. No processo de mosturação, essas enzimas irão promover as reações de quebra das macromoléculas (amido, proteínas, glucanas etc.), garantindo maiores teores de extrato.

O milho pode ser utilizado para a produção de cerveja de forma a obter um produto com qualidade sensorial satisfatória. Não há, entretanto, uso de malte de milho. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal realizar o processo de maltagem do milho para utilizar este malte na produção de cerveja artesanal, verificando a influência deste nas características físico-químicas e sensoriais do produto final.

2 Milho

O milho é o mais importante cereal das Américas. Há registros de sua origem há 5 mil anos antes de Cristo no Vale do Tehuacan – México (JOHNSON, 2000). Seus grãos são compostos pelo gérmen, endosperma, pedicelo e pericarpo. A composição do grão é de 76% de carboidratos, 9,5% de proteínas, 4% de lipídeos e 9% de fibras. Cada parte do grão é composta por quantidades variadas destas frações, sendo que o endosperma é composto por aproximadamente 90% de amido (KULP; PONTE JR, 2000). O amido é utilizado como principal reserva de energia pelas plantas, sendo descrito como um polissacarídeo que apresenta uma elevada massa molecular. Os grânulos de amido são constituídos basicamente por dois polissacarídeos: amilopectina e amilose. As amiloses são polímeros lineares, a

amilopectina, por sua vez, são polímeros ramificados. O grão de milho apresenta aproximadamente 71% de amido (ORDÓNEZ, 2005).

A indústria cervejeira comumente utiliza o milho como adjunto na sua produção, no entanto utiliza-o na forma de carboidratos não maltados, utilizando-se das enzimas do malte (alfa e beta amilases) para hidrolisar o amido que há no milho em açúcares fermentescíveis (DRAGONE; SILVA, 2010). De acordo com estes mesmos autores, as enzimas contidas no malte são suficientes para hidrolisar o amido nele existente e ainda mais 50% do peso do malte, sendo que acima deste limite se faz necessário a adição de enzimas suplementares.

O amido não é passível de sofrer fermentação diretamente, necessitando uma prévia hidrólise do amido, que pode ser realizada utilizando-se de compostos ácidos (hidrólise ácida) ou com a utilização de enzimas especializadas (hidrólise enzimática). Este processo de hidrólise do amido pode ser também chamado de sacarificação (EVANGELISTA et al., 2005).

2.1 Processo de maltagem

Mundialmente utiliza-se a cevada como matéria-prima para a produção do malte. A cevada é uma cultura muito antiga, sendo encontrada em sítios pré-históricos nas planícies do rio Nilo (Egito) que datam de cerca de 4.000 a.C. (BRESCIANI, 1998). A cevada é uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum*, sendo que existem dois tipos de cevadas que são utilizadas: as cevadas hexásticas e as dísticas. A primeira é menos rica em amido, porém com uma carga enzimática mais elevada, e a segunda, mais rica em amido (MARTINS; RODRIGUES, 2015).

A maltagem ou malteação é o processo em que o grão é transformado em um malte para posteriormente ser utilizado na fabricação de cerveja. Esse processo é dividido em seis etapas que compreendem: limpeza e classificação do grão; maceação; germinação; secagem e crivagem (SENAI, 2014).

O processo de limpeza consiste em separar do grão qualquer sujidade ou partícula estranha de modo que se obtenham grãos uniformes, garantindo uma germinação uniforme e um malte com qualidade (SENAI, 2014). Na etapa de maceração, a embebição do grão em água permite que os processos metabólicos responsáveis por levar ao crescimento do embrião sejam ativados, ocasionando a germinação, etapa em que emergirão as radículas. A absorção de água nesta fase é acentuada devido ao crescimento embrionário. Ao atingir um volume de água no interior do grão em torno de 20%, inicia-se rapidamente a intensificação na atividade respiratória deste mesmo grão, ativando várias rotas e ciclos bioquímicos, como o ciclo do ácido cítrico – Krebs. Temperaturas mais baixas retardam a taxa de respiração, mas não a ponto de comprometer o padrão germinativo. A partir da protusão da radícula, pode-se considerar um ponto sem retorno para

o grão e, deste momento em diante, não há mais a possibilidade de secagem do grão para armazenamento ou posterior germinação, visto que a semente está toda comprometida com o processo de germinação atual (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004). A maceração tem o objetivo de aumentar a umidade do grão, podendo atingir até 47% de umidade. Utiliza-se água com injeção de ar na imersão a fim de evitar a asfixia do grão, pela falta de oxigênio. Uma alternativa à injeção de ar na água é alternar os períodos de imersão com períodos de drenagem, escoando toda a água e ventilando o grão para extrair o dióxido de carbono formado. Além de elevar a umidade do grão, a maceração tem o objetivo de lavar os grãos, remover a sujeira, fornecendo oxigênio para o embrião, e remover inibidores de crescimento (SENAI, 2014).

O processo de maltagem é um procedimento onde ocorrerá a germinação controlada dos grãos com o intuito de ativar as enzimas presentes nestes grãos e conseguir uma estabilização e uma coloração adequada. A maneira como este malte é trabalhado propiciará a formação de tipos diferentes de malte, tanto no que tange à cor como ao complexo enzimático em atividade (MARTINS; RODRIGUES, 2015). Existe uma grande variedade de grãos que permite a malteação e, para distingui-los, convencionou-se chamar de malte a matéria-prima oriunda da cevada, e os demais deverão ser precedidos da frase “malte de”, seguido do nome do grão que foi maltado (BRASIL, 2001). Como o grão produz dióxido de carbono pela respiração, o processo de germinação deve ocorrer com ventilação e revolvimento do grão, eliminando o CO₂ produzido e mantendo sua umidade. É nessa etapa que todos os processos enzimáticos são ativados (SENAI, 2014).

No processo de secagem, devem-se preservar as enzimas do grão, e é neste processo que vários aromas e sabores são incorporados ao malte. O controle da temperatura a qual é submetido o grão levará a diferentes características no aroma.

2.2 Enzimas

As enzimas são proteínas que possuem uma estrutura especial com potencial para acelerar a quebra de diferentes substratos. Atuam como catalisadores de forma a aumentar a velocidade de reações químicas sem que se submeta a transformações químicas permanentes (O'ROURKE, 2002).

As principais enzimas responsáveis pela degradação do amido são as α -amilases e as β -amilases. As α -amilases agem sobre as ligações glicosídicas α -1,4 dando origem a glicoses, maltoses e dextrinas. As β -amilases atuam sobre as penúltimas ligações α -1,4 dos amidos, glicogênios e oligossacarídeos, pela remoção de β -maltose das extremidades não redutoras das cadeias. Elas alteram significativamente os grãos de amido formando os açúcares que serão posteriormente utilizados pelas leveduras no processo fermentativo da cerveja (VIEIRA JÚNIOR, 2006).

