

Ana Flávia de Oliveira  
Letícia Jovelina Storto  
(organizadoras)

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

Volume 1

**Blucher**

*Tópicos em ciência e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas – Volume 1*

© 2016 Ana Flávia de Oliveira, Leticia Jovelina Storto (organizadoras)

Editora Edgard Blücher Ltda.

---

# 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.

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

Tópicos em ciência e tecnologia de alimentos:  
resultados de pesquisas acadêmicas – volume 1 /  
organizado por Ana Flávia de Oliveira, Leticia Jovelina  
Storto. -- São Paulo: Blucher, 2016.  
282 p.

2 volumes

Bibliografia

ISBN 978-85-8039-173-2 (e-book)

ISBN 978-85-8039-172-5 (impresso)

Open Access

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

16-0546

CDD 664.005

---

Índice para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos – Pesquisas

# Sobre os autores

**Amanda de Souza Candia** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Amanda Martins Coutinho** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Analista de qualidade do Granjeiro Alimentos Ltda.

**Ana Flávia de Oliveira** – Doutora em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Bruna Pimenta de Carvalho** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Carla Letícia Cravo Broca** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Cíntia Sorane Good Kitzberger** – Doutora em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Agente de Ciência e Tecnologia no Instituto Agronômico do Paraná.

**Cláudio Takeo Ueno** – Doutor em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Dafne Garcia Pereira** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Fábio Yamashita** – Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Estadual de Londrina.

**Francine dos Santos Grosso** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

- Geane Cristiane Balan** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Geovana Piveta Ribeiro** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Isabel Craveiro Moreira** – Doutora em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Isabela Pereira Dias** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Jéssica Cruz Devidé** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- José Marcos Gontijo Mandarino** – Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- Juliany Piazzon Gomes** – Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual do Paraná. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Letícia Gimenes da Silva Brito** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Luciana Furlaneto-Maia** – Doutora em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Lyssa Setsuko Sakanaka** – Doutora em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Maria Brígida Dos Santos Scholz** – Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Pesquisadora do Instituto Agrônômico do Paraná.
- Marly Sayuri Katsuda** – Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.
- Mayka Reghiany Pedrão** – Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Neusa Fátima Seibel** – Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Paulo Vinicius de Carvalho Barbetta** – Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina. Zootecnista pela Universidade Estadual de Londrina. Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

**Rafael Luiz Pirolli Vilas Boas** – Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Ramon Grigio** – Zootecnista pela Universidade Estadual de Londrina.

**Raquel de Oliveira Lo Turco** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Silane Flôr de Liz da Silva Leal** – Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

**Vera de Toledo Benassi** – Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**Yasmin Solci Pascolatti** – Tecnólogo em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.



# Sobre as organizadoras

**Ana Flávia de Oliveira** – Doutora em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Londrina. Ministra e coordenada as disciplinas TCC1 e TCC2 na UTFPR, *campus* Londrina.

**Letícia Jovelina Storto** – Doutora em Estudos da Linguagem pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), *campus* de Cornélio Procópio. Ministrou as disciplinas Metodologia da Pesquisa e Escrita Acadêmica no curso de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Londrina.





# Apresentação

Este livro apresenta uma coleção de pesquisas acadêmicas realizadas 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 foram produzidos com o objetivo de realizar o trabalho de conclusão de curso (TCC), que é obrigatório para todos os alunos da UTFPR. As organizadoras desta obra lecionam (ou lecionaram) as disciplinas que estruturam e organizam a produção do TCC.

O TCC é dividido em duas partes: o TCC1, cujo objetivo é a elaboração de projetos, e o TCC2, que é a prática supervisionada da aplicação do projeto. Esse trabalho é desenvolvido ao longo de um a um ano e meio de curso. Ambas as fases são avaliadas pelo orientador do trabalho e por mais dois docentes ao final de cada etapa: 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 do ano de 2013. A finalidade deste livro é divulgar as pesquisas realizadas, 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.

Ressalta-se que o curso de Tecnologia em Alimentos da UTFPR, *campus* Londrina, obteve nota 5 (notas 1 a 5) na avaliação de curso pelo Ministério da Educação – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (MEC – INEP) em 2011. Além disso, em um *ranking* comparativo entre os demais cursos da área, publicado também pelo MEC em 2012, esse foi considerado o melhor curso de Tecnologia em Alimentos do Brasil.



# Sumário

<b>CAPÍTULO 1 – USO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA A OBTENÇÃO DO EXTRATO DE SOJA E OKARA.....</b>	<b>19</b>
1 INTRODUÇÃO .....	19
2 SOJA .....	20
2.1 Métodos de produção de extrato de soja e <i>okara</i> .....	21
2.2 Aplicações do extrato de soja e <i>okara</i> .....	22
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1 Obtenção do extrato de soja e do <i>okara</i> .....	23
3.2 Composição proximal .....	24
3.3 Sólidos solúveis .....	24
3.4 Determinação da cor .....	24
3.5 Determinação de isoflavonas .....	24
3.6 Propriedades tecnológicas.....	25
3.7 Tratamento estatístico .....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	33
<b>CAPÍTULO 2 – ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FAROFAS TEMPERADAS À BASE DE OKARA DESIDRATADO.....</b>	<b>37</b>
1 INTRODUÇÃO .....	37
2 SOJA .....	38

2.1	Produtos da soja .....	39
2.2	<i>Okara</i> .....	39
2.3	Farinha de mandioca .....	40
2.4	Oxidação lipídica e índice de peróxido .....	40
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
3.1	Obtenção do <i>okara</i> .....	41
3.2	Processamento da farofa temperada à base de <i>okara</i> desidratado .....	42
3.3	Determinações da composição proximal.....	42
3.4	Índice de peróxido .....	43
3.5	Determinações tecnológicas.....	43
3.6	Análise sensorial .....	43
3.7	Tratamento estatístico .....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	50

## **CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE CHOCOLATE COM ADIÇÃO DE OKARA SECO .....**

1	INTRODUÇÃO .....	55
2	SOJA .....	56
2.1	<i>Okara</i> .....	57
2.2	Chocolate .....	58
2.3	Fibras alimentares .....	59
2.4	Ácidos graxos .....	60
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
3.1	Obtenção do <i>okara</i> .....	61
3.2	Produção do chocolate.....	61
3.3	Composição química.....	61
3.4	Análise sensorial .....	62
3.5	Tratamento dos dados.....	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62

5 CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	68
<b>CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE UVAIA (EUGENIA PYRIFORMIS CAMBESS)</b> .....	73
1 INTRODUÇÃO .....	73
2 FRUTAS TROPICAIS .....	74
2.1 Uvaia.....	75
2.2 Atividade antioxidante .....	76
2.3 Vitamina C.....	77
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	78
3.1 Análise de umidade.....	79
3.2 Análise do teor de cinzas .....	79
3.3 Quantificação do valor de acidez titulável .....	80
3.4 Quantificação de vitamina C .....	80
3.5 Análise quantitativa da atividade antioxidante.....	81
3.6 Liofilização.....	81
3.7 Determinação do teor de proteínas.....	82
3.8 Determinação de lipídios.....	82
3.9 Determinação do conteúdo de compostos fenólicos.....	83
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	83
5 CONCLUSÃO.....	90
REFERÊNCIAS.....	91
<b>CAPÍTULO 5 – HÁBITOS ALIMENTARES DE IDOSOS FREQUENTADORES DO CENTRO DE CONVIVÊNCIA DA ZONA LESTE DE LONDRINA</b> .....	95
1 INTRODUÇÃO .....	95
2 IDOSOS NO BRASIL .....	96
2.1 Alterações fisiológicas nos idosos.....	97
2.2 Doenças frequentes nos idosos.....	97

2.3 Alimentação do idoso .....	99
2.4 Pirâmide alimentar .....	100
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	102
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	103
5 CONCLUSÃO .....	109
REFERÊNCIAS .....	110

## **CAPÍTULO 6 – FARINHAS DE QUINOA, DE LINHAÇA DOURADA E DE SOJA EM BISCOITOS DOCE SABOR COCO** ..... 113

1 INTRODUÇÃO .....	113
2 BISCOITOS .....	115
2.1 Trigo .....	115
2.2 Quinoa .....	116
2.3 Linhaça .....	117
2.4 Soja .....	117
2.5 Alimentos funcionais .....	118
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	119
3.1 Obtenção das farinhas .....	120
3.2 Elaboração dos biscoitos .....	120
3.3 Composição proximal .....	122
3.4 Propriedades tecnológicas .....	123
3.5 Determinação de ácidos graxos .....	123
3.6 Análise sensorial .....	124
3.7 Tratamento estatístico .....	124
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	124
5 CONCLUSÃO .....	133
REFERÊNCIAS .....	134

## **CAPÍTULO 7 – APLICAÇÃO DE CHIA (*SALVIA HISPANICA*) NO PROCESSAMENTO DE PÃES VISANDO AO ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL E FUNCIONAL** ..... 139

1 INTRODUÇÃO .....	139
--------------------	-----

2	PÃO.....	140
2.1	Alimentos funcionais.....	141
2.2	Fibras alimentares.....	142
2.3	Chia ( <i>Salvia hispanica</i> ).....	142
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	143
3.1	Elaboração dos pães.....	143
3.2	Determinação do teor de umidade.....	145
3.3	Determinação do teor de cinzas.....	145
3.4	Determinação do teor de lipídeos.....	145
3.5	Determinação do teor de proteínas.....	146
3.6	Determinação do teor de carboidratos totais.....	146
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	147
5	CONCLUSÃO.....	149
	REFERÊNCIAS.....	149

<b>CAPÍTULO 8</b>	<b>- INFLUÊNCIA DO TEMPO E DO TIPO DE PAPEL NA METODOLOGIA DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA) POR COMPRESSÃO DE HAMM.....</b>	<b>153</b>
1	INTRODUÇÃO.....	153
2	CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA.....	155
2.1	Estrutura muscular.....	156
2.2	Efeitos da transformação do músculo em carne na capacidade de retenção de água.....	158
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	162
3.1	Capacidade de retenção de água.....	163
3.2	Avaliação do tempo de compressão.....	163
3.3	Avaliação do tipo de papel.....	163
3.4	Análise estatística.....	163
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	164
5	CONCLUSÃO.....	166
	REFERÊNCIAS.....	166

<b>CAPÍTULO 9 – ACEITABILIDADE DE EXTRATO DE SOJA ELABORADO COM GRÃOS DE GENÓTIPOS BRASILEIROS CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICOS .....</b>	<b>171</b>
1 INTRODUÇÃO .....	171
2 SOJA .....	172
2.1 Extrato de soja .....	174
2.2 Análise sensorial .....	176
3 MATERIAS E MÉTODOS .....	177
3.1 Material em estudo.....	177
3.2 Obtenção do extrato de soja.....	177
3.3 Análise sensorial .....	178
3.4 Liofilização.....	179
3.5 Análise do processamento.....	179
3.6 Determinação de umidade .....	179
3.7 Determinação do teor de óleo.....	179
3.8 Determinação do teor de proteínas.....	180
3.9 Determinação do teor de cinzas.....	181
3.10 Determinação do teor de carboidratos.....	181
3.11 Tratamento dos dados.....	181
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	181
5 CONCLUSÃO.....	188
REFERÊNCIAS.....	188

<b>CAPÍTULO 10 – ANÁLISE SENSORIAL DO MEL POR MEIO DA TÉCNICA DE PERFIL LIVRE E SUA APLICAÇÃO EM CONCURSOS ...</b>	<b>191</b>
1 INTRODUÇÃO .....	191
2 ASPECTOS GERAIS DO MEL .....	192
2.1 Composição química do mel.....	193
2.2 Padrão de qualidade do mel .....	194
2.3 Análise sensorial .....	196
2.4 Concursos e a valorização do mel.....	197



3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	198
3.1	Amostras .....	198
3.2	Análises físico-químicas .....	199
3.3	Análise sensorial .....	202
3.4	Tratamento dos dados.....	203
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	204
4.1	Análises físico-químicas .....	204
4.2	Análise sensorial .....	206
5	CONCLUSÃO.....	215
	REFERÊNCIAS.....	216

<b>CAPÍTULO 11 – QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO GENOTÍPICA DO GENE COA DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> A PARTIR DE QUEIJOS E EMBUTIDOS .....</b>	<b>219</b>	
1	INTRODUÇÃO .....	219
2	<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> .....	220
2.1	Contaminação por <i>S. aureus</i> em leite e queijo.....	222
2.2	Contaminação por <i>S. aureus</i> em embutidos.....	224
2.3	Reação em cadeia da polimerase.....	225
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	226
3.1	Isolamento de <i>S. aureus</i> .....	226
3.2	Teste de difusão em discos .....	226
3.3	Extração de DNA de <i>Staphylococcus</i> sp .....	227
3.4	Reação em cadeia da polimerase (PCR).....	227
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	228
5	CONCLUSÃO.....	234
	REFERÊNCIAS.....	235

<b>CAPÍTULO 12 – DIAGNÓSTICO DAS PROPRIEDADES E QUALIDADE DO LEITE PRODUZIDO POR AGRICULTORES FAMILIARES.....</b>	<b>239</b>	
1	INTRODUÇÃO .....	239

2	LEITE .....	240
2.1	Produção e consumo.....	241
2.2	Composição microbiológica do leite .....	242
2.3	Fatores que afetam a composição do leite .....	243
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	245
3.1	Diagnóstico das propriedades.....	245
3.2	Avaliação das propriedades visitadas.....	245
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	246
5	CONCLUSÃO.....	252
	REFERÊNCIAS.....	253

## **CAPÍTULO 13 – ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILME À BASE DE AMIDO NA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO MUÇARELA .....** 255

1	INTRODUÇÃO .....	255
2	EMBALAGENS PLÁSTICAS .....	256
2.1	Embalagens biodegradáveis.....	257
2.2	Polímeros biodegradáveis .....	257
2.3	Amido.....	258
2.4	PBAT (poli (butileno adipato cotereftalato)) .....	260
2.5	Aditivos.....	261
2.6	Produção de filmes biodegradáveis.....	262
2.7	Caracterização dos filmes biodegradáveis.....	263
2.8	Aplicação dos filmes biodegradáveis como embalagem.....	263
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	264
3.1	Elaboração dos filmes por extrusão.....	264
3.2	Caracterização dos filmes .....	265
3.3	Armazenamento do queijo muçarela.....	269
3.4	Análise estatística.....	271
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	271
5	CONCLUSÃO.....	278
	REFERÊNCIAS.....	278

# 1

CAPÍTULO

## USO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA A OBTENÇÃO DO EXTRATO DE SOJA E OKARA

*Dafne Garcia Pereira*

*Neusa Fátima Seibel*

### 1 INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação por parte da população em consumir alimentos saudáveis, e pesquisas recentes têm mostrado a importância desse novo segmento no mercado. Por outro lado, as indústrias têm desenvolvido novos produtos a partir de alternativas que podem ser consideradas como resíduos industriais, as quais, se usadas em substituição a outros ingredientes, proporcionam aos alimentos alto valor nutricional, com características desejáveis, além de gerar valor agregado.

Na composição da soja, há importantes componentes, sendo que os de maior destaque são as proteínas, as isoflavonas, os fosfolipídios, os antioxidantes, as vitaminas e as fibras, os quais têm comprovada ação benéfica para a saúde huma-

na. O consumo de soja ou de produtos à base de soja na dieta humana contribui para uma melhoria na qualidade de vida por reduzir riscos de doenças crônicas não transmissíveis, alguns tipos de câncer e reduzir o colesterol (BOWLES; DEMIATE, 2006).

Além do mais, a soja apresenta uma boa qualidade nutricional e é rica em aminoácidos variados, sendo deficiente em apenas dois aminoácidos sulfurados, que são a metionina e a cistina (TASHIMA; CARDELLO, 2003). Mesmo com todos esses benefícios, esse grão é pouco consumido no Brasil devido ao sabor característico, o qual não é bem aceito. Em países orientais, por sua vez, a soja e seus derivados são muito utilizados na alimentação como fonte proteica.

O extrato de soja (ES) é considerado um dos seus derivados mais conhecidos. Obtido a partir da extração aquosa da soja, é ideal para substituir o leite, especialmente na alimentação de indivíduos que tenham intolerância ou restrição à lactose, sendo também indicado em dietas com ingestão de colesterol reduzido. O *okara*, que é o resíduo do processamento do ES, tem todas as propriedades da soja e grande potencial para a utilização nos alimentos, porém ainda é pouco utilizado nas indústrias alimentícias. Durante a produção do extrato de soja, somente 3% a 5% da matéria seca é retida no ES, ou seja, aproximadamente 95% dos sólidos do grão de soja ficam no *okara*. Com isso, pode-se afirmar que as maiores porcentagens de nutrientes da soja passam para o *okara*, o que é um indicativo do alto valor nutritivo do mesmo (PERUSSELLO, 2008).

Segundo Bowles e Demiate (2006), a Food and Drug Administration (FDA) publicou, nos Estados Unidos, ainda em 1999, um documento ressaltando as ações benéficas da soja e autorizando indústrias a colocarem em seus rótulos as propriedades do consumo de soja. Com isso, origina-se também a importância de se estudar seus derivados como o ES e o *okara*, já que ambos têm potencial para a aplicação em diversos tipos de produtos e têm as propriedades dos grãos de soja. Dessa forma, esta pesquisa teve por objetivo elaborar extrato de soja (ES) e *okara* por diferentes métodos e comparar os produtos obtidos para futuras aplicações em alimentos.

## 2 SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa já conhecida pelos chineses há cerca de cinco mil anos, que passou a ser cultivada nos Estados Unidos apenas no século XX. Os Estados Unidos são o maior produtor de soja, seguido pelo Brasil, Argentina e China. Juntos, esses quatro países são responsáveis por 90% da produção mundial (CALLOU, 2009). Nas últimas décadas, a produção de soja no mundo é uma das atividades econômicas que mais cresceu; isso se deve ao desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado da soja no Brasil

e internacionalmente, por ser uma importante fonte de proteína vegetal e pela geração de novas tecnologias para a exploração dos grãos de soja (HIRAKURI; LAZZAROTTO; 2010).

A composição química da soja apresenta componentes importantes como: proteínas, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas. Destacam-se as proteínas da soja, que entre esses nutrientes do reino vegetal é a que têm um melhor balanço de aminoácidos essenciais e qualidade comparável às proteínas de origem animal (PEREIRA et al. 2009). O consumo da soja tem aumentado consideravelmente no mundo todo, resultado das suas propriedades funcionais e de seus benefícios, sendo altamente recomendável a sua inclusão, assim como também a de seus derivados, na dieta diária dos consumidores (JÚNIOR et al., 2006). No Brasil, o consumo de grãos de soja está fortemente associado à manutenção da boa saúde e à redução do risco de doenças crônicas, principalmente devido a isoflavonas, por possuírem propriedades biológicas benéficas (FANTE et al. 2011).

Behrens e da Silva (2004) fizeram uma pesquisa sobre a atitude dos consumidores em relação à soja e seus derivados e concluíram que o consumo desses alimentos ainda é baixo, sendo que, dentre os produtos derivados de soja, as proteínas, o ES e o tofu foram reconhecidos pelos consumidores como mais conhecidos e consumidos. Já iogurte e soja em grãos são os menos consumidos. Essa mesma pesquisa mostra ainda que os consumidores reconhecem a importância do valor nutricional da soja e seus derivados, mas não sabiam de todos os benefícios do consumo regular de produtos derivados da soja.

## **2.1 Métodos de produção de extrato de soja e *okara***

Segundo Moreira et al. (2010), a obtenção do extrato de soja se baseia na seleção e lavagem dos grãos, seguidas de aquecimento, resfriamento e retirada das cascas, e após esses procedimentos é realizado um novo aquecimento, trituração e filtragem da massa de grãos. No trabalho de da Cunha et al. (2007), foram utilizados 350 g de soja e 4,5 l de água para a obtenção de *okara*. Os grãos foram fervidos com 1,5 l de água por cinco minutos, em seguida essa água de cozimento foi descartada. Os grãos foram lavados cuidadosamente em água corrente e submetidos a cozimento por cinco minutos em 3 l de água em ebulição. Foram resfriados em repouso até 40 °C e triturados em liquidificador doméstico por três minutos. Após, foram colocados em panela aberta, para cozinhar por dez minutos sob constante homogeneização. A massa (*okara*) foi filtrada em pano de algodão, seca em estufa a 180 °C e triturada em liquidificador doméstico na velocidade máxima por cinco minutos.

Zadinello et al. (2010) utilizaram três metodologias diferentes para a obtenção do ES, utilizando 300 g de grãos de soja em cada processo. Na primeira

metodologia, os grãos foram submetidos à maceração por 6 h, utilizando 900 ml de água; após, foram lavados e, em seguida, foram triturados em liquidificador com 1 l de água por cinco minutos e filtrados em coador de flanela. Após, foi adicionado 1,8 l de água, 140 g de açúcar, 1,6 g de sal e 2 g de bicarbonato de sódio, e tudo foi triturado em liquidificador para misturar os ingredientes por cinco minutos, com rendimento de três litros.

Na segunda metodologia, a soja foi levada à ebulição por cinco minutos com 1,5 l de água e 1 g de bicarbonato de sódio. Os grãos foram lavados e esfregados manualmente para retirada das cascas. A soja foi fervida com 1 l de água e 1 g de bicarbonato de sódio por mais cinco minutos; depois de amornados, os grãos foram triturados em liquidificador por três minutos, e em seguida foram colocados para cozinhar em recipiente aberto por dez minutos e coados em pano de algodão. Em seguida, o extrato foi fervido por dois minutos e foram adicionados 140 g de açúcar e 1,6 g de sal. O rendimento final nessa metodologia foi de dois litros (ZADINELLO et al., 2010).

E no terceiro método, os grãos de soja foram submetidos ao aquecimento em potência máxima, por três minutos e vinte segundos, em forno de micro-ondas. Foram utilizados 900 ml de água para a maceração em banho-maria por 1 hora, e essa água foi descartada. Após, os grãos foram homogeneizados em liquidificador por cinco minutos com 2,1 l de água e coados em coador de flanela. Novamente foram colocados 140 g de açúcar e 1,6 g de sal, e o rendimento também foi de 2 litros de extrato (ZADINELLO et al., 2010).

Caus et al. (2008) utilizaram a seguinte metodologia para obtenção do extrato de soja: os grãos foram selecionados e levados a cozimento durante cinco minutos; em seguida foram realizadas drenagem e lavagem em água fria; os grãos foram novamente levados a cozimento durante cinco minutos na proporção 1:3; após esse procedimento, os grãos foram triturados por três minutos e cozidos por mais dez minutos; em seguida foram filtrados e cozidos por mais dois minutos, de modo a se obter o extrato de soja.

## **2.2 Aplicações do extrato de soja e okara**

O ES possui aspecto parecido com o leite de vaca, quando preparado em condições adequadas, e tem alto valor nutritivo. Pode ser comercializado de várias formas, com adição ou não de aromatizantes; na forma “original”, pode ser combinado com frutas diversas, produção de tofu, iogurte à base de soja, entre outros (BRANCO et al., 2007).

Segundo Maia, Rossi e de Carvalho (2006), o padrão de qualidade para o extrato de soja é umidade de até 93%, 3% no mínimo de proteínas, mínimo de 1% de lipídios, 2,8% no máximo de carboidratos e cinzas de 0,6% no máximo.

O produto deve ser obtido a partir da emulsão aquosa resultante da hidratação dos grãos de soja, seguido do processamento tecnológico que pode ser variado, adicionado ou não de ingredientes opcionais.

Na pesquisa realizada por Uliana e Filho (2010), foi produzida uma bebida mista de extrato de soja e suco de amora, com o objetivo de caracterizar energeticamente bebidas preparadas a partir de diferentes concentrações de ES e suco de amora e diferentes concentrações de sólidos solúveis. Os valores energéticos variaram entre 41,60 a 60,50 kcal/100 g<sup>-1</sup>. Casé et al. (2005) elaboraram um produto similar ao leite, com o ES enriquecido com cálcio, com o objetivo de melhorar as qualidades nutricionais do ES, já que este apresenta baixo conteúdo de cálcio. Kempka et al. (2008) elaboraram uma bebida láctea fermentada sabor pêssego utilizando soro de queijo e ES como substratos.

Segundo Larosa et al. (2006), com o processamento de 1 kg do grão de soja, obtém-se de 6 a 9 litros de ES, e cerca de 700 g do subproduto *okara*. Já Cantuária et al. (2008) citam em seu trabalho que, em média, cada 1 kg de soja em grãos gera 613 g de *okara* seco. O *okara* é obtido como resíduo do processamento do ES, tem baixo valor de mercado, alto valor nutritivo, é rico em proteínas, com ótimo perfil de aminoácidos essenciais e alta digestibilidade *in vitro*. Mesmo com todas essas qualidades nutricionais, o *okara*, na maioria das vezes, é utilizado na formulação de ração animal (DANELUZ; DA CUNHA, 2009).

O *okara* pode ser aplicado em áreas como panificação, na produção de pães, biscoitos e bolos, e em produtos cárneos, sendo uma alternativa saudável e de baixo custo para aumentar o rendimento dos alimentos e também sua qualidade nutricional (LAROSA et al., 2006). O *okara* foi utilizado no trabalho de Madrona e Almeida (2008) que testaram diferentes proporções de *okara* na produção de um biscoito doce. O *okara* também foi utilizado na produção de pães do tipo francês no trabalho de Bowles e Demiate (2006). Na literatura, também foi encontrada a utilização de *okara* na produção de pães de queijo (APLEVICZ; DEMIATE, 2007) e na produção de hambúrgueres à base de *okara*, no trabalho de dos Santos, Miguel e Lobato (2010).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os grãos de soja que foram utilizados para a obtenção do extrato de soja e *okara* são da variedade BRS 257, fornecidos pela Embrapa Soja (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

#### 3.1 Obtenção do extrato de soja e do *okara*

O extrato de soja e *okara* foram obtidos baseados na metodologia de Mandarino, Benassi e Carrão-Panizzi (2003) com algumas alterações. Consistiu em

adicionar os grãos de soja em água na proporção de 1:5 (grão: água) e deixar ferver por cinco minutos. Essa água de fervura foi descartada, e os grãos, lavados em água corrente. Em seguida, foram colocados em água fervente nas proporções de 1:4, 1:6, 1:8 e 1:10 por cinco minutos. Depois de resfriar a água juntamente com os grãos até a temperatura ambiente, estes foram triturados por um minuto em liquidificador industrial (Metvisa LQ15). A massa obtida foi peneirada para separar o ES do *okara* úmido. Após, foi centrifugada, e o mesmo procedimento foi repetido, porém sem a centrifugação. O *okara* úmido foi desidratado em estufa com circulação de ar a 60 °C.

### 3.2 Composição proximal

A determinação de umidade, cinzas, lipídios e proteínas (fator de correção 6,25) foi realizada segundo as metodologias descritas pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES, 1995). Os carboidratos foram calculados por diferença [100-(umidade+cinzas+lipídios+proteínas)].

### 3.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis das amostras de ES foi determinado através do método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### 3.4 Determinação da cor

A cor das amostras de ES foi avaliada em colorímetro Konica Minolta CR-400, e os resultados obtidos foram expressos em valores de  $a^*$  que variam do verde ao vermelho, e em valores de  $b^*$  que variam do azul ao amarelo.

### 3.5 Determinação de isoflavonas

As isoflavonas dos extratos de soja e dos grãos de soja foram determinadas segundo Berhow (2002) e Carrão-Panizzi, Favoni e Kikuchi (2002). Para a extração, foram pesados 100 mg da amostra, transferindo-a para tubo tipo Falcon. Adicionaram-se 4 ml de etanol acidificado com ácido acético e agitaram-se os tubos (cinco segundos) a cada quinze minutos durante uma hora, em agitador vórtex. Em seguida, transferiram-se os tubos para o banho ultrassônico, a fim de reduzir bolhas e auxiliar na extração. O sobrenadante foi repassado para microtubos tipo Eppendorf e centrifugado a 14.000 g sob refrigeração a 4 °C, durante quinze minutos. Em seguida, filtrou-se o sobrenadante com seringa de vidro acoplada a membrana filtrante de 0,45 µm, coletando o filtrado em microtubos tipo



vial. Tampou-se com septa e organizaram-se os microtubos tipo vial no carrossel para injeção.

As amostras foram analisadas em cromatógrafo líquido equipado com coluna de fase reversa YMC-Pack ODS-AM (C-18) S-5  $\mu\text{m}$ , diâmetro 250  $\times$  4,6 mm, autoinjeter de amostras, bomba binária e detector de arranjo de fotodiodos. A corrida cromatográfica por gradiente de eluição foi programada e regulada para o fluxo de 1,0 ml/minuto. Após a corrida, é visualizado o cromatograma e os 11 espectros de absorvância correspondentes a cada amostra. De posse dos espectros padrão das isoflavonas baseado em Carrão-Panizzi, Favoni e Kikuchi (2002), obtidos previamente durante calibração, os tempos de retenção e as faixas de absorvância foram comparados para a identificação dos picos de interesse. A integração manual dos picos identificados nas amostras, assim como os valores das áreas integradas de cada pico, massas iniciais, volume de extração e de injeção, utilizando os fatores de calibração, foi convertida em teores das isoflavonas.

### 3.6 Propriedades tecnológicas

As análises de propriedades tecnológicas volume de intumescimento (VI), índice de absorção de água (IAA), índice de absorção de óleo (IAO) e densidade foram feitas para as amostras dos grãos de soja e dos *okaras* segundo os métodos descritos por Seibel e Beléia (2009).

### 3.7 Tratamento estatístico

Os dados da composição proximal, propriedades tecnológicas, análise de cor e sólidos solúveis foram analisados estatisticamente 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

Os grãos de soja utilizados para as extrações são ricos em proteínas, contendo aproximadamente 42 g/100 g em sua composição, e possuem baixo teor de lipídios, 19 g/100 g (Tabela 1.1). Esses resultados comprovam a boa qualidade nutricional da soja, por conter em sua composição a maior porcentagem em proteínas e baixa porcentagem de lipídios. Barbosa (2007) obteve para os grãos de soja os seguintes resultados: umidade 5,07 g/100 g, cinzas 5,48 g/100 g, proteínas 35,16 g/100 g e lipídios 20,01 g/100 g. Resultados similares foram encontrados neste trabalho com relação ao teor de cinzas (5,39 g/100 g) e lipídios (19,05 g/100 g). Porém, umidade (11,03 g/100 g) e proteínas (41,91 g/100 g), neste trabalho, foram superiores.

**Tabela 1.1** Composição proximal dos grãos de soja (g/100 g)

Análises	Grãos de soja
Umidade	11,03±0,25
Proteínas	41,91±0,76
Cinzas	5,39±0,07
Lipídios	19,05±0,65
Carboidratos*	22,62

Média±desvio padrão.

\*Carboidratos foram calculados por diferença.

Os grãos também apresentam boas características tecnológicas por absorver grande quantidade de água (VI 8,00 ml/g e IAA 3,25 g/g), sendo que, na formulação de alguns produtos, essa propriedade de hidratação dará maior rendimento (Tabela 1.2). Segundo Seibel e Beléia (2009), essas propriedades tecnológicas são importantes, pois alteram as características nutritivas e sensoriais no produto final e também em sua preparação, processamento e estocagem.

**Tabela 1.2** Análises tecnológicas dos grãos de soja

Análises	Grãos de soja
Volume de intumescimento (ml/g)	8,00±1,00
Índice de absorção de água (g/g)	3,25±0,20
Índice de absorção de óleo (g/g)	2,89±0,18

Média±desvio padrão.

O maior conteúdo de isoflavonas (Tabela 1.3) nesses grãos de soja foram nas formas G-Daidzina (59,37 mg/100 g), G-Genistina (54,71 mg/100 g), M-Daidzina (56,39 mg/100 g) e M-Genistina (93,43 mg/100 g). Pelas análises, pode-se observar que a soja não possui isoflavonas na forma acetil, e o total de isoflavonas nesses grãos de soja foi de 305,40 mg/100 g.

As isoflavonas estão presentes em grande concentração na soja e são associadas a ações benéficas para o organismo, como redução dos sintomas da menopausa, por serem consideradas como fitoestrógenos. As isoflavonas também são anticancerígenas e antioxidantes, e contribuem para a redução do LDL-colesterol (*Low Density Lipoproteins*). As principais formas de isoflavonas encontradas na soja são a genisteína, a daidzeína e gliciteína, sob a forma de agliconas (SEIBEL et al., 2013).

**Tabela 1.3** Isoflavonas dos grãos de soja (mg/100 g)

Isoflavonas	Grão de soja
G-Daidzeína	59,37±0,61
G-Gliciteína	11,86±0,57
G-Genisteína	54,71±0,42
M- Daidzeína	56,39±0,37
M- Gliciteína	14,40±0,15
M- Genisteína	93,49±1,32
A- Daidzeína	-
A- Gliciteína	-
A- Genisteína	-
Daidzeína	5,33±0,02
Gliciteína	6,05±0,21
Genisteína	3,80±0,04
Totais	305,40±1,56

Média±desvio padrão.

As isoflavonas da soja podem sofrer transformações durante o processamento de alguns alimentos. As formas esterificadas podem sofrer conversão para formas glicosiladas e agliconas. Essa conversão ocorre sob aquecimento, quando as formas malonil glicosídeos passam para acetil glicosídeos e também as enzimas naturalmente presentes na soja hidrolisam  $\beta$ -glicosídeos e liberam glicose e agliconas (LUI et al., 2003).

Comparando os resultados de isoflavonas totais (305,40 mg/100 g) com os encontrados por Ciabotti et al. (2006), que analisaram o nível de isoflavonas em soja comum (SC), soja comum branqueada (SCB) e soja livre de lipoxigenase (SLL), encontraram os seguintes resultados de isoflavonas totais: SC 174,51 mg/100 g, SCB 145,97 mg/100 g e SLL 220,21 mg/100 g, sendo quantidades inferiores às isoflavonas totais quantificadas neste trabalho.

O rendimento do ES (Tabela 1.4) foi maior com o aumento da concentração de água utilizada na obtenção, tanto para as amostras centrifugadas quanto para as não centrifugadas. No rendimento do *okara*, ocorreu o contrário: aumentou com a diminuição da concentração de água na obtenção. Pode-se destacar que o rendimento de ES das amostras 1:8C e 1:8SC foram iguais (65 g/100 g) e também das amostras 1:6C e 1:6SC (61 g/100 g), porém, seus respectivos resíduos de *okara* não foram iguais.

**Tabela 1.4** Rendimento dos produtos obtidos (%)

Amostras	Extrato de soja	Okara
1:10C*	72,72	4,94
1:8C	65,92	7,83
1:6C	61,90	10,15
1:4C	33,33	18,26
1:10SC*	66,65	6,54
1:8SC	65,83	8,50
1:6SC	61,11	12,55
1:4SC	41,66	20,56

\*C = centrifugado e SC = sem centrifugação.

Larosa et al. (2006) afirmam que 1 kg de grãos de soja rende de 6 a 9 litros de extrato de soja; em porcentagem, esses valores seriam de 54% a 81% de extrato de soja. Apenas os rendimentos das amostras 1:4 com e sem centrifugação ficaram abaixo do rendimento estimado por esse autor. Já para o *okara*, segundo Bowles e Demiate (2006), com 1 kg de grãos de soja pode ser obtido aproximadamente 1,1 kg de *okara* úmido que, com a desidratação, gera 250 g de *okara* seco; em porcentagem, o rendimento do *okara* úmido seria de aproximadamente 10%. Se comparado a esse trabalho, o resultado obtido para a amostra 1:6C foi semelhante; valores bem maiores foram obtidos neste trabalho para as menores diluições (1:4C, 18,26% e 1:4SC, 20,56%). Com isso, se pode afirmar que, se o objetivo é ter maior aproveitamento de ES, deve-se utilizar maior proporção de água; e o contrário, utilizar menor quantidade de água para se obter maior porcentagem de *okara*.

Na composição proximal do ES (Tabela 1.5), em relação à umidade, pode-se observar que somente a amostra 1:4C diferiu estatisticamente entre as amostras centrifugadas. Os maiores teores de proteínas foram encontrados nas amostras com diluição 1:4, independentemente do uso da centrifugação. A proteína é um importante componente da soja, e pode ser mais bem aproveitada quando se obtém ES com menor quantidade de água.

A proporção de água utilizada na obtenção do extrato influenciou no conteúdo de cinzas das amostras. Os extratos da diluição 1:4 com e sem centrifugação apresentaram os maiores teores de cinzas: 1,43 g/100 g e 1,17 g/100 g, respectivamente, havendo diferença significativa quando comparados a todas as outras diluições, sugerindo que o conteúdo de minerais será maior se for utilizada menor quantidade de água no processamento. A porcentagem de lipídios das amostras 1:10 SC (1,17) e 1:8 SC (1,17) foram iguais estatisticamente e diferentes de todas

as outras amostras. Nos valores de carboidratos, pode-se observar que o extrato de soja tem pouco desse nutriente em sua composição.

**Tabela 1.5** Composição proximal do extrato de soja (g/100 g)

ES*	Umidade	Proteínas	Cinzas	Lipídios	Carboidratos**
1:10C*	96,04±0,42 <sup>a</sup>	1,76±0,31 <sup>b</sup>	0,28±0,03 <sup>cdef</sup>	2,25±0,09 <sup>a</sup>	-0,33
1:8C	95,46±0,42 <sup>a</sup>	2,08±0,13 <sup>b</sup>	0,37±0,03 <sup>bf</sup>	2,48±0,35 <sup>a</sup>	-0,39
1:6C	95,62±0,45 <sup>a</sup>	1,73±0,29 <sup>b</sup>	0,40±0,01 <sup>bd</sup>	2,55±0,52 <sup>a</sup>	-0,30
1:4C	88,16±5,51 <sup>bcd</sup>	3,75±1,02 <sup>a</sup>	1,43±0,11 <sup>a</sup>	2,12±0,13 <sup>a</sup>	4,45
1:10SC*	95,93±0,58 <sup>a</sup>	2,42±0,43 <sup>b</sup>	0,39±0,04 <sup>be</sup>	1,17±0,04 <sup>b</sup>	0,09
1:8SC	93,82±0,89 <sup>ab</sup>	2,31±0,19 <sup>b</sup>	0,50±0,07 <sup>bc</sup>	1,40±0,16 <sup>b</sup>	1,97
1:6SC	92,3±0,45 <sup>ac</sup>	2,80±0,14 <sup>ab</sup>	0,65±0,07 <sup>b</sup>	2,17±0,04 <sup>a</sup>	2,08
1:4SC	90,71±0,04 <sup>cd</sup>	3,77±0,33 <sup>a</sup>	1,17±0,28 <sup>a</sup>	2,44±0,12 <sup>a</sup>	1,91

Média±desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*ES = extrato de soja; C = centrifugado e SC = sem centrifugação.

\*\*Carboidratos foram calculados por diferença.

Comparando os resultados obtidos no presente estudo com Caus et al. (2008), que obtiveram 1,19 g/100 g de cinzas, 88,48 g/100 g de umidade, 1,76 g/100 g de proteínas e 1,95 g/100 g de lipídios, notou-se que os percentuais de cinzas e de umidade das amostras 14:C e 1:4SC foram semelhantes. Já para proteínas, as amostras 1:10C e 1:6C obtiveram resultados parecidos, e para lipídios, as amostras 1:4C e 1:6SC tiveram valores próximos. Essas diferenças podem ter ocorrido pelos diferentes métodos de extração, pela solubilidade desses compostos e/ou pelas diferentes variedades de soja.

Com a determinação da composição proximal do *okara* (Tabela 1.6), pode-se observar que o uso da centrifugação e as diferentes quantidades de água usadas na obtenção do *okara* influenciaram nos teores de umidade, proteínas e lipídios. No entanto, os teores de cinzas foram iguais estatisticamente para todas as amostras. A umidade foi a mais influenciada com o uso dos diferentes métodos de obtenção dos produtos: somente as amostras 1:6SC e 1:4SC não diferiram estatisticamente. Nos percentuais de proteínas e lipídios, foi verificado que o uso da centrifugação não influenciou, já que não foram observadas diferenças estatísticas entre essas amostras.

Ao comparar esses resultados com o obtido por da Cunha et al. (2007), em que a umidade foi de 7,0 g/100 g, apenas a amostra 1:10C apresentou resultado próximo. Bowles e Demiate (2006) caracterizaram o *okara* e encontraram os seguintes resultados em base seca: cinzas 2,8 g/100 g, proteínas 37,0 g/100 g,

lipídios 13 g/100 g, resultados inferiores aos encontrados neste trabalho em todas as determinações. Essas diferenças na composição química são comuns, pois o local em que foram cultivadas, o genótipo e as condições climáticas alteram significativamente a composição química da soja e, com isso, alteram também a composição de seus derivados (POYSA; WOODROW, 2001).

**Tabela 1.6** Composição proximal do okara, em base seca (g/100 g)

Okara	Umidade	Proteínas	Cinzas	Lipídios	Carboidratos
1:10C*	6,50±0,23 <sup>g</sup>	44,40±0,24 <sup>c</sup>	3,25±0,15 <sup>a</sup>	23,94±1,02 <sup>b</sup>	28,40±1,14
1:8C	13,50±0,01 <sup>e</sup>	44,44±3,16 <sup>c</sup>	3,30±0,25 <sup>a</sup>	21,83±1,09 <sup>b</sup>	30,44±3,86
1:6C	11,08±0,25 <sup>f</sup>	43,60±2,72 <sup>c</sup>	3,50±0,22 <sup>a</sup>	22,85±0,44 <sup>b</sup>	30,04±3,13
1:4C	23,11±0,73 <sup>c</sup>	46,63±0,36 <sup>c</sup>	4,14±0,07 <sup>a</sup>	23,45±1,36 <sup>b</sup>	25,78±1,70
1:10SC*	29,18±0,39 <sup>a</sup>	51,96±0,71 <sup>ab</sup>	2,34±0,03 <sup>a</sup>	31,62±1,45 <sup>a</sup>	14,08±2,82
1:8SC	21,56±0,19 <sup>d</sup>	47,02±2,10 <sup>bc</sup>	3,59±0,05 <sup>a</sup>	25,31±2,17 <sup>b</sup>	24,09±3,85
1:6SC	28,06±0,18 <sup>b</sup>	52,76±1,18 <sup>ab</sup>	3,95±0,06 <sup>a</sup>	29,41±1,92 <sup>a</sup>	15,20±2,82
1:4SC	27,61±0,14 <sup>b</sup>	46,20±0,95 <sup>c</sup>	4,28±0,07 <sup>a</sup>	24,90±1,35 <sup>b</sup>	24,62±2,15

Média±desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*C = centrifugado e SC = sem centrifugação.

Na análise dos sólidos solúveis (Tabela 1.7) pode-se observar que os resultados foram proporcionais à quantidade de água utilizada nas extrações: conforme aumentou a proporção de água, diminuiu a quantidade de sólidos solúveis. Isso ocorreu tanto nas amostras com e sem o uso de centrifugação, e os resultados foram parecidos entre as amostras de mesma diluição. Esse é um fator importante a ser analisado antes da aplicação do extrato de soja em alguma bebida, pois se o objetivo é ter um líquido mais fluido, é melhor utilizar maiores proporções de água; se for obter uma bebida mais espessa, seria interessante utilizar as menores proporções.

Em relação ao teor de isoflavonas, que são um componente funcional muito importante da soja, os valores foram semelhantes aos dos grãos, mostrando que os extratos de soja contêm as mesmas propriedades do grão. Em média, as amostras apresentaram 342,81 mg/100 g de isoflavonas totais. Na análise de cor dos ES, o parâmetro  $a^*$  indicou que todos os extratos são esverdeados (valores negativos) e o parâmetro  $b^*$  indicou que são amarelos (valores positivos). Fatores importantes, pois indica que a proporção de água e a centrifugação não alteraram a cor dos extratos. Pode-se destacar as amostras dos extratos mais concentrados 1:4C e 1:4SC, que apresentaram menor intensidade de verde (-1,9 e -0,1) e maior intensidade de cor amarela (13,2 e 19,7).

**Tabela 1.7** Sólidos solúveis (%), isoflavonas (g/100 g) e cor do ES

Extrato de soja	Sólidos solúveis	Isoflavonas	Cor	
			a*	b*
1:10C*	4,33±0,38 <sup>e</sup>	393,06±5,86 <sup>a</sup>	-2,59±0,08 <sup>bc</sup>	4,74±0,20 <sup>e</sup>
1:8C	5,25±0,25 <sup>bc</sup>	385,45±5,87 <sup>a</sup>	-2,59±0,20 <sup>bc</sup>	7,51±0,59 <sup>d</sup>
1:6C	4,42±0,38 <sup>cde</sup>	355,16±11,97 <sup>b</sup>	-2,20±0,18 <sup>cd</sup>	9,20±0,51 <sup>c</sup>
1:4C	7,17±0,29 <sup>a</sup>	319,66±14,56 <sup>b</sup>	-1,93±0,05 <sup>d</sup>	19,66±0,75 <sup>a</sup>
1:10SC*	4,25±0,25 <sup>e</sup>	402,96±17,57 <sup>a</sup>	-2,63±0,02 <sup>bc</sup>	5,53±0,12 <sup>e</sup>
1:8SC	5,25±0,43 <sup>bd</sup>	317,34±13,14 <sup>c</sup>	-3,08±0,24 <sup>a</sup>	5,54±0,60 <sup>e</sup>
1:6SC	6,08±0,14 <sup>b</sup>	302,44±13,75 <sup>c</sup>	-2,80±0,14 <sup>ab</sup>	6,35±0,76 <sup>de</sup>
1:4SC	7,77±0,23 <sup>a</sup>	266,44±1,93 <sup>d</sup>	-0,10±0,17 <sup>e</sup>	13,20±0,58 <sup>b</sup>

Média±desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*C = centrifugado e SC = sem centrifugação.