2.3 Cerveja

A fabricação de cerveja foi originada na Mesopotâmia, onde a produção de cevada era praticada. Na Babilônia, há evidências de que era produzida a cerveja maltada desde 6000 a.C. No Egito, a cerveja ocupava um lugar de importância, sendo distribuída ao povo nos ritos religiosos (SILVA, 2005). Papiros egípcios que datam de cerca de 1300 anos a.C. fazem referência ao regulamento na venda de cerveja (COUTINHO, 2016).

Existem fortes evidências de que a cerveja tenha sido descoberta por acaso, existindo uma grande relação entre a história da cerveja e do pão. Há ainda registros que são anteriores à escrita, como símbolos primitivos e desenhos rupestres, que levam à produção de bebidas semelhantes à cerveja. Existem ainda documentos antigos que mostram a cerveja sendo utilizada como moeda de troca, isto a 6000 a.C. (MORADO, 2009).

De acordo com Brasil (2001, p. 43), existem várias formas de se denominar as cervejas no momento de sua comercialização. Entre estas formas, podem ser denominadas como cerveja forte, cerveja extra, cerveja sem álcool, entre outros. Porém, quando se utilizar adjuntos, o nome do vegetal majoritariamente utilizado deve acompanhar o termo cerveja: cerveja de... (o nome do vegetal).

A água é o principal componente da cerveja, apresentando de 92 a 95% do peso. Dependendo da região, pode apresentar teores diferentes de sais dissolvidos, matéria orgânica e compostos gasosos, influenciando no gosto e nos processos químicos e enzimáticos que ocorrem durante a fermentação. Assim, para ser utilizada nas cervejarias, deve seguir padrões de potabilidade, apresentar alcalinidade de 50 mg/L ou menos e possuir concentração de cálcio em torno de 50 mg/L. A água deve ser constantemente analisada quanto à sua dureza, odor, sabor, coloração, entre outros (DRAGONE; SILVA, 2010).

Ao fabricar a cerveja, um dos objetivos será a transformação do amido em açúcares fermentescíveis, especialmente maltoses, para posteriormente serem hidrolisadas pelas leveduras e transformadas em álcool e CO₂. Os grânulos de amido apresentam em seu conteúdo não somente reservas de açúcares, mas também uma pequena porcentagem de proteínas (0,5% de sua massa em cereais). Essas proteínas comportam enzimas que realizam rotas bioquímicas que sintetizam o amido (BUCKERIDGE et al., 2004).

O lúpulo (*Humulus lupulus* L) (Figura 1a) é uma flor originária de uma espécie de trepadeira de regiões frias, de difícil cultivo. Ele corresponde aos óleos essenciais, às substâncias minerais e às resinas amargas presentes que são fundamentais e muito importantes para o processo cervejeiro. Os óleos essenciais, apesar de voláteis, são as substâncias que conferem à cerveja o aroma característico, e as resinas são responsáveis pelo amargor da cerveja. É adicionado à cerveja geral-

mente na etapa da fervura do mosto cervejeiro e, portanto, tem por finalidade proporcionar à cerveja o gosto amargo característico, colaborando intensamente na formação do sabor e aroma. Assim, o lúpulo afeta diretamente as características qualitativas do produto. Normalmente é comercializado e adicionado no processo na forma de pellets (Figura 1b).



Figura 1a – Flor de lúpulo

Fonte: Millán (2016)



Figura 1b – Lúpulo pelletizado

Fonte: Iguanabs (2016)

Na produção de cerveja, como na produção da grande maioria das bebidas alcólicas, as leveduras são os micro-organismos mais importantes. Pois são elas as responsáveis pela produção do etanol, gás carbônico e uma variedade de compostos secundários que irão contribuir de forma significativa na formação de sabores no produto. A levedura é um ser vivo, logo, não deve ser considerada como uma matéria-prima na produção de cervejas (LEWIS; YOUNG, 2001).

Formalmente, as leveduras utilizadas na produção de cerveja são caracterizadas como *Saccharomyces cerevisiae*, porém é possível identificar dois tipos de leveduras que são utilizadas no processo de produção de cervejas, as do tipo Ale (*Saccharomyces cerevisiae*), que são utilizadas em fermentações à temperatura de 15 °C ou superior, e as do tipo Lager (*Saccharomyces carlbergensis* ou *Saccharomyces uvarum*), que são utilizadas em temperaturas inferiores a 15 °C – na maioria das vezes usam-se temperaturas muito menores que 15 °C (LEWIS; YOUNG, 2001).

A formação dos sabores provenientes de reações metabólicas das leveduras e que influenciará na cerveja dependerá muito do balanço metabólito global do cultivo, da temperatura e o pH de fermentação, o modelo de fermentador, a concentração do mosto, entre outros (DRAGONE; SILVA, 2010). Um bom desenvolvimento das leveduras irá depender da capacidade do mosto em fornecer a estes micro-organismos os nutrientes de que necessitam, como carboidratos, vitamina biotina, oxigênio, fósforo, enxofre, íons cálcio, magnésio e também oligoelementos como íons de zinco e cobre (LEWIS; YOUNG, 2001).

O procedimento no qual se inocula a levedura com o intuito de converter os açúcares presentes no mosto em dióxido de carbono e álcool é chamado de fermentação (LAW, 2015). Para a produção de cerveja com leveduras de baixa fermentação, a temperatura inicial de mosto deve estar entre 6-11 °C, elevando-se lentamente até 10-15 °C, em 3-5 dias, podendo ser verificada a atividade fermentativa por meio da produção de gás carbônico e espuma. Ao final da fermentação, diminui-se a temperatura e, com isso, a levedura decanta, podendo ser retirada. Pela baixa temperatura utilizada, esta fermentação ocorre mais lentamente, podendo levar até dez dias (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001).

Já as cervejas tipo Ale são aquelas que sofreram um processo de fermentação alta (VARNAM; SUTHERLAND, 1994). Para a sua produção, a temperatura inicial do mosto deve ser em torno de 14-18 °C, elevando-se lentamente até 20-25 °C, em 36 horas. Após esse processo, haverá desprendimento de gás carbônico e formação de espuma com coloração acastanhada. Em seguida, deve-se refrigerar até 17 °C, em 72 horas. Ao final da fermentação, as leveduras tendem a subir para a superfície do mosto, podendo ser retiradas e separadas (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001).

3 Material e métodos

Trata-se de uma pesquisa experimental que verificou a viabilidade do processo de maltagem de milho e elaboração de duas formulações de cervejas artesanais. A malteação dos grãos de milho e a elaboração da cerveja, bem como as análises, foram realizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Londrina, no segundo semestre de 2016.

3.1 Material

O milho (*Zea Mays*), variedade *Dekalb 330*, utilizado para a malteação e análises posteriores, foi adquirido por doação junto a produtor do município de Sertanópolis, Paraná, em janeiro de 2016. O malte e o malte de trigo, lúpulo e levedura foram adquiridos no mercado local.

3.2 Processo de malteação

Após a limpeza e a classificação dos grãos, são quatro as etapas que foram realizadas no processo de malteação do milho: maceração, germinação, secagem e crivagem, conforme mostra a Figura 2.

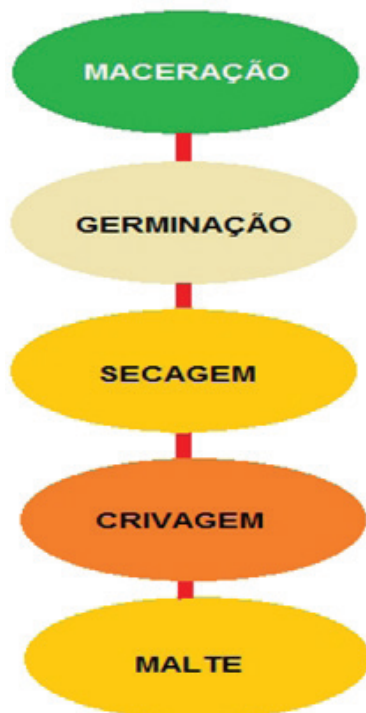


Figura 2 – Etapas do processo de malteação

Fonte: Autoria própria

Os grãos foram peneirados e submetidos a uma seleção para a remoção de componentes estranhos e de grãos deteriorados. Foram selecionados 12 quilogramas de milho *in natura*, sendo retirada uma pequena amostra para análises. Os grãos foram higienizados e imersos em uma solução clorada (100 ppm) por 20 minutos. Em seguida, a água foi removida, os grãos lavados e colocados em um recipiente plástico para maceração, sendo este completado com água de forma a cobrir todos os grãos de milho, e levados até uma câmara refrigerada onde permaneceram a 19 °C.

A fim de contribuir para a oxigenação do meio aquoso, foi instalado um dispositivo para fornecer ar atmosférico na solução por meio de bombeamento, sendo a água trocada três vezes ao dia. Quando foi observado o surgimento de radículas nos grãos de milho, os grãos foram retirados da maceração e deixados para germinar (Figura 3). O tempo de maceração, conforme recomendado por Aquarone et al. (2001), foi 12 a 14 horas.

O processo de germinação foi realizado em câmara com temperatura controlada a uma temperatura inicial de 15,7 °C (temperatura ambiente no momento), sem circulação de ar. Na Figura 3, mostram-se os grãos na etapa final de germinação.



Figura 3 – Fotografia da germinação controlada dos grãos de milho obtidas durante experimento

Fonte: Autoria própria

A germinação buscou a ativação e o desenvolvimento de enzimas. Nesta etapa, o grão já havia adquirido a umidade suficiente para o seu desenvolvimento germinativo – saindo de 13% de umidade para 41,66% de umidade, procurando-se manter esta umidade com a utilização de um borrifador de água em uma frequência aproximada de 4 em 4 horas. A temperatura na câmara de secagem foi elevada para 25 °C por 48 horas após o início do processo de germinação. Em tempos pré-estabelecidos amostras eram retiradas para a realização de análises. O período total de germinação dos grãos foi de 90 horas e 30 minutos.

A secagem dos grãos foi iniciada no momento em que as modificações nos grãos levaram as radículas a atingirem três quartos do tamanho do grão. A secagem obedeceu à seguinte sequência: 40 °C por 24 horas; 50 °C por 12 horas; 55 °C por 4 horas; e, por fim, a última etapa de secagem foi realizada em duas temperaturas diferentes, 85 °C por 6 horas ou 105 °C por 4 horas.

Em seguida, procedeu-se à crivagem, que consistiu na retirada do caulículo e da radícula do malte esfregando-se o malte sobre uma peneira fina de forma a remover a parte indesejável. Após separação, os maltes de milho foram armazenados em sacos plásticos, fechados e armazenados a 18 °C.

3.3 Processamento da cerveja

O processamento foi realizado no Laboratório de Vegetais e Bebidas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Londrina. Foram produzidos dois tipos de cervejas conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ingredientes utilizados na produção das cervejas

Cerveja A	Cerveja B
40% de malte de milho seco a 85 °C	40% de malte de milho seco a 105 °C
40% de malte	40% de malte
20% de malte de trigo	20% de malte de trigo

Fonte: Autoria própria.

Para a moagem dos grãos foi utilizado moinho de disco (marca Dragonbier), disponível no laboratório de bebidas da UTFPR. O malte moído foi misturado com água, dentro de um tanque de mosturação, na proporção de 1:4 (m/v). Ao longo do tempo, a temperatura do mosto foi sendo elevada efetuando-se assim as rampas de temperatura para a mosturação conforme descrito na Tabela 2. Durante o processo de mosturação, foram realizados os testes com solução de iodo 0,2 N para verificar a sacarificação (CALEGARI, 2013), e a confirmação da completa hidrólise do amido. Em seguida, a temperatura foi elevada para 76-78 °C para a inativação das enzimas.

Tabela 2 – Rampa de temperatura utilizada no processo de mosturação

Temperatura	Tempo de permanência	Tempo para elevação da temperatura
47°C	10 min	10 min
52°C	30 min	11 min
63°C	30 min	12 min
71°C	50 min	13 min
78°C	5 min	

Fonte: Autoria própria.

A filtração foi realizada em um recipiente com fundo falso onde o mosto foi recirculado repetidamente (retirado em baixo e despejado em cima da tina de clarificação), de forma que se utilizou da própria casca presente no mosto cervejeiro como agente filtrante. Logo após, a camada filtrante foi lavada com água previamente aquecida a 75 °C, o que objetivou o aumento da extração do açúcar e, conseqüentemente, o aumento no rendimento do processo. No processo de

fervura, foi realizada a adição do lúpulo em três etapas. A fervura seguiu até ser atingida a concentração de açúcar desejada de 13 °Bx. Após a fervura, o mosto passou pelas etapas de retirada do precipitado e resfriamento. Para a etapa de fermentação, usou-se a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) cepa M44 – Mangrove Jack's Craft Series da Us West Coast, e temperatura de 20 °C por um período de sete dias. Após o período de fermentação, a cerveja foi maturada, ainda no tanque de fermentação, por um período de 22 dias a 0 °C. A clarificação foi realizada por meio da sedimentação por gravidade, ocorrendo concomitantemente ao processo de maturação.