Seibel et al. (2013) obtiveram extratos de soja de diferentes variedades da Embrapa Soja na proporção de 1:6 (grão:água), realizaram análise de sólidos solúveis desses extratos e obtiveram como resultados valores que variaram entre 6,29% para a variedade BRS 258 e 11,00% para a BRS 232. Resultados semelhantes a este trabalho foram para as variedades Embrapa 48 (7,84%), BRS 213 (7,65%) e para a BRS 216 (7,03%), comparando com a proporção de 1:4 com e sem centrifugação.

Os mesmo autores também realizaram a análise de isoflavonas dos extratos de soja, e, para a mesma variedade de soja deste trabalho, o valor foi de 380,44 mg/100 g no total desse composto. Valor parecido foi obtido para o extrato na proporção de 1:8C, que foi de 385,45 mg/100 g. Nas outras proporções, foi possível obter valores maiores de isoflavonas, como nas proporções 10:SC e 1:10C, que não diferiram da 1:8C.

Para a análise de cor, comparando os resultados com os de Polisel-Scopel et al. (2013), que analisaram a cor do extrato de soja homogeneizado por ultra alta temperatura a 200 Mpa e a 75 °C e avaliados em dias diferentes, os resultados obtidos foram semelhantes com os deste trabalho nos dias 1, 7, 14, 21 e 28. Para os valores de a\*, que foram de -2,68 e -3,11, e para b\* os autores obtiveram valores de 9,17 e 9,65, que foram semelhantes apenas para a amostra 1:6C (9,20).

O okara possui boa capacidade de hidratação, comprovada pelos resultados de volume de intumescimento e índice de absorção de água (Tabela 1.8), destacando a amostra 1:8C que apresentou o maior valor de VI (volume de intumescimento). Dentre os valores de VI das amostras sem centrifugação, todos foram iguais estatisticamente. O IAA não foi afetado pelos diferentes métodos de ob-

tenção do *okara*: todas as amostras não apresentaram diferença estatística, sendo importante mencionar que esse índice foi maior no *okara* do que no grão da soja, o que pode favorecer o uso desse ingrediente em alimentos.

**Tabela 1.8** Propriedades tecnológicas do *okara*

Okara	VI (ml/g)*	IAA (g/g)*	IAO (g/g)*	Densidade(g/ml)
1:10C*	7,33±0,0,58 <sup>cd</sup>	4,75±0,11 <sup>a</sup>	2,75±0,12 <sup>bcd</sup>	0,43±0,04 <sup>ac</sup>
1:8C	10,17±0,29 <sup>a</sup>	5,37±0,05 <sup>a</sup>	3,19±0,14 <sup>ab</sup>	0,35±0,02 <sup>e</sup>
1:6C	9,33±0,58 <sup>ac</sup>	4,97±0,08 <sup>a</sup>	3,14±0,25 <sup>ac</sup>	0,34±0,03 <sup>e</sup>
1:4C	9,67±0,58 <sup>ab</sup>	4,88±0,18 <sup>a</sup>	2,74±0,03 <sup>bcd</sup>	0,39±0,01 <sup>bcd</sup>
1:10SC*	8,00±1,00 <sup>bcd</sup>	6,41±0,45 <sup>a</sup>	3,45±0,18 <sup>a</sup>	0,437±0,01 <sup>ad</sup>
1:8SC	8,33±0,58 <sup>ad</sup>	6,65±0,29 <sup>a</sup>	3,20±0,21 <sup>ab</sup>	0,470±0,01 <sup>a</sup>
1:6SC	8,33±0,58 <sup>ad</sup>	7,22±4,3 <sup>a</sup>	3,10±0,05 <sup>ad</sup>	0,423±0,01 <sup>ac</sup>
1:4SC	7,33±1,15 <sup>cd</sup>	5,78±0,19 <sup>a</sup>	3,83±0,75 <sup>a</sup>	0,445±0,2 <sup>ab</sup>

Média±desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*C = centrifugado; SC = sem centrifugação; VI = volume de intumescimento; IAA = índice de absorção de água; IAO= índice de absorção de óleo.

Em relação ao índice de absorção de óleo, analisando todos os valores de maneira geral, foi menor que os valores de IAA. Com isso, pode-se observar que o *okara* interage melhor com a água. Os valores de IAA e IAO deste trabalho foram superiores aos encontrados por Seibel e Beléia (2009), os quais foram índice de absorção de água (IAA) 3,8 g/g e índice de absorção de óleo (IAO) 2,4 g/g para uma farinha desengordurada de soja e semelhante para o volume de intumescimento (VI) 8,7 ml/g. Os valores de densidade foram significativamente superiores nas amostras sem o uso de centrifugação; apenas a amostra 1:10C apresentou valor igual às amostras sem centrifugação.

Pode-se afirmar que o rendimento dos extratos e *okaras* foram influenciados pela concentração de água e pelo uso da centrifugação, assim como a composição química e as propriedades tecnológicas dos produtos, sendo interessante alterar a proporção de água e usar ou não a força centrífuga para a separação do extrato de soja e do *okara*, dependendo do alimento em que for aplicado. A quantidade de proteína, que é um dos componentes mais importantes, foi maior no extrato quando esse não foi centrifugado; para o *okara*, essa pode ser mais bem extraída quando não for utilizada a centrifugação; as isoflavonas foram maiores nas amostras de maior diluição de água (1:0 C, 1:8C e 1:10SC).



## 5 CONCLUSÃO

O extrato de soja é muito utilizado na preparação de sucos e bebidas à base de soja, por isso é muito importante saber em qual diluição pode-se obter as melhores características para incorporar mais nutrientes no alimento em que for aplicado. Considerado como um resíduo da produção do ES, o *okara* ainda não é utilizado por indústrias alimentícias. Com este trabalho, pôde-se observar que o *okara* possui um grande potencial para aplicação em alimentos, pois suas determinações químicas e tecnológicas obtiveram resultados semelhantes ao do grão de soja, como alto teor de proteínas, baixo teor de lipídios e boa capacidade de hidratação. O *okara* apresentou inclusive valores de índice de absorção de água superiores aos do grão de soja. Por conseguinte, essa propriedade, de absorver mais água, pode ajudar a aumentar o rendimento de massas e biscoitos, por exemplo.

Pode-se concluir que é possível obter extrato de soja e *okara* por diferentes métodos, resultando em produtos distintos, cujo rendimento foi alterado pela aplicação da força centrífuga. Quimicamente, pode-se observar variação na composição proximal dos extratos e *okara* nas diferentes proporções de água utilizadas; ademais, pode-se destacar as amostras de extrato de soja sem o uso da centrifugação que apresentaram altos valores de proteínas, e o *okara*, o qual apresentou a composição química semelhante à do grão de soja. Cumpre ressaltar por fim que também houve diferenças nas propriedades tecnológicas.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. *Official methods of analysis*. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 1-2.
- BARBOSA, E. G. Prevalência de bactéria probiótica *L. acidophilus* – NCFM em extrato de soja fermentado e saborizado com sacarose e polpa de pêssego. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul, 2007. 73 f.
- BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, set. 2004.
- BERHOW, M. A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, B. S.; ANTHEY, J. A. (Eds.). *Flavonoids in the living cell*. New York: Kluwer Academic, 2002. p. 61-76.
- 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, jul./set. 2006.

- BRANCO, I. G. et al. Avaliação da aceitabilidade sensorial de uma bebida à base de extrato hidrossolúvel de soja, polpa de morango e sacarose. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, jan./jun. 2007.
- CALLOU, K. R. A. **Teor de isoflavonas e capacidade antioxidante de bebidas à base de soja**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009. 130 f.
- CANTUÁRIA, C. M. et al. Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com *okara*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, 2008.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; FAVONI, S. P. G.; KIKUCHI, A. Extraction time for isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 515-518, dez. 2002.
- CASÉ, F. et al. Produção de ‘leite’ de soja enriquecido com cálcio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, mar. 2005.
- CAUS, S. et al. Obtenção de bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de frutas. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 1, jan./jun. 2008.
- CIABOTTI, S. et al. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out. 2006.
- DA CUNHA, M. A. A. et al. Produção de biscoitos com subproduto de soja (*okara*). **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 2, p. 1-4, 2007.
- DANELUZ, D.; DA CUNHA, M. A. A. Produção de biscoitos formulados com farinhas de berinjela (*solanum melongena*, l.) e *okara*. In: **XIV SICITE-UTFPR**. Volume I - Seção Alimentos, 2009.
- DOS 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**, Uberaba, 2010.
- FANTE, C. A. et al. Isoflavone and protein content in soybeans grains submitted to flooding at different stages of development. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, dez. 2011.
- HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro**. Documentos 319. Londrina: Emprapa Soja, 2010.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Imesp, 2008.
- JÚNIOR, M. S. S. et al. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e *okara*. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 221-248, jan./jun. 2006.
- KEMPKA, A. P. et al. Formulação de bebida láctea fermentada sabor pêssego utilizando substratos alternativos e cultura probiótica. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28(supl.), p. 170-177, dez. 2008.

- LAROSA, G. et al. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de 'okara'. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 151-157, abr./jun. 2006.
- LUI, M. C. Y. et al. Isoflavonas em isolados e concentrados protéicos de soja. **Ciênc. Tecnol.**, Campinas, v. 23(supl.), p. 206-212, dez. 2003.
- MADRONA, G. S.; ALMEIDA, A. M. Elaboração de biscoitos tipo cookie à base de *okara* e aveia. **Revista Tecnológica**, v. 17, p. 61-72, 2008.
- MAIA, M. J. L.; ROSSI, E. A.; DE CARVALHO, M. R. B. Qualidade e rendimento do "leite" de soja da unidade de produção de derivados da soja UNISOJA – FCF – Ar/UNESP. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 65-72, jan./mar. 2006.
- MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. DE T.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Manual de receitas com Soja**. Documentos 206. Londrina: Embrapa Soja, 2003.
- MOREIRA, R. W. M. et al. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir do extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 435-438, 2010.
- PEREIRA, M. O. et al. Elaboração de uma bebida probiótica fermentada a partir de extrato hidrossolúvel de soja com sabor de frutas. **Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 5, n. 3, set./dez. 2009.
- PERUSSELLO, C. A. **Estudo dos parâmetros de processo e modelagem numérica da secagem do resíduo sólido da produção do extrato hidrossolúvel de soja (okara)**. Curitiba: Biblioteca PUCPR, 2008.
- POLISELI-SCOPEL, F. H. et al. Characteristics of soymilk pasteurized by ultra high pressure homogenization (UHPH). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 22, p. 73-80, 2013.
- POYSA, V.; WOODROW, L. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. **Food Research International**, v. 35, p. 337-345, 2001.
- SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. 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, abr./jun. 2009.
- SEIBEL, N. F. et al. Brazilian soybean varieties for human use. In: EL-SHEMY H. A. **Soybean – bio-active compounds**. Disponível em: <[http://cdn.intechopen.com/pdfs/39505/InTech-Brazilian\\_soybean\\_varieties\\_for\\_human\\_use.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/39505/InTech-Brazilian_soybean_varieties_for_human_use.pdf)> Acesso em: 15 ago. 2013.
- STATISTICA. Version 10 [data analysis software system]: STATSOFT, INC., 2011.
- TASHIMA, E. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Perfil sensorial de extrato de hidrossolúvel de soja (Glicine Max L. Merrill) comercial adoçada com sacarose e com sucralose. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 409-428, jul./dez. 2003.
- ULIANA, M. R.; FILHO, W. G. V. Análise energética de bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja e suco de amora. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 3, p. 94-103, 2010.
- ZADINELLO, R. E. et al. Métodos de extração, formulação e avaliação sensorial de produto à base de extrato hidrossolúvel de soja. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 111-120, 2010.



# 2

## CAPÍTULO

# ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FAROFAS TEMPERADAS À BASE DE OKARA DESIDRATADO

*Carla Letícia Cravo Broca*

*Jéssica Cruz Devidé*

*Neusa Fátima Seibel*

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de resíduos pela indústria de alimentos é inevitável, e o seu descarte apresenta-se como um grave problema, levando-se em conta que o tratamento e o destino após os processos são caros e restritos, pois devem atender à legislação. Com finalidade benéfica ao homem e ao meio ambiente, alguns desses resíduos podem ser aproveitados como subprodutos alimentícios.

No caso do processamento do extrato de soja, o aproveitamento do subproduto *okara* ainda é limitado, pois ele possui alta umidade, sendo muito propenso à deterioração microbiológica, consequentemente possuindo uma alta precibi-

lidade em um curto espaço de tempo. Por outro lado, ainda não se realiza, em grande escala, a secagem, armazenagem e posterior aplicação tecnológica desse subproduto. Assim, em sua maioria, esse resíduo é destinado à ração animal.

Portanto, a finalidade desta pesquisa foi utilizar o *okara*, subproduto do processamento do extrato de soja, na elaboração de uma farofa temperada à base de *okara* desidratado, uma vez que esse produto é inexistente no mercado, além de ter um apelo nutricional, pois o *okara* é rico em fibras e proteínas.

## 2 SOJA

A produção estimada para a safra 2015/2016 é de 102,11 milhões de toneladas, tendo um aumento de 6,1% sobre a safra 2014/2015, que foi de 96,23 milhões de toneladas. A safra atual ocupou 33,23 milhões de hectares, com produtividade média de 3 kg/ha. O estado com a maior produção do país foi Mato Grosso, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul; juntos, totalizaram 60% da soja produzida (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2013).

Além da importância econômica, a soja tem grande importância nutricional, por conter elevado teor de lipídios e proteínas (65% do peso seco), sendo o restante composto por carboidratos (aproximadamente 35%) e cinzas (cerca de 5%). Em relação à umidade, esta representa em média 13% dos grãos, que em base úmida contêm aproximadamente 35% de proteínas, 17% de lipídios, 31% de carboidratos e 4,4% de cinzas (BOWLES; DEMIATE, 2006). Segundo a TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) (UNICAMP, 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 e 5,1% de cinzas.

A soja é rica em proteínas de alto valor biológico e é considerada um alimento funcional, pois possui alto valor nutritivo, componentes bioativos como as isoflavonas (REGITANO-D'ARCE, 2006). Dessa forma, o seu consumo está associado à prevenção de doenças crônico-degenerativas. Nota-se que países orientais, com alto consumo de soja, têm menores ocorrências de problemas cardiovasculares, sintomas decorrentes da menopausa, câncer de mama e de próstata e osteoporose, entre outras doenças, quando comparados a países ocidentais (GOÉS-FAVONI et al., 2004; FREITAS; MORETT, 2006).

Apesar da sua composição química nutricionalmente benéfica, a soja não é bem aceita entre os brasileiros, pois possui sabor amargo, adstringente e rançoso, gerado pela enzima lipoxigenase. Tal enzima é ativada com a presença de umidade, oxidando os ácidos graxos poli-insaturados, sendo que os produtos finais dessa reação são compostos carboxílicos, responsáveis pelo sabor residual característico da soja. No entanto, a lipoxigenase é termossensível, podendo ser facilmente inativada com tratamento térmico dos grãos ainda íntegros (REGITANO-D'ARCE, 2006).

## 2.1 Produtos da soja

Várias empresas, institutos de pesquisa e universidades têm procurado elaborar produtos à base de soja, ou enriquecidos com ingredientes derivados desses grãos, de maneira que estes possam substituir alimentos de origem animal, ou agregar valor nutricional ao alimento. Os produtos originados da soja são diversos – entre eles estão: tofu, extrato de soja, iogurte à base de soja, proteína texturizada de soja, missô, proteína isolada de soja, concentrado proteico e farinha de soja (BOWLES; DEMIATE, 2006).

O alto valor proteico da soja é uma das características do alimento mais explorada comercialmente, e é principalmente aplicada em alimentos processados para nutrição esportiva, unindo a qualidade sensorial desejável com os aminoácidos essenciais, não sintetizados pelo corpo, presentes na soja. Os derivados proteicos deste grão foram inicialmente utilizados pelos japoneses, sendo considerados altamente nutritivos, saudáveis e de sabor agradável. Recentemente, foram adotados no ocidente como alimentos funcionais e redutores de doenças. Dentre esses produtos estão: proteína texturizada ou extrusada, concentrado proteico, isolado proteico e extrato de soja, entre outros (FREITAS, 2005; REGITANO-D'ARCE, 2006).

A PTS (proteína texturizada de soja) é obtida por meio da soja sem casca, com retirada dos lipídios e seus componentes digeríveis, podendo ser apresentada na forma isolada, concentrada ou como farinha, dependendo do seu processo (SILVA et al., 2006). A PTS, com diferentes formas, tamanhos e cores, pode ser aplicada e adaptada a uma infinidade de produtos alimentícios (FREITAS, 2005).

## 2.2 Okara

O *okara* é um subproduto da soja, que apresenta uma composição de elevada qualidade nutricional com 37% de componentes proteicos, 13% de lipídios, 2,8% de cinzas, e 42,5% do total estão diretamente relacionados às fibras alimentares, sendo os 4,7% restantes a outros carboidratos, em base seca. Pesquisas relevaram que um terço do conteúdo de isoflavonas da soja é transferido ao *okara*, sendo encontrado em um desses estudos uma concentração de 35,7% das isoflavonas totais no *okara* (BOWLES; DEMIATE, 2006). Novas pesquisas indicam o *okara* como potencial fonte benéfica à saúde, por possuir componentes antioxidantes, além de ser útil na perda de peso (AMIN; MUKHRIZAH, 2006; PRESTAMO et al., 2007).

No processamento do extrato de soja, são produzidas toneladas de *okara* como resíduo. Sendo assim, estudos estimaram que, a partir de cada tonelada de soja processada, são produzidas cerca de sete toneladas de extrato de soja e duas

toneladas de *okara* (GRIZOTTO et al., 2006). Devido a sua composição nutricional e a sua elevada produção, existem diversas aplicações possíveis, visando melhorias em produtos alimentícios, como a aplicação desse subproduto na panificação (CANTUÁRIA et al., 2008), farinhas (BARBOSA et al., 2011) e produtos cárneos (DEVIDÉ et al., 2012), porém seu consumo ainda é baixo, e frequentemente é destinado a rações animais (BOWLES; DEMIATE, 2006).

## 2.3 Farinha de mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), logo após a colheita, apresenta teor de umidade com cerca de 60%, o que torna o produto altamente perecível. Portanto, para sua maior utilização, são feitos subprodutos desidratados, como a farinha e o amido (FERREIRA NETO et al., 2005).

A farinha de mandioca é considerada a base alimentar em muitos estados brasileiros, sendo consumida diariamente como o complemento de carne de caça, de peixe fresco ou salgado (CEREDA, 2005; DIAS; LEONEL, 2006). É um produto pouco valorizado, pela falta de uniformidade, no entanto, há um grande consumo e importância no Brasil, sendo que sua maior aplicabilidade está na culinária das regiões Norte e Nordeste, em pratos como pirão, farofa, farinha seca, purê, tutu de feijão, bolos, entre outros (LIMA et al., 2009; CHISTÉ et al., 2006).

O teor calórico produzido pela farinha é elevado, cerca de 350 kcal por 100 gramas de produto, possuindo grande concentração de fibras com boa qualidade, rica em amido e minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (CEREDA, 2005; DIAS; LEONEL, 2006). Segundo a TACO (UNICAMP, 2011) a farinha de mandioca tem em sua composição proximal, majoritariamente, os carboidratos, representando 89,2%; o restante se divide em 8,3% de umidade, 1,2% de proteínas, 0,3% de lipídios, 6,5% de fibra alimentar e 1% de cinzas.

## 2.4 Oxidação lipídica e índice de peróxido

Alimentos que possuem alto teor lipídico estão propensos a sofrerem degradações oxidativas. A farofa contendo o *okara* desidratado está mais sujeita à oxidação do que a farofa contendo apenas farinha de mandioca, pois o conteúdo lipídico do *okara* (18,11 g/100 g) (GRIZOTTO; AGUIRRE, 2011) é superior ao da farinha de mandioca (0,3 g/100 g) (UNICAMP, 2011). Segundo Araújo (2006) a oxidação lipídica é um importante fator na deterioração de alimentos, pois altera a qualidade sensorial (sabor, aroma, textura e cor), valor nutricional, funcionalidade e toxicidade.

A oxidação lipídica é uma reação de radicais livres em cadeia, que ocorre em ácidos graxos insaturados, pois as ligações duplas são sítios reativos, sensíveis à



oxidação. Os primeiros produtos formados durante essa reação são os peróxidos insaturados. Os fatores que aceleram a oxidação são: estrutura dos ácidos graxos, grau de insaturação, luz, umidade, variação de temperatura, presença de oxigênio e presença dos metais Fe, Cu e Zn (REGITANO-D'ARCE, 2006).

Um método importante para detecção da oxidação lipídica é o IP (índice de peróxido), sendo essa metodologia baseada na determinação do cátion de uma base, necessário para neutralizar compostos oxidados. Na fase final da oxidação, o IP se apresenta baixo, e juntamente com ele se apresentam altas concentrações de quatorze produtos secundários como aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres (BELLAYER; ZANOTTO, 2004).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração das formulações e a caracterização das farofas à base de *okara* desidratado foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Londrina

#### 3.1 Obtenção do *okara*

O *okara* desidratado, cultivar BRS 232, utilizado para a elaboração da farofa, foi obtido de acordo com a metodologia de Mandarino, Benassi e Carrão-Panizzi (2003), inicialmente pela obtenção do extrato de soja (1:3 – soja:água), que tem como resíduo o *okara* úmido e posteriormente seco em estufa com circulação de ar a 60 °C até umidade de 12% (Figura 2.1).

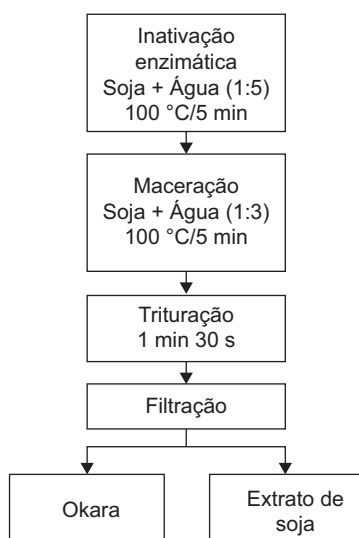


Figura 2.1 Fluxograma da obtenção do *okara*

### 3.2 Processamento da farofa temperada à base de *okara* desidratado

As formulações da farofa temperada à base de *okara* desidratado foram definidas em testes realizados em laboratório. Foram utilizados *okara* desidratado, PTS, farinha de mandioca (seca, grossa, branca e tipo 1), óleo de soja, creme de cebola, salsinha e cebolinha desidratadas e antioxidante BHT (butil-hidróxi-tolueno).

Elaborou-se três formulações diferentes de farofa (Tabela 2.1), em duplicata, com proporções distintas de farinha de mandioca e *okara* desidratado, acrescentando a cada uma delas óleo de soja, PTS, creme de cebola comercial preparado, salsinha e cebolinha desidratadas, sendo que três delas tiveram adição de antioxidante BHT, e três não. O produto foi obtido através da homogeneização do óleo de soja e PTS sob aquecimento e posterior adição de creme de cebola, farinha de mandioca e/ou *okara* e salsinha e cebolinha desidratadas. O BHT foi empregado com base na dose máxima tolerada de 0,02 g/100 g em alimentos, estabelecido pela legislação (BRASIL, 1965).

**Tabela 2.1** Formulações para elaboração das farofas à base de *okara* desidratado (g/100 g)

Ingredientes	Formulações					
	Padrão		F1		F2	
	Com BHT	Sem BHT	Com BHT	Sem BHT	Com BHT	Sem BHT
<i>Okara</i> desidratado	-	-	21,5	21,5	43	43
Farinha de mandioca	43	43	21,5	21,5	-	-
Óleo de soja	10	10	10	10	10	10
PTS	30	30	30	30	30	30
Creme de cebola comercial	15	15	15	15	15	15
Salsa desidratada	0,99	1	0,99	1	0,99	1
Cebolinha desidratada	0,99	1	0,99	1	0,99	1
BHT	0,02	-	0,02	-	0,02	-

As amostras para análise do índice de peróxido foram revestidas por papel alumínio (para evitar a incidência de luz), lacradas com fita adesiva, recobertas com sacos de polipropileno e armazenadas à temperatura ambiente por 12 semanas.

### 3.3 Determinações da composição proximal

As determinações da composição proximal das farofas foram realizadas em triplicata, segundo os métodos da AOAC (Association of Analytical Communi-

ties) (ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES, 1995), e os carboidratos totais, calculados por diferença. A umidade foi determinada em estufa a 105 °C por 5 horas; as cinzas, em mufla a 550 °C após incineração; as proteínas, através do método de Microkjeldahl, calculadas com fator de correção 6,25; e os lipídios, quantificados em Soxhlet.

### 3.4 Índice de peróxido

A determinação do índice de peróxido das farofas foi feita em triplicata, de acordo com uma adaptação da metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) para óleos e gorduras. Inicialmente, foram pesados 5 g de amostra moída, no momento da abertura da embalagem, em erlenmeyer de boca esmerilhada coberto por papel alumínio, e foram adicionados 30 ml de solução de ácido acético-clorofórmio (3:2), com posterior agitação em placa magnética (Marconi) durante trinta minutos. Em seguida, foi adicionado ao erlenmeyer 0,5 ml de solução saturada de iodeto de potássio, e este mantido em repouso, ao abrigo de luz, por cinco minutos. Adicionou-se 30 ml de água destilada, e o conteúdo foi filtrado à vácuo. Foram adicionados 1 ml de solução de amido 1% ao filtrado, e titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N com constante agitação.

### 3.5 Determinações tecnológicas

Os parâmetros tecnológicos, IAA (índice de absorção de água) e IAO (índice de absorção de óleo), VI (volume de intumescimento) e densidade foram realizados nas amostras de farofa em triplicata, segundo os métodos descritos por Seibel e Beléia (2009).

### 3.6 Análise sensorial

Os julgadores avaliaram os atributos aroma, cor, sabor, textura e aceitação global das amostras de farofa, através de uma escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, onde 0 correspondeu 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 representou “certamente compraria” e 1 representou “certamente não compraria”. Também foi calculado o IA (índice de aceitabilidade) das amostras segundo Dutcosky (2007).

O teste de aceitação contou com a participação de 50 julgadores, 57% do gênero feminino e 43% do masculino; 90% tinham entre 18 e 25 anos; 39% responderam que consomem farofa semanalmente, e 30%, eventualmente. Além disso, apenas 10% dos provadores eram de descendência asiática, enquanto que

90% pertenciam a outra descendência. Essa pesquisa teve aprovação pelo BIO-ISCAL (Comitê de Bioética e Ética em Pesquisa da Irmandade da Santa Casa de Londrina), projeto n. 355/10 – CAAE: 0015.0.083.000-10.

### 3.7 Tratamento estatístico

Os dados da composição proximal, análises tecnológicas e sensorial foram avaliados pelo programa Statistic 10.0 (2011) por meio de análise de variância (Anova). E para a comparação das médias dos resultados, foi utilizado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2.2 apresenta os resultados obtidos na composição proximal da farinha de mandioca e do *okara* desidratado, utilizados na elaboração das farofas. Nota-se que, para todas as análises realizadas, ambas amostras se diferiram entre si estatisticamente. Isso ocorreu porque a farinha de mandioca é rica em carboidratos, ao contrário da soja, que é rica em lipídios e proteínas.

**Tabela 2.2** Composição proximal da farinha de mandioca e *okara* desidratado (g/100 g)

	Farinha de mandioca	<i>Okara</i> desidratado
Umidade	10,91±0,08 <sup>a</sup>	6,84±0,22 <sup>b</sup>
Lipídios	0,04±0,01 <sup>b</sup>	21,48±0,73 <sup>a</sup>
Proteínas	0,89±0,00 <sup>b</sup>	39,36±0,18 <sup>a</sup>
Cinzas	1,26±0,26 <sup>b</sup>	3,25±0,04 <sup>a</sup>
Carboidratos*	86,9	29,07

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

A farinha de mandioca apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria n. 554 (BRASIL, 1995), de máximo de 13% de umidade e de 1,5% de cinzas, considerando que a legislação não prevê limites para lipídios e proteínas. Segundo Souza et al. (2008) níveis de umidade superiores a 13% podem ocasionar desenvolvimento microbiano, influenciando na vida de prateleira, portanto, é de fundamental importância a determinação do conteúdo de umidade em farinhas. O mesmo autor afirma que variações nos conteúdos de cinzas, proteínas e lipídios são comuns devido às características particulares de cada raiz de mandioca

Dias e Leonel (2006) avaliaram diversos tipos de farinha de mandioca, e para a farinha com as mesmas especificações da farinha utilizada neste traba-

lho, seca, grossa, branca e tipo 1, encontraram valores de 5,41% para umidade, 0,93% para cinzas, 0,64% para proteínas, 0,15% para lipídios e 92,87% para carboidratos – valores que se diferenciaram dos encontrados nesta pesquisa para a farinha de mandioca, provavelmente devido à variedade da mandioca utilizada no processamento da farinha.

Outro estudo, realizado em Gana, sobre as propriedades físico-químicas de farinhas de 31 variedades de mandioca, demonstrou valores para umidade entre 3,21% e 11,92%, para cinzas de 1% a 2,84% e para proteínas de 0,87% a 4,59% (ARYEE et al., 2006). Alguns valores de cinzas que fogem do estabelecido pela legislação brasileira podem ser justificados pelas variedades de mandioca utilizadas serem diferentes das existentes no Brasil. Nota-se que os resultados obtidos, para a farinha de mandioca comercial avaliada neste trabalho, se assemelham com os valores de umidade, proteínas e cinzas apresentados pelos autores.

Grizotto et al. (2010) avaliaram farinha de *okara* fornecida por duas empresas diferentes e alcançaram resultados próximos aos expostos neste trabalho para umidade (6,51 a 6,88 g/100 g), proteínas (34,93 a 35,36 g/100 g) e cinzas (3,93 a 4,01 g/100 g). Quanto aos resultados de lipídios, os autores mostraram resultados inferiores (16,71 a 17,08 g/100 g), ao contrário dos carboidratos, que apresentaram-se superiores (37,04 a 37,56 g/100 g) aos quantificados neste estudo, provavelmente devido a diferenças de extração, proporção de água:soja e variedade do grão. Pelo mesmo motivo, outro estudo, na caracterização de *okara* desidratado, expôs resultados inferiores aos obtidos neste trabalho: 24,6% de proteínas, 10,5% de lipídios e 10,5% de umidade (WU et al., 2012).

A composição proximal da formulação padrão de F1 e F2 está expressa na Tabela 2.3. A umidade apresentou-se superior para as formulações F1 (4,34 g/100 g) e F2 (4,29 g/100 g) quando comparada à formulação padrão (2,48%). Os teores de lipídios, proteínas e cinzas tiveram um aumento proporcional ao acréscimo da adição de *okara* desidratado, logo, todas as formulações diferenciaram-se entre si. Esse aumento é atribuído as concentrações maiores de lipídios, proteínas e cinzas no *okara* desidratado quando comparado à farinha de mandioca (Tabela 2.2). O mesmo comportamento é percebido em produtos adicionados do resíduo de soja, *okara*. Cantuária et al. (2008) elaboraram pão de forma enriquecido com 15% de *okara*, e Larosa et al. (2006) elaboraram biscoitos doces com aplicação de *okara*; ambos autores constataram uma elevação dos conteúdos lipídicos, proteicos e minerais (cinzas) nas formulações com o emprego de *okara*.

Houve uma diminuição dos carboidratos inversamente proporcional ao aumento da adição de *okara*: a formulação padrão obteve 72,29 g/100 g, enquanto que as formulações contendo *okara* desidratado, F1 (56,05 g/100 g) e F2 (44,94 g/100 g), apresentaram teores menores. Isso se deve à elevação dos conteúdos de lipídios, proteínas e cinzas nessas formulações, pois o *okara* desidratado apresen-

ta proporção menor de carboidratos do que a farinha de mandioca, como visto na Tabela 2.2.

**Tabela 2.3** Composição proximal da formulação padrão de F1 e F2 (g/100 g)

	Padrão	F1	F2
Umidade	2,48±0,23 <sup>b</sup>	4,34±0,23 <sup>a</sup>	4,29±0,19 <sup>a</sup>
Lipídios	6,57±0,82 <sup>c</sup>	8,61±0,30 <sup>b</sup>	12,16±0,28 <sup>a</sup>
Proteínas	14,23±1,88 <sup>c</sup>	26,11±0,43 <sup>b</sup>	33,27±0,43 <sup>a</sup>
Cinzas	4,43±0,03 <sup>c</sup>	4,89±0,14 <sup>b</sup>	5,34±0,18 <sup>a</sup>
Carboidratos*	72,29	56,05	44,94

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.

Ferreira Neto, Figueirêdo e Queiroz (2005) realizaram a avaliação físico-química de quatro formulações de farinhas de mandioca temperadas e obtiveram resultados próximos ao do presente trabalho para umidade (2,73 a 3,22 g/100 g). Para cinzas (2,12 a 2,71 g/100 g), proteínas (2,43 a 2,55 g/100 g), lipídios (1,18 a 4,35 g/100 g) e carboidratos (87,44 a 91,04 g/100 g), os valores encontrados pelo autores foram diferentes aos das amostras padrão, F1 e F2, em razão das diferenças nas formulações.

Não foi possível quantificar a presença de peróxidos nas formulações de farofa padrão, F1 e F2, contendo ou não BHT, durante as 12 semanas de armazenamento, mesmo que possa ter iniciado a reação de oxidação no momento do preparo, provavelmente devido à armazenagem sob abrigo de luz (embalagem de papel alumínio), sem grandes variações de temperatura e com baixa exposição ao oxigênio (embalagem de sacos de polipropileno), condições que impediram a deterioração lipídica. Além disso, o óleo de soja utilizado na elaboração das farofas possuía vitamina E, que é um antioxidante natural, e o antioxidante ácido cítrico, sendo que ambos podem ter atuado em conjunto com o BHT na prevenção da oxidação.

Vanhanen e Savage (2006) armazenaram farinha de noz por 26 semanas em três tipos diferentes de embalagens, recipiente plástico de polipropileno, saco de papel forrado com polietileno de alta densidade e saco de papel vegetal forrado de papel pardo, e constataram que a farinha armazenada no recipiente de polipropileno obteve menor nível de peróxidos durante a armazenagem. Portanto, o fato de ter sido empregada embalagem de polipropileno para armazenagem das farofas pode ter influenciado de forma positiva na prevenção da oxidação lipídica.

Silva et al. (2010) avaliaram os efeitos de diferentes doses de radiação gama em farinha de trigo e fubá armazenadas por 3 e 6 meses, respectivamente, e não foi

encontrada nenhuma presença de peróxidos durante o tempo de armazenagem, assim como neste trabalho. A ausência de peróxidos durante a armazenagem atribuiu às farofas temperadas à base de *okara* desidratado um tempo satisfatório de vida de prateleira, semelhante ao de farofas comerciais, que varia de 4 a 6 meses.

Os resultados das determinações tecnológicas estão descritos na Tabela 2.4. O IAA apresentou-se diferente para a formulação padrão (4,93 g/g) e para F1 (4,27 g/g) e F2 (3,30 g/g). O IAO não apresentou diferença significativa entre as amostras, obtendo média de 1,94 g/g. O VI diminuiu proporcionalmente à adição de *okara* nas formulações, variando de 5,86 ml/g, para a amostra F2, a 7,88 ml/g, para a padrão. As amostras padrão e F1, que continham farinha de mandioca em sua composição, apresentaram densidades semelhantes, de 0,33 e 0,35 g/ml, respectivamente, sendo que a amostra F2 obteve média de 0,44 g/ml, diferenciando-se significativamente.

**Tabela 2.4** Determinações tecnológicas da formulação padrão e de F1 e F2

	Padrão	F1	F2
IAA (g/g)	4,93±0,04 <sup>a</sup>	4,27±0,17 <sup>b</sup>	3,30±0,09 <sup>c</sup>
IAO (g/g)	1,78±0,04 <sup>a</sup>	2,14±0,20 <sup>a</sup>	1,90±0,14 <sup>a</sup>
VI (ml/g)	7,88±0,00 <sup>a</sup>	7,07±0,35 <sup>b</sup>	5,86±0,35 <sup>c</sup>
Densidade (g/ml)	0,33±0,00 <sup>b</sup>	0,35±0,01 <sup>b</sup>	0,44±0,01 <sup>a</sup>

Média±desvio padrão; os valores com letras iguais, na mesma linha, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

Niba et al. (2001) avaliaram o índice de absorção de água de 11 tipos de farinha de mandioca, e obtiveram média de 2,45 g/g, valor distante dos encontrados para as formulações de farofa. Mateos-Aparicio, Mateos-Peinado e Rupérez (2010) encontraram valores de 6,84 g/g de capacidade de retenção de água e 3,78 g/g de capacidade de retenção de óleo para a farinha de *okara* desengordurada. Essas diferenças de valores se devem ao fato de que, além da farinha de mandioca e/ou *okara* empregados nas farofas, outros ingredientes em grandes quantidades, como a PTS e o creme de cebola, também fazem parte das formulações.

Na avaliação de farinhas de subprodutos agroindustriais, Barbosa et al. (2011) encontraram valores de IAO para farinha de subproduto de mandioca de 2,34 g/g, e para *okara* desidratado, de 2,86 g/g, valores relativamente superiores aos mostrados neste trabalho. Os mesmos autores obtiveram resultados menores de VI para *okara* desidratado (8,63 ml/g) do que para farinha de subproduto de mandioca (10,97 ml/g). Nota-se que o mesmo comportamento é apresentado nas formulações de farofas, em que há uma diminuição do VI conforme há um aumento da proporção de *okara* desidratado empregado.

Em um estudo sobre as propriedades funcionais da farinha de soja e de mandioca, os autores obtiveram resultados para densidade de  $0,63 \text{ g/cm}^3$  para farinha de mandioca e de  $0,58 \text{ g/cm}^3$  para farinha de soja (AKUBOR; UKWURU, 2003), valores diferentes dos encontrados para as farofas, que variaram de  $0,33 \text{ g/cm}^3$ , na formulação padrão, a  $0,44 \text{ g/cm}^3$ , na F2. Essa diferença pode ser justificada pela utilização, no presente trabalho, de farinha de mandioca na forma grossa, diferente da utilizada no outro estudo. Sendo assim, ao utilizarem a farinha com granulometria mais fina, foi ocupado o mesmo volume, porém com maior peso, gerando maior densidade.

As notas atribuídas pelos julgadores na análise sensorial estão dispostas na Tabela 2.5. Nota-se que todos os atributos para as amostras padrão, F1 e F2 tiveram notas superiores a 7 e não apresentaram diferença estatística significativa.

**Tabela 2.5** Avaliação sensorial da formulação padrão e de F1 e F2

	Sabor	Textura	Cor	Aroma	Aceitação global
Padrão	$8,58 \pm 1,29^a$	$8,36 \pm 1,27^a$	$7,83 \pm 2,05^a$	$8,28 \pm 1,36^a$	$8,32 \pm 1,27^a$
F1	$8,67 \pm 1,32^a$	$8,19 \pm 1,61^a$	$8,15 \pm 1,77^a$	$7,73 \pm 1,79^a$	$8,31 \pm 1,59^a$
F2	$8,45 \pm 1,43^a$	$8,43 \pm 1,53^a$	$8,23 \pm 1,45^a$	$7,84 \pm 1,57^a$	$8,53 \pm 1,20^a$

Média  $\pm$  desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Escala hedônica de dez pontos (0 = desgostei extremamente, e 10 = gostei extremamente).

Livrari e Maurício (2008) avaliaram sensorialmente a aceitabilidade da farofa de resíduo de soja por meio de uma escala hedônica de cinco pontos, e obtiveram resultados satisfatórios para esse produto, com porcentagem maior de notas entre “gostei muito” e “gostei”. Isso também pode ser observado nas farofas elaboradas neste trabalho, que apresentaram notas para aceitação global próximas a “gostei extremamente”, comprovando que esses produtos apresentaram ótima aceitação sensorial.

Na avaliação da qualidade de biscoitos com e sem adição de farinha de *okara* em suas formulações, o teste de aceitabilidade foi realizado com uma escala hedônica de 7 pontos (7 correspondeu a “gostei imensamente” e 1 a “desgostei imensamente”). Nesse estudo, a formulação padrão obteve maiores notas nos atributos cor e textura, enquanto que, para os atributos sabor e aceitação global, as amostras contendo *okara* apresentaram-se estatisticamente semelhantes à padrão (GRIZOTTO et al., 2010), ao contrário do presente estudo, em que as formulações, para todos os atributos, não demonstraram diferença estatística entre si.



Ferreira Neto, Figueirêdo e Queiroz (2005) avaliaram sensorialmente quatro amostras de farinha de mandioca temperada, por meio de uma escala hedônica de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 pontos (gostei muitíssimo), e obtiveram médias de notas para aroma de 6,38, para cor de 6,51 e para sabor de 6,38. É possível afirmar que as notas atribuídas pelos julgadores das farofas padrão, F1 e F2 foram superiores, levando em conta que houve diferença de ingredientes e escalas sensoriais utilizados.

A formulação F2 teve índice de aceitabilidade (IA) de 85,3% seguida da formulação padrão e de F1 com 83,2% e 83,1%. Segundo Dutcosky (2007), Monteiro (1984) e Chaves e Sproesser (2005), produtos com IA superiores a 70% têm boas repercussões, sendo considerados aceitos pelos provadores; portanto, todas as formulações de farofa elaboradas neste trabalho foram aceitas sensorialmente.

Quanto à intenção de compra, 50%, 52,08% e 63,27% dos julgadores certamente comprariam a formulação padrão, F1 e F2, respectivamente (Figura 2.2). Isso indicou que a formulação com substituição total da farinha de mandioca por *okara* desidratado teve um melhor resultado nessa avaliação e provavelmente teria destaque caso fosse comercializada.

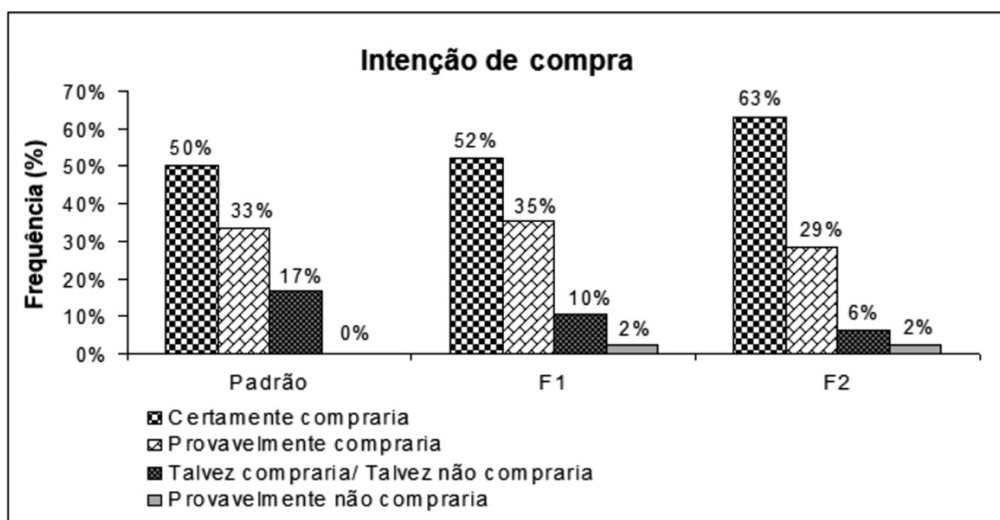


Figura 2.2 Intenção de compra da formulação padrão e de F1 e F2

Na avaliação da intenção de compra para biscoitos com adição de *okara*, por meio de uma escala hedônica de cinco pontos (5 = “certamente compraria” e 1 = “certamente não compraria”), foram obtidos resultados melhores para os biscoitos padrão (GRIZOTTO et al. 2010). O oposto ocorreu com as formulações de farofa, pois a amostra contendo total substituição de farinha de mandioca por *okara* (F2), alcançou melhores resultados para intenção de compra, seguida da formulação F1 e, por último, da formulação padrão.

É importante frisar que a aplicação de *okara* desidratado nas formulações de farofas ocasionou um resultado positivo no teste de intenção de compra, pois ambas as farofas apresentaram resultados melhores que a formulação padrão.

Todas as formulações de farofa foram avaliadas sensorialmente pelos pesquisadores após as 12 semanas de armazenagem, e constatou-se que as formulações contendo BHT apresentaram-se com textura e sabor preservados quando comparadas às sem adição do antioxidante. Além de ter atuado como antioxidante, o BHT pode ter agido como estabilizante, atuando principalmente na água contida na PTS proveniente do molho de soja *shoyu*. No caso das formulações sem adição de BHT, durante a armazenagem, a PTS pode ter perdido gradativamente sua capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, liberado umidade para o restante dos ingredientes, provocando alteração da textura e do sabor do produto.

## 5 CONCLUSÃO

Foi possível elaborar farofas contendo *okara* desidratado. As formulações contendo 50% e 100% (F1 e F2) de substituição da farinha de mandioca por *okara* apresentaram maiores teores de lipídios, proteínas e cinzas quando comparadas à formulação padrão. Além disso, todas as formulações analisadas durante 12 semanas de estocagem apresentaram ausência de peróxidos, atribuindo às farofas um tempo satisfatório de vida de prateleira, semelhante ao de farofas comerciais.

F1, F2 e a formulação padrão diferenciaram-se entre si nas determinações tecnológicas de índice de absorção de água, volume de intumescimento e densidade, sendo que para o índice de absorção de óleo todas obtiveram resultados semelhantes estatisticamente. As formulações F1 e F2 foram bem aceitas sensorialmente em relação à formulação padrão. Além disso, a formulação contendo somente *okara* obteve melhor intenção de compra comparada com as demais.

## REFERÊNCIAS

- AKUBOR, P. I.; UKWURU. M. U. Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends. **Plant Foods for Human Nutrition.**, Idah, v. 58, n. 3, p. 1-12, 2003.
- AMIN, I.; MUKHRIZAH, O. Antioxidant capacity of methanolic and water extracts prepared from food-processing by-products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Serdang, v. 5, n. 86, p.778-784, jan./abr. 2006.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e prática**. 3. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2006.
- ARYEE, F. N. A. et al. The physicochemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. **Food Control**, Kumast, v. 17, p. 916-922, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: Análise sensorial dos alimentos e bebidas – terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16. ed. Washington, 1995.

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.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: Conferencia APINCO, Santos, 2004.

BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de *okara* e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 652-659, jul./set. 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto n. 55871, de 26 de março de 1965. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo. 9 abr. 1965.

\_\_\_\_\_. Portaria n. 553, de 30 de agosto de 1995. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1995. Secretaria da agricultura, do abastecimento e reforma agrária. 1 set. 1995. Seção 1.

CANTUÁRIA, C. M. et al. Physicochemical and microbiological characterization of Pan bread enriched with *okara*. In: CIGR – International Conference of Agricultural Engineering, XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Brasil, 2008.

CEREDA, M. P. Novos produtos para farinha de mandioca. In: 11º Congresso Brasileiro de Mandioca, Campo Grande, 2005. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <[http://www.cpaembrapa.br/11cbm/\\_html/palestras\\_old/arquivoPDF/palestra\\_014.PDF](http://www.cpaembrapa.br/11cbm/_html/palestras_old/arquivoPDF/palestra_014.PDF)>. Acessado em: 12 abr. 2012.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2005.

CHISTÉ, R. C. et al. Qualidade da Farinha de Mandioca do Grupo Seca. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 861-864, out./dez. 2006.

Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. v. 1, n. 3 (2013-). Brasília: Conab, 2013-. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_14\\_17\\_16\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2016.

DEVIDÉ, J. C. et al. Elaboração e caracterização de hambúrgueres de carne bovina com aplicação de *okara*. In: SICITE, Curitiba, 2012.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, jul./ago. 2006.

DUTCOSKY, S. D. Métodos subjetivos ou afetivos. In: \_\_\_\_\_. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Chanpagnat, 2007. p. 141-171.

- FERREIRA NETO C. J.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 4, p. 795-802, jul./ago., 2005.
- FREITAS, D. G. C. **Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo, características físico-químicas e textura durante armazenamento.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Araçatuba, 2005. 122 f.
- FREITAS, D. G. C.; MORETT, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 318-324, abr./jun. 2006.
- GÓES-FAVONI, S. P. et al. Isoflavonas e produtos comerciais de soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 4, out./dez. 2004.
- GRIZOTTO, R. K. et al. Estudo de novas cultivares de soja para produção do extrato protéico de soja. In: 13º Seminário de Iniciação Científica PIBIC CNPq-ITAL, 2006, Campinas. **Anais do 13º Seminário de Iniciação Científica PIBIC CNPq-ITAL.** Campinas: ITAL, 2006. p. 1-6.
- GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M. Study of the flash drying of the residue from soymilk processing - “okara”. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 31, n. 3, p. 645-653, 2011.
- GRIZOTTO, R. K. et al. Evaluation of the quality of a molded sweet biscuit enriched with okara flour. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 30, n. 1, p. 270-275, 2010.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Óleos e gorduras. In: \_\_\_\_\_. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 595-629.
- LAROSA, G. et al. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de ‘okara’. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 151-157, abr./jun. 2006.
- LIMA, A. L. M. et al. Tirinete Culinária Sertaneja. Intercom – **Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares de Comunicação.** XVI Prêmio Expocom 2009 – Exposição da Pesquisa Experimental em Comunicação. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/sis/regional/resumos/expocom/EX15-0295-1.pdf>> Acesso em: 19 abr. 2012.
- LIVRARI, M. B.; MAURÍCIO, A. A. Desenvolvimento de produtos à base de soja e verificação da aceitabilidade da leguminosa pelos consumidores. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 335-343, set./dez. 2008.
- MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Manual de Receitas com Soja.** Documentos 206. Londrina: Embrapa Soja, 2003.
- MATEOS-APARICIO, I.; MATEOS-PEINADO, C.; RUPÉREZ, P. High hydrostatic pressure improves the functionality of dietary fibre in okara byproduct from soybean. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Madrid, v. 11, p. 445-450, 2010.
- MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de avaliação sensorial.** 2. ed. Curitiba: CEPPA UFPR, 1984. 101 p.

- NIBA, L. L. et al. Physicochemical properties and starch granular characteristics of flour from various manihot esculenta (cassava) genotypes. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 67, n. 5, jul. 2001.
- PRESTAMO, G. et al. The effects of okara on rat growth, cecal fermentation, and serum lipids. **European Food Research and Technology**, Madrid, n. 225, v. 5-6, p. 925-928, set. 2007.
- REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Deterioração de lipídeos – Ranço. In: OETTTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 355-402.
- REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Produtos proteicos de soja. In: OETTTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p. 355-402.
- 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, abr./jun. 2009.
- SILVA, M. S. et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.
- SILVA, R. C. et al. Estabilidade oxidativa e sensorial de farinhas de trigo e fubá irradiados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 406-413, abr./jun. 2010.
- SOUZA, J. M. L. et al. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 907-912, out./dez. 2008.
- STATISTICA. Version 10 [data analysis software system]: STATSOFT, INC., 2011.
- UNICAMP. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. **TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos**. Versão II. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2011.
- VANHANEN, L. P.; SAVAGE, G. P. The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. **Food Chemistry**, Canterbury, v. 99, p. 64-69, 2006.
- VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, selfadjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, Campinas, v. 16, n. 8, p. 691-703, dez. 2005.
- WU, J. et al. Enzymatic preparation and characterization of soybean oligosaccharides from okara. **Procedia Engineering**, Shanghai, v. 37, p. 186-191, 2012.



# 3

## CAPÍTULO

# CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E SENSORIAL DE CHOCOLATE COM ADIÇÃO DE OKARA SECO

*Amanda de Souza Candia*

*Isabela Pereira Dias*

*Neusa Fátima Seibel*

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Bai, Garcia e Lima (2013), a soja oferece diversos benefícios para a saúde humana. Dentre os principais, destacam-se a prevenção de doenças ósseas, o aumento da resistência imunológica e a prevenção de doenças cardiovasculares. Além disso, o grão serve também para reposição hormonal e para a diminuição dos efeitos causados pela menopausa. As fibras solúveis podem contribuir para a redução de colesterol e para o controle de açúcar no sangue; já as fibras insolúveis auxiliam nas funções do intestino e podem auxiliar no controle do peso devido à sensação de saciedade. Contudo, para que o efeito da soja seja benéfico, é necessário

que ela passe por processos de cocção a fim de inativar tripsinas e substâncias antinutricionais, que podem prejudicar a digestão da proteína.

A soja é uma leguminosa de grande interesse mundial devido à versatilidade de aplicação na alimentação humana, e o Brasil está entre os maiores produtores mundiais de soja, que é cultivada em várias regiões do país. Apesar da alta produtividade e de suas propriedades nutricionais e funcionais, a soja é ainda pouco usada na dieta do brasileiro, o que pode ser atribuído ao seu sabor e odor desagradáveis por causa da presença de diversos compostos orgânicos e componentes antinutricionais (SILVA et al., 2006).

O chocolate, por sua vez, é um produto consumido por todas as idades e por todas as regiões do mundo. Os tipos preferidos de chocolate variam em cada país, assim, os diferentes sabores e usos para o chocolate refletem a história da indústria dos diversos lugares. Os ingredientes utilizados na produção de chocolates e de seus produtos têm importante papel na aceitação pelo consumidor e na apresentação do produto (CARDOSO, 2007; BONZAS; BROWN, 1999).

Os chocolates funcionais, com maior concentração de cacau (amargo ou meio amargo), e o orgânico possuem excelentes fontes de proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas e minerais, tornando-se mais nutritivos quando aliados à soja, que também é rica em proteínas, isoflavonas e ácidos graxos insaturados (BATISTA, 2008; SCHNEIDER, 2010).

Devido aos grandes benefícios oferecidos pela soja, é importante introduzi-la na dieta dos consumidores por meio de alimentos que forneçam sensações agradáveis ao paladar e que sejam consumidos com frequência, como o chocolate. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo aplicar o resíduo de soja (*okara*) em chocolate e caracterizar química e sensorialmente o produto resultante da aplicação.

## 2 SOJA

A soja possui características químicas e nutricionais que a qualifica como um alimento funcional, além da qualidade de suas proteínas. Os produtos denominados “alimentos funcionais”, possuem como função principal a redução do risco de doenças crônico-degenerativas. A relação entre dieta e saúde tem sido bastante estudada, e o interesse da população em consumir alimentos “saudáveis”, levou as indústrias alimentícias a desenvolver novos produtos, com o objetivo de fornecer funções além de nutrientes básicos e satisfação do paladar do consumidor (BEHRENS; SILVA, 2004).

A produção estimada para a safra 2015/2016 é de 102,11 milhões de toneladas, um aumento de 6,1% sobre a safra 2014/2015, que foi de 96,23 milhões



de toneladas. A safra atual ocupou 33,23 milhões de hectares, com produtividade média de 3 kg/ha. O estado com a maior produção do país foi Mato Grosso, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul – juntos, totalizaram 60% da soja produzida (CONAB, 2016).

Produtos à base de soja são considerados alimentos funcionais devido aos elevados níveis de proteínas e componentes da soja que são fisiologicamente ativos e provocam processos metabólicos no ser humano. A soja possui grande valor econômico devido a sua composição química: entre os cereais e leguminosas, é o grão que possui o maior conteúdo proteico (40%) e elevado teor lipídico. Entre outros componentes como antioxidantes, isoflavonas e aminoácidos essenciais, estes fazem com que a inclusão de produtos à base de soja na dieta humana favoreça uma melhor qualidade de vida (CHAN, MA, 1999<sup>1</sup>; O TOOLE<sup>2</sup>, 1999 apud BOWLES, 2005).

Alimentos com adição adequada de derivados da soja resultam em alimentos com menor valor calórico, são mais baratos e preservam as características físicas e sensoriais do produto tradicional (SILVA et al., 2006). A utilização da soja em alimentos tradicionais tem aumentado, uma vez que a simples mesclagem permite uma redução dos custos e uma complementação da constituição química, além de, muitas vezes, conferir características funcionais aos produtos (DEVAHAS-TIN; WACHIRAPHANSKUL, 2007).

## 2.1 *Okara*

O *okara* é um resíduo obtido da fabricação do extrato de soja. Possui elevada qualidade nutricional, que pode ser aplicada em produtos alimentícios visando melhorias (MADRONA; ALMEIDA, 2008). Conforme Larosa et al. (2006), com a produção do extrato de soja obtém-se cerca de 6 a 9 litros por quilo de grão, e cerca de 700 gramas de resíduo de soja, denominado “*okara*”, o qual contém alto teor proteico.

Jackson et al.<sup>3</sup> (2001 apud PALUDO, 2008) destacaram que, em razão da concentração proteica do *okara* ser semelhante à dos grãos de soja, nota-se que o resíduo possui potencial para ser utilizado como fonte de nutrientes e isoflavonas,

---

1 CHAN, W. M.; MA, C. Y. Acid modification of proteins from soymilk residue (*okara*). **Food Research International**, London: Elsevier, v.32, p. 119-127, 1999.

2 O TOOLE, D. K.; Characteristics and Use of *Okara*, the Soybean Residue from Soy Milk Production-A review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 47, p. 363-371, 1999.

3 JACKSON, C. J.; DINI, J. P.; LAVANDIER, C.; RUPASINGHE, H. P. V.; FAULKNER, H.; POYSA, V.; BUZZELL, D.; GRANDIS, S. de. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochemistry**, [S.l.], 2001, 37, p.1117-1123.

pois a sua composição química é de aproximadamente um terço do conteúdo de isoflavonas da soja.

Para Larosa et al. (2006), o resíduo de soja pode ser utilizado na formulação de biscoitos, hambúrguer, bolos, doces e salgados, contribuindo para o enriquecimento nutricional e melhoria do rendimento dos mesmos, embora ainda seja pouco aproveitado pela indústria de alimentos. Apesar dos componentes nutritivos e funcionais do *okara* (alta quantidade de carboidratos insolúveis, fibras dietéticas, proteínas e gordura de soja, além de um suave aroma quando cozido), seu uso é mais comum na fabricação de rações para animais (PARK et al., 2001).

A maior barreira da utilização do *okara* em alimentação humana é a realmente rápida degradação. Não refrigerado, o *okara* fermenta em aproximadamente 8 horas, impossibilitando seu consumo. Desse modo, a melhor maneira de proceder seria a imediata utilização do *okara* após a obtenção do extrato de soja. Entretanto, os altos volumes gerados fazem com que seja impraticável este processo (PERUSSELLO, 2008). Lescano e Tobinaga (2004) propuseram a utilização desse resíduo já seco, possibilitando seu uso posterior, além de um tratamento térmico nos grãos de soja para evitar o processo enzimático que dá o sabor de grão no extrato de soja e no resíduo.

Segundo Coronel e Tobinaga (2004), o *okara* tem a capacidade de reter água e óleo simultaneamente, o que torna sua utilização uma alternativa viável para evitar a separação de fases em produtos com essas características.

## 2.2 Chocolate

Chocolate é o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao L.*), massa (ou pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25% (g/100 g) de sólidos totais de cacau. O produto pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005).

No Brasil e no mundo, o chocolate é um dos produtos mais consumidos e apreciados por crianças, adultos e idosos. Esse produto percorreu uma longa trajetória e hoje vem sendo procurado pela alta gastronomia (CARDOSO, 2007). A produção do chocolate foi por muito tempo realizada de forma artesanal, até serem desenvolvidos métodos individuais de trabalho e sabores particulares para seus produtos. Com a demanda por custos mais baixos, a manufatura industrial foi sendo cada vez mais mecanizada, alcançando um progressivo avanço da ciência e da tecnologia para controle das plantas de produção e para a melhoria da eficiência industrial que proporciona uma elevada qualidade ao produto final (BONZAS; BROWN, 1999).

Atualmente, a tendência de mercado se volta para chocolate de origem controlada. Mais caros que o convencional de leite, os chocolates com maior concentração de cacau, como, por exemplo, o chocolate amargo, o chocolate meio amargo e o chocolate orgânico, surgem para satisfazer a demanda de consumidores que buscam associar o prazer do sabor com potenciais benefícios para saúde (BATISTA, 2008).

Produtos de confeitaria como doces sem açúcar e chocolate funcional, além de oferecer benefícios para a saúde, contêm um sabor excepcional que contribui para o sucesso do chocolate no mercado de alimentos funcionais. Apesar do alto teor de flavonóides do cacau que ocorre naturalmente no chocolate, cientistas e tecnólogos de alimentos estão procurando maneiras de reinventar o chocolate através de iniciativas de desenvolvimento de pesquisa inovadora e destinadas a preservar os componentes bioativos benéficos do cacau (BELŠ AK-CVITANOVI, 2012).

O chocolate é um alimento nutritivo, possui excelente fonte de proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas e minerais, e quando aliado à soja, que também é rica em proteínas, isoflavonas e ácidos graxos insaturados torna-se um produto ainda mais procurado pelos consumidores (SCHNEIDER, 2010). Dentre seus benefícios, está incluída a redução da oxidação do colesterol LDL, inibição da agregação de plaquetas e decréscimo da resposta inflamatória, diminuindo o risco de formação de placas de gordura no endotélio dos vasos sanguíneos (BATISTA, 2008).

## 2.3 Fibras alimentares

A fibra alimentar, considerada o principal componente de vegetais, frutas e cereais integrais, permitiu que esses alimentos pudessem ser incluídos na categoria dos alimentos funcionais, pois sua utilização dentro de uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de algumas doenças, como as coronarianas e certos tipos de câncer, além de agregar uma série de benefícios (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2013).

Segundo Catalani et al. (2003), as fibras são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, mas com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Essas são divididas de acordo com a solubilidade em água, em fibras solúveis e insolúveis, sendo que as solúveis auxiliam no aumento do trânsito intestinal, no esvaziamento gástrico, no retardo da absorção de glicose e redução do colesterol; as insolúveis contribuem para o aumento do bolo fecal, redução do tempo de trânsito intestinal, redução da absorção de glicose e hidrólise do amido.

As fibras podem ser utilizadas no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, que têm diferentes propriedades físico-químicas. De maneira geral, essas propriedades permitem inúmeras aplicações na

indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante e emulsificante. Dessa forma, podem ser aproveitadas na produção de diferentes produtos: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães (CHO; DREHER, 2001).

O tamanho das partículas fibrosas interfere na forma de agir no organismo. O tipo da fração e as condições físicas e físico-químicas também determinam o modo de agir no tubo digestivo de quem as ingerem. O modo de cocção também é fator determinante para manter os princípios de ação das fibras no organismo (SELVENDRAN et al.<sup>4</sup> apud POURCHET-CAMPOS, 2009).

## 2.4 Ácidos graxos

A gordura do chocolate, derivada do cacau, é constituída principalmente por dois ácidos graxos saturados, o ácido palmítico e o esteárico, e o ácido oleico monoinsaturado, em adição de uma pequena quantia (menos do que 5%) de outros ácidos graxos. Embora se acredite que o consumo de gorduras saturadas aumenta o nível plasmático de colesterol, o consumo regular de manteiga de cacau e chocolate vem negando esse aumento (WANG et al., 2000).

Pesquisas mostraram que isso se deve, provavelmente, às concentrações relativamente altas de ácido esteárico, que tem mostrado um efeito neutro sobre o metabolismo do colesterol, e ao ácido oleico, conhecido pelos seus efeitos na redução plasmática do colesterol médio. Além dos carboidratos simples e da gordura presentes no chocolate, o componente do cacau é rico em inúmeros minerais essenciais, como magnésio, cobre, potássio e manganês (HAMMERSTONE et al., 1999).

O chocolate tem efeito atrativo devido aos ingredientes presentes em sua formulação e aos resultados que estes impõem ao produto final (gordura, açúcar, textura e aroma). Sua digestão se faz facilmente, principalmente devido às gorduras que entram em sua composição: 39% de ácidos graxos não saturados, sendo 37% de ácido oleico e 2% de ácido linoleico, estes indispensáveis ao homem, pois são considerados essenciais, já que são componentes que não são produzidos pelo organismo humano (RICHTER; LANNES, 2007).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os grãos de soja utilizados para a obtenção do *okara* pertenciam à cultivar BRS 232, safra 2010/2011, fornecida pela Embrapa Soja de Londrina, PR. O chocolate utilizado para aplicação do *okara* foi o “ao leite” da marca Garoto®.

---

4 SELVENDRAN, R. R. et al. Dietary fibre: chemistry, analysis and properties In: *Advances in food research*, 31: 117-2009, 1987.

### 3.1 Obtenção do *okara*

O *okara* foi obtido de acordo com a metodologia descrita por Mandarin, Benassi e Carrão-Panizzi (2003), com alterações. Os grãos de soja foram adicionados em água na proporção de 1:10 (grão:água) sob fervura durante cinco minutos; essa água de fervura foi descartada, e os grãos, lavados em água corrente. Em seguida, foram colocados em água fervente nas proporções de 1:10 e submetidas à fervura por cinco minutos. Dessa vez, a água não foi descartada: depois de resfriar a água, juntamente com os grãos, até a temperatura ambiente, os grãos foram triturados por um minuto em liquidificador industrial. A massa obtida foi peneirada para separar o extrato de soja do *okara* úmido. A desidratação foi feita à 60 °C, em estufa com circulação de ar, até a umidade final de aproximadamente 12%.

### 3.2 Produção do chocolate

Para a produção de cada formulação, foram adicionados 15% (F1) e 25% (F2) de *okara* em substituição a 500 g de chocolate, ou seja, a F1 contém 75 g de *okara* e 425 g de chocolate, e a F2 contém 125 g de *okara* e 375 g de chocolate. O chocolate foi derretido em banho-maria, e, após o derretimento, foi adicionado o *okara*, e a mistura foi homogeneizada, colocada em formas para bombons de 8 g, e resfriada em geladeira. Posteriormente, foi desenformado. As amostras foram armazenadas sob refrigeração em sacos plásticos.

### 3.3 Composição química

A determinação de umidade, cinzas, proteínas (fator de correção 6,25), lipídios e fibras alimentares seguiram os métodos descritos na AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES, 1995). Carboidratos foram calculados por diferença.

Os ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa (CG) de acordo com Abidi et al. (1999), Bannon et al. (1982), Christie (1989) e Rayford et al. (1994). Para o preparo das amostras, foram colocados, em tubos de ensaio com capacidade de 25 ml, alíquotas de 200 mg da amostra moída, e foram adicionados 5,0 ml de solução de metóxido de sódio (NaCH OH), recém-preparada e homogeneizada em agitador de tubos do tipo “Vortex”<sup>®</sup> (marca Phoenix, modelo AP 56). As amostras preparadas foram deixadas em repouso por uma hora à temperatura ambiente (24 °C) para que a reação de esterificação ocorresse; durante esse período, os tubos de ensaios foram agitados. Logo após, foram adicionados em cada tubo de ensaio contendo as amostras 1 ml de solução aquosa a 10% de ácido acético glacial e 10 ml de heptano. Foram transferidos, para recipientes (vials) próprios para injeção no cromatógrafo gasoso, cerca de 2 ml da camada de heptano.

A análise foi realizada em cromatógrafo a gás da marca Hewlett Packard, modelo 6890, com autoinjeter de amostras, equipado com coluna capilar de sílica de 30 m de comprimento, 0,32 m de diâmetro interno e filme com 0,2 µm de espessura, marca Supelco, modelo SP 2340. A análise foi conduzida por cromatografia isotérmica a 190 °C, com um detector de ionização de chama à temperatura de 300 °C e com a temperatura do injetor regulada a 250 °C durante toda a análise. O fluxo de gases foi regulado para o hélio em 40 ml/minuto, para o hidrogênio em 40 ml/minuto e para o ar sintético em 450 ml/minuto. O volume de injeção foi de 1 µL com taxas de *split* variando de 5:1 a 40:1, dependendo da concentração da amostra. O tempo total de corrida para cada amostra foi de cinco minutos.

### 3.4 Análise sensorial

A análise sensorial dos chocolates contou com 100 julgadores não treinados, na qual foram avaliados os atributos aroma, sabor, textura e aceitação global com auxílio de uma escala hedônica híbrida de 0 a 10 pontos, em que 0 corresponde a desgostei extremamente e 10 corresponde a gostei extremamente, proposta por Villanueva, Petenate e 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.

### 3.5 Tratamento dos dados

Os dados das análises foram analisados pelo software Statistica 10.0, utilizando análise de variância (Anova), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e o teste t de Student ao nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição proximal do *okara* (Tabela 3.1) mostraram um teor de umidade de 9,14 g/100 g e, para cinzas, componente que indica o material mineral, obteve-se 2,75 g/100 g. Também foi possível observar que o resíduo possui quantidade elevada de proteínas, 39,49 g/100 g, mostrando-se adequado para o enriquecimento proteico de alimentos. O mesmo ainda possui quantidade significativa de carboidratos (34,21 g/100 g) e lipídios (14,39 g/100 g). Valores próximos foram encontrados por Bowles (2005), que obteve, para cinzas, 2,8 g/100 g, para lipídios, 13,0 g/100 g, e, para proteínas, 37,0 g/100 g. Já os níveis de umidade e carboidratos se mostraram inferiores aos valores obtidos por Paludo (2008), que encontrou 21,81 g/100 g para umidade e 43,21 g/100 g para carboidratos.

**Tabela 3.1** Composição proximal do *okara* (g/100 g)

Determinações	Média e desvio padrão
Umidade	9,14±0,03
Cinzas	2,75±0,01
Lipídios	14,39±0,97
Proteínas	39,49±0,45
Carboidratos	34,2

A Tabela 3.2 apresenta valores significativos de fibras totais (39,10 g/100 g), compostas por fibras solúveis (1,41 g/100 g) e fibras insolúveis (37,69 g/100 g). Larosa et al. (2006) obtiveram na caracterização de farinha de *okara* um teor de fibras totais de 35,11 g/100 g, valor este inferior ao encontrado neste estudo. No entanto, Cunha et al. (2010) relataram maiores teores de fibras alimentares (42,3 g/100 g) para o *okara*.

**Tabela 3.2** Análise de fibras solúveis, insolúveis e totais do *okara* (g/100 g)

Fibras	Média e desvio padrão
Solúveis	1,41±0,80
Insolúveis	37,69±2,37
Totais	39,10

Através da análise da composição proximal dos chocolates (Tabela 3.3), foi possível perceber que o chocolate comercial apresentou valores inferiores em três dos quatro parâmetros analisados, com a exceção do teor lipídico.

**Tabela 3.3** Composição proximal dos chocolates (g/100 g)

Compostos	Comercial	F1	F2
Umidade	1,11±0,17 <sup>c</sup>	2,63±0,18 <sup>b</sup>	4,22±0,32 <sup>a</sup>
Cinzas	1,11±0,02 <sup>c</sup>	1,31±0,01 <sup>b</sup>	1,45±0,04 <sup>a</sup>
Proteínas	4,47±0,29 <sup>c</sup>	10,01±0,84 <sup>b</sup>	13,39±0,13 <sup>a</sup>
Lipídios	33,58±0,45 <sup>a</sup>	33,31±0,92 <sup>a</sup>	32,28±1,03 <sup>a</sup>
Carboidratos	59,73	52,74	48,66

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). F1 = formulação com 15% de *okara*; F2 = formulação com 25% de *okara*.

Para a análise de umidade, os resultados indicaram diferença entre as três formulações, de forma que a amostra padrão obteve a menor média (1,11 g/100 g), e a amostra F2 obteve a maior (4,22 g/100 g), mostrando um crescimento conforme o aumento da concentração de *okara*. Isso também ocorreu para cinzas e proteínas, as menores médias (1,11 g/100 g e 4,47 g/100 g) foram para a formulação padrão, e as maiores médias (1,45 g/100 g e 13,39 g/100 g) foram para a formulação F2, respectivamente. Quanto ao teor lipídico, não houve diferença significativa entre as amostras.

Esse aumento dos nutrientes comprova o enriquecimento nutricional do chocolate com a adição do *okara*, principalmente quanto ao teor proteico. De acordo com a Portaria n. 27, de 13/01/1998, da Anvisa, para um alimento ser fonte de proteínas é preciso conter no mínimo 10% da IDR de referência (5 g) por 100 g, e para ser rico em proteínas, deve conter no mínimo 20% da IDR de referência (10 g) por 100 g para alimentos sólidos. Os resultados mostraram que o teor proteico obtido para ambas as formulações de chocolates encontram-se dentro do padrão estabelecido como sendo “rico em proteínas”, diferentemente do chocolate comercial.

Suzuki (2009) analisou em seu estudo a composição proximal de cinco marcas de chocolates. Os valores de umidade encontrados pela autora variaram entre 0,74 g/100 g e 1,15 g/100 g; o teor de cinzas, de 1,07 g/100 g e 1,75 g/100 g; o teor proteico oscilou entre 4,69 g/100 g e 6,63 g/100 g; e a quantidade de lipídios quantificada ficou entre 23,45 g/100 g e 30 g/100 g. Já os carboidratos variaram entre 63,5 g/100 g e 68,14 g/100 g. Esses valores encontraram-se próximos aos obtidos para a composição proximal do chocolate comercial no presente estudo.

Dessa forma, comprova-se que a adição do *okara* ao chocolate aumenta o teor de nutrientes do mesmo, tanto proteínas quanto em cinzas, tornando o produto uma alternativa para o aumento do consumo de proteínas e minerais, que, aliados a outras fontes, podem contribuir para a ingestão mínima diária desses nutrientes.

Analisando o teor de ácidos graxos (Tabela 3.4), os saturados, como os ácidos palmíticos (16:0) e esteáricos (18:0), predominaram, obtendo-se 5,03 g/100 g (comercial), 5,11 g/100 g (F1) e 4,53 g/100 g (F2) de ácido palmítico e 6,06 g/100 g (Padrão), 6,28 g/100 g (F1) e 5,38 g/100 g (F2) de ácido esteárico. O ácido araquídico foi de 0,18 g/100 g (comercial), 0,19 g/100 g (F1) e 0,17 g/100 g (F2). Suzuki et al. (2009) obtiveram resultados semelhantes analisando o teor de ácidos graxos de cinco marcas diferentes de chocolate ao leite: entre os ácidos graxos saturados, o ácido palmítico e o ácido esteárico predominaram, variando de 4,86 g/100 g (marca C) a 6,93 g/100 g (marca A) e 5,63 g/100 g (marca C) a 7,77 g/100 g (marca D), respectivamente.



O teor do ácido graxo monoinsaturado oleico (18:1) foi de 6,41 g/100 g (comercial), 6,82 g/100 g (F1) e 6,02 g/100 g (F2). Suzuki et al. (2009) obtiveram valores próximos, variando entre 5,81 g/100 g (marca C) a 8,42 g/100 g (marca B) para o ácido graxo oleico.

Verificou-se que, nas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados, o teor de ácido linoleico predominou, com 0,69 g/100 g (comercial), 1,61 g/100 g (F1) e de 1,94 g/100 g (F2). Já o teor do ácido linolênico foi de 0,05 g/100 g (comercial), 0,18 g/100 g (F1) e de 0,24 g/100 g (F2). Suzuki et al. (2009) obtiveram quantidades de ácidos graxos poli-insaturados variando de 0,45 g/100 g (marca C) a 0,82 g/100 g (marca B), predominando o ácido linoleico.

**Tabela 3.4** Teor de ácidos graxos dos chocolates (g/100 g)

Ácidos graxos		Formulações		
		Comercial	F1	F2
Saturados	Palmítico (C16:0)	5,03±0,70 <sup>a</sup>	5,11±0,14 <sup>a</sup>	4,53±0,15 <sup>a</sup>
	Estearíco (C18:0)	6,06±0,93 <sup>a</sup>	6,28±0,17 <sup>a</sup>	5,38±0,44 <sup>a</sup>
	Araquídico (C20:0)	0,18±0,03 <sup>a</sup>	0,19±0,008 <sup>a</sup>	0,17±0,01 <sup>a</sup>
Monoinsaturados	Oleico (C18:1)	6,41±0,93 <sup>a</sup>	6,82±0,23 <sup>a</sup>	6,02±0,29 <sup>a</sup>
Poli-insaturados	Linoleico (C18:2)	0,69±0,11 <sup>b</sup>	1,61±0,32 <sup>a</sup>	1,94±0,71 <sup>a</sup>
	Linolênico (C18:3)	0,05±0,01 <sup>b</sup>	0,18±0,04 <sup>a</sup>	0,24±0,10 <sup>a</sup>
Total		18,45±2,64 <sup>a</sup>	20,22±0,88 <sup>a</sup>	18,31±0,73 <sup>a</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). F1 = formulação com 15% de *okara*; F2 = formulação com 25% de *okara*.

O chocolate comercial obteve um total de 11,27 g/100 g de ácidos graxos saturados, 6,41 g/100 g de ácidos graxos monoinsaturados e 0,74 g/100 g de ácidos graxos poli-insaturados. A formulação com 15% de *okara* obteve 11,58 g/100 g de ácidos graxos saturados, 6,82 g/100 g de ácidos graxos monoinsaturados e 1,79 g/100 g de ácidos graxos poli-insaturados. Já a formulação com 25% de *okara* obteve um total de 10,08 g/100 g de ácidos graxos saturados, 6,02 g/100 g de ácidos graxos monoinsaturados e 2,18 g/100 g de ácidos graxos poli-insaturados.

Suzuki et al. (2009) verificaram que chocolates regulares marcas A e B apresentavam maiores quantidades de ácidos graxos por 100 g de chocolate: 15,48 g e 15,41 g de ácidos graxos saturados, 8,06 g e 8,42 g de ácidos graxos monoinsaturados, e 0,70 g e 0,82 g de ácidos graxos poli-insaturados. A marca C apresentou a menor quantidade de ácidos graxos, e foi recomendada como o mais saudável chocolate normal, seguido pelas marcas D e E.

Com a adição do *okara*, pode-se observar uma alteração no perfil lipídico do chocolate, com um aumento dos poli-insaturados, tornando-se um produto mais saudável para o consumidor. Essa contribuição, associada ao aumento nos teores de proteínas e minerais, mostra que a adição de *okara* ao chocolate é nutricionalmente favorável.

Devido ao fato de a formulação padrão já ser comercial e aceita no mercado, a análise sensorial foi realizada apenas com as formulações adicionadas de *okara*, objetivando uma caracterização desses novos produtos, como exposto na Tabela 3.5.

Com os resultados obtidos, foi possível interpretar que as amostras não diferiram quanto ao sabor e aroma, ao contrário da textura, de forma que este último atributo influenciou a aceitação global do produto. A textura da formulação F2 obteve menor média (6,69), muito provavelmente devido à aglomeração do *okara*, que dificultou a mastigação dos provadores, que, em análise, citaram problemas como, “muito *okara* na formulação”, “difícil de mastigar” e “*okara* apresenta-se duro”. Já a formulação F1 obteve maior média (8,20) para esse atributo; a menor concentração do resíduo ofereceu ao produto uma textura mais homogênea e de maior facilidade de consumo.

**Tabela 3.5** Atributos aroma, sabor, textura e aceitação global obtidos na análise

	F1	F2
Aroma	8,13±1,47 <sup>a</sup>	8,54±1,35 <sup>a</sup>
Sabor	8,36±1,65 <sup>a</sup>	8,05±1,70 <sup>a</sup>
Textura	8,20±1,54 <sup>a</sup>	6,69±2,40 <sup>b</sup>
Aceitação global	8,48±1,27 <sup>a</sup>	7,61±1,89 <sup>b</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa pelo teste t de Student ( $p \leq 0,05$ ). P = formulação padrão sem adição de *okara*; F1 = formulação com 15% de *okara*; F2 = formulação com 25% de *okara*. Escala hedônica de dez pontos (0 = desgostei extremamente e 10 = gostei extremamente).

Essa diferença na textura foi responsável pela diferença significativa da aceitação global dos chocolates, que indicou maior média (8,48) para a formulação F1. Ainda que a formulação F2 tenha se mostrado menos aceita, seu enriquecimento nutricional pode contribuir para seu consumo caso esse produto venha a

ser inserido no mercado, devido aos benefícios que poderia acarretar aos consumidores, aliando um produto de grande consumo mundial à qualidade nutricional da soja. Vale ressaltar que ambas as formulações apresentaram médias superiores a sete, indicando que foram bem aceitas. Embora a formulação F2 tenha se mostrado menos aceita, esta também apresenta potencial para inclusão no mercado. Segundo Dutcosky (1996), o índice de aceitabilidade deve ser superior a 70% para o alimento apresentar boa repercussão, situação essa apresentada pelos chocolates.

Guedes (2007) realizou formulações com concentrações de 15%, 25% e 35% de linhaça, e obteve boa aceitabilidade para as três amostras, sendo que as médias para os atributos como cor, sabor, textura e aparência variaram entre 6,3 e 7,2. A amostra com 15% de adição de linhaça foi a mais bem aceita, com 43,6% de preferência, seguida das amostras com 25% e 35%, com preferência de 37,3% e 19,1%, respectivamente. O mesmo ocorreu neste estudo, onde a amostra com 15% de *okara* foi a melhor aceita, muito provavelmente influenciada pelo atributo textura das amostras.

Através da análise da intenção de compra (Figura 3.1), em correlação com a aceitação dos produtos, nota-se que a formulação com 15% de *okara* (F1) foi a mais bem aceita, mostrando melhores valores na aceitação global, assim como na intenção de compra, de forma que 40% dos provadores responderam que “provavelmente comprarão” o produto, e 50% responderam que “certamente comprarão”. A formulação com 25% de *okara* também foi bem aceita devido à alta porcentagem de consumidores que responderam que “provavelmente comprarão” (32%) e “certamente comprarão” (50%) o produto.

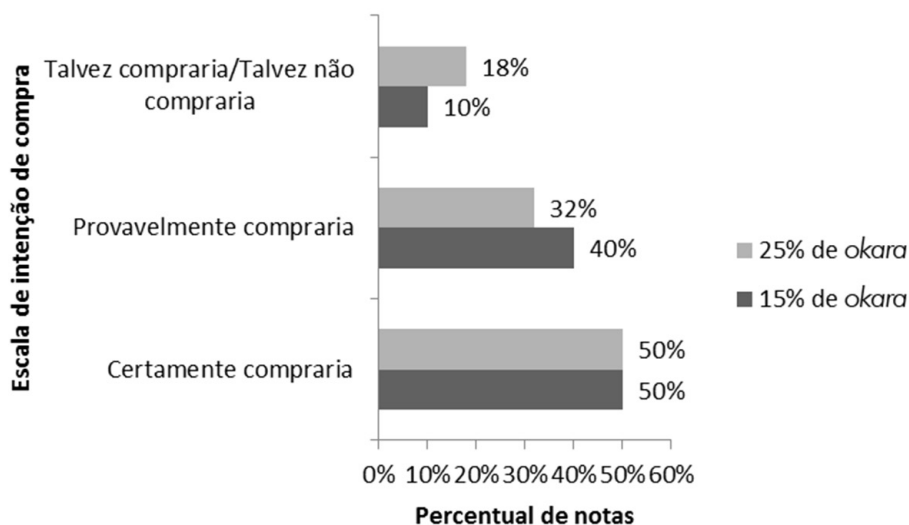


Figura 3.1 Intenção de compra dos chocolates

Guedes (2007) constatou que 81% dos provadores comprariam os chocolates elaborados com linhaça, indicando potencial inclusão no mercado, assim como os chocolates elaborados com o *okara* nesse trabalho, para os quais a maioria dos julgadores afirmaram que “certamente comprariam”.

## 5 CONCLUSÃO

Foi possível formular e caracterizar os chocolates com adição de 15% e 25% de *okara*, de forma que eles apresentaram melhor perfil proteico, de minerais e de ácidos graxos devido à adição do resíduo de soja. A incorporação do *okara* no chocolate aumentou os ácidos graxos poli-insaturados. Ambas as formulações com *okara* apresentaram aceitação sensorial e altos percentuais de intenção de compra, o que indicou uma possível inclusão no mercado, o que pode favorecer a alimentação saudável dos consumidores devido à inclusão desses nutrientes na dieta.

## REFERÊNCIAS

- ABIDI, S.L.; LIST, G.R.; RENNICK, K.A. Effect of genetic modification on the distribution of minor constituents in canola oil. *Journal of American Oil Chemistry Society*, v. 76, n. 4, p. 463-467, 1999.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of the AOAC International*. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 1-2.
- BAI, D.; GARCIA, R. M.; LIMA, F. T. *Desenvolvimento de produtos à base de soja*. Disponível em: <<http://www.dombosco.fag.edu.br/coor/coopex/5ecci/Trabalhos/Ci%EAncias%20Agr%EIrias/Comunicacao/CI%20DE%20ALIMENTOS/529.doc>>. Acesso em: 31 jul. 2013.
- BANNON, C. D. et al. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: III. Literature review of and investigations into the development of rapid procedures for the methoxide-catalysed methanolysis of fats and oils. *Journal of Chromatography*, Amsterdam, v. 247, p. 71-89, 1982.
- BATISTA, A. P. S. A. *Chocolate: sua história e principais características*. Monografia (Especialização em Gastronomia e Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. 48 f.
- BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 431-439, jul./set. 2004.
- BELŠČAK-CVITANOVIĆ, A. Innovative formulations of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus* L. leaves and characterization of their physical, bioactive and sensory properties. *Food Research International*, Pierottijeva, n. 48, p. 820-830, 2012.
- BONZAS, J.; BROWN, B. D. Interactions affecting microstructure, texture, and rheology of chocolate confectionery products. *Food Science and Technology*, New York, p. 451-523, 1999.
- BOWLES, S. *Utilização de subproduto da obtenção de extrato aquoso de soja – okara em pães do tipo francês*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis>>. Acesso em: 15 nov. 2013.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resolução de diretoria colegiada n. 264, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/5e63cd804745929d9afede3fbc4c6735/RDC\\_264\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/5e63cd804745929d9afede3fbc4c6735/RDC_264_2005.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 29 jul. 2013.
- CARDOSO, V. Conteúdo de flúor em diversas marcas de chocolate e bolachas encontradas do Brasil. *Revista Pesqui. Odontol. Bras.*, São Paulo, v. 6, n. 12, p. 25-29, fev. 2007.
- CATALANI, L. A. et al. Fibras Alimentares. *Rev Bras Nutr Clin.*, v. 18, n. 4, p. 178-182, 2003.
- CHO, S. S.; DREHER, M. L. *Handbook of Dietary Fiber*. New York, NY: Marcel Dekker, Inc, 2001.
- CHRISTIE, W. W. *Gas chromatography and lipids. A practical guide*. The oil Press, Ayr. Scotland, 1989.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos*. v. 1, n. 3 (2013-). Brasília: Conab, 2013-. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_14\\_17\\_16\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_14_17_16_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 01 fev. 2016.
- CORONEL, E. L.; TOBINAGA, S. Drying the Okara in a Spouted Bed. In: International Drying Symposium – IDS, XI, 2004, São Paulo. Proceeding. v. C, p. 1-5.
- CUNHA, M. A. A. et al. Produção de biscoitos com subproduto de soja (*okara*). *Synergismus scyentifica UTFPR*, Pato Branco, v. 2, p. 1-4, 2007.
- CUNHA, M. A. A. et al. Barras alimentícias formuladas com resíduo de soja. *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos*, Campo Mourão, v. 1, n. 2, p. 89-96, jul./dez., 2010.
- DEVAHASTIN, S.; WACHIRAPHANSAKUL, S. Drying Kinetics and quality of okara dried in a jet spouted bed of solvent particles. *Food Science and Technology*, v. 40, p. 207-219, 2007.
- DUTCOSKY, S. D. *Análise Sensorial de alimentos*. Curitiba: Ed Champagnat, 1996.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Center for Food Safety & Applied. Nutrition. *A food labelling guide: appendix C Health Claims*, 2013. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm064919.htm>>. Acesso em: 8 jan. 2014.
- GUEDES, G. B. *Elaboração e análise sensorial de chocolate com propriedades funcionais*. Trabalho de Conclusão de Curso em Nutrição – Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, 2007.
- HAMMERSTONE, J. F. et al. Identification of Procyanidins in Cocoa (Theobroma Cacao) ad chocolate using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, Columbus, v. 47, p. 490-496, 1999.

- JÚNIOR, M. S. S. et al. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e *okara*. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 221-248, jan./jun. 2006.
- LAROSA, G.; ROSSI, E. A.; BARBOSA, J. C.; CARVALHO, M. R. B. de. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de '*okara*'. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 151-157, abr./jun. 2006.
- LESCANO C. A.; TOBINAGA S. Modelo Codificado e Real para a Difusividade Efetiva da Secagem do Resíduo do Extrato hidrossolúvel de Soja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 6, n. 1, p. 17-25, 2004.
- MADRONA, G. S.; ALMEIDA, A. M. Elaboração de biscoitos tipo cookie à base de *okara* e aveia. *Revista Tecnológica*, v. 17, p. 61-72, 2008.
- MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T.; CARRÃO-PANIZZU, M. C. **Manual de receitas com Soja**. Documentos 206. Londrina: Embrapa Soja, 2003.
- PALUDO, M. P.; MOREIRA, L. M.; SILVA, A. P.; RODRIGUES, R. S.; MACHADO, M. R. G. **Composição centesimal dos resíduos do processamento de Extratos de soja (*okara*) e de arroz**. 2008. Disponível em: <[http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA\\_00454.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00454.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2013.
- PARK, Y. K.; AGUIAR, C. L.; ALENCAR, S. M.; MASCARENHAS, H. A. A.; SCAMPARINI, A. R. P. Avaliação do teor de isoflavonas em soja Brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. 3, p. 156-160, 2001.
- PERUSSELLO, C. A. **Estudo dos Parâmetros de Processo e Modelagem Numérica da Secagem do Resíduo Sólido da Produção do Extrato Hidrossolúvel de Soja (Okara)**. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2008. 137 p.
- POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra: a fração alimentar que desafia estudiosos. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v. 2, p. 53-63, 2009.
- RAYFORD, W. E.; THOMAS, D. I.; ELAM, L. M.; WALKER, S. M. Analytical chemical support soybean uniform test analysis, USDA, Agricultural Research Service, Midwest Area, NCAUR, Peoria, p. 17-26, 1994.
- RICHTER, M.; LANNES, S. C. S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 43, n. 3, jul./set. 2007.
- SCHNEIDER, D. Projeto de Viabilidade da Implantação de uma Indústria de "Chocolate de Soja". 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- SILVA, M. S. et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 571-576, jul./set. 2006.
- SUZUKI, R. M. Composição Química e Quantificação de Ácidos Graxos em chocolates, achocolatados em pó, bebidas achocolatadas e sorvetes de chocolate. Tese (pós-graduação em química) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2009.