Antes de se iniciar o envase das garrafas com a cerveja, foi realizado o processo para ocorrer a carbonatação natural, chamado de *primer*, onde foi fervido 500 mL de água e adicionados 5 gramas de sacarose (açúcar cristal) para cada litro de cerveja. Foi efetuado o envase das garrafas, lacrando-se manualmente as garrafas com tampas metálicas utilizando-se de uma recravadeira.

3.4 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas do milho *in natura* e do milho maltado consistiram na determinação da composição proximal (umidade, proteínas, lipídios, cinzas, minerais e carboidratos) e atividade de água. Para a cerveja, foram determinadas as análises físico-químicas de sólidos solúveis, teor alcoólico, pH e acidez titulável. As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de análises químicas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, e foram realizadas em triplicata.

3.4.1 Composição proximal

Os teores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas foram determinados seguindo-se os procedimentos descritos pelo Manual do Instituto Adolfo Lutz (2005). Para a determinação de proteínas foi utilizada uma solução padrão de ácido clorídrico 0,01 N e fator de conversão de 6,25. A determinação de carboidratos foi feita por diferença (IAL, 2005). Para a determinação do amido presente nos grãos de milho, foi utilizado o método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2005).

A determinação de elementos químicos – determinação de minerais – foi realizado por meio de espectrometria de fluorescência de raios X por Energia Dispersiva (XRF), utilizando-se de um equipamento espectrômetro Shimadzu, modelo EDX – 7000/8000. As análises foram realizadas no laboratório do Instituto Federal do Paraná (IFPR), campus Londrina. Para análise, as amostras foram incineradas e depositadas em recipientes, denominados champlex, e levadas ao

equipamento. Foi possível quantificar os compostos químicos presentes nas amostras de milho.

3.4.2 Atividade de água

A determinação da atividade de água nos grãos do milho *in natura* e no malte de milho foi realizada em equipamento de medição de atividade de água (AQUALAB), de maneira direta, com as amostras moídas, a 25 °C.

3.4.3 Determinação de cor

Realizou-se a análise de cor utilizando-se um colorímetro da marca Minolta CR300, colocando o sensor do equipamento sobre a amostra. Foram coletados os parâmetros L*, a* e b* do milho *in natura*, milho maltado e cerveja pronta.

3.4.4 Determinação dos sólidos solúveis, teor alcoólico, pH e acidez da cerveja

Os sólidos solúveis da cerveja foram obtidos por determinação direta em refratômetro de bancada a 25 °C. O pH da cerveja também foi realizado por meio direto utilizando-se de um medidor de potencial hidrogeniônico, calibrado a 20 °C. A acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N padronizado, e calculado de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). A determinação do teor de álcool presente nas cervejas foi realizada utilizando-se de um densímetro hidrômetro e também de uma tabela para a conversão da densidade anteriormente obtida do mosto cervejeiro em relação à densidade obtida após o final da produção da cerveja. O resultado foi expresso em porcentagem de álcool presente (Equação 1) (GRABENWASSER, 2008).

$$\% \text{ ABV} = (\text{DO} - \text{DF}) \times 131 \quad (1)$$

ABV – álcool por volume

DO – densidade original do mosto após a fervura

DF – densidade final da cerveja após a fermentação

3.5 Análise microbiológica

As cervejas foram submetidas à contagem de bactérias mesófilas, bolores e leveduras antes de serem submetidas à avaliação sensorial, de acordo com metodologia descrita por Franco e Landgraf (2008).

3.6 Análise sensorial

A análise sensorial consistiu na aplicação de testes sensoriais afetivos envolvendo a opinião do consumidor final. Este teste foi realizado no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR campus Londrina, após aprovação pelo comitê de ética em pesquisa da UTFPR, obtendo o termo de aprovação de número CAAE 57081016.5.0000.5547, seguindo normativa do Ministério da Saúde (BRASIL, 2013, p. 59). A pesquisa envolveu a participação de uma equipe de 82 provadores voluntários e não treinados que afirmaram gostar de consumir cerveja, de ambos os gêneros, entre 18 e 60 anos. Foi aplicado um teste afetivo, sendo feito o uso de escala hedônica verbal, numérica e bipolar de nove pontos, a fim de que o provador pudesse fazer sua avaliação emitindo notas seguindo a escala sugerida, de um a nove (OLIVEIRA, 2012). O participante da pesquisa foi convidado a analisar os seguintes atributos: cor, espuma, aroma, amargor, sabor e aceitação global das formulações de cerveja à base de milho maltado; e foram feitas algumas perguntas referentes ao consumo de cerveja. Tendo como base as médias das notas obtidas no teste de aceitação, foi também realizado o cálculo do índice de aceitabilidade (Equação 2).

$$IA = \frac{A \times 100}{B} \quad (2)$$

A = nota média obtida para o produto

B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto

3.7 Tratamento dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do programa Biostat 5.0.

4 Resultados e discussões

Foi analisado o processo de maltagem do milho, além da análise da cor, das características microbiológicas e da aceitação sensorial das duas cervejas artesanais elaboradas com adição de milho, sendo cada uma destas etapas descritas a seguir.

4.1 Processo de maltagem

A quantidade de água disponível em um alimento é um fator determinante para o nível de atividade microbiológica do produto, assim como para as reações enzimáticas e bioquímicas, tornando-se de extrema importância em alimentos a

determinação da porcentagem de umidade. A quantidade de água presente em alimentos também é útil na avaliação das curvas de secagem dos produtos.

Na Tabela 3 são mostrados os resultados obtidos na análise de umidade do milho *in natura* e do milho maltado em diferentes momentos. Para o milho maltado foram discriminados em tempos: T0 (milho maltado no início da germinação), T1 (milho maltado na temperatura de secagem 40 °C), T2 (milho maltado na temperatura de secagem 50 °C), T3 (milho maltado na temperatura de secagem 55 °C), T4 (milho maltado na temperatura de secagem 85 °C) e T5 (milho na temperatura de secagem 105 °C), conforme a etapa a que o grão estava sendo submetido.

Tabela 3 – Análise de umidade do milho *in natura* e milho maltado nas diferentes etapas do processo de malteação

Amostra	Umidade (%)
Milho <i>in natura</i>	12,47 ± 0,08*
T0	41,66 ± 0,47
T1	29,66 ± 0,27
T2	8,73 ± 0,67
T3	8,08 ± 0,25
T4	6,85 ± 0,03
T5	6,81 ± 0,16

Legenda: T0 (milho maltado no início da germinação), T1 (milho maltado na temperatura de secagem 40 °C), T2 (milho maltado na temperatura de secagem 50 °C), T3 (milho maltado na temperatura de secagem 55 °C), T4 (milho maltado na temperatura de secagem 85 °C) e T5 (milho na temperatura de secagem 105 °C). * Média e desvio-padrão.