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, dez. 2005.

WANG, J. F. et al. A dose-response effect from chocolate consumption on plasma epicatechin and oxidative damage. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 130, p. 2115-2119, 2000.





# 4

CAPÍTULO

## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO- -QUÍMICA E ANÁLISE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE UVAIA (*EUGENIA PYRIFORMIS* CAMBESS)**

*Amanda Martins Coutinho*

*Yasmin Solci Pascolatti*

*Isabel Craveiro Moreira*

### **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais. Além das frutas que são consumidas diariamente, existem algumas denominadas exóticas, as quais possuem um alto valor nutricional, porém não são de amplo conhecimento devido à falta de informação.

Por pertencer a um dos maiores produtores mundiais de frutas exóticas, o país tem atraído consumidores do mundo todo, despertando interesse das indús-

trias para a produção de polpas e sucos com sabores inovadores. A diversificação dos sabores das frutas é o que mais atrai o seu consumo. O sabor é formado principalmente pelas sensações que o aroma e o gosto provocam, os quais são atribuídos aos compostos voláteis e não voláteis presentes nos alimentos, respectivamente (FRANCO; JANZANTTI, 2004).

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é considerada uma fruta exótica, de sabor adocicado e ácido, típica da Mata Atlântica, podendo ser encontrada desde São Paulo até o Rio Grande do Sul (MIYAZAWA, 2009). Uma substância presente na uvaia são os antioxidantes, que auxiliam no mecanismo de defesa do organismo, no controle dos danos causados às células pelos radicais livres, apresentando, por conseguinte, um impacto significativo para a saúde humana. Outra substância encontrada em abundância na uvaia é a vitamina C, cujas principais fontes de alimentos são as frutas cítricas. Estudos revelam que, quando consumida regularmente, há um melhoramento cutâneo dos indivíduos (CAYE et al., 2013).

Dessa forma, o presente trabalho visa a analisar a composição e a atividade antioxidante da fruta uvaia, obtendo, assim, conhecimentos a respeito da fruta e de suas características nutricionais, a fim de demonstrar as vantagens do fruto em estudo, que pode servir de estímulo ao consumo de frutas tropicais regionais desconhecidas pela população.

## 2 FRUTAS TROPICAIS

No Brasil, afirma-se que as frutas tropicais são um dos alimentos mais marcantes por sua imensa variedade, pois o país apresenta variadas condições ecológicas, possibilitando o cultivo de diferentes árvores frutíferas com o objetivo de diversificar sua produção (RUFINO, 2008). Com isso, atualmente, seu consumo é cada vez maior devido ao valor nutritivo e aos efeitos terapêuticos proporcionados.

Compreendendo de 75% a 95%, a água é o principal componente das frutas. Além disso, há a presença de carboidratos, geralmente na forma de sacarose, glicose e frutose, com teores variando de 5% a 25% (PRADO, 2009). Estudos revelam que as frutas são ricas em vários nutrientes e compostos antioxidantes que se concentram, principalmente, nas cascas e sementes. Há, também, uma relação quanto aos efeitos benéficos à saúde do homem com o consumo regular de frutas, vegetais e grãos, pelo fato de obterem valores consideráveis de substâncias antioxidantes, como compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides (VASCEN-CELOS et al., 2006).

A procura pela diversificação de culturas proporcionou um aumento pelo interesse de cultivo e consumo de frutas exóticas. O aproveitamento de espécies frutíferas exóticas reflete na oferta de novas alternativas de frutas frescas para

consumo e matéria-prima para agroindústria, constituindo uma preciosa fonte de alimentos (NASCIMENTO, 2008).

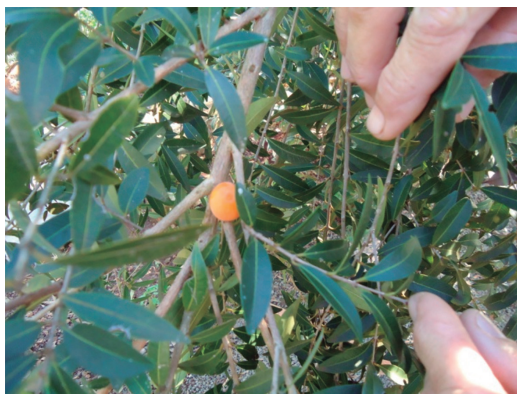
Quando se procura informações sobre frutíferas, não ou pouco comerciais, depara-se com um número muito grande de espécies, se forem consideradas aquelas de origens nos vários continentes (RUFINO, 2008). Pela falta de informação e por serem incomuns no comércio alimentício, existem frutas não tradicionais ou desconhecidas pela população que tem uma explosão de nutrientes mais do que outras consumidas diariamente, como a uvaia.

## 2.1 Uvaia

Derivada do tupi *ubaia* ou *ybá-ia*, que significa fruto azedo, e também conhecido como uvalha, uvalha-do-mato e uvalheira, a uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é uma espécie arbórea da família *Myrtaceae*, que produz frutos comestíveis de sabor agradável, como goiaba, jabuticaba, araçá, guabiroba, cagaita e cambuci, além de terem características adequadas ao uso na arborização urbana, podendo ser encontrada nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e em outros países, como Argentina e Paraguai (RUFINO, 2008).

A planta é uma árvore que pode chegar a ter de 6 até 15 metros de altura. Seu tronco é reto e, geralmente, descamante. A madeira é pesada e resistente, com boa qualidade para obtenção de lenha, carvão, utensílios domésticos e entre outros usos. Normalmente, seu florescimento dá-se entre os meses de agosto e setembro com maturação dos frutos de novembro a dezembro (PEIXOTO et al., 2008).

O fruto tem a casca fina com cor amarelo-ouro, ligeiramente aveludada. Sua polpa é muito delicada e por isso, tem facilidade de ser amassada, oxidada e ressecada. Por consequência, não são encontradas em supermercados. Tem um aroma suave e agradável (MAIOCHI, 2009).



Fonte: Autoria própria.

**Figura 4.1** Fruta uvaia

A uvaia é ácida e contém um alto teor de vitamina C (cerca de quatro vezes mais do que a laranja). É útil, também, em casos de gripe e diarreia, já suas cascas possuem algumas propriedades anti-inflamatórias. Outro fator importante são seus óleos essenciais que se caracterizam pela presença de compostos terpênicos com atividade microbiana (STIEVEN; MOREIRA; SILVA, 2009).

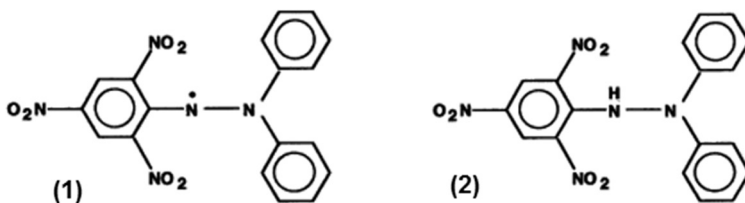
Os frutos podem ser consumidos em variadas formas: *in natura*, na forma de sucos, geleias, doces, vinhos, vinagres e licores (AZEVEDO et al., 2009).

## 2.2 Atividade antioxidante

Com aumento da produção e consumo de alimentos industrializados no dia-a-dia, há cada vez mais a busca por uma alimentação saudável, visando amenizar aspectos que venham a ser prejudiciais ao corpo humano, como doenças cardiovasculares, câncer, declínio do sistema imune, disfunções cerebrais. Não somente por estes, mas também os oxidantes e radicais livres podem vir a serem grandes responsáveis por envelhecimento e doenças degenerativas (ROESLER et al., 2007).

Visto isso, as pesquisas acerca dos benefícios de substâncias antioxidantes vêm crescendo, visando à desaceleração do processo oxidativo, rancidez e descoloração decorrentes da autooxidação em alguns alimentos (DOSSIÊ ANTIOXIDANTES, 2009). Segundo Sies e Stahl (1995), antioxidante é qualquer substância que, presente em baixas concentrações, quando comparada ao do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação desse substrato de maneira eficaz. Substâncias com núcleo fenólico, como tocoferol, flavonoides e ácidos fenólicos, apresentam destaque especial como antioxidante, por atuarem como eficientes captadores de espécies reativas de oxigênio (AL-MAMARY et al., 2002).

As metodologias mais comuns para determinar a atividade antioxidante de modo prático, rápido e sensível são as que envolvem um radical livre, simulando as espécies reativas de oxigênio. O método mais utilizado é a avaliação da atividade sequestradora do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) (Figura 4.2), que possui coloração violeta e absorve na faixa de 515-517 nm em espectrofotômetro.



Fonte: Molyneux, 2004.

**Figura 4.2** Difenilpicrilhidrazila (DPPH radical livre) (1) e difenilpicrilhidrazina (não radical) (2)

O DPPH é um radical livre estável que, na presença de um antioxidante doador de hidrogênio, pode ser reduzido em meio alcoólico, formando difenilpicrilhidrazina. Essa redução pode ser verificada pela diminuição da absorvância, com simultânea mudança de coloração violeta escura para amarela clara. Ou seja, quanto mais DPPH for reduzido, menor a coloração violácea, conseqüentemente maior a atividade antioxidante da solução testada (KOLEVA et al., 2002).

As substâncias antioxidantes podem ser naturais, geralmente encontradas em vegetais, o que explica parte das ações benéficas das frutas, legumes, hortaliças e cereais integrais sobre o organismo ou sintetizados (ARAÚJO, 2004).

Segundo Araújo (2004), a ingestão de substâncias antioxidantes derivadas da dieta auxilia o mecanismo de defesa no controle dos danos causados nas células pelos radicais livres. Dessa forma, é provável que as substâncias antioxidantes sejam benéficas para o mecanismo de defesa celular, protegendo, assim, os componentes da célula de alterações oxidativas. Porém, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração desses fitoquímicos no alimento.

## 2.3 Vitamina C

A definição mais atual do termo vitamina é: “compostos orgânicos obtidos em uma dieta normal e capazes de manter a vida e promover o crescimento”. Segundo este mesmo autor, o papel das vitaminas no organismo é extremamente importante, pois sempre que uma vitamina está ausente em uma dieta, ou não pode ser corretamente absorvida, surge uma doença específica. Sendo assim, a maioria não pode ser sintetizada pelo organismo, portanto, elas devem ser obtidas na dieta alimentar. Nesse caso, são chamadas de nutrientes essenciais (QMCWEB, 2013).

As vitaminas regulam reações que ocorrem no metabolismo, em contraste com os macronutrientes (gorduras, carboidratos, proteínas), que são, justamente, os compostos utilizados nas reações reguladas pelas vitaminas. A ausência de uma vitamina bloqueia uma ou mais reações metabólicas específicas na célula, e pode eventualmente causar um distúrbio no balanço metabólico do organismo inteiro (QMCWEB, 2013).

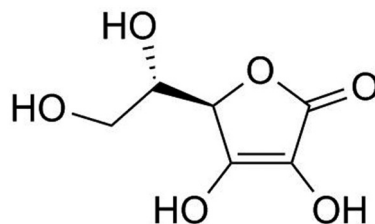
Sabe-se que as vitaminas, mesmo em quantidades mínimas, porém essenciais, têm grande potencial para ajudar na manutenção do organismo. Cada vitamina tem diferentes funções no corpo humano. Uma das mais conhecidas e importantes é a Vitamina C ou, simplesmente, ácido ascórbico, presente em frutas, verduras, legumes e outros alimentos. É um material branco, hidrossolúvel e cristalino, facilmente oxidado pelo calor e que sofre perdas de suas atividades (GEREMIAS, 2004).

É facilmente absorvido no intestino delgado por um mecanismo ativo e, provavelmente por difusão, é transportado para o sangue. Quantidades ingeridas em

excesso são excretadas na urina na forma de ácido oxálico, treônico e diidroascorbico, substâncias que facilitam o aparecimento de cálculo renal. Participa do sistema de proteção antioxidante e, dentre suas várias funções, está a de reciclar vitamina E, a produção e manutenção do colágeno e a melhora da absorção do ferro. A deficiência grave do ácido ascórbico causa o escorbuto, distúrbios neuróticos como hipocondria, histeria e depressão (GEREMIAS, 2004).

Essa vitamina proporciona proteção contra a oxidação descontrolada no meio aquoso da célula devido ao seu alto poder redutor; também contém substâncias com grande poder de neutralizar as moléculas de radicais livres (KLIMCZAC et al., 2007; JAYAPRAKASHA; PATIL, 2007). No Brasil, a IDR (Ingestão Diária Recomendada) para adultos é de 45 mg (BRASIL, 2005). Os níveis são facilmente atingidos com o consumo de frutas e vegetais frescos, pelo fato de não haver um alto consumo de vitamina C sob a forma de concentrados vitamínicos devido aos altos preços, restando, para a maioria da população, o consumo via alimentos. Outro fator importantíssimo da presença de ácido ascórbico ou vitamina C nos alimentos é a não sintetização deste por seres humanos (CAYE et al., 2013).

O ácido ascórbico ajuda não somente na absorção de ferro no intestino e entre outros benefícios no organismo, mas, também, estudos revelam que, cada vez mais, crescem pesquisas e utilização desse ácido na área de produtos cosméticos, pelo motivo de agir de diferentes formas, proporcionando efeitos benéficos em tratamentos estéticos para o combate de sinais do envelhecimento cutâneo (CAYE et al., 2013).



Fonte: Revista Citricultura Atual.

**Figura 4.3** Estrutura química da vitamina C

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos de uvaia foram adquiridos por meio de doações, sendo colhidos, periodicamente, entre outubro/2014 e dezembro/2014, na região de Londrina e Iporã, e foram analisados no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina, e nos laboratórios da

Embrapa Soja (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) localizada na cidade de Londrina, PR. As frutas foram pesadas, cerca de 1,5 kg, e uma parte foi armazenada em *freezer* para manter sua integridade, devido a sua alta fragilidade. Outra parte foi armazenada em baixa temperatura, porém acima de 0 °C.

As análises foram realizadas com a polpa da uvaia, sendo submetidas à determinação de fenóis totais, seguindo a metodologia de Singleton e Rossi (1965), e a determinação de antioxidante, seguindo o método de Rufino et al. (2007). As avaliações quanto ao teor de umidade, acidez, cinzas, vitamina C, lipídios e proteínas estão de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo todas elas realizadas em triplicata.

### 3.1 Análise de umidade

A umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida, obtendo-se o resíduo seco através do método mais usual de aquecimento, direto da amostra, a 105 °C. O procedimento para análise de umidade, de acordo com Adolfo Lutz (2008), consiste na pesagem da amostra em cadinho de porcelana, previamente tarado, e, posteriormente, aquecimento em estufa. Após o tempo determinado de secagem, os cadinhos são resfriados em dessecador e pesados para obtenção dos pesos da matéria seca restante, indicando assim a quantidade de umidade perdida na polpa de uvaia.

A análise de umidade foi realizada com auxílio de cadinhos de porcelana levados à estufa por aproximadamente 3 horas e resfriados em dessecador. Para obtenção dos resultados, foi realizado o cálculo da Equação (4.1).

$$\frac{(100 * N)}{P} \quad \text{Equação (4.1)}$$

Onde:

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

P = número de gramas da amostra

### 3.2 Análise do teor de cinzas

Nesta análise, as amostras sofrem aquecimento em temperatura próxima a 550 °C, fundamentando-se na perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado a 550 °C, com destruição da matéria orgânica sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perdas por volatilização.

A análise procedeu-se com a pesagem de 10,14 gramas da polpa *in natura* de uvaia e 10,26 gramas da polpa congelada em cadinho previamente aquecido em

mufla a uma temperatura de 550 °C e posteriormente resfriado em dessecador. A amostra foi carbonizada em bico de Bunsen e, em seguida, em mufla a 550 °C durante um período de doze horas. Passado o tempo, os cadinhos foram colocados em dessecador e pesados. Para obtenção dos resultados, foi realizado o cálculo da Equação (4.2).

$$\frac{100 \times N}{P} \quad \text{Equação (4.2)}$$

Onde:

N = número de gramas de cinzas

P = número de gramas da amostra

### 3.3 Quantificação do valor de acidez titulável

A determinação de acidez fornece informações importantes sobre o estado de conservação da uvaia e sobre a concentração de íons de hidrogênio livres. Pode ser expressa em ml de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Para a quantificação do valor de acidez titulável, foi necessária a preparação de um extrato de polpa de fruta, na qual foi utilizada 50 g em 100 ml de água destilada. A mistura foi homogeneizada por 1 hora, em frascos Erlenmeyer, utilizando o agitador magnético. Após esse procedimento, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm por cinco minutos, e o sobrenadante foi armazenado em vidro âmbar sob refrigeração (VIEIRA et al., 2011).

Feito o extrato, preparou-se uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M e fenolftaleína 1%. Foram pipetados 10 ml de polpa de uvaia em 50 ml de água destilada, e posteriormente foram gotejadas três gotas de fenolftaleína para proceder à titulação com hidróxido de sódio 0,1 M até o aparecimento de uma coloração rósea (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### 3.4 Quantificação de vitamina C

Este método é aplicado para a determinação de vitamina C ou ácido L-ascórbico, em alimentos *in natura* ou enriquecidos, quando a quantidade da referida vitamina for maior que 5 mg, e baseia-se na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Foram pesados 5 g de amostra em balança analítica em frasco Erlenmeyer de 250 ml com 50 ml de água destilada e adicionados 10 ml de ácido sulfúrico 20%. Após a homogeneização, adicionou-se 1 ml de solução de iodeto de potássio 10%



e 1 ml de solução de amido 1%. Logo após, as amostras foram tituladas com solução de iodato de potássio 0,02 M até coloração azul. O cálculo utilizado para a verificação do valor de vitamina C seguiu a Equação (4.3).

$$\text{Vitamina C por cento (mg)} = \frac{100 \times V \times F}{P} \quad \text{Equação (4.3)}$$

Onde:

V = volume de iodato gasto na titulação

F = 8,806 (iodato 0,02 M)

P = número de gramas ou ml da amostra

### 3.5 Análise quantitativa da atividade antioxidante

O método mais utilizado para determinação da ação antioxidante é o método DPPH, que se baseia na redução de um agente oxidante de coloração roxa (DPPH) em virtude da ação antioxidante da amostra.

Para determinação da ação antioxidante, foram feitas diluições com diferentes concentrações, de 0 a 60  $\mu\text{M/ml}$  para preparar uma curva de calibração (concentração de DPPH *versus* absorbâncias). O reagente DPPH foi feito em uma concentração de 0,06 mm, diluído em 100 ml de metanol. As análises com as polpas *in natura* e congelada foram realizadas em triplicata, com três diluições diferentes (10%, 25% e 50% de polpa). Feito isso, foi transferida uma alíquota de 0,1 ml de cada diluição para os tubos de ensaio com 3,9 ml do radical DPPH, deixando-as ao abrigo da luz ambiente por trinta minutos para posterior leitura em espectrofotômetro a 515 nm (RUFINO et al., 2007).

A atividade antioxidante da polpa de uvaia foi analisada pela capacidade dos antioxidantes, presentes na amostra, captarem o radical livre DPPH, conforme a metodologia descrita na literatura de Rufino et al. (2007).

### 3.6 Liofilização

Para a determinação do teor de proteínas e lipídios, foram liofilizadas, aproximadamente, 250g de cada amostra. Esse método consiste na desidratação de produtos, onde ocorre a mudança da água previamente congelada (estado sólido) diretamente para o estado gasoso (sem passar pelo estado líquido), ou seja, a mudança de estado físico ocorre por sublimação (GARCIA, 2009). Esse processo foi realizado na Embrapa Soja (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), localizada na cidade de Londrina, PR.

### 3.7 Determinação do teor de proteínas

A determinação do nitrogênio das amostras *in natura* e congelada foi realizada pelo método de Kjeldahl, que compreendeu três etapas: digestão, destilação e titulação.

Pesou-se, aproximadamente, 0,1 g de cada amostra em balança analítica, anotando-se o peso. Em seguida, as amostras foram transferidas para os tubos de digestão. Estes foram codificados e organizados em uma bandeja, sendo o primeiro tubo o branco, o segundo, a amostra padrão, e o restante, as amostras.

Feito isso, acrescentou-se nos tubos aproximadamente 0,3 g de catalisador ( $\text{CuSO}_4/\text{K}_2\text{SO}_4$ ), seguido da adição de 3,5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico concentrado) e 2,0 ml de peróxido de hidrogênio 30%. Os tubos foram colocados num bloco digestor, e a temperatura inicial foi de 50 °C, a qual sofreu um aumento gradativo até atingir 350 °C. As amostras permaneceram no bloco digestor até apresentarem uma coloração esverdeada. Depois de esfriar, as amostras foram homogeneizadas, e, então, adicionou-se 10 ml de água ultrapura.

A destilação e titulação foram realizadas com a adição de 30 ml de NaOH 40%, seguida da destilação. A titulação foi realizada com ácido clorídrico 0,2 M, tendo como indicador o ácido bórico 1%, com mudança de coloração de verde para rosado.

O teor de proteína bruta foi calculado com base no volume gasto da titulação, utilizando o fator de conversão  $F = 6,25$  para transformação do nitrogênio titulado em proteína. Os resultados são expressos em porcentagem ou g proteína/100 g de amostra Equação (4.4).

$$\text{Cálculos: \% de prote na} = \frac{V \times N \times 14 \times 100 \times F}{\text{g da amostra} \times 1000} \quad \text{Equação (4.4)}$$

Onde:

V = volume de HCl gasto na titulação

N = normalidade do HCL

F = fator de conversão (6,25)

### 3.8 Determinação de lipídios

Os lipídios são substâncias insolúveis em água, porém solúveis em solventes orgânicos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Foram pesados 0,5 g de amostra em cartuchos de Soxhlet, os quais foram levados a uma estufa a 105 °C, e lá permaneceram por uma hora. Após secagem da amostra, os cartuchos, contendo as amostras, foram novamente pesados e transferidos para o aparelho de Soxhlet,

o qual foi acoplado a um balão de fundo chato de 250 ml. Adicionou-se o solvente extrator (hexano), e esse conjunto foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica. Ao extrator de Soxhlet foi adaptado um condensador de bolas para o resfriamento do solvente. A extração ocorreu por seis horas. Após esse período, os cartuchos foram retirados do aparelho extrator e transferidos para uma estufa a 105 °C por uma hora. Após secagem, foram pesados novamente. O cálculo do teor de lipídios foi feito pela diferença de peso dos cartuchos contendo as amostras antes e depois da extração. Os resultados foram expressos em porcentagem ou g óleo/100 g de amostra.

### 3.9 Determinação do conteúdo de compostos fenólicos

Compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas (SOARES, 2002). O conteúdo de compostos fenólicos na polpa da uvaia foi determinado com base no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). O reagente de Folin-Ciocalteu forma um complexo de coloração azul na presença de agentes redutores, no caso, os compostos fenólicos.

Primeiramente, foi feita a curva padrão a partir da diluição de 1 ml de solução de ácido gálico em 100 ml de água destilada. A cada tubo foram adicionados 5 ml de Folin-Ciocalteu diluído (1:10 em água destilada); após, foram deixados em repouso por oito minutos e, então, acrescentou-se 4 ml de solução de carbonato de sódio.

Para o preparo das análises, pipetou-se 100 µL da amostra em tubos de ensaio, adicionando 500 µL do reagente Folin-Ciocalteu. Em seguida, adicionou-se 1,5 ml de carbonato de sódio e 6 ml de água destilada. Os tubos da curva padrão e das amostras foram deixados em repouso por noventa minutos e, depois, foi determinada a absorbância a 765 nm.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi determinado o teor de umidade da polpa *in natura* da uvaia, obtendo-se os resultados presentes na Tabela 4.1.

Com base nos resultados obtidos na análise de umidade da uvaia *in natura*, obteve-se uma média de 84,52%, valor este que não condiz com valores encontrados na literatura, que apresentam uma umidade média de 90,7%, de acordo com Carvalho (1988). Através dos estudos em outras literaturas, há porcentagens com diferentes valores de umidade de acordo com a maturação em que a fruta se encontra, e, também, o clima no qual ela é produzida pode influenciar (AZEVEDO, 2003).

**Tabela 4.1** Determinação do teor de umidade da uvaia *in natura*

Cadinho	Massa cadinho (Mc) (g)	Massa amostra (Ma) (g)	Mc+Ma (g)	Massa final (Mf) (seca) (g)	Mc- Mf (g)	Resultado
1	48,62	10,22	58,84	50,20	8,65	84,61%
2	51,74	10,14	61,87	53,52	8,36	82,45%
3	48,56	10,08	58,64	49,92	8,72	86,51%
Média	49,64	10,14	59,79	51,21	8,57	84,52%

A polpa da fruta foi congelada e armazenada para ser utilizada posteriormente. Essa polpa congelada foi submetida ao descongelamento lento e gradual para análise de umidade, e obteve-se os valores descritos na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2** Determinação do teor de umidade da uvaia congelada

Cadinho	Massa cadinho (Mc) (g)	Massa amostra (Ma) (g)	Mc+Ma (g)	Massa final (Mf) (seca) (g)	Mc- Mf (g)	Resultado
1	49,21	10,21	59,42	50,42	9,00	88,16%
2	48,19	10,28	58,47	49,45	9,02	87,78%
3	47,59	10,29	57,87	48,92	8,95	87,00%
Média	48,33	10,26	58,59	49,60	8,99	87,65%

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que o teor de umidade teve um pequeno aumento quando comparado com a polpa *in natura*, passando de 84,52% para 87,65%, resultando em uma diferença de 3,13%. Esse aumento na umidade deve-se ao fato da fruta estar congelada e reter mais água do que a fruta *in natura*.

Após a obtenção da análise da umidade, a polpa seca foi submetida à incineração, e foram obtidos os seguintes resultados, de acordo com as Tabelas 4.3 e 4.4, para uvaia *in natura* e uvaia congelada, respectivamente.

Supõe-se que isso possa ter ocorrido devido ao método de descongelamento, em que sais solúveis podem ter sido liberados juntamente com a água durante o processo.

**Tabela 4.3** Teor de cinzas da uvaia *in natura*

Cadinho	Massa cadinho (Mc) (g)	Massa amostra (Ma) (g)	Mc+Ma (g)	Massa final (Mf) (seca) (g)	Ma-((Mc+Ma)-Mf) (g)	Resultado
1	48,62	10,22	58,84	48,66	0,04	0,37%
2	51,74	10,14	61,87	51,78	0,04	0,4%
3	48,56	10,08	58,64	48,60	0,04	0,39%
Média	49,64	10,14	59,79	49,68	0,04	0,38%

**Tabela 4.4** Teor de cinzas da uvaia congelada

Cadinho	Massa cadinho (Mc) (g)	Massa amostra (Ma) (g)	Mc+Ma (g)	Massa final (Mf) (seca) (g)	Ma-((Mc+Ma)-Mf) (g)	Resultado
1	49,20	10,21	59,42	49,24	0,03	0,28%
2	48,19	10,28	58,47	48,22	0,03	0,27%
3	47,59	10,29	57,87	47,61	0,02	0,22%
Média	48,33	10,26	58,59	48,35	0,03	0,26%

As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam os valores de índices de acidez para as amostras de uvaia *in natura* e uvaia congelada, respectivamente.

**Tabela 4.5** Determinação do índice de acidez da uvaia *in natura*

Amostras	1	2	3	Média
Volume de NaOH (ml)	11,5	11,6	11,5	11,5
Resultado (%)	1,15	1,16	1,15	1,15

**Tabela 4.6** Determinação do índice de acidez da uvaia congelada

Amostras	1	2	3	Média
Volume de NaOH (ml)	4,6	4,8	4,5	4,6
Resultado (%)	0,46	0,48	0,45	0,46

Quanto maior a quantidade de NaOH gasto na análise, maior é a acidez da amostra. O valor obtido de 1,15% de acidez da polpa *in natura* se mostrou próximo aos encontrados por Miyazawa (2009) e Zillo et al. (2013) que obtiveram, como resultado, 1,08% e 1,05%, respectivamente. A queda de luminosidade durante o armazenamento da polpa *in natura* à temperatura de, aproximadamente, 8 °C favorece a diminuição de acidez, porém não totalmente, pois ocorre deterioração da fruta com o passar dos dias, através da ação de enzimas, alta umidade da fruta e, como consequência, ocorre um aumento na acidez (COSTA et al., 2003).

Já o resultado da polpa congelada de 0,46% mostrou uma redução de pouco mais de 50% na acidez, pelo fato de terem permanecido sob condições de congelamento que pode ter influenciado na presença de substâncias ácidas.

Os resultados obtidos para vitamina C foram de 76,31 mg/100 g para amostra *in natura* e 93,83 mg/100 g para a congelada, conforme a Tabela 4.7.

**Tabela 4.7** Teor de vitamina C da uvaia congelada e *in natura*

Congelada	
Iodato de potássio (ml)	Resultado (mg/100 g)
0,6	105,672
0,5	88,06
0,5	88,06
Média	93,93
In natura	
Iodato de potássio (ml)	Resultado (mg/100 g)
0,5	88,06
0,4	70,448
0,4	70,448
Média	76,31

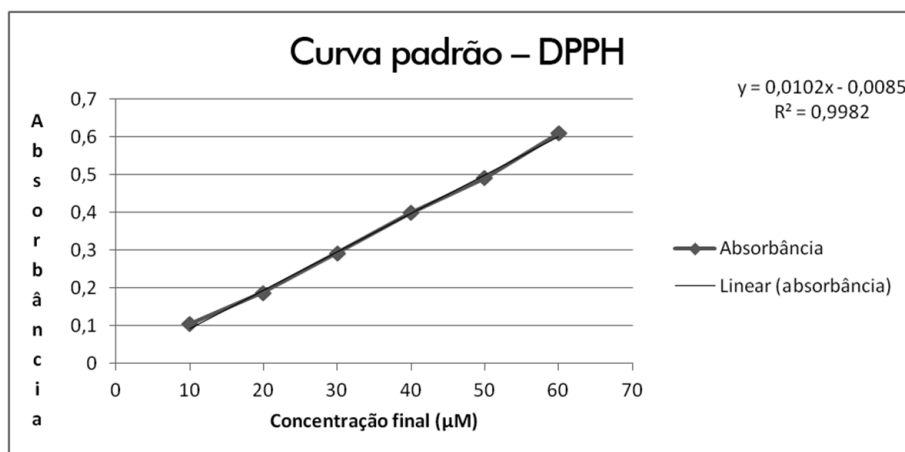
As frutas cítricas, em sua maioria, possuem valores consideráveis de ácido ascórbico.

Segundo a TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2006), a laranja-pera, uma das frutas mais consumidas pelo teor de vitamina C, contém 53,7 mg/100 g de ácido ascórbico, e a pitanga, pertencente à família *Myrtaceae*, a mesma da fruta uvaia, possui 24,9 mg/100 g de ácido ascórbico. Sendo assim, considera-se que a uvaia *in natura* tem maior teor de vitamina C quando comparada a outras frutas.

De acordo com estudos feitos por Zillo et al. (2013), a polpa de uvaia contém em torno de 100,73 mg/100 ml. Neste caso, pode-se notar uma quantidade um pouco maior, comparado com os resultados citados na Tabela 4.7.

Observa-se, também, uma diferença entre o teor de vitamina C da polpa *in natura* e da congelada. Segundo Chambers et al. (1996), isso ocorre devido à estabilidade do ácido ascórbico, que pode aumentar se houver um abaixamento de temperatura, como foi o caso da fruta congelada, e uma diminuição da vitamina, quando em temperaturas de aquecimento e luminosidade.

Para interpretar os resultados dos dados do método de DPPH, é utilizado o cálculo da “concentração eficiente” ou o valor IC<sub>50</sub>, também conhecido como valor EC<sub>50</sub>. Os dados de IC<sub>50</sub> indicam a quantidade de amostra necessária para causar a perda de 50% da atividade de DPPH, ou seja, reduzindo sua cor de violeta para coloração amarelada, utilizando para leitura uma absorvância de 515 nm (MOLYNEUX, 2004).

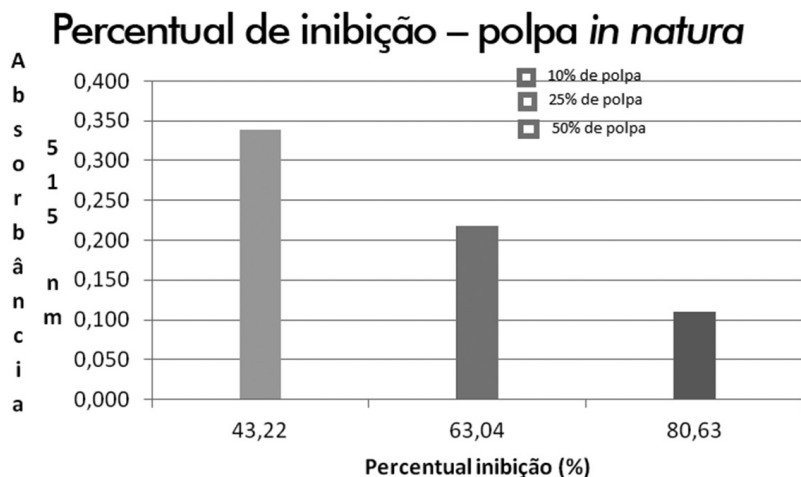


**Gráfico 4.1** Curva padrão de DPPH

Através da equação da reta apresentada no Gráfico 4.1 ( $R^2 = 0,9982$ ), pode-se obter o valor do IC<sub>50</sub> de 30 µM, contendo uma absorvância de 0,2975 nm.

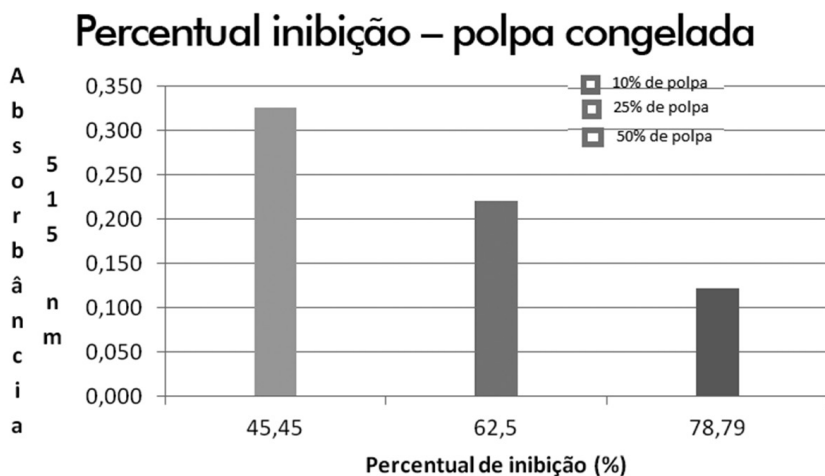
No Gráfico 4.2, com os dados obtidos após a leitura em espectrofotômetro, observa-se que a atividade antioxidante pode ser considerada expressiva. Com base nas absorvâncias obtidas após a análise das diferentes concentrações de diluição, 10%, 25% e 50% com adição de DPPH 60 µM, pode-se estimar o percentual de inibição das respectivas concentrações.

Observou-se uma ação antioxidante da uvaia *in natura*, com inibição significativa de 43,3% quando analisada uma solução de 10% de extrato da polpa. A solução feita com 50% de extrato mostrou uma inibição de 80,63% dos radicais livres, demonstrando um crescimento proporcional ao aumento da concentração.



**Gráfico 4.2** Percentual de inibição do extrato de uvaia *in natura* em diferentes diluições

Estudos realizados por Stieven, Moreira e Silva (2009) indicam que, na maioria dos casos, há ação antioxidante proveniente do óleo essencial da semente de uvaia e, com isso, não há dados comparativos.



**Gráfico 4.3** Percentual de inibição do extrato de uvaia congelada em diferentes diluições

A Tabela 4.8 apresenta os resultados de porcentagens de proteínas nas polpas com diferentes condições de armazenamento.

Segundo Lorenzi et al. (2006), a polpa de uvaia apresenta um teor nutricional de proteína de 1,7%. Comparando com o resultado obtido, o valor do autor fica entre as duas amostras estudadas, não havendo muita variação. Segundo Sousa et al. (2011), as frutas, de uma forma geral, não são fontes potenciais de proteínas, pois esse macronutriente encontra-se predominantemente nas cascas e sementes.



**Tabela 4.8** Resultados de porcentagem de proteína

Amostra	Quantidade de proteína (%)
Polpa <i>in natura</i>	2,14
Polpa congelada	1,57

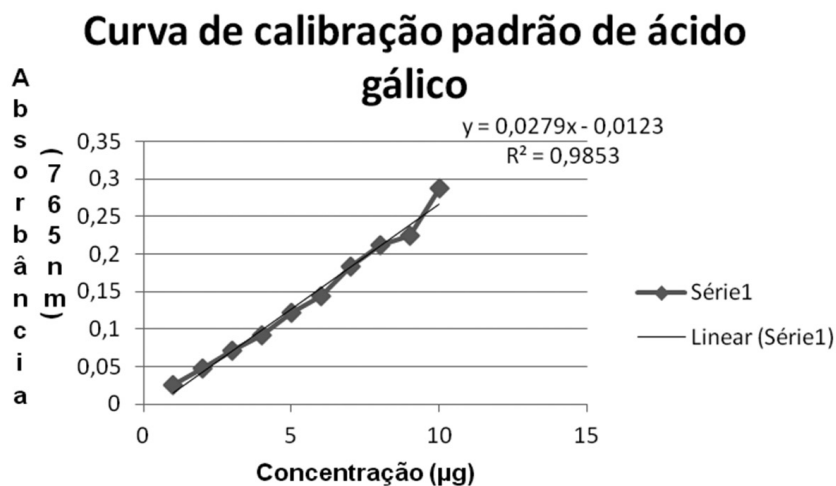
Por meio da determinação do teor de lipídios, obteve-se o valor mostrado na Tabela 4.9.

**Tabela 4.9** Quantificação de lipídeos

Amostra	Quantidade de lipídios (g/100 g)
Polpa <i>in natura</i>	0,55 g
Polpa congelada	0,42 g

O valor encontrado mostrou-se bastante próximo ao citado por Lorenzi et al. (2006), sendo este 0,4 g. Segundo Stieven, Moreira e Silva (2009), os óleos da espécie da uvaia se caracterizam pela presença de compostos terpênicos, tendo esses uma boa atividade microbiológica.

Para a quantificação de fenóis totais, foi elaborada uma curva de concentração padrão (Gráfico 4.4), utilizando uma solução padrão de ácido gálico dissolvido em água destilada, nas concentrações de 1 a 10 µg/ml.

**Gráfico 4.4** Curva de calibração padrão de ácido gálico

Com base nos dados de absorvância das amostras e na utilização da equação da reta da curva padrão (Gráfico 4.4), foi possível quantificar os compostos fenólicos da polpa da fruta uvaia *in natura* e congelada, como mostra a Tabela 4.10.

Os valores de fenólicos totais foram expressos como equivalentes de ácido gálico (mg de ácido gálico/100 ml de extrato de fruto).

**Tabela 4.10** Concentração de fenóis da polpa de uvaia *in natura* e congelada

Amostra	Concentração de fenóis (mg ác. gálico/100 ml)
In natura	6,43
Congelada	6,67

De acordo com os resultados obtidos, os teores de compostos fenólicos da fruta uvaia estão condizentes com os dados da literatura, pois, em estudos feito por Zillo et al. (2013), a uvaia contém cerca de 6,07 mg de ácido gálico/100 ml de amostra.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio da realização deste trabalho, foi possível contribuir com informações acerca da fruta uvaia, sobre a qual não há muitos dados na literatura. Os resultados demonstraram que essa fruta apresenta excelentes qualidades ao ser consumida *in natura* ou congelada, principalmente em relação ao alto teor de vitamina C, quando comparada com outras frutas.

Com relação ao percentual de inibição da atividade antioxidante obtido, pôde-se considerar o resultado altamente satisfatório e atribuí-lo à presença do ácido ascórbico e dos compostos fenólicos, que agem efetivamente contra os radicais livres.

Pôde-se observar que não houve variação evidente entre as amostras *in natura* e congelada nas análises de cinzas, umidade, atividade antioxidante, proteínas e lipídios. Já na análise de vitamina C, houve diferença entre as amostras *in natura* e congelada, o que pode ter sido ocasionado pelo abaixamento de temperatura, pela presença de luminosidade e pelo processo de descongelamento.

Além de acrescentar maiores informações a respeito da uvaia para posteriores estudos, os resultados precedentes nos fornecem a ideia da sua utilização para outros fins, não só na indústria alimentícia para a elaboração de polpas, sucos e doces, devido à sua elevada acidez, mas também em produtos cosméticos e nutracêuticos.

## REFERÊNCIAS

- AL-MAMARY, M.; AL-MEERI, A.; AL-HABORI, M. Antioxidant activities and total phenolics of different types of Honey. *Nutr. Res.*, v. 22, p. 1041-1047, 2002.
- ARAÚJO, J. M. A. Antioxidantes. Química de alimentos: teoria e prática. In: \_\_\_\_\_. Antioxidantes. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. p. 69-100.
- AZEVEDO, K. P et al. Caracterização física e enzimática em diferentes estágios de desenvolvimento da fruta de uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess), cultivada no triângulo mineiro. In: II Seminário Iniciação Científica, Uberaba, 2009.
- AZEVÊDO, C. L. L. Sistema de Produção de Citros para o Nordeste. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 set. 2005.
- CARVALHO, P. R. N. Análises de vitaminas em alimentos: manual técnico. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos, 1988.
- CAYE, M. T.; RODRIGUES, S. **Utilização da vitamina C nas alterações estéticas do envelhecimento cutâneo**. 2008. Artigo científico (graduação em Tecnologia em Cosmetologia e Estética) – Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, 2008. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Mariluci%20Caye%20e%20Sonia%20Rodrigues.pdf>>. Acesso em: 6 maio 2016.
- CHAMBERS, S. J. et al. Evaluation of the antioxidant properties of a methanolic extract from juice plus fruit and juice plus vegetable (dietary supplements). *Food Chem.*, v. 57, p. 271-274, 1996.
- COSTA, M. C. et al. Conservação de polpa de cupuaçu por métodos combinados. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 213-215, 2003.
- COUTO, M. A. L; BRAZACA, S. G. C. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 30, p. 15-19, 2010.
- DOSSIÊ ANTIOXIDANTE. Os antioxidantes. *Food ingredients Brasil*, n. 6, 2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2013.
- FELIPE, A. M. P. F. et al. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). *Braz. J. Food Technol.*, v. 12, n. 1, p. 09-16, 2009.
- FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. *Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais*. São Paulo: Editora Varela, 2004. p. 17-27.
- GARCIA, L P. Liofilização aplicada a alimentos. Trabalho de Conclusão de Curso (Docência em Química de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009. 46 f.
- GEREMIAS, G. Pesquisa e desenvolvimento de produtos nutracêuticos para atletas com utilização de extratos vegetais. Trabalho de Conclusão de Curso (Docência em Fitomedicina) – Asociación Argentina de Fitomedicina, Videira, 2004. 66 f.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. In: \_\_\_\_\_. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008a. p. 83-158. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=20](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=20)>. Acesso em: 16 mar. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Frutas brasileiras em ascensão. Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/imprensa/0901\\_FrutasBrasileirasAscensao.asp](http://www.ibraf.org.br/imprensa/0901_FrutasBrasileirasAscensao.asp)>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- JAYAPRAKASHA, G. K; PATIL, B. S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. Food Chemistry, v. 101, n. 1, p. 410-418, 2007.
- KLIMCZAC, I. et al. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis, v. 20, n. 3-4, p. 313-322, 2007.
- KOLEVA, I. I. et al. Screening of Plant Extracts for Antioxidant Activity: a Comparative Study of Three Testing Methods. Phytochemical Analysis, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002.
- KORBES, I. C. V. Nome de 513 plantas e ervas: suas propriedades e aplicações medicinais. In: \_\_\_\_\_. Plantas medicinais. 48. ed. Francisco Beltrão: Associação de Estudos, Orientação e Assistência Rural, 1995. p. 63-172.
- KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. Ciênc. Rural, Santa Maria, v. 36, n. 4, jul./ago. 2006.
- LORENZI, H. et al. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.
- MAIOCHI, G. M. Uvaia. Super dose de vitamina C. 2009. Disponível em: <<http://www.apremavi.org.br/noticias/apremavi/549/uvaia-super-dose-de-vitamina-c>>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- MIYAZAWA, T. M. Compostos voláteis da uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). Dissertação (Pós- graduação em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2009. 97 f.
- MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci. Technol., v. 26, n. 2, p. 211-219, 2004.
- NASCIMENTO, V. E. Caracterização de plantas de mamey. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008. 53 f.
- PEIXOTO, N. et al. Efeito da densidade de plantio no desenvolvimento de plantas de uvaia. In: VI Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO. Anais do VI SIC/UEG. Anápolis-GO: Universidade Estadual de Goiás (UEG), 2008.
- PRADO, A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. 107 f.