Fonte: Autoria própria.

O teor de umidade apresentado pelo milho *in natura* foi de 12,47%, o que se mostrou dentro do que é esperado para grãos armazenados, valores estes próximos de 13% de umidade (BRASIL, 2011; OLIVEIRA et al., 2004). No momento final da etapa de germinação, os grãos de milho apresentaram 41,66% de umidade, o que condiz com trabalho de Biazus et al. (2005). No processo de maceração, eleva-se a umidade do grão para 45% de umidade, e no momento de colocá-lo para germinar este irá perder um pouco de sua umidade, por isso a necessidade de aspergir água o suficiente para manter a umidade do grão elevada. Ao final, o malte apresentou umidade ao redor de 6%, que é o desejado, uma vez que nesta etapa o grão está sendo preparado para estocagem.

A água é de fundamental importância no processo de malteação de qualquer cereal. O processo de germinação do grão somente irá ocorrer na presença de água,

calor e oxigênio, sendo necessário um teor de umidade entre 44% a 48% para o desenvolvimento de enzimas. Com o aumento da atividade de água no grão, são expelidos hormônios como a giberelina A3 e ácido giberélico, que irão induzir o aleuroma, a formação de diversas enzimas, como a endopeptidase, exopeptidase, dextrinase-limite e alfa-amilase (REINOLD, 2016). Uma elevação na atividade de água no grão (aproximadamente 42% de umidade) é condição necessária para a ativação de reações químicas que estão relacionadas ao metabolismo do grão e com o desenvolvimento do embrião. O conhecimento da cinética de absorção de água é importante pois permite conhecer as variáveis que influenciam o processo de maceração e prever as condições a serem oferecidas para que a maceração e o processo de hidratação seja eficiente (MONTANUCI, 2014).

A absorção de água e sua distribuição no grão ocorrerá por difusão e por capilaridade, partindo do meio de maior potencial hídrico para o de menor potencial hídrico (MONTANUCI, 2014). O aumento na atividade de água irá promover então a síntese de componentes fundamentais para o processo de germinação bem como promover uma alta mobilidade molecular, condição estritamente necessária para que o grão germine e caminhe para a constituição de uma nova planta.

Na Tabela 4, são mostrados os valores de atividade de água do milho maltado nas diversas etapas do processo de maltagem.

Tabela 4 – Atividade de água (Aa) dos grãos de milho em diferentes condições

Amostra	Aa
Milho <i>in natura</i>	0,5842 ± 0,0005*
Milho Maltado T-0	0,9878 ± 0,0010
Milho Maltado T-1 (40°C)	0,9557 ± 0,0010
Milho Maltado T-2 (50°C)	0,3679 ± 0,0020
Milho Maltado T-3 (55°C)	0,3522 ± 0,0030
Milho Maltado T-4 (85 °C)	0,1553 ± 0,0018

Legenda: T0 (milho maltado no início da germinação), T1 (milho maltado na temperatura de secagem 40 °C), T2 (milho maltado na temperatura de secagem 50 °C), T3 (milho maltado na temperatura de secagem 55 °C), T4 (milho maltado na temperatura de secagem 85 °C) e T5 (milho na temperatura de secagem 105 °C) * Média e desvio-padrão.

Fonte: Autoria própria.

Após a etapa de germinação, a presença de grande quantidade de água já não é mais necessária, devendo, portanto, ser reduzida para evitar contaminação. Dessa forma, observa-se que, à medida que se aumentaram a temperatura e o tempo de aquecimento, o nível de atividade de água foi diminuindo, saindo de uma condição de 0,99 de Aa para 0,15 no final do processo.

O milho é um produto com alto valor energético, apresentando, no entanto, baixo valor proteico. As proteínas presentes no milho são de baixo valor nutricional, por serem deficientes em alguns aminoácidos essenciais. A porcentagem de proteínas apresentada pelo milho estudado foi de 7,17%, ficando um pouco abaixo dos 9,5% verificado em outros trabalhos (OLIVEIRA et al., 2004; PAES, 2006). Estas variações nas quantidades de proteínas presentes nos grãos são influenciadas por diversos fatores, como o tipo de grão utilizado na produção, variações climáticas e condições do solo (SILVA; REINERT; EREICHERT, 2000).

Grãos de milho tendem a apresentar valores próximos a 4% de lipídios, sendo que 82,6% destes lipídios encontram-se no gérmen do milho (PAES, 2006). As amostras selecionadas para determinação proximal apresentaram, em base seca, 3,12 % \pm 0,13 de lipídios para o milho *in natura* e 3,57 % \pm 0,11 de lipídeos no milho maltado. Os valores situaram-se próximos aos obtidos em trabalho de Paes (2006), porém um pouco menores que aqueles que Steinmacher (2005) apresentou em seu trabalho. A variação encontrada talvez possa ser explicada em função da qualidade do solo, das condições climáticas a que este milho foi submetido e também em função da qualidade do grão.

As quantidades de cinzas determinadas nos grãos de milho não apresentaram grandes variações em função do grão ser ou não maltado, ficando em 1,18% \pm 0,09 e 1,22% \pm 0,02, respectivamente. Estes valores ficaram próximos aos encontrados por Veloso et al. (2005).

A porcentagem de carboidratos observados nas análises do milho foi realizada pela diferença do extrato seco total e demais componentes retirando-se de 100. Obteve-se uma quantidade de 76,02% de carboidratos presentes no milho. Veloso et al. (2005) e Steinmacher (2005) encontraram valores semelhantes em seus trabalhos.

Em relação à análise para determinação do amido, o resultado obtido para o milho *in natura* foi semelhante ao verificado por Tosello (1987), onde analisaram amostras de milho e encontraram o resultado de 71,5% de amido, bem próximos aos 70,95% de amido apresentado pelo milho *in natura* com o qual trabalhou-se, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Teor de amido dos grãos nas diferentes condições

Amostra	% Amido (base seca)
Milho <i>in natura</i>	70,95
Milho maltado 85 °C	71,18
Milho maltado 105 °C	70,75

Fonte: Autoria própria.

Caniato et al. (2007) também encontraram valores distintos para o teor de carboidratos totais e amido. Porém, estes trabalharam com milho verde e expressaram seus valores em outra unidade (mg/g). Ainda de acordo com Caniato et al. (2007), há a presença de outros carboidratos no milho, como açúcares redutores e açúcares solúveis totais.

Os resultados obtidos mostraram que não houve diferenciação no conteúdo de amido do milho *in natura* em relação aos milhos maltados.

Nas Tabelas 6 e 7, é apresentada a composição mineral dos grãos de milho *in natura* e maltado, sendo que os dados foram tabelados em porcentagem de mineral presente no grão em relação ao total de mineral presente no grão.

Tabela 6 – Resultados da análise de minerais do milho *in natura*

Elemento mineral	Resultado (%)
K	67,255 ± 0,728*
P	25,212 ± 0,026
Ca	2,476 ± 0,139
S	1,376 ± 0,018
Si	1,382 ± 0,905

* Média e desvio-padrão.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 7 – Resultados da análise de minerais do milho maltado

Elemento mineral	Resultado (%)
K	60,696 ± 0,216*
P	25,827 ± 0,074
Ca	7,363 ± 0,034
S	1,851 ± 0,016
Si	2,159 ± 0,147

* Média e desvio-padrão.

Fonte: Autoria própria.

O milho analisado apresenta teor elevado de potássio (67%) e fósforo (25%), seguido por cálcio (2,5%) e menor quantidade de estrôncio e silício (em torno de

1,3%). A malteação não causou grandes variações na composição mineral, com exceção de um incremento no teor de cálcio (para 7%).

4.2 Análise de cor

A caracterização da cor dos maltes e das cervejas produzidas foram com base na metodologia CIELAB. O valor de L^* para o milho *in natura* mostra que a luminosidade do grão se encontra no setor intermediário entre o totalmente preto e totalmente branco. O processo de maltagem fez com que a luminosidade se deslocasse no sentido de maior intensidade, sendo que o milho maltado a 105 °C apresentou maior valor para luminosidade, conseqüentemente maior tendência para a cor clara.

Os valores de croma a^* variaram significativamente entre as amostras, diferentemente do croma b^* , que não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos. Como os valores ficaram positivos, indicam que as amostras têm coloração mais tendendo ao amarelo (Tabela 8).

Tabela 8 – Análises de cor dos grãos de milho – CIELAB

Parâmetro	Grãos de milho <i>in natura</i>	Grãos de milho maltado a 85 °C	Grãos de milho maltado a 105 °C
L^*	52,93 ± 2,43 b^*	55,30 ± 2,26 ^{a,b}	64,06 ± 3,87 ^a
a^*	6,63 ± 0,87 ^a	3,68 ± 0,55 ^b	1,15 ± 0,76 ^c
b^*	37,57 ± 0,48 ^a	36,82 ± 1,54 ^a	38,90 ± 3,97 ^a
ΔE^*	51,9	48,92	43,04

* Média e desvio-padrão. Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao nível de $p < 0,05$ pela análise de Tukey

Fonte: Autoria própria.

A variação de cor em relação ao controle – ΔE – e a amostra do milho *in natura* mostra uma tendência de escurecimento dos grãos quando estes são submetidos ao processo de malteação e, quanto maior o incremento de calor/tempo, mais os grãos tendem ao escurecimento, o que pode ser explicado por reações de caramelização e de Maillard no malte.

4.3 Análises da cerveja

As análises para caracterização das cervejas estão apresentadas na Tabela 9. A quantidade de álcool encontrada foi de 4,49% para a cerveja preparada

com malte de milho seco a 105 °C, e 4,23% para a cerveja preparada com o malte de milho seco a 85 °C. A acidez apresentada pela cerveja foi de 3,84% ± 0,058 para a amostra A (milho maltado seco a 85 °C) e 3,97% ± 0,117 para a amostra B (milho maltado seco a 105 °C). O pH da cerveja foi de 4,27 para a amostra A e 4,29 para a amostra B. Estes valores são próximos aos determinados nos trabalhos de Curi (2006), em que se observou valores entre 4,66 a 4,71 em análises de suas cervejas. O pH observado indica um produto ligeiramente ácido. Variações no pH irão influenciar na aceitabilidade da cerveja pelo consumidor final.

A acidez total titulável pode variar em função do aumento da concentração de gás carbônico em função do processo de fermentação. Um aumento na acidez modifica o sabor da cerveja, conferindo um sabor tendendo ao amargo (SLEIMAN; VENTURINI FILHO, 2004).

A análise de sólidos solúveis resultou, para as duas amostras de cervejas, 7 °Bx. Estes valores estão de acordo com os valores observados por Ferreira e Benka (2014), que encontraram valores entre 6,48 °Bx a 8,40 °Bx em suas amostras. Esta análise é de grande importância no processo de produção de cerveja, pois demonstra a concentração de açúcares presente no mosto – conforme as leveduras vão atuando no processo de fermentação vão convertendo os açúcares obtidos dos amidos em CO₂ e álcool. Por meio das medidas de grau Brix, é possível acompanhar a conversão dos açúcares fermentescíveis pelas leveduras, possibilitando o cálculo do teor alcoólico no produto final.

O pH final da cerveja irá influenciar no sabor da cerveja. O valor obtido neste estudo está em acordo com o valor de pH esperado para cervejas de baixa fermentação, entre 3,8 e 4,7 (SLEIMAN; VENTURINI FILHO, 2004).

Os teores alcoólicos das duas formulações ficaram próximos, em torno de 4%, similar aos valores de cervejas encontradas no varejo.

Tabela 9 – Análises de acidez, pH, teor alcoólico e sólidos solúveis totais (°Bx)

	Cerveja malte de milho seco a 85 °C	Cerveja malte de milho seco a 105 °C
Acidez	3,84% ± 0,058	3,97% ± 0,117
pH	4,27 ± 0,006	4,29 ± 0,000
Teor alcoólico*	4,23	4,49
Sólidos Solúveis Totais (°Bx)*	7	7

* Análise simples (sem triplicata)

Fonte: Autoria própria.

Na análise de cor para as cervejas, os resultados de L* mostraram uma luminosidade inferior ao apresentado pelos grãos maltados, conforme mostra a Tabela 10.

Tabela 10 – Análises de cor das cervejas – CIELAB

	Cerveja Malte de milho seco a 105 °C	Cerveja Malte de milho seco a 85 °C
L*	17,72 ± 0,33 ^{a*}	16,72 ± 0,74b
a*	-3,14 ± 0,04 ^a	-3,18 ± 0,07a
b*	4,48 ± 0,18a	3,70 ± 0,15b

* Média e desvio-padrão. Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ao nível de $p < 0,05$ pela análise de Tukey.

Fonte: Autoria própria.