- QMCWEB. Vitaminas. Revista eletrônica do departamento de química da UFSC. Disponível em: <[http://www.qmc.ufsc.br/quimica/pages/especiais/revista\\_especiais\\_vitaminas.html](http://www.qmc.ufsc.br/quimica/pages/especiais/revista_especiais_vitaminas.html)> Acesso em: 26 dez. 2013.
- ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, jan./mar. 2007.
- RUFINO, M. S. M. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008. 237 f.
- RUFINO, M. S. M. et al. Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico 127. Fortaleza: Embrapa, 2007. Disponível em: <[http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/Cot\\_127.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/Cot_127.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2016.
- SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, b-carotene, and other carotenoids as antioxidants. American Journal of Clinical Nutrition, Bethesda, v. 62, n. 6, p. 1315-1321, 1995.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, p. 144-158, 1965.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. Revista de Nutrição, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.
- SOUSA, C. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. Quím. Nova, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.
- SOUSA, M. S. B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 25, n. 3, 2011.
- STEFANELLO, M. E. A. et al. Composição Química e Variação Sazonal dos Óleos Essenciais de *Eugenia pyriformis* (Myrtaceae). Latin American Journal of Pharmacy, v. 28, n. 3, p. 449-453, 2009.
- STIEVEN, A. C.; MOREIRA, J. J. S.; SILVA, C. F. Óleos essenciais de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess): avaliação das atividades microbiana e antioxidante. Eclética Química, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 7-13, 2009.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2006.
- VASCONCELOS, S. M. L.; SILVA, A. M.; GOULART, M. O. F. Pró-antioxidantes e antioxidantes de baixo peso molecular oriundos da dieta: estrutura e função. Nutrire, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 95-118, 2006.
- VIEIRA, L. M. et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 33, p. 888-897, 2011.
- ZILLO, R. R. et al. Qualidade físico-química da fruta *in natura* e da polpa de uvaia congelada. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 293-298, 2013.



# 5

## CAPÍTULO

# HÁBITOS ALIMENTARES DE IDOSOS FREQUENTADORES DO CENTRO DE CONVIVÊNCIA DA ZONA LESTE DE LONDRINA

*Bruna Pimenta de Carvalho*

*Ana Flávia de Oliveira*

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação está diretamente presente na vida do homem, exercendo influências marcantes no seu estilo de vida e na sua saúde. Os idosos devem ter mais atenção e cuidado na ingestão de alimentos saudáveis, pois sua saúde, em geral, é um pouco mais debilitada, devido às doenças comuns nessa faixa etária, como a diabetes, a hipertensão arterial e as dislipidemias.

A cultura alimentar brasileira tem sofrido rápidas transformações paralelas às mudanças no estilo de vida da nossa população. Como oportunidade, a indústria alimentícia tem crescido em seus mercados de comidas congeladas e *fast-food*. A população idosa merece uma atenção especial nesse cenário, já que sua tradição vem de outra época, em que as refeições eram feitas sempre em casa, preparadas pela própria dona da casa com alimentos comumente mais saudáveis.

Para auxiliar na melhora da qualidade de vida dos idosos da zona leste de Londrina, local onde está inserido o campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a universidade criou o projeto de extensão intitulado “Programa de Qualidade de Vida para Idosos”, o qual prevê minicursos para os idosos frequentadores do centro de convivência do idoso da região leste de Londrina. Dentre os cursos ofertados, constam aulas de nutrição e saúde. Com o objetivo de conhecer os hábitos da população estudada, este trabalho levantou os hábitos de vida desses idosos, bem como seus hábitos alimentares, a fim de servir de instrumento para novos minicursos e outras estratégias de intervenção nessa população.

## 2 IDOSOS NO BRASIL

O Brasil conta com 14 milhões de pessoas idosas, ou seja, 8,6% da população total do país, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), com base no censo 2010. Embora o limite de idade proposto pela OMS (Organização Mundial da Saúde) seja de 60 anos ou mais para os países em desenvolvimento, o IBGE considerou idosas pessoas a partir de 65 anos (IBGE, 2010).

A proporção de idosos vem crescendo mais rapidamente do que a proporção de crianças. Em 1980, existiam cerca de 16 idosos para cada 100 crianças; em 2000, essa relação praticamente dobrou, passando para quase 30 idosos por 100 crianças. Um exemplo é o grupo das pessoas de 75 anos ou mais de idade que teve o maior crescimento relativo (49,3%) nos últimos dez anos em relação ao total da população idosa (IBGE, 2002).

No Brasil, as mulheres vivem em média oito anos a mais que os homens. As diferenças de expectativa de vida entre os sexos mostram: em 1991, as mulheres correspondiam a 54% da população de idosos; em 2000, passaram para 55,1%. Portanto, em 2000, para cada 100 mulheres idosas havia 81,6 homens idosos. O grau de urbanização da população idosa também acompanha a tendência da população total, ficando em torno de 81% em 2000. A proporção de idosos residentes nas áreas rurais caiu de 23,3%, em 1991, para 18,6%, em 2000 (IBGE, 2002).

Já em Londrina, PR, a proporção de pessoas com 60 anos ou mais praticamente dobrou de 1980 a 2000. Segundo o censo, em 1980 os idosos eram apenas



5,4% da população Londrinense, índice menor do que a proporção apresentada no mesmo período no Brasil 6,1%. Em 2000 eram quase 10% dos londrinenses, 41.700 idosos, ultrapassando a média brasileira que era de 8,5%. Hoje, aproximadamente 43 mil idosos residem em Londrina (LONDRINA, 2010).

## 2.1 Alterações fisiológicas nos idosos

Com o passar do tempo, o organismo apresenta uma série de modificações anatômicas e funcionais, relevantes aos aspectos nutricionais, sendo que uma das maiores alterações é a mudança na composição corporal, cujo tecido adiposo aumenta paralelamente à redução de massa magra, sendo mais acentuada nos rins e no fígado, proporcionalmente intensa também na massa muscular. Essa redução de massa magra, a massa consumidora de oxigênio, reflete diretamente no metabolismo basal (DUTRA-DE-OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

As funções orgânicas decaem como um todo. Por exemplo, a habilidade para responder aos hormônios é reduzida, assim como a capacidade para sintetizar ou degradar proteínas. O colágeno se torna mais fibroso e menos elástico. Já o coração apresenta uma progressiva queda do débito cardíaco e da capacidade aeróbica, o que compromete a sua reserva funcional. Em situações normais, o idoso saudável mantém uma boa função cardíaca, porém, por possuir reserva limitada, reage mal às sobrecargas, podendo assim ser levado à insuficiência cardíaca, que será ainda mais grave caso o paciente tenha o seu estado nutricional comprometido (DUTRA-DE-OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

O sistema renal nessa etapa de vida possui o fluxo plasmático reduzido à metade, sendo que, aos 70 anos, os rins possuem 50% da sua reserva funcional prévia. Também está reduzida sua capacidade para concentrar ou diluir urina, assim diminui a habilidade para lidar com os produtos do metabolismo a serem eliminados, particularmente água, ureia e sódio, de tal forma que, quando submetido a uma sobrecarga funcional como desidratação ou acidose, o rim do idoso tem uma velocidade de depuração muito lenta. Outro fator que influencia negativamente a ingestão de alimentos é a diminuição do olfato, paladar e visão, assim como a coordenação motora fina também fica comprometida e tende a piorar com as doenças neurológicas (DUTRA-DE-OLIVEIRA; MARCHINI, 1998).

## 2.2 Doenças frequentes nos idosos

Algumas doenças que possuem relação direta com a alimentação e nutrição, que são frequentes nos idosos, são a diabetes, a hipertensão e as dislipidemias.

Fazem parte de um conjunto de doenças que comprometem o sistema cardíaco e são denominadas doenças crônicas não transmissíveis, ou seja, não têm cura, mas possuem tratamento, que inclui, além do uso de medicamentos, alteração do estilo de vida e alimentação (BRASIL, 2006).

A diabetes se enquadra em um grupo de doenças metabólicas caracterizadas por deficiência ou ausência de insulina com consequente hiperglicemia e associadas a complicações, disfunções e insuficiência de vários órgãos, especialmente olhos, rins, nervos, cérebro, coração e vasos sanguíneos. Pode resultar de defeitos de secreção e/ou ação da insulina envolvendo processos patogênicos específicos, por exemplo, destruição das células beta do pâncreas (produtoras de insulina), resistência à ação da insulina, distúrbios da secreção da insulina, entre outros (BRASIL, 2006).

Existem dois tipos de diabetes: a tipo 1 e a tipo 2. A diabetes tipo 1 indica destruição da célula beta que eventualmente leva ao estágio de deficiência absoluta de insulina, quando a administração de insulina é essencial para prevenir cetoacidose, coma e morte. A proposta nutricional, nesse caso, deve levar em consideração a ingestão habitual alimentar somada ao tipo(s) de insulina utilizada, além do exercício físico. Recomenda-se aos pacientes que usam insulina fazer suas refeições diárias em horários definidos, mantendo consistência e sincronia com o tempo de ação de insulina (CUPPARI, 2002).

Já a diabetes do tipo 2, segundo o Ministério da Saúde, é usado para designar uma deficiência relativa de insulina. A administração de insulina nesses casos, quando efetuada, não visa evitar cetoacidose, mas alcançar controle do quadro hiperglicêmico. As dietas hipocalóricas e a perda de peso normalmente melhoram o controle metabólico em longo prazo. Sugere-se uma restrição energética moderada e um plano alimentar equilibrado, com redução de gordura total, sobretudo saturada, controle da ingestão de carboidratos de rápida absorção, acompanhada de exercícios físicos (CUPPARI, 2002).

Outra doença muito frequente nos idosos é a hipertensão arterial, que, segundo o Ministério da Saúde (2004), é uma doença que acomete os vasos sanguíneos, coração, cérebro e olhos, e pode causar paralisção dos rins. Ocorre quando a medida da pressão se mantém frequentemente acima de 140 por 90 mmHg. Há vários fatores que influenciam nos níveis de pressão arterial, entre eles: o fumo, o consumo de bebidas alcoólicas, o excesso de peso, o estresse, o consumo excessivo de sal, os níveis altos de colesterol e a falta de atividade física. Além desses fatores de risco, sabe-se que sua incidência é maior na raça negra, aumenta com a idade, é maior entre homens com até cinquenta anos, é maior entre mulheres acima de cinquenta anos e é maior em diabéticos. A hipertensão arterial não tem cura, porém pode ser controlada com auxílio dos medicamentos anti-hiperten-

sivos e alguns hábitos, como manter peso adequado, diminuir a ingestão de sal, praticar exercício físico, não fumar, evitar consumo de bebidas alcoólicas, evitar alimentos gordurosos e controlar o diabetes.

A dislipidemia se caracteriza por alteração dos níveis séricos normais de lipídeos, que incluem colesterol total alto, HDL-colesterol baixo e altos níveis de LDL-colesterol. Em consequência, a dislipidemia é considerada como um dos principais determinantes da ocorrência de doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, dentre elas aterosclerose (espessamento e perda da elasticidade da parede das artérias), infarto agudo do miocárdio, doença isquêmica do coração (diminuição da irrigação sanguínea do coração) e acidente vascular cerebral (AVC). Seu tratamento pode ser de forma medicamentosa ou não medicamentosa, mas de qualquer forma é necessária a inclusão de uma dieta balanceada, com baixo teor de lipídeos, abandono do hábito do fumo, prática de exercícios físicos e controle do peso (BRASIL, 2011).

### **2.3 Alimentação do idoso**

Os idosos têm redução de massa muscular e aumento de tecido adiposo, principalmente na região abdominal, o que favorece, em partes, o aparecimento de doenças cardiovasculares. Assim, esse grupo tem maior risco de desenvolver hipertensão arterial, dislipidemias e diabetes. Dessa forma, os alimentos para essa faixa etária devem ser pobres em açúcares, gorduras saturadas e sódio e, em compensação, precisam ser ricos em fibras (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

A fibra alimentar ou fibra dietética é a parte dos alimentos (vegetais) ingeridos que não é digerida e absorvida pelo organismo para produzir energia. São classificadas em fibra solúvel e insolúvel. São importantes, pois aceleram a passagem dos produtos residuais do organismo, absorvem toxinas e mantêm o intestino saudável. Os alimentos ricos em fibras auxiliam na formação de um cólon mais saudável e também podem se unir e inibir a ação de substâncias químicas indesejáveis, reduzindo a possibilidade de se contrair câncer de colôn e várias outras doenças gastrointestinais comuns do processo de envelhecimento (SANTOS; VIVIAN, 2011).

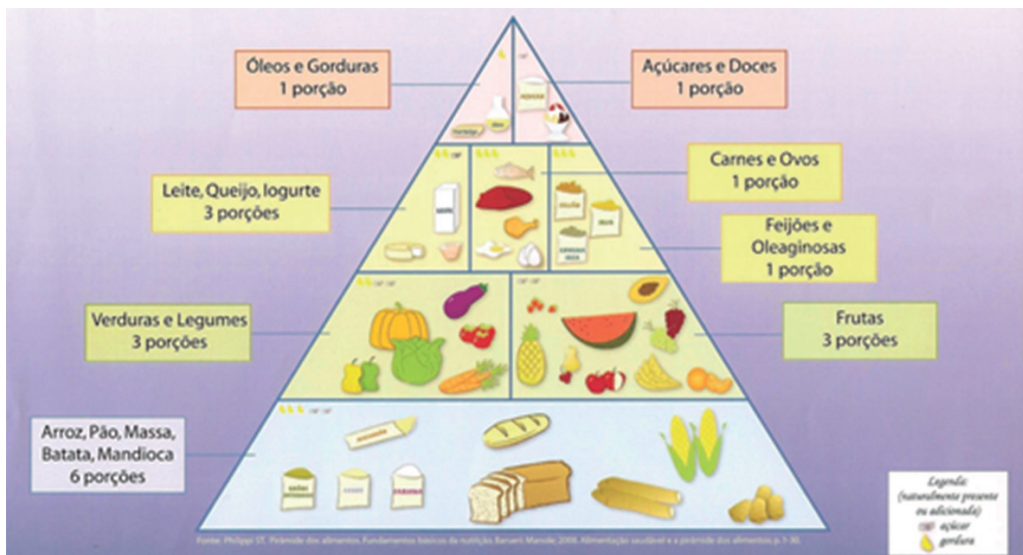
Os alimentos para essa faixa etária devem ser saborosos, com temperos naturais, uma vez que há redução das papilas gustativas; devido a isso, muitas vezes o idoso ingere um teor de sal relativamente maior, o que deve ser evitado nessa faixa etária. Para compensar essa questão orienta-se o uso de temperos naturais como salsinha, cebolinha, manjeriço, orégano, etc. (OLIVEIRA; ROMAN, 2013).

## 2.4 Pirâmide alimentar

A pirâmide brasileira de alimentos (Figura 5.1) proposta por Philippi (2008) apresenta os grupos alimentares, e, por conseguinte, mostram quais são os principais nutrientes encontrados em cada grupo alimentar, conforme descrito a seguir:

- grupo do arroz, pão, massa, batata, mandioca: carboidratos;
- grupo das frutas e dos legumes e verduras: ricas em fibras, vitaminas e minerais;
- grupo do leite, queijo e iogurte: são ricos em proteínas e cálcio;
- grupo das carnes e ovos: são ricas em proteínas e ferro (carnes)
- grupo dos feijões e oleaginosas: são ricos em proteínas, fibras e ferro;
- grupo dos óleos e gorduras: são ricas em lipídeos;
- grupo dos açúcares e doces: são ricas em carboidratos (sacarose).

Segundo Oliveira e Roman (2013), a pirâmide alimentar é constituída de quatro andares, os quais representam a quantidade de cada grupo que se deve ingerir ao longo do dia, do que se deve comer em maior quantidade (base) e em menor quantidade (topo). Inicialmente a pirâmide alimentar brasileira utilizava dietas, com diferentes valores energéticos (1.600 kcal, 1.800 kcal e 2.200 kcal), apresentando números de porções variáveis para cada grupo de alimento. Em 2006, devido à nova legislação de rotulagem alimentar, a pirâmide passou utilizar uma única dieta padrão contendo 2.000 kcal, tornando assim as porções exatas para cada grupo de alimento (PHILIPPI, 2008).



Fonte: Philippi (2008).

**Figura 5.1** Pirâmide dos alimentos

- **1º nível:** grupo do arroz, pão, massa, batata e mandioca. O primeiro nível da pirâmide é formado por alimentos fontes de carboidratos como pão, arroz, macarrão, milho e farinhas. Esses alimentos possuem como principal função fornecer energia para a população.
- **2º nível:** grupo das verduras e legumes e frutas. Esse nível é formado por alimentos com função reguladora que são fonte em vitaminas, minerais e fibras.
- **3º nível:** grupo do leite, queijo, iogurte; grupo das carnes e ovos; grupo dos feijões (leguminosas) e oleaginosas. Esse nível da pirâmide contempla alimentos de 3 grupos diferentes, mas que desempenham a mesma função, construtora. Eles são formados por proteínas, cálcio, fósforo e ferro. O grupo de feijões (leguminosas) inclui todos os tipos de feijões, as lentilhas, ervilhas secas, fava, soja e grão de bico. Já o grupo dos leites e derivados inclui todos os tipos de leite, queijos, coalhadas e iogurtes. As carnes incluem as carnes de vaca, de porco, de aves, peixes e ovos.
- **4º nível:** grupo dos óleos e gorduras e dos açúcares e doces. O grupo dos óleos e das gorduras é formado basicamente por lipídeos. Já o grupo dos açúcares e doces é formado por alimentos compostos predominantemente por açúcares simples (monossacarídeo e dissacarídeo). Recomenda-se o consumo moderado (uma porção) de alimentos desse nível, por possuírem alto valor energético. Estudos recentes apontam que dieta com alta ingestão de alimentos ricos de gorduras e açúcares pode promover um aumento de peso na população e desencadear diversas doenças crônicas.

Segundo Sousa e Guariento (2009), a pirâmide alimentar para os idosos (Figura 5.2) tem como objetivo evitar carências nutricionais e as doenças relacionadas à má alimentação. Algumas recomendações que chamam atenção são:

- ingestão de alimentos rico em fibras, com baixa concentração de gorduras e açúcares refinados e ingestão das quantidades superiores ao número de frações diárias de cada grupo;
- consumir diariamente oito copos de água;
- possível necessidade de suplementação de cálcio e vitamina D para evitar os riscos de fraturas ósseas, além da vitamina B12;
- consumir alimentos integrais, produtos lácteos com pouca gordura, carnes magras, pescados e aves.



Fonte: Disponível em <<http://www.megaartigos.com.br/casamento/relacionamentos/saude-e-gravidez/dicas-de-alimentacao-na-terceira-idade>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

**Figura 5.2** Pirâmide alimentar para os idosos

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O Centro de Convivência da Pessoa Idosa da Zona Leste se situa no Jardim da Luz e é mantido pela prefeitura de Londrina, por meio da Secretaria Municipal do Idoso. O Centro oferece diversas atividades gratuitas, cujo objetivo é proporcionar aos idosos cidadania e conhecimento acerca de seus direitos por meio da socialização de informações, orientações, aprendizado e convivência comunitária.

Os minicursos sobre alimentação e nutrição enquadram-se no projeto de extensão “Qualidade de vida para idosos”, que é uma parceria do centro de convivência com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

O presente trabalho trata de uma pesquisa descritiva, e teve como objeto de estudo os hábitos alimentares e de vida dos idosos frequentadores do Centro de Convivência do Idoso da Região Leste de Londrina. Para tal, utilizou-se de um questionário aplicado no último encontro dos minicursos de nutrição ofertados ao longo do segundo semestre de 2013. Houve uma frequência média de trinta idosos ao longo dos cursos ofertados, no entanto, por se tratar de dezembro, apenas onze idosos compareceram ao último encontro, número este que resultou nos dados desta pesquisa.

O instrumento de coleta de dados foi elaborado pelos autores, abordando os seguintes aspectos: escolaridade, renda mensal, eletrodomésticos na residência, saúde, hábitos alimentares e sugestões para os encontros em 2014. Os questionários foram preenchidos com auxílio de alunos do curso de Tecnologia em Alimentos, de um funcionário do centro de convivência e da orientadora do projeto, uma vez que os idosos tiveram bastante dificuldade em responder sozinhos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O centro de convivência possui em torno de cinquenta idosos frequentadores, que recebem aulas de educação física, nutrição, computação, bordado, entre outras atividades ofertadas. Dos onze idosos que responderam ao questionário, dez eram mulheres e apenas um era homem, com idade média de 71,9 anos. Houve poucos participantes, pois a maioria deles já estava de férias. Dos idosos avaliados, dois não estudaram, oito estudaram até o primário e somente um completou o ensino médio, comprovando o baixo grau de instrução/estudo dessa população.

Três são casados ou moram com o companheiro, quatro são viúvos e quatro são separados ou divorciados. A média de filhos entre eles é 4,5 filhos por pessoa, com média de 1,7 pessoas residindo em casa, ou seja, a maioria deles mora sozinho ou com 1 companheiro apenas; no entanto, todos são independentes e realizam todas as suas atividades normalmente.

O Gráfico 5.1 apresenta a faixa de renda, levando em consideração o salário mínimo de 2013, ou seja, R\$ 678,00.



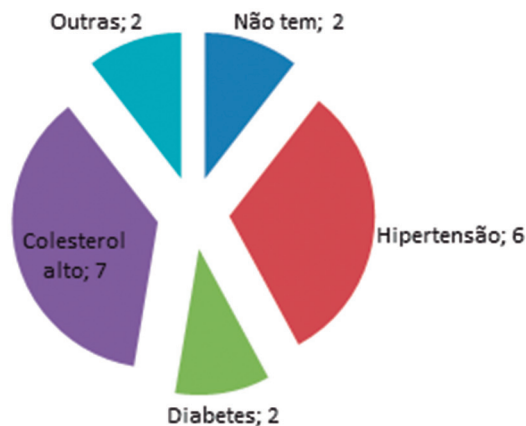
**Gráfico 5.1** Média salarial referida pelos participantes

Dos idosos avaliados, cinco relataram ter entre dois e três salários mínimos, e a mesma quantidade relatou viver de apenas um salário. Embora a maioria more sozinha ou em duas pessoas, sabe-se que este valor pode ser pouco para manter uma alimentação adequada ao longo de um mês.

Todos os idosos que responderam ao questionário possuem água encanada em casa e em apenas duas residências não há rede de esgoto. Esse fato é importante, pois o saneamento básico garante menos infecção e doenças nessa faixa etária, causadas pela queda da imunidade natural da idade.

Todos possuem fogão a gás, geladeira e televisão em casa. Além disso, dois possuem *freezer*, cinco, micro-ondas, e dois possuem também computador.

Analisando a saúde dos idosos estudados (Gráfico 5.2), apenas dois deles relataram não ter doenças, e os outros possuem até duas delas. O colesterol alto e a hipertensão foram as mais frequentes.



**Gráfico 5.2** Doenças referidas pelos participantes

O corpo utiliza de três principais tipos de lipoproteínas para transportar gorduras: as VLDL (*Very Density Low Lipoprotein*), que transportam triglicerídeos e outros lipídeos fabricados no fígado para as células do organismo para, seu uso; as LDL (*Low Density Lipoprotein*), que são feitas a partir das VLDL depois que elas doaram grande parte da sua gordura para as células do organismo e captaram colesterol; e as HDL (*High Density Lipoprotein*), que transportam colesterol das células do organismo para o fígado. Tanto as HDL como as LDL carregam lipídeos no sangue, mas as LDL são maiores, mais leves e mais cheias de lipídeo, enquanto as HDL são menores, mais densas e carregadas com mais proteínas. As LDL distribuem colesterol do fígado aos tecidos e as HDL varrem os excessos de colesterol e fosfolipídeos dos tecidos e retornam ao fígado para destinação (SIZER; WHITNEY, 2003).



O aumento dos níveis de colesterol em indivíduos com idade superior a 65 anos está associado a um aumento do risco de morte por doença cardiovascular. O estilo de vida, a dieta e a atividade física estão relacionados com a alteração dos valores de colesterol (MARQUES, 2008).

Nove dos entrevistados não são fumantes e nunca fumaram, o que auxilia na boa saúde desses idosos, considerando o malefício que o uso do cigarro causa na saúde de quem possui esse hábito. Apenas dois dos idosos foram fumantes.

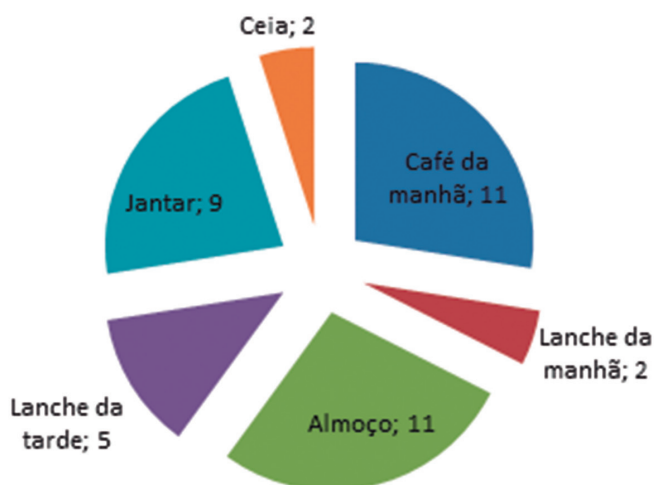
Aliado a uma boa alimentação, a atividade física contribui para uma vida mais saudável e para o fortalecimento muscular. O centro de convivência oferece atividades para incentivar essa prática, e apenas um dos entrevistados não realiza atividade física por ser cadeirante. Dos demais entrevistados, todos praticam, sendo que um realiza exercícios físicos uma vez na semana, quatro, duas vezes na semana, e cinco realizam atividades físicas três ou mais vezes na semana, concluindo que a maioria deles pratica algum tipo de exercício, contribuindo assim para a própria saúde.

A compra dos alimentos na casa é feita pelos filhos, netos ou pela própria pessoa ou casal, sendo essa compra realizada semanalmente por dez entrevistados e mensalmente por um. A compra semanal é muito válida, pois pode garantir a compra de hortifrúti, portanto auxilia seu consumo habitual. O consumo de frutas, verduras e legumes diariamente auxilia na melhora e na prevenção das doenças frequentes da idade.

Já o preparo dos alimentos é feito, na maioria dos casos, pela própria pessoa ou pelo(a) companheiro(a); para apenas um deles, o preparo é realizado pela filha, o que representa que a maioria dos entrevistados tem uma vida independente e normal.

As refeições realizadas durante o dia são muito importantes de serem seguidas corretamente, pois cada uma oferece nutrientes necessários para manter a saúde. Observando esse ponto, segue no Gráfico 5.3 as refeições realizadas diariamente pelos idosos estudados.

O café da manhã e o almoço são as refeições que todos os entrevistados realizam todos os dias. Os alimentos do café da manhã repõem e fornecem energia. Além disso, o leite e seus derivados contêm cálcio e proteínas, e as frutas possuem fibras. Dessa forma, se faz importante não pular essa primeira refeição do dia. Já o almoço é uma das refeições em que, geralmente, toda a população realiza, porém, esta deve conter todos os nutrientes necessários, não sendo saudável trocá-la por lanches, salgados etc. Recomenda-se comer a cada três horas, pois o jejum prolongado aumenta o consumo de alimentos inadequados, fora do horário das refeições.



**Gráfico 5.3** Refeições diárias realizadas referidas pelos participantes

Por meio da frequência alimentar, foi possível analisar o consumo dos grupos alimentares da pirâmide de alimentos, bem como de alimentos considerados não saudáveis e prejudiciais à saúde, conforme pode ser mais bem observado na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1** Análise da frequência de consumo de grupos alimentares pelos idosos, Londrina, 2013

Alimento	Diariamente		3-4 vezes por semana		1-2 vezes por semana		Consumo eventual		Não consome	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Fruta	6	54,5%	3	27,3%	1	9,1%	1	9,1%	0	
Verdura (folha)	8	72,7%	2	18,2%	0		1	9,1%	0	
Legume	7	63,6%	2	18,2%	1	9,1%	1	9,1%	0	
Leite/iogurte/queijo	7	63,6%	1	9,1%	1	9,1%	2	18,2%	0	
Carne vermelha	2	18,2%	1	9,1%	3	27,3%	4	36,4%	1	9,1%
Carne branca	3	27,3%	5	45,5%	2	18,2%	1	9,1%	0	
Ovo	0		1	9,1%	2	18,2%	6	54,5%	2	18,2%
Fritura de imersão	0		0		2	18,2%	5	45,5%	5	36,4%
Embutidos (linguiça, salsicha)	1	9,1%	1	9,1%	4	36,4%	3	27,3%	2	18,2%
Refrigerante	0		0		3	27,3%	4	36,4%	4	36,4%
Suco artificial	0		1	9,1%	1	9,1%	2	18,2%	7	63,6%
Temperos prontos	1	9,1%	0		1	9,1%	1	9,1%	8	72,7%

As frutas, verduras, legumes, leites e derivados e carnes são alimentos que devem ser ingeridos diariamente devido ao alto valor nutritivo que oferecem, como micronutrientes, fibras e proteínas. As frutas são ingeridas diariamente somente por um pouco mais da metade dos entrevistados. Pode-se atribuir esse hábito à dificuldade de mastigação, porém a ingestão deste alimento possui fibras que auxiliam no funcionamento intestinal, dão sensação de saciedade e previnem obesidade e colesterol alto.

Já o relato de consumo de verduras foi melhor, porém não devidamente correto. Esse tipo de alimento oferece fibras, vitaminas e minerais e possui baixo valor calórico, ideal para auxiliar na perda de peso. As fibras alimentares têm seu alvo de ação no trato gastrointestinal, e um dos papéis primários é servir de substrato para a microflora normalmente presente no intestino grosso e, além disso, modular a velocidade de digestão e absorção dos nutrientes. Pesquisas mostram que os efeitos da fibra no trato gastrointestinal têm importantes consequências metabólicas que podem resultar em redução do risco de doenças cardiovasculares, de certos tipos de câncer e de diabetes melito, doenças mais comuns em idosos (CUPPARI, 2002).

As pessoas que tomam suplementos de vitaminas C e E parecem menos propensas a desenvolver cataratas. Outra vitamina relacionada à saúde dos olhos é a vitamina A. Sua carência pode causar a doença do “olho seco” produzindo secura na pele da córnea. A recomendação de ingestão de vitamina B12 é de 2,4 ug, pois, conforme Sizer e Whitney (2003), pessoas com mais de cinquenta anos reduzem a capacidade de produzir ácido no estômago, conseqüentemente, reduzem a produção de fator intrínseco, o que diminui a biodisponibilidade da B12.

Os idosos apresentam risco de deficiência de vitamina D pela baixa ingestão de leite enriquecido com vitamina D, e alguns passam dias sem nenhuma exposição à luz solar, e à medida que as pessoas envelhecem, a síntese de vitamina D declina 75%. A recomendação de ingestão de vitamina D para idosos é de 10 ug diariamente, pois essa vitamina favorece a absorção de cálcio, nutriente importante nessa fase da vida (SIZER; WHITNEY, 2003).

Sabe-se que o leite e seus derivados são extremamente importantes para o idoso, ainda assim nem todos relataram seu consumo diário; além disso, nota-se uma porcentagem considerável para a resposta “eventualmente”. A atenção deve ser para a deficiência de cálcio que promove o fortalecimento dos ossos, que já ficam mais frágeis nessa época da vida, e também para a vitamina D, que é produzida pela exposição ao sol, o que ocorre com menos frequência quando comparado às pessoas com menos idade.

A carne vermelha e carne branca apresentam um resultado ainda mais preocupante: seu consumo diário é bem pequeno entre os entrevistados. Esse fato pode se dever também à dificuldade de mastigação, e percebe-se que alguns idosos

não consomem carne vermelha. Porém, as necessidades de proteínas permanecem aproximadamente as mesmas durante a vida adulta, e, para suprir essa necessidade, devem escolher outros tipos de alimentos que possam suprir essa necessidade, como a ingestão de leguminosas.

Já os alimentos fritos, refrigerantes, suco artificial e temperos prontos devem ser evitados, devido ao alto conteúdo de sódio, conservantes e gordura saturada. Vale ressaltar que o consumo de alimentos ricos em gordura tem relação direta com a obesidade, que, por sua vez, é um fator de risco para o desenvolvimento da artrite, dislipidemias e diabetes, sendo todas essas doenças presentes nesse grupo estudado.

Perguntando sobre o que os idosos utilizam para adoçar seus alimentos, apenas um idoso relatou usar o açúcar *light*; dois usam o açúcar comum, e oito utilizam o adoçante dietético. O açúcar normal deve ser evitado, pois eleva os índices de insulina no sangue e possui alto valor calórico. Já o açúcar *light* é uma mistura entre o açúcar comum e edulcorante dietético, e tem o poder de adoçar duas vezes mais que o tradicional. Ou seja, ao trocar o convencional pelo *light*, se reduz pela metade a quantidade de açúcar consumido diariamente.

Já o adoçante dietético é uma substância que adoça os alimentos em substituto do açúcar, mas administrado em menores quantidades, já que adoça relativamente mais que a sacarose. Também conhecido como edulcorante, o adoçante pode ser artificial, não contendo calorias, ou natural, contendo menor quantidade de calorias do que o açúcar comum. Dentre os adoçantes artificiais de mesa aprovados e disponibilizados no comércio no Brasil, temos o aspartame, a sacarina, o ciclamato, a estévia, a sucralose e o acesulfame-k.

O pão é um alimento muito consumido nos lares brasileiros. Embora menos consumida, a farinha integral ganhou muito espaço nesse mercado devido ao apelo nutricional, e assim a farinha branca vem sendo substituída cada vez mais, porém o idoso tem uma antiga tradição de fazer o seu próprio pão, e alguns hábitos como esse são muito vistos ainda nos dias atuais. Dos entrevistados, três deles citaram o pão caseiro como o mais consumido; quatro citaram o pão francês; e quatro citaram o pão integral.

Os guias alimentares orientam o consumo de óleos vegetais, sendo o óleo de soja mais vendido e utilizado pelos brasileiros. Nesta pesquisa, um entrevistado relatou utilizar óleo de girassol; um usa óleo de milho; três, o de canola; e seis relataram o uso de óleo de soja. Além disso, quatro deles também citaram o azeite de oliva como óleo utilizado.

O azeite de oliva é rico em ácido oleico, que é um ácido graxo monoinsaturado considerado fundamental pelas propriedades benéficas na redução da oxidação do LDL-colesterol. Portanto, os efeitos benéficos estão especialmente ligados por seu conteúdo de polifenóis e com os seguintes efeitos principais: potente inibi-

dor de radicais livres, inibidores da oxidação de LDL-colesterol, e inibidores de agregação plaquetária. Os efeitos protetores do azeite de oliva estão correlacionados ao seu conteúdo de ácido graxo monoinsaturado, mas especialmente aos compostos bioativos contidos nele: os polifenóis ativos, funcionais, protegendo a saúde. Dessa forma, a escolha por esse tipo de óleo para o preparo dos alimentos dos idosos, além do sabor diferenciado, ajuda a prevenir os acidentes vasculares cerebrais (ANGELIS, 2001).

Ao perguntar qual assunto sobre nutrição e alimentação eles gostariam de aprender, citaram-se receitas, valor nutricional dos alimentos e reeducação alimentar.

Avaliou-se, como um todo, que os idosos entrevistados neste trabalho não possuem uma alimentação adequada. Esse quadro também foi observado por outros autores. Cardoso (2004), avaliando a alimentação de idosos institucionalizados em Alfenas (MG), observou baixa ingestão de vitaminas do complexo B e cálcio, o que sugere baixa ingestão de carnes e leites e derivados, resultados similares ao encontrado nos idosos aqui avaliados.

Em relação aos alimentos consumidos eventualmente ou não consumidos, outros estudos obtiveram o mesmo resultado deste trabalho. Carvalho, Junior e Sousa (2008) avaliaram os hábitos alimentares de idosos, destacando esses alimentos pouco consumidos: embutidos, leguminosas (exceto o feijão), refrigerantes, produtos de panificação integrais, frituras e refrigerantes.

Schmaltz (2011), ao fazer uma avaliação do consumo alimentar de idosos da cidade de Paracatu, MG, observou uma preocupante insuficiência no consumo de alimentos ricos em cálcio, obtendo resultado semelhante ao avaliar os idosos entrevistados neste trabalho. Nas mulheres, esse fato se torna mais preocupante, pois após os oitenta anos elas absorvem apenas 26% do mineral consumido, devido às alterações hormonais.

Marques (2008), ao estudar o estado nutricional e a ingestão alimentar numa população de idosos institucionalizados, observou que os cereais integrais e os vegetais são frequentemente evitados pelos idosos pelas dificuldades de mastigação que esses alimentos implicam. O leite é, por vezes, eliminado da dieta desse grupo etário pela frequente intolerância à lactose que esses indivíduos apresentam. Com o objetivo de minimizar o risco do aparecimento da doença cardiovascular, procura-se limitar a inclusão de gorduras (como margarina, manteiga, nata) no esquema alimentar desses indivíduos, uma possível explicação para o baixo consumo de tais alimentos pelos idosos aqui identificados.

## **5 CONCLUSÃO**

No presente estudo, concluímos que os idosos entrevistados não possuem uma boa alimentação, o que pode ser atribuído a vários fatores, tais como baixo

grau de instrução, renda salarial baixa, dificuldade na mastigação ou mesmo falta de orientação. Apesar dos hábitos alimentares inadequados, consideraram-se alguns pontos positivos, como a realização de atividades físicas frequentes e a ausência de fumantes. Diante disso, fazem-se necessários o acompanhamento e o alerta para uma melhoria na alimentação desses idosos.

## REFERÊNCIAS

ANGELIS, R. C. Novos conceitos em nutrição. Reflexões a respeito do elo dieta e saúde. *Arq. Gastroenterol.*, v. 38, n. 4, p. 269-271, 2001.

BRASIL. Biblioteca Virtual em Saúde. **Dicas em Saúde. Hipertensão**. 2004. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/bvsm/dicas./52hipertensao.html>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Diabetes Mellitus**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Saúde e economia. Dislipidemia. 6. ed., out. 2011. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/6011a5804897a24e8831a8fa35813921/Saude\\_e\\_Economia\\_Dislipidemia\\_Edicao\\_n\\_6\\_de\\_outubro\\_2011.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/6011a5804897a24e8831a8fa35813921/Saude_e_Economia_Dislipidemia_Edicao_n_6_de_outubro_2011.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 13 dez. 2013.

CARDOSO, M. R. V. **Alimentação e estado nutricional de idosos residentes em instituições asilares de dois municípios do sul de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004, 113 p.

CARVALHO, G. G.; JUNIOR, J. F. A.; SOUSA, V. M. C. Avaliação dos hábitos alimentares de idosos e formulação de um produto alimentício, 2008. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/arquivosINIC/INIC1343\\_01\\_O.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1343_01_O.pdf)>. Acesso em: 31 jan. 2014.

CUPPARI, L. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar. **Nutrição: nutrição clínica no adulto**. São Paulo: Manole, 2002.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios. 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/25072002pidoso.shtm>>. Acesso: 10 nov. 2013.

LONDRINA. Prefeitura Municipal de Londrina. Lei municipal n. 10.741, de 1 de outubro de 2003. **Estatuto do idoso**. Disponível em: <[http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec\\_idoso/legislacao/estatuto\\_idoso.pdf](http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_idoso/legislacao/estatuto_idoso.pdf)> Acesso em: 5 nov. 2013.

MARQUES, F. S. C. **Estado Nutricional e Ingestão Alimentar numa população de idosos institucionalizados**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Clínica). Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal, 2008. 143 f.

NASCIMENTO, C. M. et al. Estado nutricional e condições de saúde da população idosa brasileira: revisão da literatura. **Rev Med Minas Gerais**, v. 21, n. 2, p. 174-180, 2011.

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. **Nutrição para tecnologia e Engenharia de Alimentos**. Curitiba: CRV, 2013.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos. Fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole, 2008.

SANTOS, A. C. O.; MACHADO, M. M. O.; LEITE, E. M. **Envelhecimento e alterações do estado nutricional**. In: Pernambuco, 2010. Disponível em: <<http://www.sbgg.org.br/profissionais/arquivo/revista/volume4-numero3/artigo08.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

SANTOS, F. P.; VIVAN, R. H. F. **Atenção ao idoso: ação multiprofissional em saúde**. Londrina: EdUnifil, 2011.

SCHMALTZ, R. M. L. C. Avaliação do consumo alimentar de idosos institucionalizados da cidade de Paracatu, MG. **Revista Augustus**, v.16, n. 32, p. 21-27, 2011.

SIZER, F.; WHITNEY, E. **Nutrição. Conceitos e controvérsias**. 8. ed. São Paulo: Manole, 2003.

SOUSA, V. M. C.; GUARIENTO, M. E. Avaliação do idoso desnutrido. **Rev Bras Clin Med**, v. 7, p. 46-49, 2009.





# 6

## CAPÍTULO

# FARINHAS DE QUINOA, DE LINHAÇA DOURADA E DE SOJA EM BISCOITOS DOCE SABOR COCO

*Geovana Piveta Ribeiro*

*Neusa Fátima Seibel*

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos nutritivos e seguros tem crescido rapidamente, principalmente devido à divulgação de que a ingestão de alimentos balanceados constitui-se na maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, as quais muitas vezes têm origem em erros alimentares (SILVA et al., 2011). Tendo em vista a deficiência geral de alimentos com elevada qualidade nutricional, qualquer procedimento que possa melhorar esse valor pode ser interessante (MIRANDA; EL-DASH, 2002). Com isso, têm sido desenvolvidos alimentos funcio-

nais, pela incorporação de fibras e/ou antioxidantes ou pela redução do teor de gordura (PAUCAR-MENACHO et al., 2008). Cândido e Campos (2005) definem alimentos funcionais como “qualquer alimento ou bebida que, consumidos na alimentação cotidiana, podem trazer benefícios fisiológicos específicos, graças à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis”.

Os consumidores estão cada vez mais esclarecidos acerca dos ingredientes que são utilizados nos produtos, o que tem impulsionado o crescimento de produtos de panificação naturais e saudáveis, contendo ingredientes com benefícios adicionais para a saúde. Nesse contexto, os biscoitos fortificados e funcionais merecem destaque (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2013). Em meio aos ingredientes alternativos utilizados, as farinhas provenientes de diferentes grãos têm sido empregadas, pois, além de fornecer proteínas, vitaminas e minerais, proporcionam a incorporação de fibras alimentares, contribuindo para a redução do risco de doenças cardiovasculares, obesidades e diabetes (BUENO, 2012).

Dentre as farinhas de oleaginosas, ressaltam-se as farinhas de quinoa, linhaça e soja. A quinoa é um cereal com proteínas de alta qualidade e ausência de glúten, com níveis elevados de ácidos graxos essenciais e boa estabilidade à oxidação, e é um ótimo substituto da farinha de trigo na produção de alimentos para os consumidores celíacos (CALDERELLI et al., 2010). A linhaça é uma semente que possui compostos fisiologicamente ativos, considerada fonte de fibras, de ômega-3 e de lignanas. Seu consumo tem sido associado à prevenção de algumas doenças e a benefícios nutricionais (OLIVEIRA; PIROZI; BORGES, 2007). Já a soja é considerada excelente fonte de proteínas para fortificar produtos de trigo, isso por meio da complementação de aminoácidos e do aumento no conteúdo de proteínas totais (CABALLERO-CÓRDOBA; WANG; SGARBIBIERI, 1994).

Muitos produtos podem ser usados como veículos para o enriquecimento nutricional; dentre eles, salientam-se os biscoitos, pelas facilidades tecnológicas que propiciam ao comportarem grandes opções de ingredientes e formulações, assim como também grande flexibilidade quanto a matérias-primas e características do produto final (MARETI; GROSSMANN; BENASSI, 2010). Entende-se por biscoito o “produto obtido pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não” (BRASIL, 2005). Independentemente de sua origem, trata-se de um produto consumido internacionalmente por todas as classes sociais (MORAES et al., 2010).

Há vários estudos que mostram a utilização de farinhas de oleaginosas na obtenção de produtos alimentícios enriquecidos nutricionalmente. Borges et al. (2003) testaram farinha de quinoa em formulação de macarrão pré-cozido. Seus resultados apontaram o aumento no teor de proteínas, cinzas e fibras. Do mesmo modo, Maciel, Pontes e Rodrigues (2008) desenvolveram biscoito tipo *cracker*

com adição de farinha de linhaça. Os resultados indicaram que a adição da farinha promoveu um incremento nos teores de proteínas, minerais e fibras alimentares. Vasconcelos et al. (2006) processaram pães de forma com adição de farinha de soja e fibra alimentar visando à obtenção de um produto com propriedades funcionais. Os pesquisadores verificaram que houve elevação no teor de fibras do produto final. Com base nesses dados, este trabalho visou a elaborar e caracterizar farinhas de quinoa, de linhaça e de soja para desenvolver formulações de biscoitos doces sabor coco com as respectivas farinhas.

## 2 BISCOITOS

Biscoitos são “produtos obtidos pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentados ou não, e outras substâncias alimentícias”. Devem ser fabricados a partir de matérias-primas sãs e limpas, isentas de matérias terrosas e parasitas, devendo estar em perfeito estado de conservação e apresentar cor, cheiro e sabor próprios. Os biscoitos malcozidos, queimados e de caracteres sensoriais anormais devem ser rejeitados (BRASIL, 1978).

Embora não constitua um alimento básico como o pão, os biscoitos são aceitos e consumidos por pessoas de qualquer idade, e sua longa vida útil permite que sejam produzidos em grande quantidade e largamente distribuídos (MORAES et al., 2010). Além disso, apresentam-se também como um bom veículo para farinhas mistas. Para que os biscoitos apresentem boa qualidade, a farinha utilizada precisa apresentar certas características tecnológicas apropriadas. A massa produzida não deve ser excessivamente elástica, e o nível de substituição da farinha por outra irá depender do tipo e qualidade da farinha utilizada, do tipo do biscoito, da formulação e dos procedimentos empregados (EL-DASH; GERMANI, 1994). Todos os biscoitos passam basicamente pelas mesmas etapas de processamento: mistura, formação, cozimento, resfriamento e empacotamento (VITTI; GARCIA; OLIVEIRA, 1988).

### 2.1 Trigo

O trigo é um cereal consumido em grande escala, e as cultivares desenvolvidas devem ter o potencial de produzir uma farinha que atenda as especificidades do produto final, as características de crescimento, textura, sabor e coloração desejada, extensibilidade, e, ainda, teor de glúten (MITTELMANN et al., 2000). Serve de matéria-prima para a elaboração de alimentos consumidos diariamente na forma de pães, biscoitos, bolos e massas (SCHEUER et al., 2011).

Farinha de trigo é o produto obtido a partir da espécie *Triticumseativan* ou de outras espécies do gênero *Triticum* reconhecidas (exceto *Triticumdurum*) através do proces-

so de moagem do grão de trigo beneficiado, e poderá ser acrescido outros componentes, de acordo com o especificado na presente norma (BRASIL, 1996).

No Brasil, 55% do seu uso se destinam à panificação, e o percentual restante se divide em 17% para uso doméstico, 15% para a produção de massas alimentícias, 11% para a fabricação de biscoitos e 2% para outros usos, como produtos de confeitaria (EMBRAPA TRIGO, 2013).

De forma geral, a farinha de trigo é composta de carboidratos (78%), água (13,41%), proteínas (13,40%) e outros constituintes menores, como fibras (3,46%), lipídeos (1,47%) e cinzas (0,67%) (PEREZ; GERMANI, 2004).

## 2.2 Quinoa

A quinoa, considerada um pseudocereal, tem como principal característica a qualidade de sua proteína, sendo reconhecida pela Organização Mundial de Saúde como um alimento ideal, por sua composição nutricional ser superior à maioria dos cereais (SILVA et al., 2011). Segundo Borges et al. (2010), seu consumo no Brasil ainda é limitado em virtude do alto custo do grão importado, do desconhecimento da população, de hábitos e costumes tradicionais de cereais como arroz, trigo e milho e da baixa disponibilidade de cultivares adaptadas às condições locais.

É um dos grãos mais nutritivos utilizados como alimento humano, e foi selecionado pela FAO (Food and Agriculture Organization) como uma das culturas destinadas a oferecer segurança alimentar neste século. Seu valor nutricional proteico é comparável ao da proteína do leite e seus teores de lisina, metionina e cisteína são maiores do que em cereais e leguminosas comuns, tornando-se complementar a essas culturas, além de conter ácidos graxos benéficos e um alto teor de tocoferóis (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 1998<sup>1</sup> apud REPO-CARRASCO-VALENCIA; SERNA, 2011).

Comercialmente, o grão encontra-se disponível nas formas integral ou polido, farinhas e flocos, podendo ser consumido cozido, em sopas, saladas, cereais matinais e inúmeras outras preparações alimentícias. Sua farinha pode ser utilizada na elaboração de mingaus, pudins, produtos de panificação e massas alimentícias (BORGES et al., 2012). Lopes et al. (2009) analisaram a composição físico-química da farinha de quinoa, registrando teores de 11,15% de umidade, 11,52% de proteínas, 5,12% de lipídeos, 3,72% de fibras alimentares, 3,49% de cinzas totais e 65% de carboidratos, confirmando sua alta qualidade nutricional.

---

1 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Underutilized Andean Food Crops. Rome: FAO, 1998.

## 2.3 Linhaça

A linhaça é a semente do linho (*Linum usitatissimum* L.), da família Linaceae, uma planta nativa do oeste asiático e do mediterrâneo. Possui em sua composição química cerca de 30% a 40% de gordura, 20% a 25% de proteínas, 20% a 28% de fibra alimentar total, 4% a 8% de umidade e 3% a 4% de cinzas, vitaminas A, B, D e E, além de minerais (OLIVEIRA; PIROZI; BORGES, 2007).

Na última década, seu consumo vem aumentando e despertando o interesse de muitos pesquisadores, porque a linhaça contém combinações funcionais como o ALA (ácido linolênico), lignanas e fibras que estão relacionados ao seu potencial benéfico à saúde (MACIEL; PONTES; RODRIGUES, 2008). Borges et al. (2010) descreve que a linhaça apresenta composição proteica comparável à soja em termos de aminoácidos indispensáveis na dieta: altos teores de ácido aspártico, glutamina, leucina e arginina, além de ser considerada um alimento funcional, pois, além das suas propriedades nutricionais inerentes à sua composição química, atua também na redução de risco de doenças crônicas não transmissíveis, por conter componentes antioxidantes e anticancerígenos.

Segundo Marques et al. (2011), 4,1% a 12% de linhaça pode ser usada como ingrediente na alimentação sem riscos à saúde, na forma *in natura*, inteiro ou moído, acrescentado diretamente sobre alimentos, tais como as frutas, o leite ou o iogurte, ou pode também ser utilizada como ingrediente na preparação de pães, biscoitos, sobremesas, feijão e produtos cárneos.

Como todos os vegetais, existem muitas variedades na mesma família. No que se refere à linhaça, a marrom e a dourada são as mais conhecidas (MOLENA-FERNANDES et al., 2010). A marrom é a mais cultivada, serve de matéria-prima para as indústrias, alimentação animal e humana; e a dourada é uma variedade que cresce melhor em clima frio, porém sua produção é menor, e seu cultivo tem como objetivo a alimentação humana. Em todas as variedades, são encontrados os mesmos elementos: fibras, vitaminas, minerais, aminoácidos e os ácidos graxos ômega; porém, na linhaça dourada, esses elementos estão em uma proporção e qualidade adequadas ao consumo humano (LIMA, 2007).

## 2.4 Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) e os seus produtos vêm sendo amplamente estudados devido não somente ao seu valor nutricional, mas, também, devido às suas propriedades funcionais na indústria de alimentos, como alimento funcional, porque exerce ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas (CIABOTTI et al., 2006). Ela pertence à família das papilionáceas e à subordem das leguminosas, cujos grãos são ricos

em proteínas (38%) e lipídeos (18%), podendo originar diversos produtos para alimentação humana, como soja cozida, alimentos dietéticos, farinha não desengordurada, manteiga de soja, entre outros (DE ABREU et al., 2007).

Entretanto, seu uso como ingrediente na obtenção de produtos alimentícios tem sido limitado pelo seu sabor de “feijão cru”, causado pela atividade da lipoxigenase durante o rompimento do grão de soja. O Brasil, mesmo sendo o segundo maior produtor de soja do mundo, destina apenas 3% da sua produção à alimentação humana – a maior parte é exportada e usada para ração animal (KINOUCI et al., 2002).

Numerosas tentativas têm sido feitas com a finalidade de melhorar o sabor dos derivados da soja, e, dentre essas, se destacam: moagem do grão com água quente de 80 °C a 100 °C; branqueamento; moagem do grão em baixo pH seguido de cozimento; e maceração do grão em meio alcalino (WANG et al., 1999). O branqueamento consiste em um pré-tratamento com água quente ou vapor, aplicado a frutas e vegetais com a finalidade principal de inativar algumas enzimas, remover parte dos açúcares redutores, evitando ou diminuindo o escurecimento não-enzimático (REIS, 2007), eliminação de odores e sabores desagradáveis, redução da carga microbiana superficial, eliminação do oxigênio dos tecidos, entre outros (MATOS, 2007). Além do branqueamento, uma alternativa para otimizar o consumo humano de soja é a elaboração de produtos derivados, e a farinha de soja é o seu produto menos refinado, porém, é o industrializado mais importante, pois é usada para enriquecer alimentos e para obtenção de texturizados, concentrados e isolados (DANTAS et al., 2010).

## 2.5 Alimentos funcionais

São considerados alimentos funcionais aqueles que, além de fornecerem a nutrição básica, promovem a saúde. Esses alimentos agem por meio de mecanismos não previstos pela nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito se restringe à promoção da saúde e não à cura de doenças (SANDERS, 1998<sup>2</sup> apud SAAD, 2006). A Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) define como um alimento com propriedade funcional: “aquela substância relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente e/ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e/outras funções normais do organismo humano”. Para tanto, devem fazer parte da alimentação usual, proporcionando efeitos benéficos sem a necessidade de acompanhamento médico, não devem ser tóxicas, mesmo após a suspensão da ingestão devem continuar promovendo efei-

---

2 SANDERS, M.E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. *Int. Dairy J.*, Amsterdam, v.8, p.341-347, 1998.

to e não devem se destinar a tratar ou curar doenças, estando seu papel ligado à redução do risco de contrair doenças (BRASIL, 1999).

Há vários fatores que podem influenciar seu consumo, e podem ser citados fatores internos, tais como motivação para a compra, os aprendizados, a personalidade de cada pessoa, assim como fatores externos, como a classe social, família, cultura. Dentre esses fatores, os consumidores optam pela prevenção em vez da cura e estão mais interessados na relação entre a saúde e a nutrição e no desejo de combater os males causados por microrganismos e agentes químicos no ar, na água e nos alimentos, além do aumento das evidências científicas sobre a sua eficácia (BASHO; BIN, 2010).

Roberfroid (2002) cita as principais características dos alimentos funcionais: a) devem ser alimentos convencionais e serem consumidos na dieta normal; b) devem ser compostos por componentes naturais; c) devem ter efeitos positivos além do valor básico nutritivo, promovendo benefícios à saúde além de aumentar a qualidade de vida; d) a alegação da propriedade funcional deve ter embasamento científico; e) pode ser um alimento natural ou um alimento no qual um componente tenha sido removido; f) pode ser um alimento onde a natureza de um ou mais componentes tenha sido modificada; g) pode ser um alimento no qual a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada.

A importância para a saúde do uso desses alimentos verifica-se no Brasil pelo fato de que os brasileiros enfrentam um avanço das doenças crônicas degenerativas por conta de um estilo de vida desequilibrado, que envolve maus hábitos alimentares e sedentarismo. O consumo regular desses alimentos pode ser uma alternativa para conter o avanço dessas doenças e fazer com que as pessoas se conscientizem que a alimentação tem um papel fundamental sobre a saúde delas. Vale lembrar que esses alimentos somente funcionam quando fazem parte de uma dieta equilibrada, e o risco que existe na ingestão deste tipo de alimento restringe-se somente em não obter os resultados esperados, já que esses alimentos não possuem contraindicação (CARDOSO; OLIVEIRA, 2008).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a formulação dos biscoitos, foram processadas farinhas de quinoa, linhaça dourada e soja. Esses grãos foram obtidos em loja de produtos naturais e foram selecionados visualmente, sendo utilizados apenas grãos inteiros, sem rachaduras ou manchas. As cascas não foram retiradas, pois o objetivo era obter farinhas integrais. A farinha de trigo utilizada foi comercial (farinha de trigo tipo 1 – moinho de trigo Arapongas LTDA.). Acrescentado às farinhas, foram utilizados polvilho doce, açúcar refinado, margarina sem sal, ovos, coco ralado fresco sem açúcar e essência artificial de baunilha, também adquiridos em comércio local.

### 3.1 Obtenção das farinhas

As farinhas de linhaça e quinoa foram obtidas pela trituração dos grãos em liquidificador doméstico (marca Mallory) e moinho elétrico (MDR301 – Cadence) seguida de peneiramento em 40 *mesh* (marca Mallory). A farinha de soja foi obtida seguindo a metodologia usada por Ciabotti et al. (2006). Primeiramente, os grãos foram adicionados a um recipiente de aço inox com água em ebulição por cinco minutos; após, foram resfriados em água fria corrente, triturados em liquidificador, secos em estufa a 65 °C com circulação de ar por aproximadamente quatro horas, moídos em moinho elétrico (MDR301 – Cadence) e peneirados em 40 *mesh* (marca Mallory) (Figura 6.1). Depois de prontas, as farinhas foram distribuídas separadamente em embalagens plásticas e armazenadas em local seco e fresco.

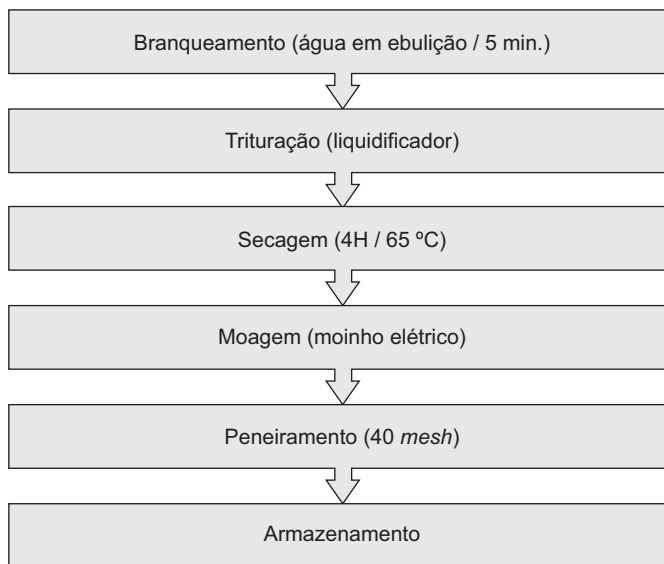


Figura 6.1 Diagrama de blocos do processamento da farinha integral de soja

### 3.2 Elaboração dos biscoitos

Os biscoitos foram elaborados tendo como base a receita para biscoitos de coco com farinha de soja da Embrapa Soja (2013). Para as formulações, foram utilizadas as mesmas proporções de farinha e dos demais ingredientes (Tabela 6.1).

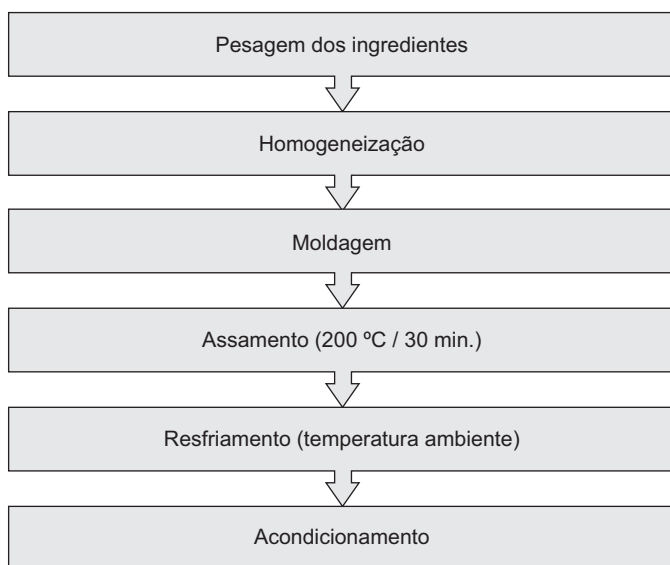
Depois de pesados todos os ingredientes, os ovos, a margarina e o açúcar foram homogeneizados em batedeira doméstica (marca Arno) em velocidade média até a formação de um creme homogêneo, e foi acrescentada a essência artificial de baunilha.



**Tabela 6.1** Formulações dos biscoitos doces sabor coco (g/100 g)

Ingredientes	Formulações dos biscoitos			
	Trigo	Quinoa	Linhaça dourada	Soja
Polvilho doce	32	32	32	32
Açúcar refinado	18	18	18	18
Tipo de farinha	18	18	18	18
Margarina	14,7	14,7	14,7	14,7
Ovos	10	10	10	10
Coco ralado	7	7	7	7
Essência de baunilha	0,3	0,3	0,3	0,3

Em seguida, adicionou-se o polvilho, o coco ralado e a respectiva farinha, e misturou-se com as mãos até obter uma massa uniforme. A massa foi moldada, distribuída em assadeira untada e levada para assar em forno industrial (marca Dako) a 200 °C por aproximadamente trinta minutos (Figura 6.2).

**Figura 6.2** Diagrama de blocos do processamento das formulações de biscoitos

Uma vez assados, os biscoitos foram resfriados em temperatura ambiente e acondicionados em recipientes plásticos vedados (Figura 6.3).



**Figura 6.3** Formulações dos biscoitos com as diferentes farinhas: a) trigo; b) quinoa; c) linhaça; d) soja

### 3.3 Composição proximal

As análises da composição proximal foram realizadas em triplicata e seguiram as metodologias descritas pela Association of Analytical Communities (1995). A quantificação de umidade foi realizada em estufa a 105 °C com circulação de ar, cinzas foram determinadas por carbonização seguida de incineração em mufla a 550 °C, lipídeos foram quantificados por extração em Soxhlet com éter de petróleo, e proteínas foram determinadas calculando o teor de nitrogênio total pelo método Microkjeldahl, usando fator de correção 6,25. Os carboidratos foram calculados por diferença [100-(umidade+cinzas+lípídeos+proteínas)]. As fibras alimentares foram determinadas em duplicata, segundo o método 991.43 da Association of Analytical Communities (1995). As amostras foram previamente desengorduradas (as que apresentaram mais de 10% de lipídeos) e digeridas enzimaticamente.

### 3.4 Propriedades tecnológicas

O IAA (índice de absorção de água), IAO (índice de absorção de óleo), densidade e VI (volume de intumescimento) foram determinados em triplicata, segundo Seibel e Beléia (2009). Os IAA e IAO foram quantificados pela suspensão de 1 g de amostra em 30 ml de água destilada ou óleo em tubos de centrífuga, agitados de forma intermitente durante 30 minutos em agitador horizontal Nova Técnica (NT 155), com velocidade de 150 rpm, e centrifugados a 3.000 rpm por 10 minutos (centrífuga Quimis). O sobrenadante foi descartado, e os índices obtidos pela razão entre o peso do sedimento úmido e o peso da matéria seca, expresso em gramas de água/óleo absorvida(o)/grama de matéria seca. A densidade foi determinada diretamente em proveta graduada e balança analítica para medir o peso de 10 ml de amostra. O VI é o volume ocupado pela amostra após duas horas sob agitação magnética e completa decantação, e foi expresso em ml/grama de matéria seca.

### 3.5 Determinação de ácidos graxos

Os ácidos graxos foram analisados em triplicata por CG (cromatografia gasosa), de acordo com Abidi et al. (1999), Bannon et al. (1982), Christie (1989) e Rayford et al. (1994). Alíquotas de 200 mg das amostras foram colocadas em tubos de ensaio com capacidade de 25 ml, com 5 ml de solução de metóxido de sódio ( $\text{NaCH}_3\text{OH}$ ) recém-preparada e homogeneizada em agitador de tubos do tipo vortex (marca Phoenix, modelo AP 56). Depois disso, foram deixadas em repouso por uma hora à temperatura ambiente (24 °C) para que a reação de transesterificação ocorresse; durante esse período, os tubos de ensaio foram agitados. Logo após, foram adicionados, em cada tubo de ensaio, 1 ml de solução aquosa a 10% de ácido acético glacial e 10 ml de heptano. Foram transferidos para recipientes (vials) próprios para injeção no cromatógrafo gasoso, cerca de 2,0 ml da camada de heptano.

A análise foi realizada em cromatógrafo a gás da marca Hewlett Packard, modelo 6890, com autoinjeter de amostras, equipado com coluna capilar de sílica de 30 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e filme com 0,2  $\mu\text{m}$  de espessura da marca Supelco, modelo SP 2340. A análise foi conduzida por cromatografia isotérmica a 190 °C, com um detector de ionização de chama à temperatura de 300 °C e com temperatura do injetor regulada a 250 °C durante toda a análise. O fluxo de gases foi regulado para o hélio em 40 ml/minuto, para o hidrogênio em 40 ml/minuto e para o ar sintético em 450 ml/minuto. O volume de injeção foi de 1,0  $\mu\text{L}$  com taxas de *split* variando de 5:1 a 40:1, dependendo da concentração da amostra. O tempo total de corrida para cada amostra foi de 5 minutos.

### 3.6 Análise sensorial

Os testes de aceitação foram aplicados em blocos incompletos, em apresentação monádica, com um total de 200 provadores não treinados de ambos os sexos que consentiram em participar da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foi utilizada uma escala hedônica de 10 pontos proposta por Villanueva, Petenate e da Silva (2005), em relação à cor, sabor, textura e aceitação global. Para a aceitação global, foi avaliado o IA (índice de aceitabilidade) proposto por Dutcosky (1996), no qual um produto é considerado aceito quando atinge IA de, no mínimo, 70%. Esse índice foi calculado a partir da equação  $IA(\%) = A \times 100/B$ , no qual A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto. Para cada formulação também foi realizado um teste de intenção de compra de 5 pontos, onde 5 equivale a “certamente compraria” e 1 equivale a “certamente não compraria”.

Dos 200 julgadores que participaram da pesquisa, a maioria era mulheres (69,5%), entre vinte e trinta anos (52%), com ensino médio completo (66,5%), que consomem biscoitos doces semanalmente (48,5%) e que já ouviram falar em alimentos funcionais (67,5%).

### 3.7 Tratamento estatístico

Os dados da composição proximal, das propriedades tecnológicas, dos ácidos graxos e da análise sensorial 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

Comparando as farinhas pelos dados da composição proximal (Tabela 6.2), nota-se que houve diferença significativa entre as farinhas para todos os parâmetros avaliados. A farinha de soja apresentou maiores teores de proteínas (36,20 g/100 g), umidade (11,96 g/100 g) e cinzas (4,54 g/100 g), indicando apresentar maior conteúdo de minerais. A farinha de linhaça destacou-se das demais por apresentar maior conteúdo lipídico (45,07 g/100 g), e a de trigo, por apresentar maior média de carboidratos (77,47 g/100 g), seguida pela de quinoa (69,00 g/100 g).

A portaria n. 354 da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) prevê que a farinha de trigo deve apresentar no máximo 15 g/100 g de umidade e 1,35 g/100 g de cinzas, e, no mínimo, 7 g/100 g de proteínas, o que permite afirmar que a amostra analisada está dentro das especificações exigidas pela legislação (BRASIL, 1996). Borges et al. (2003), caracterizando farinha integral de quinoa, encontraram teor de cinzas (2,39 g/100 g) semelhante e maiores médias para pro-

teínas (17,37 g/100 g) e carboidratos (71,81 g/100 g) em comparação à farinha de quinoa desta pesquisa.

**Tabela 6.2** Composição proximal das farinhas (g/100 g)

Farinhas	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Proteínas	Carboidratos
Trigo	11,25±0,23 <sup>b</sup>	0,44±0,28 <sup>d</sup>	0,23±0,28 <sup>d</sup>	10,61±0,40 <sup>d</sup>	77,47
Quinoa	9,78±0,15 <sup>c</sup>	2,48±0,06 <sup>c</sup>	4,95±0,68 <sup>c</sup>	13,79±0,08 <sup>c</sup>	69,00
Linhaça dourada	6,00±0,19 <sup>d</sup>	3,54±0,01 <sup>b</sup>	45,07±0,41 <sup>a</sup>	20,76±0,81 <sup>b</sup>	24,63
Soja	11,96±0,17 <sup>a</sup>	4,54±0,06 <sup>a</sup>	17,84±0,48 <sup>b</sup>	36,20±0,94 <sup>a</sup>	29,46

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

As médias de proteínas e lipídeos da farinha de soja foram inferiores às médias determinadas por Wang et al. (2006) (42,04 g/100 g e 18,63 g/100 g) para farinha integral de soja, porém, a média de cinzas foi próxima (4,60 g/100 g), e a de carboidratos, superior (24,48 g/100 g). A composição proximal da farinha de linhaça dourada se diferencia da analisada por Bombo (2006) para torta de linhaça (resíduo obtido após extração do óleo por prensagem a frio), que encontrou médias de 7,85 g/100 g para umidade, 32,81 g/100 g de proteínas, 9 g/100 g de lipídeos e 5,56 g/100 g de cinzas. Essa diferença se deve justamente à diferença do produto analisado.

Segundo Anjo (2004), os efeitos do uso das fibras são a redução dos níveis de colesterol sanguíneo e diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer, decorrentes de três fatores: capacidade de retenção de substâncias tóxicas ingeridas ou produzidas no trato gastrointestinal durante processos digestivos, redução do tempo do trânsito intestinal, promovendo uma rápida eliminação do bolo fecal, com redução do tempo de contato do tecido intestinal com substâncias mutagênicas e carcinogênicas e formação de substâncias protetoras pela fermentação bacteriana dos compostos de alimentação. Nesta pesquisa, a farinha de linhaça foi a que apresentou maior conteúdo de fibras totais, solúveis e insolúveis (Tabela 6.3).

**Tabela 6.3** Fibras alimentares das farinhas (g/100 g)

Farinhas	Fibras solúveis	Fibras insolúveis	Fibras totais
Trigo	0,92±0,90 <sup>b</sup>	5,83±0,25 <sup>d</sup>	6,51±0,64 <sup>c</sup>
Quinoa	1,89±0,75 <sup>b</sup>	13,77±0,26 <sup>c</sup>	10,71±0,49 <sup>b</sup>
Linhaça dourada	8,85±1,30 <sup>a</sup>	41,87±1,13 <sup>a</sup>	50,72±0,17 <sup>a</sup>
Soja	1,11±1,36 <sup>b</sup>	17,69±0,06 <sup>b</sup>	18,80±1,30 <sup>b</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os teores de fibras totais das farinhas de trigo e quinoa foram superiores aos determinados por Borges et al. (2010), que encontraram média de 2,64 g/100 g para farinha de trigo e 9,59 g/100 g para farinha de quinoa. As médias das farinhas de linhaça e soja também foram significativamente superiores às de outros autores. Wang et al. (2006) encontraram 6,56 g/100 g de fibra para farinha integral de soja, e Garmus et al. (2009) encontraram 25,24 g/100 g para farinha de linhaça. O consumo de linhaça pode também auxiliar no funcionamento intestinal, graças ao elevado teor de fibra alimentar e de compostos bioativos, como lignanas e compostos fenólicos, que fazem da linhaça um alimento funcional (RIBEIRO, 2012).

As propriedades tecnológicas dos alimentos afetam as características nutritivas e sensoriais dos produtos, além de ter um importante papel físico na preparação, processamento ou estocagem dos alimentos, uma vez que estão relacionadas com a capacidade de hidratação, propriedades relacionadas a tamanho, forma e propriedades de superfície das moléculas (SEIBEL; BELÉIA, 2009). O resultado das análises tecnológicas (Tabela 6.4) permite afirmar que a farinha de linhaça é a que tem maior capacidade de hidratação, pois apresentou 7,31 g/g de IAA e 6,47 ml/g de VI, embora esse último índice tenha se aproximado ao da farinha de soja (6,86 ml/g). Esses índices dependem da conformação molecular, tamanho das partículas e números de sítios de ligação das moléculas (BARBOSA et al., 2011), mas como o tamanho das partículas foi uniformizado, o fato pode estar atribuído ao seu alto teor de fibras. No que diz respeito ao IAO, todas as farinhas apresentaram comportamento semelhante, e, em relação à densidade, as farinhas de linhaça e soja apresentaram os menores valores (0,29 g/ml e 0,33 g/ml).

**Tabela 6.4** Propriedades tecnológicas das farinhas

Farinhas	VI (ml/g)	IAA (g/g)	IAO (g/g)	Densidade (g/ml)
Trigo	3,14±0,34 <sup>b</sup>	2,22±0,10 <sup>c</sup>	2,73±0,16 <sup>a</sup>	0,50±0,01 <sup>b</sup>
Quinoa	2,55±0,34 <sup>b</sup>	2,88±0,19 <sup>bc</sup>	2,92±0,26 <sup>a</sup>	0,56±0,02 <sup>a</sup>
Linhaça dourada	6,47±0,59 <sup>a</sup>	7,31±1,03 <sup>a</sup>	2,56±0,23 <sup>a</sup>	0,29±0,01 <sup>c</sup>
Soja	6,86±0,34 <sup>a</sup>	3,82±0,39 <sup>b</sup>	3,04±0,29 <sup>a</sup>	0,33±0,03 <sup>c</sup>

Média±desvio padrão; VI = volume de intumescimento; IAA = índice de absorção de água; IAO = índice de absorção de óleo. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Barbosa et al. (2011) analisaram farinha de *okara* e encontraram valor de 3,81 g/g de IAO, o que se aproxima da média analisada neste estudo para todas as farinhas, sugerindo que todas possuem a mesma disponibilidade de grupos lipofílicos. Esses mesmos autores encontraram média significativamente superior (8,63 g/g) de VI ao encontrado para as farinhas de trigo, quinoa, linhaça dourada e soja desta pesquisa.

Quanto à densidade, a média da farinha de quinoa foi próxima da média reportada (0,58 g/ml) por Akubor e Ukwuru (2003) para farinha de soja. As demais médias analisadas nesta pesquisa foram inferiores à média encontrada por esses autores para farinha de mandioca (0,63 g/ml). Silva et al. (2011) atribuíram diferenças na densidade de farinhas devido à inexistência de padronização na produção, mas, como neste trabalho as farinhas foram produzidas sob as mesmas condições, a diferença na densidade está atribuída somente às alterações nas estruturas físicas das matrizes dos diferentes grãos utilizados.

Houve diferença significativa quanto ao total dos ácidos graxos (Tabela 6.5) nas diferentes farinhas utilizadas, sendo a farinha de linhaça a que apresentou maior teor (28,22 g/100 g). Os ácidos graxos são classificados conforme a presença de duplas ligações (insaturações) entre as cadeias de carbono. São denominados ácidos graxos saturados na ausência de duplas ligações; ácidos graxos monoinsaturados pela presença de uma insaturação; ácidos graxos poli-insaturados pela presença de duas ou mais insaturações (YOU DIM; MARTIN; JOSEPH, 2000 apud PERINI et al., 2010).

**Tabela 6.5** Teor dos ácidos graxos das farinhas (g/100 g)

	Trigo	Quinoa	Linhaça dourada	Soja
Palmítico (16:0)	0,14±0,01 <sup>c</sup>	0,32±0,01 <sup>b</sup>	1,52±0,02 <sup>a</sup>	1,51±0,06 <sup>a</sup>
Esteárico (18:0)	-	-	1,07±0,02 <sup>a</sup>	0,35±0,01 <sup>b</sup>
Araquídico (20:0)	-	-	-	0,04±0,01 <sup>a</sup>
Oleico (18:1)	0,17±0,06 <sup>d</sup>	0,78±0,04 <sup>c</sup>	6,19±0,11 <sup>a</sup>	5,05±0,16 <sup>b</sup>
Linoleico (18:2)	0,53±0,03 <sup>d</sup>	1,62±0,06 <sup>c</sup>	4,87±0,09 <sup>b</sup>	6,24±0,20 <sup>a</sup>
Linolênico (18:3)	-	0,26±0,01 <sup>b</sup>	14,57±0,90 <sup>a</sup>	0,75±0,02 <sup>b</sup>
Total	0,83±0,09 <sup>d</sup>	2,98±0,12 <sup>c</sup>	28,22±0,77 <sup>a</sup>	13,95±0,45 <sup>b</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os ácidos graxos saturados se apresentam na forma sólida à temperatura ambiente, e podem ser de cadeias médias ou longas. Dentre os de cadeias longas, os que mais se destacam são o palmítico, esteárico e araquídico. O ácido palmítico e o araquídico tendem a elevar a concentração plasmática de colesterol e de LDL (lipoproteína de baixa densidade), diferentemente do esteárico, que não eleva a colesterolemia por ser rapidamente convertido a ácido oleico no fígado (LOTTENBERG, 2009).

Com relação ao teor desses ácidos graxos, a farinha de linhaça foi a que apresentou maior média do esteárico (1,07 g/100 g) e, junto com a farinha de

soja, a maior média do palmítico (1,52 g/100 g e 1,51 g/100 g, respectivamente). Apesar de insignificante, a farinha de soja foi a única que apresentou perfil de araquídico (0,04 g/100 g). As farinhas de trigo e quinoa também não apresentaram conteúdo de esteárico, e obtiveram pequenos índices de palmítico, 0,14 g/100 g e 0,32 g/100 g, respectivamente.

Quanto aos ácidos graxos insaturados, sua classificação se baseia no número de duplas ligações, podendo ser denominados mono ou poli-insaturados, pertencendo a diferentes séries, definidas pela localização da primeira dupla ligação na cadeia de carbono a partir do terminal metila, identificada pela letra  $\omega$ . Dessa forma, esses ácidos graxos são classificados em série  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 e  $\omega$ -9. O ácido oleico, da série  $\omega$ -9, é o ácido graxo monoinsaturado mais frequentemente encontrado na natureza, e o poliinsaturado mais abundante é o linoleico pertencente à série  $\omega$ -6. O linolênico, da série  $\omega$ -3, é frequentemente encontrado na linhaça, soja e canola (LOTTENBERG, 2009).

Os resultados mostraram que a farinha de linhaça foi a que apresentou maior teor de linolênico (14,57 g/100 g) e oleico (6,19 g/100 g), e a farinha de soja, maior conteúdo de linoleico (6,24 g/100 g). A farinha de trigo não apresentou perfil significativo de linolênico e apresentou os menores teores de oleico (0,17 g/100 g) e linoleico (0,53 g/100 g). A literatura relata que o consumo desse tipo de ácidos graxos pode reduzir os teores de LDL e que a substituição de gordura saturada por poli-insaturada reduz o risco cardiovascular (LOTTENBERG, 2009); com isso, conclui-se que a farinha com melhor perfil lipídico é a farinha de linhaça.

Este estudo confirma a pesquisa de Morris (2001), que diz que a linhaça possui alto índice de ácidos graxos poli-insaturados, moderado em ácidos graxos monoinsaturados e baixo em ácidos graxos saturados, e a pesquisa de Repo-Carrasco-Valencia e Serna (2011), que menciona que a farinha de quinoa apresenta maior concentração de ácido linoleico, seguido de oleico (MORRIS, 2001 apud LIMA, 2007).

Estudos mostram que a utilização de farinhas de oleaginosas em produtos de panificação tem melhorado a qualidade nutricional desses tipos de produtos. Analisando a composição proximal (Tabela 6.6) das formulações dos biscoitos, nota-se que a adição das farinhas de linhaça dourada e de soja reduziu o teor de carboidratos (de 74,11 g/100 g para 63,04 g/100 g e 62,50 g/100 g) e aumentou o conteúdo de cinzas (de 0,85 g/100 g para 1,44 g/100 g e 1,55 g/100 g) e proteínas (de 4,97 g/100 g para 6,28 g/100 g e 8,69 g/100 g), confirmando a melhoria na qualidade nutricional dos produtos enriquecidos com estas farinhas.

A TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2006) estabelece para biscoito que contenha em sua formulação polvilho doce 5,4 g/100 g de umidade, 1,3 g/100 g de proteínas, 12,2 g/100 g de lipídeos, 80,5 g/100 g de carboidratos e 0,5 g/100 g de cinzas.



Tendo como base esses valores, nota-se que a amostra padrão apresentou maiores teores de proteínas, lipídeos e cinzas, o que pode ser consequência dos demais ingredientes utilizados na formulação.

**Tabela 6.6** Composição proximal dos biscoitos (g/100 g)

Biscoitos	Umidade	Cinzas	Lipídeos	Proteínas	Carboidratos
Trigo	3,51±0,23 <sup>b</sup>	0,85±0,01 <sup>b</sup>	16,56±1,01 <sup>b</sup>	4,97±0,89 <sup>c</sup>	74,11
Quinoa	2,89±0,28 <sup>c</sup>	1,10±0,19 <sup>b</sup>	17,57±1,19 <sup>b</sup>	4,36±0,85 <sup>c</sup>	74,08
Linhaça dourada	3,21±0,09 <sup>bc</sup>	1,44±0,09 <sup>a</sup>	26,03±0,33 <sup>a</sup>	6,28±0,09 <sup>b</sup>	63,04
Soja	9,20±0,04 <sup>a</sup>	1,55±0,04 <sup>a</sup>	17,97±0,47 <sup>b</sup>	8,69±0,73 <sup>a</sup>	62,59

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

As médias obtidas para umidade e cinzas da amostra com farinha de quinoa foram superiores às da composição proximal obtida por Giovanella, Schlabitz e de Souza (2013) para biscoitos elaborados com farinha de quinoa e fécula de batata. Os autores encontraram médias de 2,5 g/100 g de umidade e 1,3 g/100 g de cinzas. As médias reportadas por esses autores para proteínas e carboidratos foram maiores, 5 g/100 g e 74,8 g/100 g, respectivamente. O teor de lipídeos foi semelhante, 16,3 g/100 g.

A caracterização do biscoito de linhaça se distancia das médias encontradas em biscoitos tipo *cracker* com 20% de farinha de linhaça analisadas por Maciel, Pontes e Rodrigues (2008), justamente pela diferença dos ingredientes utilizados na formulação. Os autores utilizaram bicarbonato de sódio e gordura vegetal hidrogenada, encontrando médias de 4,92 g/100 g de umidade, 2,50 g/100 g de cinzas, 25,8 g/100 g de proteínas, 15,82 g/100 g de lipídeos e 41,25 g/100 g de carboidratos.

Utilizando farinha de soja comercial para elaboração dos biscoitos, Santos et al. (2010) encontraram teores de 7,81 g/100 g de proteínas, 18,38 g/100 g de lipídeos e 1,02 g/100 g de cinzas, o que se aproxima dos teores obtidos para lipídeos e proteínas dos biscoitos com farinha de soja analisados nesta pesquisa. O teor de cinzas foi significativamente superior, mas deve-se ao fato de a farinha utilizada ser integral.

Os dados do conteúdo de fibras alimentares das formulações dos biscoitos (Tabela 6.7) permitem afirmar que a utilização das diferentes farinhas incrementou o teor de fibras totais, sendo que a utilização das farinhas de linhaça e de soja apresentaram os melhores resultados (12,02 g/100 g e 10,92 g/100 g, respectivamente). Mesmo assim, de acordo com a legislação vigente, todas as formulações adicionadas das diferentes farinhas de oleaginosas são consideradas fonte de fibras, pois a Portaria n. 27, de 13/01/1998, da Anvisa (BRASIL, 1998) prevê que

um alimento é fonte de fibras alimentares quando apresenta, no mínimo, 3% de fibras e possui alto teor de fibras quando apresenta, no mínimo, 6%.

**Tabela 6.7** Fibras alimentares dos biscoitos (g/100 g)

Biscoitos	Fibras solúveis	Fibras insolúveis	Fibras totais
Trigo	0,82±0,13 <sup>b</sup>	1,21±0,42 <sup>c</sup>	2,03±0,30 <sup>c</sup>
Quinoa	1,21±0,02 <sup>ab</sup>	5,30±0,07 <sup>b</sup>	6,51±0,10 <sup>b</sup>
Linhaça dourada	2,20±0,48 <sup>a</sup>	9,82±0,14 <sup>a</sup>	12,02±0,61 <sup>a</sup>
Soja	0,77±0,02 <sup>b</sup>	10,15±0,09 <sup>a</sup>	10,92±0,07 <sup>a</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Segundo a TACO (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2006), o teor médio de fibras para biscoito com polvilho doce é de 1,2 g/100 g, o que está abaixo do valor determinado neste estudo, fato que pode estar atribuído à presença de coco ralado na formulação, que apresenta média de 9,4 g/100 g de fibras totais (BRASIL, 2005). O teor de fibras do biscoito com farinha de quinoa foi próximo ao valor quantificado por Giovanella, Schlabit e de Souza (2013), que encontraram média de 6,75 g/100 g para biscoito com farinha de quinoa e fécula de batata.

A média de fibras totais para o biscoito com farinha de linhaça também foi próxima à quantidade determinada por Maciel, Pontes e Rodrigues (2008) (12,22 g/100 g) para biscoito tipo *cracker* com 20% de farinha de linhaça. E, apesar de a porcentagem de farinha de soja utilizada ter sido parecida, o teor de fibras totais do biscoito de soja foi significativamente superior à média encontrada por Vasconcelos et al. (2006) (5,96 g/100 g) para pão de forma com 15% de farinha de soja.

Os dados das propriedades tecnológicas dos biscoitos (Tabela 6.8) mostraram que a única diferença foi quanto ao IAA, cuja formulação com farinha de linhaça apresentou maior média (2,36 g/g), confirmando a maior capacidade de hidratação dessa farinha, que pode ser notada na maior maleabilidade da massa.

**Tabela 6.8** Propriedades tecnológicas dos biscoitos

Biscoitos	VI (ml/g)	IAA (g/g)	IAO (g/g)	Densidade (g/ml)
Trigo	2,75±0,34 <sup>a</sup>	2,12±0,09 <sup>b</sup>	2,44±0,28 <sup>a</sup>	0,45±0,03 <sup>a</sup>
Quinoa	2,55±0,34 <sup>a</sup>	2,08±0,05 <sup>b</sup>	2,15±0,38 <sup>a</sup>	0,47±0,03 <sup>a</sup>
Linhaça dourada	3,53±0,59 <sup>a</sup>	2,36±0,06 <sup>a</sup>	2,02±0,04 <sup>a</sup>	0,41±0,03 <sup>a</sup>
Soja	2,55±0,34 <sup>a</sup>	1,99±0,04 <sup>b</sup>	2,62±0,15 <sup>a</sup>	0,43±0,01 <sup>a</sup>

Média±desvio padrão; VI = volume de intumescimento; IAA = índice de absorção de água; IAO = índice de absorção de óleo. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

As médias de VI de todas as formulações foram superiores às encontradas em biscoitos mistos com farinha de trigo e farinha de jatobá, 1,53 ml/g (SILVA et al., 2001), e de biscoitos contendo 20% de farelo de arroz, 1,36 ml/g (FEDDERN et al., 2011). Os índices de absorção de água e de óleo foram respectivamente menores e próximos aos determinados por de Ávila et al. (2010) em biscoito tipo *cookie* com fécula de mangarito, que encontraram médias de 4,65 g/g para absorção de água e 2,40 g/g para absorção de óleo. O alto valor de IAA confirma a interação dos grupos hidrofílicos e a capacidade de formar gel das moléculas de amido, pois o mangarito pertence à família das tuberosas amiláceas, nas quais o componente predominante é o amido/fécula. A densidade dos biscoitos se aproximou da encontrada para biscoito *cracker* adicionado de 20% de farinha de linhaça (0,50 g/ml) (MACIEL; PONTES; RODRIGUES, 2008).

Analisando o conteúdo total de ácidos graxos dos biscoitos (Tabela 6.9), a formulação com farinha de linhaça apresentou maior quantidade (14,74 g/100 g) e também o maior teor de linolênico (3,85 g/100 g). Quanto aos demais ácidos graxos, todas as formulações apresentaram conteúdos próximos.

**Tabela 6.9** Teor dos ácidos graxos dos biscoitos (g/100 g)

	Trigo	Quinoa	Linhaça dourada	Soja
Palmítico (16:0)	1,85±0,07 <sup>a</sup>	1,70±0,08 <sup>a</sup>	1,99±0,24 <sup>a</sup>	1,74±0,30 <sup>a</sup>
Esteárico (18:0)	0,84±0,03 <sup>ab</sup>	0,77±0,05 <sup>b</sup>	1,00±0,12 <sup>a</sup>	0,72±0,14 <sup>b</sup>
Araquídico (20:0)	0,04±0,01 <sup>a</sup>	0,04±0,01 <sup>a</sup>	0,04±0,01 <sup>a</sup>	0,03±0,02 <sup>a</sup>
Oleico (18:1)	3,45±0,09 <sup>b</sup>	3,27±0,28 <sup>b</sup>	4,51±0,53 <sup>a</sup>	3,62±0,70 <sup>ab</sup>
Linoleico (18:2)	2,61±0,06 <sup>a</sup>	2,63±0,20 <sup>a</sup>	3,35±0,40 <sup>a</sup>	3,17±0,59 <sup>a</sup>
Linolênico (18:3)	0,24±0,01 <sup>b</sup>	0,26±0,02 <sup>b</sup>	3,85±0,45 <sup>a</sup>	0,33±0,06 <sup>b</sup>
Total	9,04±0,26 <sup>b</sup>	8,68±0,63 <sup>b</sup>	14,74±1,74 <sup>a</sup>	9,61±1,81 <sup>b</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Chiara, Sichieri e Carvalho (2003) analisaram o perfil de ácidos graxos de biscoitos tipo *cream cracker* e, assim como neste estudo, não verificaram a presença de ácidos graxos saturados de cadeia curta, pois esses são característicos de gordura láctea, enquanto o teor de oleico (3,43 g/100 g) foi semelhante aos das formulações de trigo, quinoa e soja. O teor de linoleico encontrado por esses autores (0,90 g/100 g) ficou bem abaixo dos encontrados para todas as amostras desta pesquisa, pois o

ácido linoleico é proveniente de nozes, grãos e sementes, e os biscoitos tipo *cream cracker* não utilizam esses ingredientes em sua formulação.