A variação de cor em relação ao controle para as duas cervejas foi semelhante. Matsubara e Plath (2014) encontraram valores de luminosidade para a cerveja de gengibre que produziram próximos ao que analisamos. Encontraram valores de luminosidade de 13 para cervejas artesanais de trigo, com e sem gengibre, não muito distante dos valores observados neste trabalho, que ficou em torno de 17. As cervejas produzidas com os dois maltes apresentaram baixa luminosidade, o que pode ser justificado pelos ingredientes e processamento.

4.4 Análise microbiológica

Apesar de não haver legislação específica para o controle microbiológico em cervejas, existe a orientação da agência de regulamentação de se seguir as normas prescritas e adotadas pelo Mercosul (BRASIL, 2001).

Foi realizado o controle de crescimento microbiológico e controle de qualidade da levedura. Realizaram-se os testes para verificar a presença ou ausência de colônias de bactérias patogênicas nas amostras da cerveja, diluídas em diversas concentrações. Os resultados das análises foram satisfatórios, já que não houve crescimento de bactérias em nenhuma das placas. No caso de leveduras, foram encontradas da ordem de $5,00 \times 10^6$ UFC na diluição 10^6 .

A presença de leveduras era um fato esperado, uma vez que não foi feita a pasteurização do produto. E, portanto, recomenda-se que a cerveja artesanal seja consumida em no máximo 15 dias (DRAGONE; SILVA, 2010).

4.5 Análise sensorial

As notas atribuídas para cada atributo sensorial analisado estão apresentadas na Tabela 10. Os avaliadores reagiram positivamente às duas cervejas produzidas. Em relação ao perfil de provadores, 61% disseram consumir cerveja semanalmente (Gráfico 1a), dos quais 94% possuem escolaridade superior incompleta. Desses provadores, 67% foram homens e 33% mulheres. Em relação aos dados encontrados pela Secretaria Nacional Antidrogas (SENAD) do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, em parceria com a Unidade de Pesquisa em Álcool e Drogas (UNIAD), do Departamento de Psiquiatria da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), os homens bebem mais frequentemente que as mulheres, mas não houve uma diferença de consumo em relação à cerveja (CISA, 2016).

Tabela 11 – Notas dos atributos sensoriais das cervejas

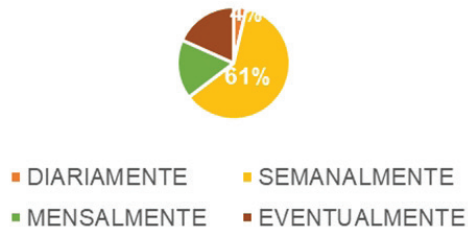
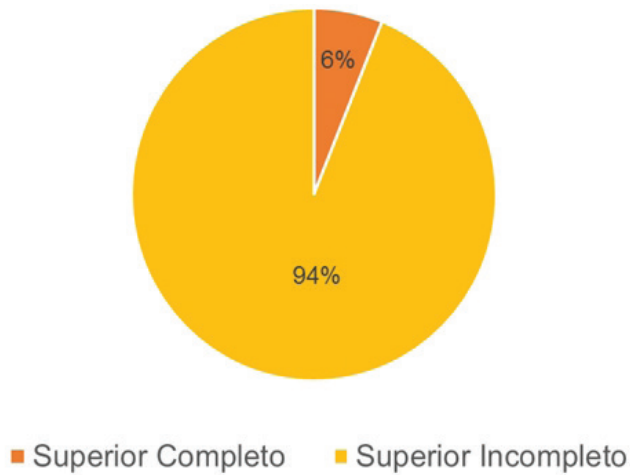
Amostras	Cor	Aroma	Amargor	Espuma	Sabor	Nota global
Cerveja malte de milho seco a 85 °C	6,7	6,65	6,74	6,59	6,98	7,10
Cerveja malte de milho seco a 105 °C	7,27	7,38	6,84	6,93	7,10	7,18

Fonte: Autoria própria.

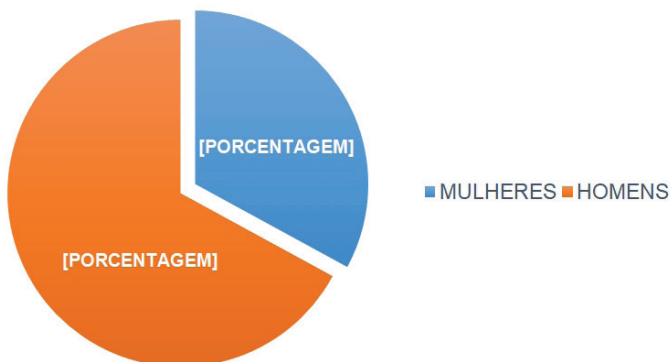
O atributo espuma teve uma menor nota de aceitação. Isso talvez se deva ao fato de não haver uma uniformidade no momento de servir a cerveja. De uma maneira geral, as duas cervejas obtiveram avaliações semelhantes, com uma pequena vantagem para a cerveja preparada com o malte seco a 105 °C.

Com o intuito de verificar a aceitação das duas cervejas, por meio do uso do cálculo do índice de aceitabilidade, obteve-se um índice de 79,81% para a cerveja produzida com malte de milho submetido ao processo de secagem a 105 °C, e 78,86 % para a cerveja produzida com malte de milho submetido ao processo de secagem a 85 °C.

Foi observado que houve índices de aceitabilidade similares quando as cervejas produzidas foram avaliadas em relação ao amargor, espuma e sabor; ao contrário dos atributos cor e aroma, tendo prevalecido como melhor aceita a cerveja que foi preparada utilizando-se do malte de milho seco a 105 °C. Na média global, os índices foram muito próximos, o que nos leva a afirmar que não houve diferenças na aceitabilidade das duas amostras de cervejas.

Gráfico 1a – Frequência no consumo de cerveja pelos avaliadores**Gráfico 1b** – Escolaridade dos avaliadores

Fonte: Autoria própria.

Gráfico 1c – Distribuição dos avaliadores por gênero

Fonte: Autoria própria.

5. Conclusão

Utilizando-se de técnicas adequadas, foi possível obter um malte de milho e com isso produzir uma cerveja artesanal bem aceita pelo consumidor. Existem diversas combinações de ingredientes que propiciarão sabor, aroma e cores diferentes. Dessa forma, existe a necessidade de produzir cervejas com outras concentrações de ingredientes, utilizando o malte de milho, para melhor avaliação da sua potencialidade.