Os teores de esteárico e araquídico foram maiores e próximos aos determinados por Bottan (2010), que analisou biscoito doce simples e encontrou valores de 0,64 g/100 g e 0,04 g/100 g, respectivamente. Porém, os teores de palmítico (40 g/100 g) e oleico (39,2 g/100 g) analisados por esse autor foram bem superiores a todas as formulações, e o teor de linolênico, (0,06 g/100 g), significativamente inferior.

Em relação aos dados da análise sensorial (Tabela 6.10), nota-se que as maiores médias para cor foram para as formulações com farinha de trigo (8,60) e linhaça (8,15), e essas não diferiram significativamente das demais formulações, sugerindo que as diferentes farinhas se comportaram de forma semelhante durante o processamento e que o tempo de assamento foi adequado. Entretanto, com relação ao sabor e aceitação global, houve diferença entre as amostras, sendo que a formulação com farinha de trigo alcançou os melhores índices (9,04 e 9,09, respectivamente). Para textura, o biscoito com farinha de soja obteve a menor nota (6,90), fato que pode ser devido à menor crocância apresentada por essa amostra.

**Tabela 6.10** Análise sensorial de aceitação das formulações de biscoito

Biscoitos	Cor	Sabor	Textura	Aceitação global
Trigo	8,60±1,20 <sup>a</sup>	9,04±1,23 <sup>a</sup>	9,05±0,99 <sup>a</sup>	9,09±1,04 <sup>a</sup>
Quinoa	7,58±1,86 <sup>b</sup>	7,71±1,55 <sup>b</sup>	8,47±1,35 <sup>ab</sup>	7,91±1,38 <sup>b</sup>
Linhaça dourada	8,15±1,49 <sup>ab</sup>	8,16±1,51 <sup>b</sup>	8,01±1,74 <sup>b</sup>	7,93±1,70 <sup>b</sup>
Soja	7,70±1,82 <sup>b</sup>	7,75±1,98 <sup>b</sup>	6,90±2,25 <sup>c</sup>	7,53±1,81 <sup>b</sup>

Média±desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Escala hedônica de dez pontos (0 = desgostei extremamente e 10 = gostei extremamente).

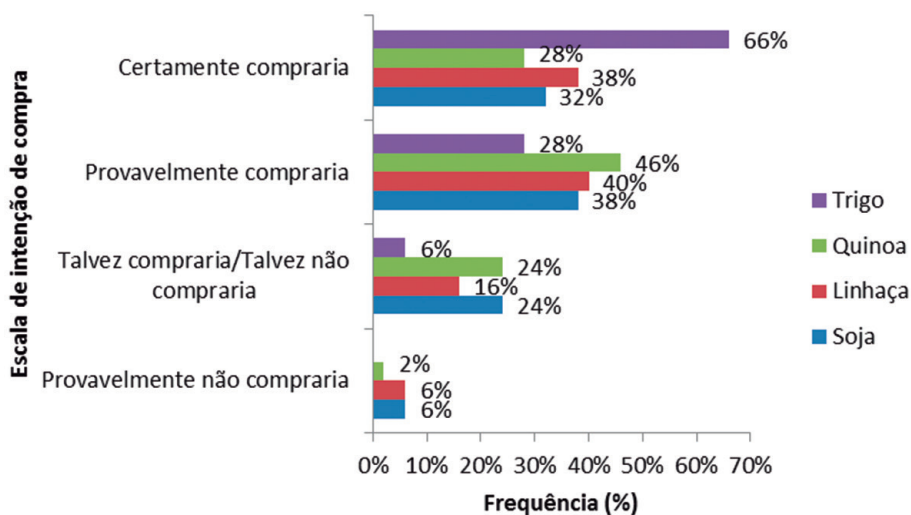
O índice de aceitabilidade (IA) da impressão global das formulações de trigo, quinoa, linhaça dourada e soja foram 90,9%, 79,1%, 79,3% e 75,3%, respectivamente, e, com isso, concluiu-se que todas as amostras foram bem aceitas, pois, segundo Dutcosky (1996), um produto é considerado aceito quando atinge IA de no mínimo 70%.

As médias obtidas para a formulação com farinha de quinoa superam as médias relatadas por Giovanella, Schlabit e de Souza (2013) para biscoitos elaborados com farinha de quinoa e fécula de batata, que foram 7,29 para aparência, 6,46 para sabor, 7,23 para textura e 7,20 para impressão global. A formulação com farinha de linhaça obteve superioridade quanto aos atributos sabor (6,18),

textura (6,7) e aceitação geral (6,37) obtidos para pão com 10% de farinha de linhaça e 3% de farinha de maracujá (LIMA, 2007).

Os biscoitos elaborados com farinha de soja também apresentaram médias superiores às reportadas por Vasconcelos et al. (2006) em um teste de aceitação de pão de forma com 15% de farinha de soja. Os autores encontraram apenas 6,15 para sabor, 7,12 para aparência e 6,50 para aceitação global.

Esses valores confirmaram a aceitabilidade de todas as formulações. E, apesar de a formulação de trigo ter apresentado melhor aceitação (66% “certamente comprariam”) (Figura 6.4), todas as formulações obtiveram médias entre “provavelmente” e “certamente compraria”, e nenhuma recebeu intenções de “certamente não compraria”. As formulações com farinha de quinoa, de linhaça e de soja obtiveram respectivamente médias de 74%, 78% e 70% para “certamente” e “provavelmente compraria”, e apenas 2%, 6% e 6% de “provavelmente não compraria”.



**Figura 6.4** Intenção de compra das diferentes formulações de biscoitos

As médias de intenção de compra das formulações testadas neste experimento foram superiores às encontradas por Giovanella, Schlabititz e de Souza (2013) quando avaliaram a intenção de compra de biscoitos elaborados com farinha de quinoa e fécula de batata, e por Vasconcelos et al. (2006) para pão de forma com 15% de farinha de soja. As médias foram de 50% a 62,5% de menções positivas para o biscoito, e de apenas 10% “certamente compraria” para o pão de forma.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio da pesquisa, foi possível a elaboração dos biscoitos doces sabor coco com as diferentes farinhas utilizadas, sendo que o uso das farinhas de soja e de linha-

ça mostraram os melhores índices nutricionais. As formulações com essas farinhas obtiveram aumento significativo no teor de proteínas e cinzas, além de redução no teor de carboidratos. As formulações tiveram suas qualidades nutritivas melhoradas, sendo consideradas “alimentos com alto teor de fibras”. Todas as formulações foram bem aceitas por parte dos julgadores e alcançaram médias desejáveis quanto à intenção de compra. Conseqüentemente, os biscoitos mostraram-se produtos promissores para serem inseridos no mercado, pois foram eficientes veículos para enriquecimento nutricional, além de terem sido bem aceitos sensorialmente.

## REFERÊNCIAS

- ABIDI, S. L.; LIST, G. R.; RENNICK, K. A. Effect of genetic modification on the distribution of minor constituents in canola oil. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 76, n. 4, p. 463-467, 1999.
- ADITIVOS E INGREDIENTES. Produtos de panificação com benefícios. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/325.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/325.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2013.
- AKUBOR, P. I.; UKWURU. M. U. Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends. **Plant Foods for Human Nutrition**, Idah, v. 58, n. 3, p. 1-12, 2003.
- ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. Official methods of analysis. 16.ed. Arlington: Association of Analytical Communities, 1995. v.1-2.
- BANNON, C. D. et al. **Journal of Chromatography**, v. 247, p. 71, 1982.
- 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.
- BASHO, S. M.; BIN, M. C. Propriedades dos Alimentos Funcionais e Seu Papel Na Prevenção e Controle da Hipertensão e Diabetes. **Interbi**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, 2010.
- BOMBO, A. J. **Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho e linhaça**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BORGES, J. T. S. et al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, jul./dez. 2003.
- \_\_\_\_\_. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Temas Agrários**, v. 15, n. 1, p. 9-23, jan./jun. 2010.
- \_\_\_\_\_. Qualidade nutricional de pão de forma enriquecido com farinha de quinoa. **ver. Alimentos Hoy**, v. 21, n. 27, p. 55-67, 2012.

BOTTAN, T. **Avaliação do teor de ácidos graxos trans em alimentos comercializados na cidade de São Paulo**. 2010. 99 f. Dissertação (Pós-graduação e nutrição) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 12, de 24 de julho de 1978. **Normas técnicas relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 jul. 1978.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n° 354, de 18 de julho de 1996. **Norma Técnica referente a Farinha de Trigo**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jul. 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Resolução n. 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, 03 maio 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Resolução n. 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, 22 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos**. Brasília, DF, 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n° 27 de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis>> Acesso em: 21 set. 2013.

BUENO, M. M. Desenvolvimento e aceitabilidade de pão de forma enriquecido com polidextrose e flocos de quinoa. Dissertação (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2012. 71 f.

CABALLERO-CÓRDOBA, G. M.; WANG S.; SGARBIBIERI, V. C. Características nutricionais e sensoriais de sopa cremosa semi-instantânea à base de farinhas de trigo e soja desengordurada. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 29, n. 7, p. 1137-1143, jul. 1994.

CALDERELLI, V. A. S. et al. Quinoa e linhaça: ingredientes potenciais na produção de pão com qualidade funcional. **Braz. Arco. Biol. Tecnologia**, Curitiba, v. 53, n. 4, jul./ago. 2010.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. **Boletim da SBCTA**, v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CARDOSO, A. L.; OLIVEIRA, G. G. Alimentos funcionais. UFSC, 2008. Disponível em: <[http://www.nutrijr.ufsc.br/jornal/jornal\\_eletronico\\_06-08.pdf](http://www.nutrijr.ufsc.br/jornal/jornal_eletronico_06-08.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2013.

CHIARA, V. L.; SICHIERI, R.; CARVALHO, T. S. F. Teores de ácidos graxos trans de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 227-233, abr./jun. 2003.

CHRISTIE, W. W. **Gas chromatography and lipids: a practical guide**. Ayr, Scotland: The oil Press, 1989.

- CIABOTTI, S. et al. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out. 2006.
- DANTAS, M. I. S. et al. Farinhas de soja sem lipoxigenase agregam valor sensorial em bolover. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 141-144, mar./abr. 2010.
- DE ABREU, C. R. A. et al. Avaliação química e físico-química de bebidas de soja com frutas tropicais. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 291-296, jul./set. 2007.
- ÁVILA, R. et al. Avaliação da composição centesimal e utilização na elaboração de biscoitos tipo cookie do resíduo da extração da fécula do mangarito. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 1, n. 1, p. 21-32, 2010.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Universitária Champagnat, 1996.
- EL DASH, A.; GERMANI, R. Tecnologia de farinhas mistas: Uso de farinhas mistas na produção de biscoitos. Brasília: Embrapa – SPI, 1994. v. 6.
- EMBRAPA SOJA. **Receitas com soja**: Biscoito de Coco e Farinha de Soja. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/receitas/mostrar\\_receita.php?cod\\_receita=67](http://www.cnpso.embrapa.br/receitas/mostrar_receita.php?cod_receita=67)> Acesso em: 14 mai. 2013.
- EMBRAPA TRIGO. **Trigo**. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.htm>> Acesso em: 18 jun. 2013.
- FEDDERN, V. et al. Avaliação física e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farelo de trigo e arroz. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 265-272, out./dez. 2011.
- GARMUS, T. T. **Avaliação sensorial de iogurte de morango com adição de farinha de linhaça**. In: Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), 2009.
- GIOVANELLA, C.; SCHLABITZ, C.; DE SOUZA, C. F. V. Caracterização e aceitabilidade de biscoitos preparados com farinha sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p. 965-976, 2013.
- KINOUCI F. L. et al. Aceitação do “iogurte” de soja entre adolescentes. **Alim. Nutr.**, São Paulo, v. 13, p. 131-142, 2002.
- 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. Tese (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará; Ceará, 2007.
- LOPES, C. O. et al. Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 669-675, out./dez. 2009.
- LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.
- MACIEL, L. M. B.; PONTES, D. F.; RODRIGUES, M. C. P. Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo cracker. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 385-392, out./dez. 2008.



- MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 30, n. 4, out./dez. 2010.
- MARQUES, A. C. et al. Efeito da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 24, n. 1, p. 131-141, jan./fev. 2011.
- MATOS, E. H. S. F. Dossiê técnico: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília. *Processamento de Frutas Cristalizadas*, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTA5>>. Acesso em: 18 jun. 2013.
- MIRANDA, M. Z.; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 22, n. 3, p. 216-223, set./dez. 2002.
- MITTELMANN, A. et al. Herança de caracteres do trigo relacionados à qualidade de panificação. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 5, p. 975-983, mai. 2000.
- MOLENA-FERNANDES, C.A. et al. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. *Rev. Bras. Plantas Med.*, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 201-207, abr./jun. 2010.
- MORAES, K. S. et al. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 30, n. 1, mai. 2010.
- OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 141-150, abr./jun. 2007.
- PAUCAR-MENACHO, L. M. et al. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e povidexose utilizando páprica como corante. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 28, n. 4, out./dez. 2008.
- PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 15-24, jan./jun. 2004.
- PERINI, J. A. L. et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, nov./dez. 2010.
- RAYFORD, W. E. et al. *Analytical chemical support soybean uniform test analysis*. USDA, Agricultural Research Service, Midwest Area, NCAUR, Peoria, 1994. p. 17-26.
- REIS, F. R. **Efeito dos processos de branqueamento e acidificação sobre a cor e a absorção de gorduras de batatas-palha**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. 64f.
- REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. A.; SERNA, L. A. Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, n. 31, v. 1, p. 225-230, jan./mar. 2011.
- RIBEIRO, L. F. **Uso de espectroscopia no infravermelho e análise multivariada para previsão de ácidos graxos em linhaça dourada e marrom**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

- ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105-10, 2002.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-16, mar. 2006.
- SANDERS, M. E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **Int. Dairy J.**, Amsterdam, v. 8, p. 341-347, 1998.
- SANTOS, H. M. C. et al. Desenvolvimento e caracterização físico-química de biscoitos com farinha de soja orgânica de cultivares especiais para a alimentação humana. In: V Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. 2010.
- SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.
- SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. 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, abr./jun. 2009.
- SILVA, F. D. et al. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Alim. Nutr., Araraquara**, v. 22, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2011.
- SILVA, M. R. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 176-182, maio/ago. 2001.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf)> Acesso em: 17 jul. 2013.
- VASCONCELOS, A. C. et al. Processamento e aceitabilidade de pães de forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 43-49, jan./mar. 2006.
- VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 8, p. 691-703, dez. 2005.
- VITTI, P.; GARCIA, E. E. C.; OLIVEIRA, L. M. **Tecnologia de biscoitos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1988. 86 p. (Manual Técnico n. 1).
- WANG, S. H. et al. Características sensoriais de leites de soja reconstituídos. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 467-472, mar. 1999.
- \_\_\_\_\_. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 475-481, abr./jun. 2006.

# 7

## CAPÍTULO

# **APLICAÇÃO DE CHIA (*SALVIA HISPANICA*) NO PROCESSAMENTO DE PÃES VISANDO AO ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL E FUNCIONAL**

*Leticia Gimenes da Silva Brito*

*Isabel Craveiro Moreira*

## **1 INTRODUÇÃO**

O pão é um alimento altamente consumido em todo o mundo por todas as classes sociais, pois proporciona nutrientes básicos, como carboidratos, lipídeos e proteínas, muitas vezes sendo a principal refeição do dia. A farinha de trigo en-

riquecida com ferro e ácido fólico tem grande importância do ponto de vista nutricional, porém os pães podem ser enriquecidos também com outros ingredientes considerados funcionais, melhorando a saúde do consumidor e prevenindo doenças degenerativas (VASCONCELOS et al., 2006).

As fibras, apesar de não serem digeridas, têm uma importante função de regularizar o funcionamento intestinal, reduzindo o tempo de contato do bolo fecal com as paredes do intestino. A inclusão de alimentos funcionais enriquece a dieta, pois eles possuem substâncias capazes de auxiliar no trânsito intestinal, reduzir a absorção de gordura pelo organismo, prevenir doenças crônicas e o envelhecimento precoce (ATUI, 2012).

Estudos realizados com a semente e a farinha de chia relatam que esse cereal possui alto grau de funcionalidade e pode ser usado em diversas formulações, como pães, geleias, embutidos e bebidas, atribuindo um valor nutricional maior nas formulações (MÉNDEZ, 2008). Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo elaborar formulações de pão com adição de semente e farinha de chia, verificando a sua composição centesimal e sua aparência.

## 2 PÃO

O pão é um dos alimentos mais antigos e consumidos mundialmente, com alto valor energético, e de elevado valor nutricional. É um alimento que é consumido por todas as classes sociais, substituindo muitas vezes as principais refeições, pois fornecem nutrientes essenciais que proporcionam energia, como os carboidratos, lipídeos e proteínas, podendo também ser enriquecido por outras substâncias, tais como as fibras alimentares, durante o processamento (LIMA, 2007).

Na fabricação de pães, os ingredientes essenciais são: farinha de trigo, água, sal e fermento biológico. O açúcar e a gordura são ingredientes complementares da formulação, mas cada um deles possui um importante desempenho no produto.

O trigo é um dos principais ingredientes utilizados na fabricação de pães: é ele que determina a qualidade e a força da farinha que é relacionada com a quantidade de proteínas que o trigo possui. As farinhas fortes são chamadas de trigo duro, por possuir menor quantidade de glúten (ORNELLAS, 2007). Essa qualidade de trigo é a mais indicada na fabricação de pães, por possuir em equilíbrio o conteúdo proteico do grão. Ele forma a estrutura do glúten com resistência e elasticidade equilibradas em todo o processo de fermentação (PIRES, 1998).

A água tem o papel de hidratar as proteínas presentes na farinha de trigo, formando a rede de glúten, e atua também na gelatinização do amido durante o cozimento. O sal, além de clarear o miolo do pão, controla a fermentação e fortifica o glúten. Já o fermento biológico é uma levedura chamada de *Saccharomices*

*cerevisiae*, que converte os açúcares presentes na formulação em gás carbônico e etanol, sendo a liberação desses compostos que proporciona o crescimento da massa, tornando-a mais elástica e macia (NUNES et al., 2006).

O açúcar, além de ser fonte de carboidratos, atua também no auxílio à fermentação, fazendo com que se eleve a formação de gases, e contribui para o sabor e aroma da preparação. A gordura atua na flexibilidade da massa, tornando-a mais macia e palatável (NUNES et al., 2006).

## 2.1 Alimentos funcionais

O primeiro conceito de alimentos funcionais surgiu na década de 1980, no Japão, a fim de reduzir gastos com a saúde pública. Para eles, os alimentos têm a função, além de nutrir, auxiliar em funções específicas do corpo (GERMANO; GERMANO, 2011).

No Brasil, a definição para alimentos funcionais, segundo a Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, é, de acordo com a Portaria n. 398/99, conforme segue:

Alimento ou ingrediente que, além das funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

Segundo Germano e Germano (2011), alimento funcional é aquele que, em razão do conhecimento dos componentes do alimento e da saúde, oferece benefícios, permitindo apresentar uma declaração do efeito que se espera e ser consumido como parte de uma dieta saudável. Pelo aspecto nutricional, todos os alimentos podem ser considerados como funcionais, mas o termo é apenas aplicado a alimentos que asseguram benefícios fisiológicos adicionais, que protegem a saúde e que reduzem os riscos de doenças graves.

O alimento, para ser considerado funcional, deve possuir componentes naturais em concentração maior do que em alimentos que normalmente não os supririam, ter alegação de propriedade funcional, ser embasado cientificamente, possuir componentes bioativos ou modificados (GERMANO; GERMANO, 2011).

Segundo Anjo (2004), compostos bioativos dos alimentos funcionais podem ser encontrados em frutas e verduras que, quando consumidos diariamente, alteram o metabolismo humano, prevenindo contra o câncer e outras doenças degenerativas. Alimentos funcionais que auxiliam na flora intestinal podem ser divididos de três grupos: prebióticos, probióticos e simbióticos.

Os prebióticos são fibras de carboidratos complexos que resistem às degradações de enzimas salivares e intestinais. Por não sofrer hidrólise ou absorção no intestino delgado, os prebióticos alteram a microflora intestinal, contribuindo para a manutenção de microflora benéfica. Já os probióticos são alimentos que possuem bactérias benéficas para a flora intestinal, proporcionando uma colonização no intestino por bactérias que controlam o colesterol, a diarreia e o risco de desenvolver câncer. Uma combinação entre os probióticos e prebióticos dá a origem aos simbióticos, uma junção balanceada de alimentos para fins funcionais (ANJO, 2004).

## 2.2 Fibras alimentares

Uma dieta rica em fibras é uns dos maiores interesses da população nos dias atuais, pois elas estão associadas à saúde do cólon, diminuindo a incidência de diabetes, pressão alta e níveis elevados de colesterol, além de auxiliar no trânsito intestinal (MAIHARA et al., 2006).

As fibras podem ser divididas em duas classes, solúveis e insolúveis, de acordo com a solubilidade de seus componentes em água. As fibras insolúveis são responsáveis pelo aumento do bolo fecal, que reduz o trânsito no intestino grosso. Já as fibras solúveis aumentam a viscosidade das fezes e reduzem o colesterol plasmático (MATTOS; MARTINS, 2000).

No cólon, as fibras solúveis são fermentadas por bactérias intestinais, que produzem ácidos graxos de cadeia curta (acético, butírico e propiônico), esses ácidos são responsáveis por regular a proliferação epitelial e aumentar o fluxo sanguíneo. Os principais efeitos fisiológicos que as fibras proporcionam é a capacidade de aumentar o conteúdo fecal e diminuir compostos tóxicos e cancerígenos (CATALANI et al., 2003).

## 2.3 Chia (*Salvia hispanica*)

*Salvia hispanica*, mais conhecida como chia, é uma planta herbácea anual originária de áreas montanhosas do oeste e centro do México, que possui alto valor nutritivo por conter ácidos graxos poli-insaturados, como ácido alfa-linolênico “ômega 3” e ácido linoleico “ômega 6” (GANZAROLI; TANAMATI; SILVA, 2012).

A chia apresenta, na sua composição, lipídeos, proteínas, fibras e também vitaminas, minerais e aminoácidos indispensáveis para a saúde humana, além de compostos antioxidantes, entre eles o ácido clorogênico, ácido cafeínico, mircetina e quercetina. Seu nível elevado de ácido linolênico (C18:3n-3), ômega 3, ao ser adicionada em formulações, os transformam em alimentos funcionais, como é o caso de produtos cárneos, lácteos e panificação (LEON et al., 2010).

A semente de chia é uma importante aliada ao trânsito intestinal, pois possui uma quantidade significativa de fibras, que aumentam o bolo fecal facilitando a evacuação, prevenindo dessa forma a obesidade, câncer de cólon de intestino, colesterol e diabetes (BELTRÁN; SALGADO; CEDILLO, 2012).

De acordo com estudos efetuados pelos mesmos autores, a semente de chia possui fibras, solúveis e insolúveis, em nível equilibrado, quando comparada a outras sementes e raízes, mostrando, dessa forma, ser uma excelente fonte de fibras. As sementes possuem elevada capacidade de retenção de água proveniente dessas fibras.

Segundo Tosco (2012), o gel formado pela absorção de água na semente de chia é uma mucilagem formada pelas fibras solúveis. Esse gel, de aspecto pegajoso, quando ingerido, separa as enzimas digestivas dos carboidratos, tornando lenta a conversão em açúcar, controlando e prevenindo a diabetes. Além de ajudar na digestão, o gel melhora a absorção de água para os tecidos e músculos, facilitando o crescimento e a regeneração dos mesmos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a produção dos pães, foram utilizados como matérias-primas farinha de trigo, leite em pó integral, margarina sem sal, açúcar cristal, sal iodado, fermento biológico seco, melhorador de farinha, farinha integral de chia e semente de chia. Todas as matérias-primas utilizadas para a obtenção dos pães foram adquiridas em comércio local na cidade de Londrina, PR.

#### 3.1 Elaboração dos pães

Os pães foram preparados nas seguintes proporções: pão com 10% de farinha de chia (F); com 10% de semente de chia (S); e com 5% de farinha e 5% de semente de chia (FS), como apresentado na Tabela 7.1. As formulações foram misturadas e amassadas separadamente em panificadora de uso doméstico da marca Philco Cake Nuts com potência 650 W. As massas foram moldadas em um único pão para cada tratamento, e colocadas em formas retangulares com 10 cm de largura, 18,5 cm de comprimento e 6 cm de altura, onde permaneceram em descanso para fermentação por 90 minutos, como nas Figuras 7.1, 7.2 e 7.3, respectivamente, e em seguida foram assadas em forno convencional a gás com temperatura de 180 °C por 40 minutos. O produto final foi submetido a análises físico-químicas, realizadas no laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina.

As análises realizadas foram feitas todas em triplicata, seguindo as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), no qual os resultados obtidos foram tratados pela análise de variância Anova a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.1** Ingredientes utilizados nas formulações dos pães (F), (S) e (FS)

Ingredientes	Formulações (%)		
	(F)	(S)	(FS)
Farinha de trigo	90	90	90
Farinha de chia	10	0	5
Semente de chia	0	10	5
Água	55	55	55
Margarina	5	5	5
Leite em pó	2,5	2,5	2,5
Sal	2,5	2,5	2,5
Açúcar	2,5	2,5	2,5
Fermento biológico seco	1,5	1,5	1,5
Melhorador de farinha	1,5	1,5	1,5

Ingredientes em relação a 100% do total de farinhas.

**Figura 7.1** Fermentação da massa (F)**Figura 7.2** Fermentação da massa (S)**Figura 7.3** Fermentação da massa (FS)



### 3.2 Determinação do teor de umidade

A determinação do teor de umidade dos pães foi obtida a partir da pesagem das amostras em aproximadamente 2 g, que foram colocados em estufa com circulação de ar com temperatura de 130 °C e resfriadas em dessecador até que se obtivesse peso constante seguido de cálculo, no qual foi utilizada a Equação (7.1).

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{umidade a } 130 \text{ } ^\circ\text{C por cento m/m} \quad \text{Equação (7.1)}$$

Onde:

N = n de g da amostra seca.

P = n de g da amostra.

### 3.3 Determinação do teor de cinzas

Os resíduos obtidos por meio de incineração levam o nome de cinzas. O procedimento, realizado em triplicata com aproximadamente 5 g de cada amostra, foi realizado com a carbonização prévia em bico de Bunsen e, em seguida, cada amostra foi colocada na mufla para completa incineração, com temperaturas próximas a 550-570 °C, até que as amostras tivessem apresentado coloração branca ou acinzentada. Em seguida, foram colocadas em dessecador até chegar à temperatura ambiente, e foram aferidos o conteúdo restante. Os resultados obtidos foram calculados através da Equação (7.2) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas por cento m/m} \quad \text{Equação (7.2)}$$

Onde:

N = n° de g de cinzas.

P = n° de g da amostra.

### 3.4 Determinação do teor de lipídeos

Utilizando a determinação de análise de lipídeos com solvente hexano, a forma mais simples de ser feita é extração contínua em aparelho do tipo Soxhlet, e, em sequência, remoção por evaporação do solvente utilizado. Os lipídeos extraídos foram calculados utilizando a Equação (7.3) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{lipídeos ou extrato etéreo por cento m/m} \quad \text{Equação (7.3)}$$

Onde:

N = n° de g de lipídeos.

P = n° de g da amostra.

### 3.5 Determinação do teor de proteínas

O método consiste na determinação de nitrogênio total realizada pelo processo de digestão por Kjeldahl, que possui as etapas de digestão, destilação e titulação. Foi utilizada a Equação (7.4) para a obtenção dos resultados (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P} = \text{protídios por cento m/m} \quad \text{Equação (7.4)}$$

Onde:

V = diferença entre o n° de ml de ácido sulfúrico 0,05 M e o n° de ml de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação.

P = n° de g da amostra.

f = fator de conversão (6,25).

### 3.6 Determinação do teor de carboidratos totais

Grupo compostos de hidratos de carbono, com os mais variados tipos de substâncias, de monossacarídeos e dissacarídeos, dos quais os mais frequentes em alimentos são a sacarose e a lactose, até os polissacarídeos, como amido e celulose. O teor de carboidratos totais foi calculado através da Equação (7.5), pela diferença proximal da soma de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$(U + C + L + P) - 100\% = \text{CT por cento m/m} \quad \text{Equação (7.5)}$$

Onde:

U = umidade.

C = cinzas.

L = lipídeos.

P = proteína.

CT = carboidratos totais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 7.2 apresenta a média dos resultados das análises obtidas das formulações de pão com substituição de 10% de farinha de chia (F), 10% de semente de chia (S) e com 5% de farinha e 5% de semente de chia (FS).

**Tabela 7.2** Composição proximal das diversas formulações de pães

%	(F)	(S)	(FS)	p-value
Umidade	28,34 a	26,81 a	27,12 a	0,89
Cinzas	1,82 a	1,84 a	2,01 a	0,21
Lipídeos	2,78 a	1,68 b	1,69 b	0,003
Proteínas	18,56 a	16,74 a	16,07 a	0,63
Carboidratos	48,50 a	52,93 a	53,10 a	0,58

\*Medidas seguidas de uma mesma letra na mesma linha não diferem significativamente entre si pela análise de variância Anova a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos na tabela pela análise de variância Anova demonstraram que as três formulações estudadas não diferenciaram significativamente entre si para as análises de umidade, cinzas, proteínas e carboidratos totais. Apenas houve diferença significativa na formulação (F, em relação às demais) na análise de lipídeos.

Essa diferença observada na análise de lipídeos poderia ser explicada pelo fato de que a chia na forma de farinha possui maior superfície de contato, facilitando a extração dos lipídeos, os quais ficam mais disponíveis que no próprio grão inteiro.

Entretanto, o percentual de lipídeos pode ser visto de forma positiva, já que essa oleaginosa é rica em ácidos graxos poli-insaturados, especialmente ácidos linolênico (ômega 3) e linoleico (ômega 6), que representam enormes benefícios para a saúde humana (PEREIRA et al., 2013).

Atualmente, o óleo de chia já é comercializado, porém com baixa utilização como alimento nutritivo, apesar de possuir características adequadas para aplicações industriais que poderiam contribuir ainda mais para o valor nutricional da dieta alimentar (UTPOTT, 2012).

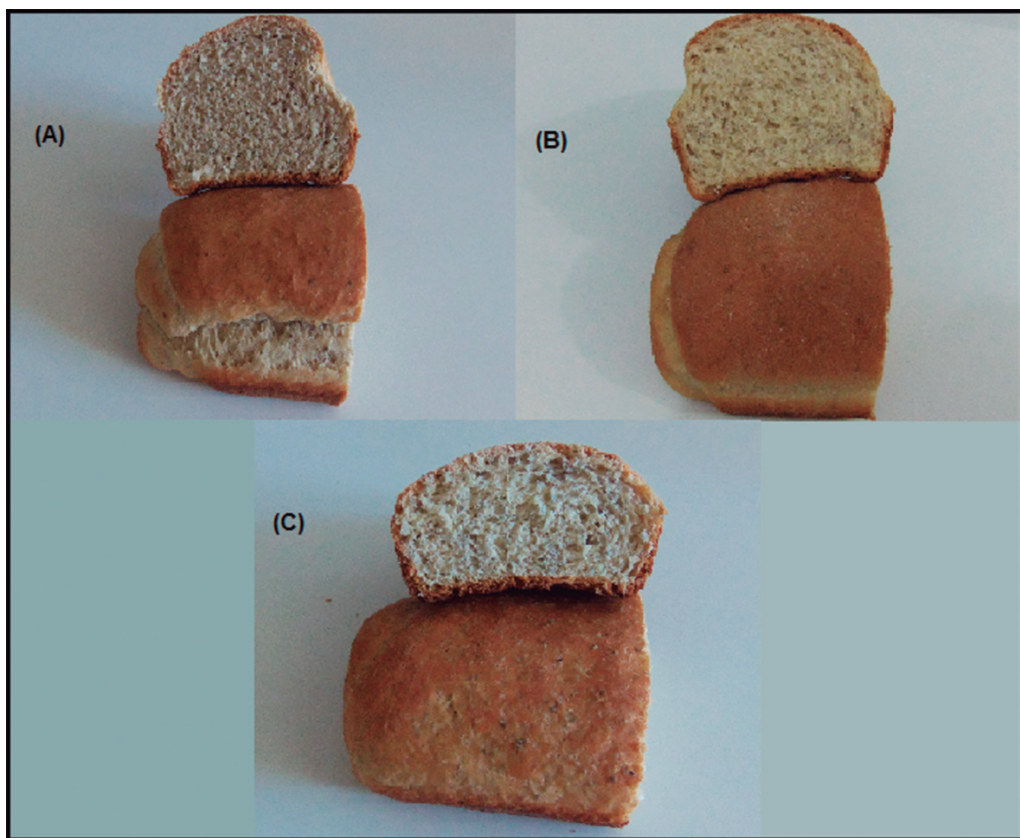
O valor de proteína obtido neste estudo ficou abaixo do encontrado na literatura, pois, segundo Ixtaina, Nolasco e Tomás (2008) e Olivos-Lugo et al., (2010), as sementes de chia apresentam cerca de 19% a 23% de proteínas, porém,

segundo a TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) (UNICAMP, 2006), para pão de forma, de trigo e integral, o percentual de proteínas é de 9,4%, quantidade inferior ao encontrado nos pães com adição de chia.

O percentual médio de cinzas encontrado nas formulações está próximo ao apontado pela TACO (UNICAMP, 2006), 2,3%, que representa as vitaminas e minerais encontrados como riboflavina, niacina, tiamina, cálcio, fósforo, zinco e cobre (JUSTO et al., 2007).

A quantidade média de carboidratos encontrados nas três formulações contendo chia foi maior (51,5%) quando comparado com a TACO (49,9%). Essa informação reforça a vantagem da adição desse ingrediente a diversos outros alimentos.

A aparência das preparações contendo adição de chia apresentou aspecto de farinha integral nos pães, como mostra a Figura 7.4, atribuindo bom crescimento das massas, conferindo maciez e sabor agradável.



**Figura 7.4** Ilustração dos pães assados elaborados com: (A) farinha de chia; (B) farinha e semente de chia; e (C) semente de chia

Apesar de não ser o foco deste trabalho, a semente de *S. hispanica* pode ser usada como ingrediente para a dieta alimentar de celíacos, devido à ausência das proteínas do glúten segundo Rupflin (2011).

Os resultados obtidos com a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha e semente de chia não demonstraram diferenças entre a farinha e a semente nas porcentagens de proteínas, cinzas, umidade e carboidratos, somente uma diferença em relação ao conteúdo de lipídeos encontrados na formulação contendo 10% de farinha de chia. Dessa forma, a substituição parcial da farinha de trigo por chia em semente ou farinha foi satisfatória devido aos inúmeros benefícios que essa oleaginosa pode proporcionar à saúde humana.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho realizado indicou que tanto a farinha quanto a semente de chia podem ser usadas em formulações de pães com a finalidade de crescer ao alimento a propriedade funcional e nutricional, já que as duas formas utilizadas possuem teor de proteínas, cinzas, lipídeos, umidades e carboidratos em quantidades similares e quantidades superiores aos resultados apontados pela TACO (UNICAMP, 2006) para pães de trigo, forma e integral.

A aparência obtida nos pães com aspecto de farinha integral não interfere na maciez e no sabor do alimento, sendo uma boa alternativa que pode ser oferecida aos pães. Isso também reforça a vantagem da adição desse ingrediente a diversos outros alimentos, de modo a atribuir o enriquecimento nutricional e funcional desejado.

## REFERÊNCIAS

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ATUI, F. **Alimento funcional reduz colesterol, atua no intestino e no envelhecimento**. São Paulo. G1. São Paulo, 25 abr. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2012/01/alimento-funcional-reduce-colesterol-atua-no-intestino-e-no-envelhecimento.html>>. Acesso em: 31 mar. 2013.

BELTRÁN, O.; SALGADO, C.; CEDILLO, D. Estudio de las propiedades de la semilla de chia (*Salvia hispánica*) y de la fibra dietaria obtenida de la misma. In: **VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, Guanajuato, 2012. p. 358-366. Disponível em: <<http://www.con-esperanza.com.ar/La%20chia%20salvia%20hipanica.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos**. Portaria n. 398, de 30 de abril de 1999. Disponível em:

<<http://www.ivegetal.com.br/cvegetal/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Correlata/Portaria%20n%C2%BA%20398%20de%2030%20de%20abril%20de%201999.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

CATALANI, L. A. et al. Fibras alimentares. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, v. 18, n. 4, p. 178-182, 2003.

GANZAROLI, J. F.; TANAMATI, A.; SILVA, M. V. **Avaliação do Teor de Lipídeos Totais e da Composição de Ácidos Graxos de Semente Salvia Hispânica L (chia)**. In: XVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR. Campo Mourão, 2012.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. 4. ed. Barueri: Manole, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. In: \_\_\_\_\_. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 83-158.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Moisture-dependent physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, v. 28, p. 286-293, 2008.

JUSTO, M. B. et al. Desarrollo de pan integral com soya, chia, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. *Archivos latino-americanos de nutricion*, v. 57 n. 1, 2007.

LEON, S.V. et al. Adición de aceite de chía (*Salvia hispanica*) como fuente de ácidos grasos omega 3 en chorizo. In: ALONSO, F. J. F. **AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN FUNCIONAL**. Disponível em: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/40566/1/AVANCES%20EN%20ALIMENTACION%20FUNCIONAL.pdf>. Acesso em 16 mai. 2016.

LIMA, C. C. **Aplicação de Farinha de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Deg.) no processamento de Pães com Propriedades Funcionais**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. 148 f.

MAIHARA, V. A. et al. Avaliação nutricional de dietas de trabalhadores em relação a proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras alimentares e vitaminas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 2006, v. 26, n. 3, p. 672-677, jul./set. 2006.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.

MÉNDEZ, A. N. H. **Evaluación física y sensorial de un protótipo de bebida de maracujá con semillas de chia (*Salvia hispânica* L.) y análisis químico de la semilla de chia**. Monografía (Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura) – Zamorano Carrera de Agroindustria Alimentaria, Honduras, 2008. 39 f.

NUNES, A. G. et al. **Processos enzimáticos e biológicos na panificação**. 2006. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia de alimentos) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

OLIVOS-LUGO, B. L. et al. A Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia Hispanica L.*). **Food Science and Technology International**, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2010.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética: Seleção e Preparo de Alimentos**. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

PEREIRA, B. S. et al. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 125-136. 2013.

PIRES, R. P. **Curso de extensão em tecnologia da panificação**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 1998.

RUPFLIN, D. I. A. Caracterización de la semilla del chan (*Salvia hispânica L.*) y diseñode um produto funcional que la contiene como ingrediente. **Revista 23 de la Universidad del Valle de Guatemala**, 2011.

UNICAMP. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. **TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Versão II**. Campinas: Unicamp, 2006.

UTPOTT, M. **Utilização da mucilagem da chia (*Salvia hispânica L.*) na substituição de gordura e/ou gema de ovo em maionese**. Monografia (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012, 50 p.

VASCONCELOS, A. C.; PONTES, D. F.; GARRUTI, D. S.; SILVA, A. P. V. Processamento e Aceitabilidade de Pães de Forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. **Alim. Nutr. Araraquara, Fortaleza**, v. 17, n. 1, p. 43-49, jan./mar. 2006.





# 8

## CAPÍTULO

# INFLUÊNCIA DO TEMPO E DO TIPO DE PAPEL NA METODOLOGIA DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA) POR COMPRESSÃO DE HAMM

*Paulo Vinicius de Carvalho Barbetta*

*Ramon Grigio*

*Mayka Reghiany Pedrão*

## 1 INTRODUÇÃO

Os processos metabólicos que ocorrem após a morte do animal podem afetar atributos de qualidade como maciez, sabor e produtividade no processamento

(BARBUT, 1993). Animais expostos ao estresse antes do abate geralmente produzem carne mais dura e com queda de pH mais acentuada em comparação a animais não submetidos ao estresse (FRONING; BABJI; MATHER, 1978). Além disso, peitos de animais abatidos no verão em geral possuem luminosidade maior quando comparados aos dos animais abatidos no inverno, o que indica que as altas temperaturas do verão prejudicam a qualidade da carne, por submeter aves a um estresse que acentua a queda de pH (BARBUT, 1996). Tais adversidades, inicialmente observadas em suínos, começaram a ganhar importância nos anos 1990, quando o problema recebeu dimensões na indústria de perus (STRASBURG; XIONG; CHIANG, 2007). Características como essa evidenciam problemas de qualidade da carne que caracterizam o grupo de carnes PSE, termo do inglês que indica carnes “*pale, soft, exudative*” – pálidas, moles e exsudativas.

As mudanças ocorridas após a morte do animal são similares entre aves e mamíferos. A diferença estaria no tipo de músculo, vermelho ou branco, e, portanto, na via metabólica tomada para obtenção de energia *post-mortem*.

Além do mais, a CRA (capacidade de retenção de água) ou WHC (*water holding capacity*) é uma das características mais importantes na determinação da qualidade de carne (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). Ao longo dos anos, inúmeros trabalhos têm se dedicado a explicar quais fatores influenciam na CRA (MELODY et al., 2004).

A capacidade que a carne tem de reter água é estudada extensivamente, principalmente por sua enorme importância econômica (TROUT, 1988). A perda de peso por falta de habilidade do tecido de reter água pode chegar, em média, de 1% a 3% do corte fresco (OFFER; KNIGHT, 1998), mas pode alcançar 10% em produtos PSE (MELODY et al., 2004). Considerando um crescimento médio anual próximo de 4,2% para o próximo decênio (BRASIL, 2013; TRIBALLEAU, 2013), quaisquer perdas na cadeia de produção de carne de frango podem representar perdas econômicas representativas para o Brasil.

Com o aumento da produção e das vendas de carne, o Brasil se vê cada vez mais preocupado em diminuir as perdas na cadeia, conseqüentemente, reterendo mais água no interior do tecido muscular após o abate.

As perdas por más condições de transporte, condição pré-abate (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012), temperatura inadequada e umidade relativa (MARCHI et al., 2010) são relatadas na literatura como predisposições que contribuem para a redução da capacidade da carne de reter água.

Existem formas de medir a capacidade do tecido cárneo em reter água. Dentre os vários métodos amplamente utilizados atualmente, pode-se citar o método de Hamm (1960), adaptado por Wilhelm et al. (2010), conhecido por método de compressão; Barbut (1993), conhecido por método por centrifugação, e o método de perda por gotejamento, descrito por Boccard et al. (1981).

Nas metodologias que utilizam o papel para absorver a água liberada quando submetida a uma compressão, é possível observar que o papel utilizado nas metodologias não tem recebido a devida atenção. Enquanto alguns autores se atentam para o detalhe do papel (DÍAZ et al., 2010; WHITMAN et al., 1996), outros utilizam diferentes tempos na metodologia (JAY, 1965) ou diferentes formas de uso do papel (HENCKEL et al., 2003), assim como diferentes papéis e diferentes pesos, por isso a necessidade de entender como o tempo e o tipo de papel são importantes nos resultados finais.

Assim, este trabalho teve como objetivo comparar como o tempo e o tipo de papel interferem nos resultados utilizando o método por compressão.

## **2 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA**

A CRA (capacidade de retenção de água) é um termo utilizado para descrever a capacidade de um material de reter água em sua estrutura, podendo ser utilizado para diferentes matrizes de alimentos (KNEIFEL et al., 1991; RAMASWAMY et al., 2013; MAO et al., 2001) e até mesmo para análise de solo (PIEDALLU et al., 2011).

CRA em carne foi originalmente utilizada para descrever a habilidade do tecido muscular de ligar água em condições dependentes do método. A primeira metodologia descrita para CRA foi desenvolvida por Childs e Baldelli em 1934, e foi sofrendo modificações e atualizações com o tempo (TROUT, 1988).

Para Hamm (1960), a CRA significa a habilidade da carne de reter água durante a aplicação de qualquer tipo de força, portanto pode ser expressa como a quantidade de água perdida em relação à quantidade de água retida no músculo ou proteínas do músculo. É basicamente a habilidade da carne de reter água frente a forças de compressão, gravidade e cisalhamento, e pode compreender processamentos tecnológicos, como maturação, cozimento e congelamento (SILVA SOBRINHO et al., 2005).