Referências

- AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia na produção de alimentos** (Série Biotecnologia Industrial, Vol. 4). São Paulo: Blucher, 2001.
- BIAZUS, J. P. M. et al. Maximização das etapas de produção do Malte de Zea Mays. **Brazilian Journal of Food Technology**, 5^o CIPAL, p. 138-145, mar. 2005.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Produção Agropecuária – EMBRAPA. O cultivo do Milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de produção 1. Versão eletrônica. 7. ed. set. 2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7.ed.colsecagem.htm>. Acesso em: 28 out. 2016.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa n. 54, de 5 de novembro de 2001. Adota o Regulamento Técnico MERCOSUL de Produtos de Cervejaria, em conformidade ao disposto no Anexo da presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2001.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa n. 11, de 13 de março de 2013. Estabelece o regulamento técnico do malte de cevada, definindo o seu padrão oficial de classificação. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2013.
- _____. Ministério da Saúde. Resolução n. 466, de 22 de dezembro de 2012. Aprovar as seguintes diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2013.
- BRESCIANI, E. Alimentos e bebidas do antigo Egito. In: FLANDRIN, J. L; MONTANARI, M. **História da alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998. p. 68-79.

- BUCKERIDGE, M. S. et al. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 31-50.
- CALEGARI, R. **Estrutura de testes para uma microcervejaria: concepção, dimensionamento e construção**. 21f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso superior em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- CANIATO, F. F. et al. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amidos nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1893-1896, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000600045&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.
- CENTRO DE INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE E ÁLCOOL – CISA. **I Levantamento Nacional sobre os Padrões de Consumo de Alcool na População Brasileira**. Disponível em: <<http://www.cisa.org.br/artigo/155/i-levantamento-nacional-sobre-os-padroes.php>>. Acesso em: 28 nov. 2016.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Indicadores da agropecuária. **Observatório agrícola**, ano XXV, n. 3, mar. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_15_17_11_05_revista_marco_2016__versao_final_para_internet.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- COUTINHO, C. A. T. **A cerveja e sua história**. Disponível em: <<http://www.cerveja.com.br/historia-da-cerveja/76-a-cerveja-e-sua-historia.html>>. Acesso em: 26 out. 2016.
- CURI, R. A. **Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu, SP.
- DRAGONE, G.; SILVA, J. B. A. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 15-48.

- EVANGELISTA, A. F. et al. Produção e estudo do potencial de hidrólise de uma nova fonte de enzimas amilolíticas a partir do malte de milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2005.
- FERREIRA, A. S; BENKA, C. L. **Produção de cerveja artesanal a partir do malte germinado pelo método convencional e tempo reduzido de germinação**. Monografia (Trabalho de conclusão de curso superior em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, PR.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. In: LANDGRAF, M. **Micro-organismos indicadores**. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 27-31.
- GRABENWASSER. **Uso do densímetro: estimando o percentual de álcool na cerveja**. Disponível em: <<http://grabenwasser.blogspot.com.br/2008/10/uso-do-densmetro-estimando-o-percentual.html>>. Acesso em: 2 nov. 2016.
- IGUANABS, 2016. **Lúpulo Pelitizado**. Disponível em: <<http://www.iguanabs.com/product-page/fed87cb4-e1d9-2923-b45e-c2ece96b8c68>>. Acesso em: 2 nov. 2016.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Procedimentos e determinações gerais. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- JOHNSON, L. A. Corn: the major cereal of the Americas. In: KULP, K.; PONTE JR., J. G. **Handbook of cereal science and technology**. New York: M. Dekker, 2000. p. 31-80.
- KULP, K.; PONTE JR., J. G. **Handbook of cereal science and technology**. New York: M. Dekker, 2000.
- LAW, D.; GRIMES, B. **Cerveja artesanal: técnicas e receitas para produzir em casa**. São Paulo: Publifolha, 2015.
- LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing**. 2. ed. New York: Springer Science, 2001.
- MARTINS, V. M. R.; RODRIGUES, M. A. Produção e tecnologia de cereais: processo de maltagem da cevada. In: RODRIGUES, M. A.; MORAES, J. S.;

CASTRO, J. P. M. **Livro de atas das jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio em Bragança**. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança; CIMO, 2015.

MATSUBARA, A. K.; PLATH, A. R. **Desenvolvimento de cerveja artesanal de trigo adicionada de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)**. 2014. 49f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR.

MILLÁN, A. **Cervezas**. 2016. Disponível em: <<http://www.verema.com/blog/cervezas/1343519-origen-cerveza>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

MONTANUCI, F. D. **Avaliação do efeito das variáveis de processo na produção de malte de cevada e na produção de bebidas tipo chá**. 2014. 129f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Larousse, 2009.

O'ROURKE, T. The function of enzymes in brewing. **The Brewer International**, v. 2, n. 9, 2002.

OLIVEIRA, A. F. **Apostila de análise sensorial dos alimentos**. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

OLIVEIRA, A. L. R. A logística do agronegócio: para além do apagão logístico. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa. 2014. p. 337-370.

OLIVEIRA, J. P. et al. Teor de proteína no grão em populações de milho de alta qualidade proteica e seus cruzamentos. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical – PAT**, v. 34, n. 1. p. 45-51, jan.-abr. 2004.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos e processos (Vol. 1)**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular Técnica Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, n. 75, 2006.

- REINOLD, M. R. Reações enzimáticas e físico-químicas que ocorrem durante a malteação da cevada. *Cervesia*. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/malte/26-reacoes-enzimaticas-e-fisico-quimicas-que-ocorrem-durante-a-malteacao-da-cevada.html>>. Acesso em: 24 ago. 2016.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. O processo de fabricação da cerveja. In: *Tecnologia cervejeira*. Rio de Janeiro: Sistema Firjan, 2014. p. 48-234.
- SILVA, J. B. A. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. *Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado*. São Paulo: Blucher, 2005. p. 347-382.
- SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. *Bras. Ci. Solo*, v. 24, p. 191-199, 2000.
- SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W. G. Utilização de extratos de malte na fabricação de cerveja: avaliação físico-química e sensorial. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 7, n. 2, p. 145-153, jul.-dez. 2004.
- STEINMACHER, N. C. *Caracterização físico-química, das propriedades reológicas e das proteínas de milho crioulo (Zea mays)*. 2005. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo (Vol. 2). In: PARTERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. *Melhoramento e produção do milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 375-408.
- VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Alcoholic beverages: I. Beer. In: *Beverages: technology, chemistry and microbiology*. New Yoek: Chapman & Hall, 1994. p. 296-352.
- VELOSO, J. A. F. et al. Composição química, avaliação físico-química e nutricional e efeito da expansão do milho e do farelo de soja para suínos em crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 57, n. 5, p. 623-633, 2005.
- VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: AGUARONE, E. et al. *Biotecnologia industrial*. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2001. p. 91-145.

VIEIRA JÚNIOR, A. Alfa e beta-amilase no metabolismo do amido durante o amadurecimento da banana: clonagem, expressão e caracterização molecular. 2006. 91f. Tese (Doutorado em Bromatologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.