O método por compressão consiste em submeter uma quantidade cúbica de carne com peso previamente conhecido a uma força externa de compressão, com o objetivo de retirar uma parte do líquido retido no tecido. Uma amostra de  $2,0 \pm 0,10$  g na forma de cubo é primeiro cuidadosamente colocada entre dois papéis filtros qualitativo número 1 da Whatman, e duas placas acrílicas de 15 cm de lado e deixada por 5 minutos sob peso de 10 kg (HAMM, 1960). O método por centrifugação consiste em observar a quantidade de água capaz de continuar retida à amostra cárnea após a força centrípeta promovida pelas rotações em altas velocidades e sob condição de hiperosmolalidade de solução. Dezesesseis mililitros de NaCl 0,6 M são adicionados a 10 gramas de amostras cárneas moídas, sendo incubadas por 30 minutos a 4 °C e, então, centrifugadas a 7.000 g por 15 min (BARBUT, 1996). Os métodos utilizam pequenas quantidades de carne, e per-

mitem somar evidências para explicar comportamentos bioquímicos durante a transformação do músculo em carne.

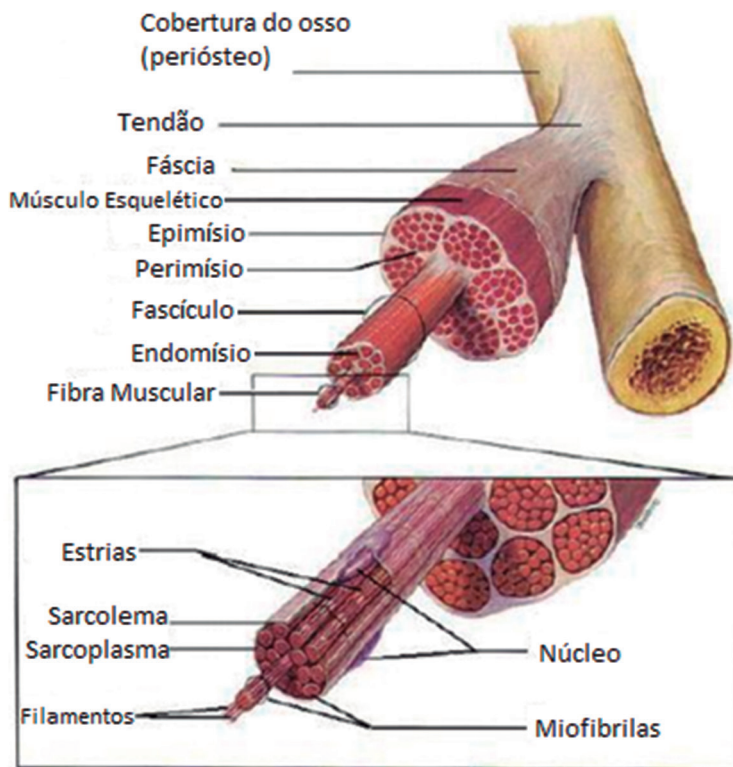
Grande parte da água encontrada retida nos alimentos pode ser classificada como fisicamente capturada. A literatura divide a água presente nos alimentos em água livre, parcialmente ligada e ligada. Essas definições possuem certa validade em algumas condições, mas a terminologia água ligada não pode ser facilmente definida. O termo, por ser controverso, é sugerido por muitos cientistas que não seja mais utilizado (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2007). Falhas na capacidade do alimento de reter água exercem grandes defeitos sobre o alimento. Exsudação no descongelamento de carnes e desempenho inferior de tecidos animais resultantes de acentuado declínio do pH muscular pós-morte são exemplos de problemas tecnológicos (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2007) que resultam em cores menos atraentes no ato de escolha do corte cárneo pelo consumidor e texturas desagradáveis após o cozimento. Por isso a mensuração de quanto líquido é perdido quando o tecido cárneo e exposto à forças extrínsecas é amplamente utilizada atualmente.

## 2.1 Estrutura muscular

O tecido muscular estriado esquelético constitui a maior parte da musculatura do corpo dos animais vertebrados, e o maior volume do tecido que se transforma em carne. O tecido muscular esquelético é um complexo organizado responsável por transmitir força originada nas miofibrilas por todo músculo eficientemente (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). A menor unidade que forma o músculo é a miofibrila. Revestindo cada miofibrila, está o endomísio, e organizando um grupo de várias miofibrilas (fascículo), está o perimísio. O epimísio é uma camada mais espessa de tecido conectivo que envolve todo o músculo (BAILEY; LIGHT, 1989).

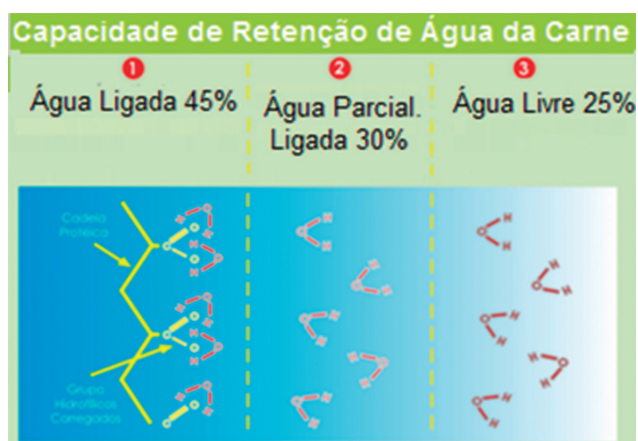
Toda água do tecido muscular está presente nesse sistema. A água presente nas camadas mais extracelulares estará mais suscetível à exsudação que a água presente nos compartimentos mais internos (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

A água representa de 65% a 80% do total da massa muscular, e tem importante função celular. Em geral, todas as propriedades funcionais são influenciadas por interações de proteínas com a água. Boa parte da água dentro das células está fortemente ligada a diversas proteínas, mas apregoa-se que aproximadamente 24% são retidas por forças capilares e podem exsudar sobre pressão (OLIVO, 2006). Segundo o mesmo autor, se as proteínas não estão desnaturadas, elas continuam a ligar água durante a conversão do músculo em carne e, por extensão, durante as diversas fases do processamento, distribuição e cozimento. Assim, a habilidade de reter água é uma habilidade da carne essencialmente importante, principalmente sob o aspecto sensorial e econômico.



Fonte: Adaptado de Sobiologia, 2016.

**Figura 8.1** Unidades estruturais que formam o músculo



Fonte: Olivo (2006).

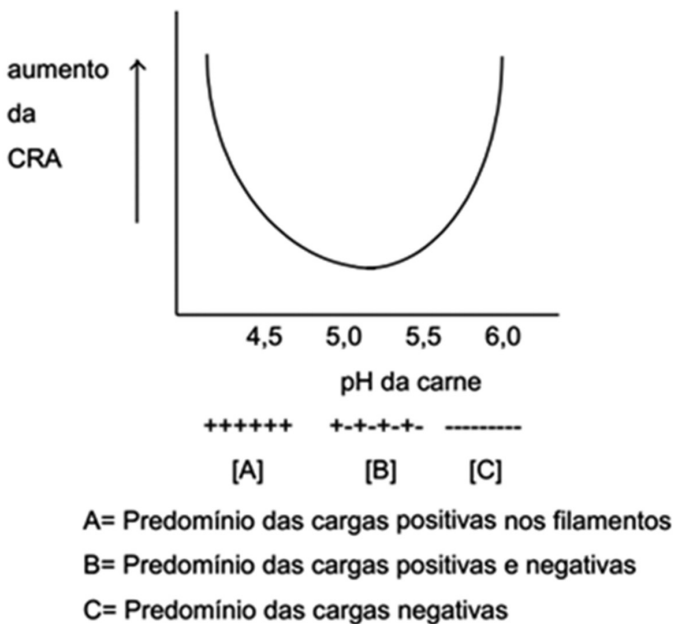
**Figura 8.2** Esquema de como a água está presente na estrutura muscular (carne)

## 2.2 Efeitos da transformação do músculo em carne na capacidade de retenção de água

Devido à distribuição dos elétrons, as moléculas de água possuem carga neutra, mas são polares e podem associar-se a grupos reativos das proteínas musculares carregadas eletricamente. Do total de água no músculo, 4% a 5% se apresenta ligada. Os grupos hidrofílicos das proteínas musculares atraem água, formando uma capa de moléculas, fortemente unidas e que se orientam de acordo com sua polaridade e com o grupo carregado. Forma-se uma capa imobilizada, cuja orientação é independente do grupo carregado (FORREST et al., 1979).

A formação do ácido lático e a consequente queda do pH *post-mortem* são responsáveis pela diminuição da capacidade de reter água da carne. Essas reações causam uma desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares, ou seja, o número de cargas negativas. Consequentemente, esses grupos não têm capacidade de atrair água, pois somente os grupos hidrofílicos carregados possuem essa capacidade. O efeito do pH na capacidade de retenção de água é denominado *efeito de carga neutra*. A capacidade de retenção de água é menor em pH 5,4, ou seja, no pI (ponto isoelétrico) da maior parte das proteínas musculares.

Se o pH fica acima do pI, desaparecem as cargas positivas, ficando um excesso de cargas negativas que determinam a repulsão dos filamentos, deixando mais espaço para as moléculas de água (OFFER, 1991).



Fonte: Pedersen et al., 1976.

**Figura 8.3** Efeito do pH sobre a capacidade de retenção de água da carne

Em carne normal, somente uma parte da capacidade de retenção de água se deve à queda do pH pela instalação do *rigor mortis*. Certos íons, especialmente cátions divalentes como o cálcio e o magnésio, têm a propriedade de combinar-se com os grupos relativos das proteínas carregados negativamente, aproximando as cadeias proteicas entre si, impedindo que os grupos hidrofílicos liguem água (RAMOS, 2005).

A falta de espaço para as moléculas de água na estrutura proteica é conhecida como *efeito estérico* da retenção de água. As proteínas musculares produzem efeitos elétricos em proporção direta com a degradação do ATP no *post-mortem*.

Como dito anteriormente, no tópico estrutura muscular, grande porcentagem da água muscular encontra-se nas miofibrilas. Boa parte dessa água é mantida por forças de capilaridade que ocorrem pelo arranjo dos filamentos finos e grossos dentro das miofibrilas. Em um músculo vivo, foi mostrado que os sarcômeros mantêm-se isovolumétricos durante a contração e o relaxamento (MILLMAN; RACEY; MATSUBARA, 1981).

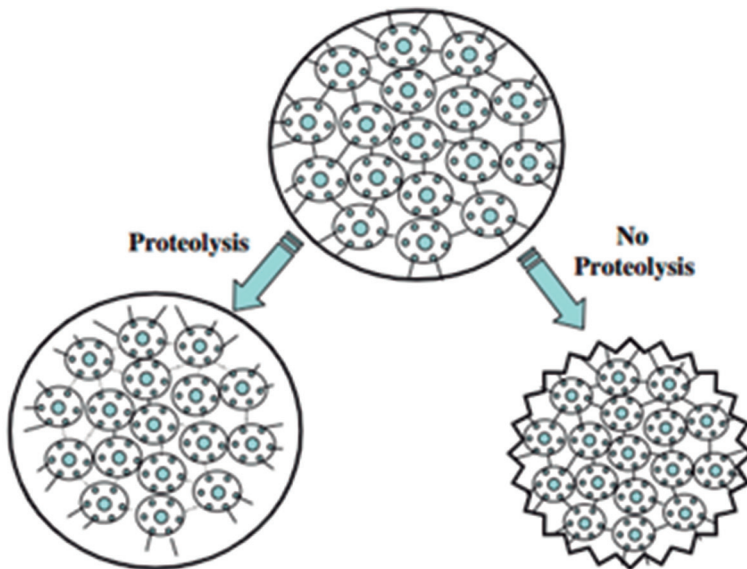
Isso indicaria que, em um músculo vivo, a quantidade de água dentro da estrutura filamentosa da célula não iria necessariamente mudar. No entanto, a localização dessa água pode ser afetada pelas mudanças no volume assim que o músculo sofre rigor. Assim que o músculo sofre rigor, pontes cruzadas formam-se entre os filamentos finos e grossos, reduzindo dessa maneira o espaço disponível para a água residir (OFFER; TRINICK, 1983). Foi mostrado que o pH do músculo suíno é reduzido de valores fisiológicos para 5,2-5,5 (próximo ao ponto isoelétrico da miosina) e que a distância entre os filamentos grossos se reduz em média 2,5 nm (DIESBOURG; SWATLAND; MILLMAN, 1988). Essa redução no espaço pode forçar o fluido entre os miofilamentos para o espaço extramiofibrilar.

Durante o desenvolvimento do rigor, o diâmetro das células musculares mostrou-se reduzir (HEGARTY, 1970), e é provavelmente resultado do encolhimento lateral das miofibrilas da célula inteira (DIESBOURG; SWATLAND; MILLMAN, 1988). Adicionalmente, durante o desenvolvimento do rigor, os sarcômeros podem encolher, reduzindo também o espaço disponível para a água dentro da miofibrila. De fato, mostrou-se que a perda por gotejamento pode aumentar proporcionalmente com a redução no comprimento dos sarcômeros nas células musculares (HONIKEL; KIM, 1986).

Todos os processos mencionados anteriormente influenciam na quantidade de água na miofibrila. É importante notar que apenas o encolhimento da rede miofibrilar não poderia ser a única responsável pelo movimento de fluidos para o espaço extracelular e, finalmente, para fora do músculo (Figura 8.4). As miofibrilas são ligadas umas às outras e com a membrana celular via conexões proteicas (WANG; RAMIREZ-MITCHELL, 1983). Essas conexões, se mantidas intactas

no músculo *post-mortem*, transfeririam a redução no diâmetro das miofibrilas para a célula muscular (DIESBOURG; SWATLAND; MILLMAN, 1988).

O encolhimento da miofibrila pode ser traduzido como a constrição da célula muscular inteira, criando, dessa maneira, canais entre as células e entre feixes de células que podem conduzir o gotejamento para fora do produto (OFFER; KNIGHT, 1988).



Fonte: Huff-Lonergan; Lonergan (2005).

**Figura 8.4** Esquema das potenciais mudanças no diâmetro da célula muscular durante a maturação *post-mortem* influenciada por proteólise

O espaço extracelular em volta das fibras aumenta continuamente até 24 h *post-mortem*, mas espaços entre os feixes de fibras musculares reduzem levemente entre 9 h e 24 h *post-mortem*, talvez devido à saída de fluido desses canais (SCHAFER et al., 2002).

Uma vez que foi levantada a hipótese de que as ligações proteicas intracelulares podem influenciar a perda por gotejamento, é importante investigar os fatores regulando a proteólise *post-mortem* das proteínas.

O sistema calpaína endógeno tem um papel importante na regulação da proteólise das proteínas musculares em condições *post-mortem* (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). Proteínas que são substratos das calpaínas incluem proteínas, como desmina, synemina, talina e vinculina, que formam a armação do citoesqueleto da célula muscular (BILAK et al., 1988). Esse sistema é composto de várias isoformas de cisteína-proteases cálcio-dependentes (calpaínas), e seus



inibidores específicos (calpastatina). As duas melhores isoformas caracterizadas de calpaínas são a u-calpaína e a m-calpaína, as quais ambas degradam o mesmo conjunto de proteínas miofibrilares e citoesqueléticas que são degradadas conforme o músculo é convertido em carne (GEESINK; KOOHMARAIE, 1999). Conforme progride o período *post-mortem*, mudanças dramáticas ocorrem dentro do microambiente da célula muscular (queda de pH, aumento na força iônica etc.), que podem afetar a atividade das calpaínas (WINGER; POPE, 1981). Conforme o músculo é convertido em carne, várias mudanças ocorrem, incluindo: (1) redução gradual da energia disponível; (2) mudança do metabolismo aeróbico para o anaeróbico, favorecendo a produção de ácido láctico, resultando na queda do pH do tecido de próximo da neutralidade para 5,4-5,8; (3) um aumento na força iônica, em parte pela inabilidade das bombas de sódio e potássio ATP dependentes de funcionarem; e (4) um aumento na inabilidade da célula de manter condições redutoras.

Ambas, u-calpaína e m-calpaína, possuem atividade mais lenta contra os substratos (proteínas miofibrilares) em valores de pH e força iônica similares àqueles encontrados em músculo *post-mortem* (GEESINK; KOOHMARAIE, 1999). Alterações no pH e/ou força iônica podem causar mudanças conformacionais que permitem um aumento na hidrofobicidade e agregação da enzima. Dessa maneira, mudanças no pH e força iônica podem alterar a conformação das proteínas-substrato e deixá-las menos suscetíveis à clivagem pela u-calpaína.

Existe evidência experimental que suporta a ideia que a proteólise de proteínas citoesqueléticas chave, como a proteína do filamento intermediário, desmina, pode ser relacionada com a produção do gotejamento. Essas proteínas foram encontradas degradadas após apenas 45 min a 6 h *post-mortem* em alguns músculos (MELODY et al., 2004). A degradação tão precoce dessas proteínas poderia permitir que a água que é expelida dos espaços intramiofibrilares remanescesse na célula por um período de tempo maior. O resumo dessa ideia é que uma reduzida degradação das proteínas que ligam as miofibrilas na membrana celular (como a desmina) resulta em um aumento do encolhimento da célula muscular, que se traduz finalmente em perda por gotejamento. A desmina não é a única proteína envolvida; outras proteínas são afetadas, como a talina e a vinculina (BEE; LONERGAN; HUFF-LONERGAN, 2004).

Uma vez que a rápida proteólise das proteínas do filamento intermediário (como a desmina) em carne foi associada a uma melhoria na capacidade de retenção de água em suínos (MELODY et al., 2004) e uma vez que existe forte evidência que as enzimas calpaínas são responsáveis pela proteólise *post-mortem* observada em músculos pré e pós-rigor (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 1999) é importante considerar o inibidor endógeno das u e m-calpaínas, a calpastatina. A calpastatina é um eficiente regulador da atividade da calpaína no músculo *post-mortem* (KOOHMARAIE, 1992). Existe uma ligação entre alta atividade da

calpastatina, limitada proteólise *post-mortem* da troponina T e alta força de cisalhamento (KOOHMARAIE, 1992; LONERGAN et al., 2001).

Melody e colaboradores (2004) documentaram diferenças na atividade da calpastatina entre músculos medidos entre 6 e 24 h *post-mortem* no *semimembranosus* (mais alta), *longissimus dorsi* (intermediária) e *psaos major* (mais baixa). Essas diferenças correspondem a diferenças significativas na degradação da desmina entre o *psaos major* e o *semimembranosus*, fornecendo evidência que a variação na atividade da calpastatina pode prover uma explicação parcial para a variação na proteólise observada. Em muitos casos, a explicação fisiológica da variação na atividade da calpastatina não foi alcançada. Foi hipotetizado que pode haver um componente genético para a variação na atividade da calpastatina contra a calpaína. Duas mutações foram identificadas no gene calpastatina (R249K e S638R) para classificar quatro halótipos, três dos quais foram responsáveis pela maior parte da variação nas populações comerciais examinadas nas indústrias dos Estados Unidos. O halótipo 1 (249K-638R) foi descoberto como sendo um halótipo favorável, uma vez que estava associado com a suculência e maciez do suíno (CIOBANU et al., 2004).

Mudanças *post-mortem* no músculo também são acompanhadas por um aumento considerável nos índices de oxidação (HARRIS et al., 2001). Uma outra mudança que ocorre no músculo *post-mortem* durante o envelhecimento dos produtos do músculo é o aumento da oxidação das proteínas miofibrilares, resultando na conversão de alguns resíduos de aminoácidos, incluindo histidina, a derivados carbonil, e podem causar a formação de pontes cruzadas de disulfeto intra ou interproteína (MARTINAUD et al., 1997). No geral, mudanças como essa reduzem a funcionalidade das proteínas (XIONG; DECKER, 1995).

Uma vez que as enzimas u-calpaína e m-calpaína contém tanto histidina e resíduos de cisteína contendo SH nos seus sítios ativos, elas podem ser particularmente suscetíveis à inativação por oxidação. Dessa maneira, condições oxidantes no músculo *post-mortem* podem levar à inativação ou modificação da atividade da calpaína. De fato, evidências sugerem que condições oxidantes inibem a proteólise pela u-calpaína, mas podem não inibir completamente a autólise (GUTTMANN; JOHNSON, 1998).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 25 peitos esquerdos provenientes de carcaças de frangos de corte abatidos de acordo com prática padrão de abate de um frigorífico da região de Londrina, Paraná, no final da primavera de 2013. Os peitos foram identificados e armazenados em embalagens plásticas transparentes a  $3 \pm 2$  °C até momento das análises.

Para compressão das amostras, foram utilizadas duas placas acrílicas quadradas de 10 cm de medida lateral, um peso de 10 kg, papel filtro comum quanti-

tativo circular de 9 cm de diâmetro, para os tratamentos T0, T1, T2 T3, T4 e T5, e papel qualitativo Whatman nº 1 para o tratamento TW.

### 3.1 Capacidade de retenção de água

O método de Hamm (1960), adaptado por Wilhelm et al. (2010), utiliza de uma amostra de carne de 2,0g ( $\pm 0,10$ ) cortada em cubo da parte cranial do filé (para uniformização das amostras). Em seguida, a amostra é colocada entre dois papéis filtros e posteriormente colocada entre duas placas de acrílico. Este sistema é então deixado sob um peso de 10 kg por 5 minutos em temperatura ambiente. Em seguida, as amostras são pesadas e a CRA é determinada pela porcentagem de água exsudada por meio da equação a seguir, onde  $P_i$  e  $P_f$  são os pesos iniciais e finais, respectivamente:

$$100 - [(P_i - P_f/P_i) \times 100]$$

Cada um dos 25 peitos foram submetidos a cada um dos tratamentos, sendo que os tratamentos diferiram somente de acordo com o tempo sob o peso.

### 3.2 Avaliação do tempo de compressão

Para análise da influência do tempo de compressão sobre a determinação da capacidade de retenção de água, as amostras de cubos de carne foram submetidas ao sistema de compressão (HAMM, 1960), utilizando papel filtro comum, distinguindo apenas o tempo de compressão entre os seis diferentes tratamentos, sendo T0 o tratamento submetido ao tempo de 30 segundos, T1 = 1 minuto, T2 = 2 minutos, T3 = 3 minutos, T4 = 4 minutos, T5 = 5 minutos. Foram realizadas duplicatas de cada amostra para cada tratamento.

### 3.3 Avaliação do tipo de papel

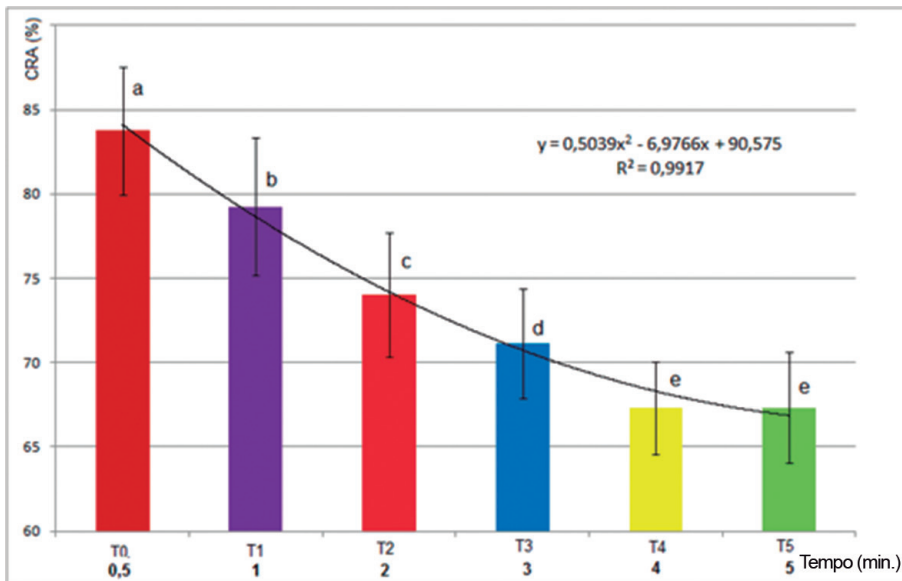
Para análise da influência do tipo de papel sobre a determinação da capacidade de retenção de água, as amostras foram analisadas comparando-se dois tratamentos, o tratamento 5 (T5) com papel filtro qualitativo comum de 9 cm de diâmetro, e o tratamento W (TW), utilizando papel Whatman nº 1 com 9 cm de diâmetro. Foram realizadas duplicatas para cada amostra em cada tratamento.

### 3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica 8-Portable®. O teste de Tukey e t-Student a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) foram usados para comparar os resultados entre os tratamentos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

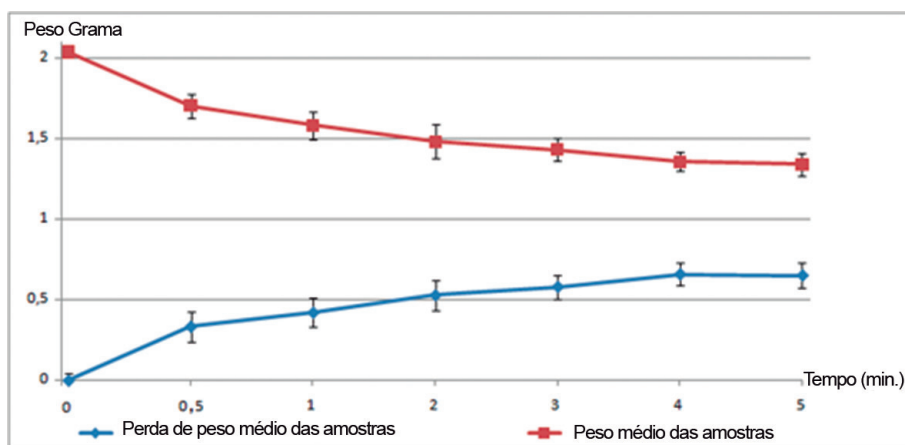
O efeito dos diferentes tempos sobre a capacidade do tecido de reter água é mostrado na Figura 8.5. Os valores obtidos de capacidade de retenção de água estão em acordo com o obtido após 5 minutos por outros pesquisadores utilizando a mesma metodologia (KISSEL et al., 2009; GARCIA et al., 2010).



**Figura 8.5** CRA média das amostras de acordo com respectivos tempos

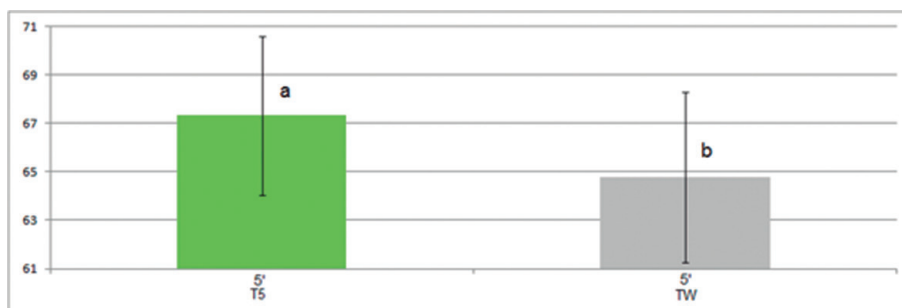
A CRA das amostras submetidas à compressão por apenas 30 segundos (T0) foram as que retiveram maior quantidade de líquido ( $83,75 \pm 3,79\%$ ), seguidas pelas amostras submetidas ao método por 1, 2 e 3 minutos ( $79,24 \pm 4,07\%$ ,  $74,01 \pm 3,70\%$  e  $71,15 \pm 3,24\%$  respectivamente). As amostras submetidas à compressão por 4 minutos ( $67,33 \pm 2,74\%$ ) diferiram das amostras submetidas a tempos inferiores, mas não tiveram diferença em relação ao tempo de 5 minutos ( $67,33 \pm 3,28\%$ ). A diminuição da capacidade de retenção de água é inicialmente dependente do tempo de exposição à compressão, sendo que durante os 4 primeiros minutos não é possível observar diferença entre os tratamentos. Isso acontece porque, a partir de 4 minutos, a água presente no interior do tecido sai com intensidade baixa em relação aos tempos iniciais, e maior tempo sob pressão não é necessário. A linha de tendência que melhor explica o comportamento de queda de peso da amostra resultante da liberação de água pelo tecido é a polinomial de ordem 2 ( $R^2 = 0,9917$ ), considerada a mais alta em relação às demais linhas de tendência (exponencial = 0,9516; linear = 0,9442). A quantidade de líquido liberada no último minuto (0,0122 g) é aproximadamente 26,85 vezes menor que a quantidade de líquido exsudada apenas nos primeiros 30 segundos (0,3276 g), e o peso médio da amostra no quinto minuto é

apenas 0,92% menor que seu peso médio aos 4 minutos, evidenciando estabilidade no peso da amostra (Figura 8.6).



**Figura 8.6** Comportamento de queda média de peso das amostras sob compressão e peso médio do líquido exsudado

O tratamento 5 (T5), quando comparado ao tratamento W (TW) apresentou diferença entre si. A maior capacidade de reter água de T5 ( $67,33 \pm 3,28\%$ ) comparada à do TW ( $64,78 \pm 3,51\%$ ) é explicada pela diferença entre os papéis utilizados na metodologia (Figura 8.7). O papel Whatman 1 permitiu maior capacidade de reter o líquido exsudado quando a amostra de carne foi submetida à compressão, evidenciando a diferença entre os papéis. Essa melhor capacidade de absorver o líquido exsudado do papel Whatman 1 se deve à malha de fibras de celulose que formam o tecido do papel. O papel comum não apresenta uma malha eficiente o suficiente para absorver todo líquido exsudado sob pressão do tecido muscular, podendo resultar em valores finais equivocados. O tipo de papel utilizado no método de capacidade de retenção de água por compressão influencia os resultados finais obtidos.



**Figura 8.7** CRA (%) média das amostras submetidas ao método de compressão com papel filtro comum e papel Whatman 1

O método que utiliza papel filtro merece atenção quanto ao grau de filtração, porque é a partir de seu grau que interferências podem acontecer. Quando Hamm (1960) decidiu por usar uma marca comercial de papel em seus trabalhos e sugerir-lhes os que acompanham sua metodologia, possivelmente sua intenção não era ter vantagem econômica com a recomendação, mas apenas padronizar a técnica. Possivelmente o grau 1 do Whatman era o papel mais utilizado para aplicações de rotina em laboratórios no Reino Unido, fato que hoje continua a ocorrer. Existem inúmeros graus e gramaturas de papel filtro disponíveis no mercado. O grau 1 (11 micrômetros) é recomendado pelo fabricante para técnicas de rotina para “separar produtos alimentares sólidos dos líquidos associados ou extrair líquido”.

O custo entre os papéis é outro fator que os diferencia. A unidade do papel Whatman 1 custa aproximadamente três vezes o preço de um papel filtro comum. Apesar da melhor qualidade do papel importado, o custo pode ser limitante no uso do Whatman 1. Como a metodologia indica a necessidade específica do papel Whatman 1, caso outro papel seja utilizado na metodologia, é extremamente necessário que ele seja indicado para comparação posterior dos dados observados.

## 5 CONCLUSÃO

É possível sugerir que o tempo de compressão da metodologia proposta por Hamm (1960) possa ser reduzido em um minuto. Não é possível alterar o papel descrito na metodologia proposta por Hamm (1960) sem que esse detalhe seja referenciado no material, porque os resultados acabam sendo diferentes da metodologia com papel original, e os resultados não podem ser comparáveis.

## REFERÊNCIAS

BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. *Connective tissue in meat and meat products*. 1. ed. Essex: Elsevier Science Publishers, 1989.

BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale softexudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International*, v. 26, p. 39-43, 1993.

BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, n. 3, p. 455-457, set. 1996.

BEE, G.; LONERGAN, S. M.; HUFF-LONERGAN, E. Early postmortem pH influences proteolysis of cytoskeletal proteins during aging in porcine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, v. 82, n. 1, p. 13, 2004.

BILAK, S. R. et al. Properties of the novel intermediate filament protein synemin and its identification in mammalian muscle. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v. 355, p. 63-76, 1988.

- BOCCARD, R. et al. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Beef Production Program: Report of a working group in the Commission of the European Communities (CEC) Beef Production Research Programme. *Livestock Production Science*, v. 8, n. 5, p. 385-397, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 76 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES-web.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES-web.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2013.
- CIOBANU, D. C. et al. New alleles in calpastatin gene are associated with meat quality traits in pigs. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 2829-2839, 2004.
- DÍAZ, O. et al. Chemical composition and physico-chemical properties of meat from capons as affected by breed and age. *Spanish Journal of Agricultural Research*, v. 8, n. 1, p. 91-99, 2010.
- DIESBOURG, L.; SWATLAND, H. J.; MILLMAN, B. M. X-ray diffraction measurements of postmortem changes in the myofibrillar lattice of pork. *Journal of Animal Science*, v. 66, p. 1048-1054, 1988.
- FENNEMA, O. R. et al. *Fennema's food chemistry*. 4. ed. Boca Raton: CRC, 2007. p. 25-51.
- FORREST, J. C. et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979.
- FRONING, G. W.; BABJI, A. S.; MATHER, F. B. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science*, v. 57, n. 3, p. 630-633, mai. 1978.
- GARCIA, R. G. et al. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 12, n. 4, p. 233-237, out. 2010.
- GEESINK, G. H.; KOOHMARAIE, M. Postmortem proteolysis and calpain/calpastatin activity in callipyge and normal lamb biceps femoris during extended postmortem storage. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 1490-1501, 1999.
- GUTTMANN, R. P.; JOHNSON, G. V. Oxidative stress inhibits calpain activity in situ. *Journal of Biological Chemistry*, v. 273, p. 13331-13338, 1998.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. *Advanced Food Research*, v. 10, p. 335-362, 1960.
- HARRIS, S. E. et al. Antioxidant status affects color stability and tenderness of calcium chloride-injected beef. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 666-677, 2001.
- HEGARTY, P. V. Differences in fibre size of histologically processed pre- and post-rigor mouse skeletal muscle. *Life Sciences*, v. 9, p. 443-449, 1970.
- HENCKEL, P. et al. Determination of water holding capacity in chicken meat. In: European symposium on the quality of poultry meat. 2003, Saint-Brieuc Ploufragan. *Anais...* Saint-Brieuc Ploufragan, 2006.
- HONIKEL, K. O.; KIM, C. J. Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtschaft*, v. 66, p. 349-353, 1986.

- HUFF-LONERGAN; E. LONERGAN, S. M. Postmortem mechanisms of meat tenderization: the roles of the structural proteins and the calpain system. In: XIONG, Y. L.; HO, C.-T.; SHAHIDI, F. **Quality attributes of muscle foods**. New York: Kluwer Academy/Plenum Publishers, 1999, p. 229-251.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of post mortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 194-204, set. 2005.
- HUSSEIN, SAQIB. Effect of tilapia protein isolate on water-holding capacity and quality of tilapia fish muscle. Tese (Mestrado em Ciência em Alimentos) – Universidade da Flórida, Flórida. 2007.
- JAY, J. M. Relationship between water-holding capacity of meats and microbial quality. **Applied Microbiology**, v. 13, n. 1, p. 120-121, jan. 1965.
- KISSEL, C. et al. Functional properties of PSE (Pale, Soft, Exudative) broiler meat in the production of mortadella. **Brazilian Archives of Biology and Tecnology**, v. 52, n. spe., p. 213-217, nov. 2009.
- KNEIFEL, W. et al. Water-holding capacity of proteins with special regard to milk proteins and methodological aspects – A review. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 7, p. 2027-2041, jul. 1991.
- KOOHMARAIE, M. Effect of pH, temperature and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle mu-calpain. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3071-3080, 1992.
- LONERGAN, S. M. et al. Postmortem proteolysis and tenderization of top loin steaks from brangus cattle. **Journal of Muscle Foods**, v. 12, p. 121-136, 2001.
- MAO R.; TANG J.; SWANSON B. G. Water holding capacity and microstructure of gellan gels. **Carbohydrate Polymers**, v. 46, n. 4, p. 365-371, dez. 2001.
- MARCHI, D. F. et al. Evaluation of halothane as stressor agent in poultry. **Semina**, v. 31, n. 2, p. 405-412, abr./jun. 2010.
- MARTINAUD, A. et al. Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 2481-2487, 1997.
- MELODY, J. L. et al. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1195-1205, 2004.
- MILLMAN, B. M.; RACEY, T. J.; MATSUBARA, I. Effects of hyperosmotic solutions on the filament lattice of intact frog skeletal muscle. **Biophysical Journal**, v. 33, n. 2, p.189-202, fev. 1981.
- OFFER, G. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat – Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**, v. 30, n. 2, p. 157-184, 1991.
- OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 2: drip losses. In: LAWRIE, R. (Ed.). **Developments in meat science**. London: Elsevier Science Publications, 1988. p.173-243.



OFFER, G.; TRINICK, J. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*, v. 8, n. 4, p. 245-281, 1983.

OLIVO, R. *O mundo do frango*. Criciúma: Varela, 2006.

PEDERSEN, M. W. et al. Effects of Low and High Saponin Selection in Alfalfa on Agronomic and Pest Resistance Traits and the Interrelationship of these Traits. *Crops Science*, v. 16, p. 193-199, 1976.

PIEDALLU, C. et al. Mapping soil water holding capacity over large areas to predict potential production of forest stands. *Geoderma*, v. 160, n. 3-4, p. 355-366, jan. 2011.

RAMASWAMY R. U. et al. Structural features and water holding capacities of pressed potato fibre polysaccharides. *Carbohydrate Polymers*, v. 93, n. 2, 2 abr. 2013, p. 589-596.

RAMOS, A. Efecto del método de congelamiento sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la carne de pechuga de pollo. Tese (Mestrado em Ciências em Indústria Pecuária) – Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico. 2005

SCHAFER, A. et al. Physiological and structural events postmortem of importance for drip loss in pork. *Meat Science*, v. 61, p. 355-366, 2002.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Science*, v. 92, n. 3, p. 227-243, nov. 2012.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

SOBIOLOGIA. **Tecido muscular estriado esquelético**. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Histologia/epitelio22.php>>. Acesso em: 16 maio 2016.

STRASBURG, G.; XIONG, Y. L.; CHIANG, W. Physiology and chemistry of edible muscle tissues. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Fennema's food chemistry*. 4. ed. Boca Raton: CRC, 2007. p. 923-973.

SWATLAND, H. J.; BELFRY, S. Post-mortem changes in the shape and size of myofibrils from skeletal-muscle of pigs. *Mikroskopie*, v. 42, p. 26-34, 1985.

TRIBALLEAU, C. Agronegócio no Brasil crescerá 35% em 10 anos, diz relatório. *Revista Exame*, Brasília, 27 jun. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/agronegocio-no-brasil-crescera-35-em-10-anos-diz-relatorio>>. Acesso em: 1 jul. 2013.

TROUT, G. R. Techniques for measuring water-binding capacity in muscle foods – A review of methodology. *Meat Science*, v. 23, p. 235-252, 1988.

WANG, K.; RAMIREZ-MITCHELL, R. A network of transverse and longitudinal intermediate filaments is associated with sarcomeres of adult vertebrate skeletal-muscle. *Journal of Cell Biology*, v. 96, p. 562-570, 1983.

WILHELM, A. E. et al. Protease activity and the ultrastructure of broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. *Food Chemistry*, v. 119, n. 3, p. 1201-1204, 2010.

WINGER, R. J.; POPE, C. G. Osmotic properties of post-rigor beef muscle. **Meat Science**, v. 5, p. 355-369, 1981.

WHITMAN, T. A. et al. Electrical measurement for detecting early postmortem changes in porcine muscle. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 80-90, 1996.

XIONG, Y. L.; DECKER, E. A. Alterations of muscle protein functionality by oxidative and antioxidative processes. **Journal of Muscle Foods**, v. 6, p. 139-160, 1995.

YOUNG, J. F.; BERTRAM, H. C. OKSBJERG, N. Rest before slaughter ameliorates pre-slaughter stress-induced increased drip loss but not stress-induced increase in the toughness of pork. **Meat Science**, v. 83, n. 4, p. 634-641, dez. 2009.

# 9

CAPÍTULO

## **ACEITABILIDADE DE EXTRATO DE SOJA ELABORADO COM GRÃOS DE GENÓTIPOS BRASILEIROS CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICOS**

*Rafael Luiz Pirolli Vilas Boas*

*Vera de Toledo Benassi*

*José Marcos Gontijo Mandarinino*

*Juliany Piazzon Gomes*

### **1 INTRODUÇÃO**

A soja é o principal grão oleaginoso cultivado no mundo e a cultura líder do agronegócio brasileiro. O Brasil é o segundo produtor em contexto mundial (DALL'AGNOL et al., 2007), possuindo qualidade *premium* no óleo comestível

e no farelo proteico, o que permite sua entrada em mercados exigentes, como União Europeia e Japão (BRASIL, 2013).

A soja possui um alto valor nutricional, apresentando em sua composição elevado teor de proteínas e lipídios (ROSSI; ROSSI, 2010). Uma das principais funções das proteínas no organismo humano é a síntese de novos tecidos; já o óleo presente nos grãos fornece as calorias necessárias para que as proteínas possam realizar sua função (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998).

Todavia, os grãos de soja *in natura* contêm alguns componentes indesejáveis, como as lipoxigenases, que podem reduzir sua aceitabilidade sensorial (BOR-DINGNON; MANDARINO, 1994). A enzima lipoxigenase, que promove a oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados, com conseqüente formação de aldeídos (n-pentanal e n-hexanal), é responsável por um sabor desagradável (ROSSI; ROSSI, 2010), conhecido como *beany flavor*, sabor de ranço ou “feijão cru” (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013). A reação ocorre quando o grão moído ou quebrado entra em contato com água fria, proporcionando o encontro entre a lipoxigenase e ácidos graxos. O sabor resultante, que é bem aceito pelos orientais, pode parecer exótico ao paladar dos brasileiros, afastando a soja de seus hábitos alimentares. A enzima lipoxigenase pode ser inativada pelo calor. Portanto, o uso de água fervente por cinco minutos antes dos processamentos é suficiente para inativar as enzimas (BENASSI; MANDARINO; CARRÃO-PANIZZI, 2012).

O extrato de soja apresenta características semelhantes ao leite de vaca, principalmente em sua aparência e composição (ROSSI; ROSSI, 2010). Por ser de origem vegetal e não possuir colesterol, o extrato de soja pode atender a necessidades de pessoas que buscam hábitos alimentares saudáveis, sendo também uma alternativa para pessoas alérgicas à proteína do leite ou intolerantes ao seu açúcar (lactose) (CARRÃO-PANNIZI; MANDARINO, 1998).

Para obter boa aceitação, o extrato de soja deve ser produzido sem o desenvolvimento de *beany flavor*. Por isso, as indústrias de alimentos têm investido em tecnologia para obtenção de bebidas à base de soja de alta qualidade, com ampla variedade de produtos (sabores variados, em versões *light* e normal), enriquecidas com nutrientes e fibras, em embalagens práticas e modernas, de modo a aumentar sua inclusão na dieta da população ocidental (ROSSI; ROSSI, 2010). As cultivares de soja podem também influenciar no rendimento e na qualidade sensorial do extrato produzido.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a aceitação sensorial do extrato de soja de diferentes genótipos brasileiros convencionais e transgênicos.

## 2 SOJA

A soja cultivada pelos chineses ancestrais era uma planta rasteira, que evoluiu devido a cruzamentos naturais de duas espécies selvagens melhoradas por

cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2013). A soja possui alto valor nutricional e sua importância na alimentação foi percebida pelos chineses há mais de 4000 anos. Nos Estados Unidos (EUA), a importância comercial foi descoberta após 1920 (ROSSI; ROSSI, 2010).

A introdução da soja no Brasil e o seu desenvolvimento iniciaram-se com testes no estado da Bahia em 1882, porém o germoplasma trazido dos Estados Unidos não se adaptou devido às condições de baixa latitude. Em 1900, foi adaptada no Rio Grande do Sul, onde as condições climáticas são semelhantes às da região sul dos EUA. A cultura da soja permaneceu ignorada no Brasil entre os anos de 1882 a 1950, quando a produção era destinada à forragem e alimentação de suínos. Na década de 1960, começou sua trajetória de crescimento e, em menos de vinte anos, converteu-se na cultura líder do agronegócio brasileiro (DALL'AGNOL et al., 2007).

A soja é o principal grão oleaginoso cultivado no mundo. Em comparação com outras grandes culturas de grãos, a soja foi a que mais cresceu nos últimos 37 anos, tanto no Brasil quanto em escala mundial. O Brasil é o segundo produtor em contexto mundial, podendo se tornar o primeiro devido a limitações de expansão de áreas produtoras de outros países e por possuir domínio tecnológico para produzir em regiões tropicais com baixa latitude (DALL'AGNOL et al., 2007).

O décimo levantamento da safra de soja de julho de 2013 mostra que nessa temporada a soja atingiu o recorde de 27.721,5 mil hectares, apresentando um incremento de 10,7% em comparação com o verificado na temporada 2011/12 – 25.042,2 mil hectares, superando o recorde nacional de 2012, onde a produtividade média atingiu 2.651 kg/ha. Esse fato pode ser explicado pela ocorrência de clima adequado em importantes fases do desenvolvimento da lavoura, principalmente na região sul (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2013).

A indústria nacional transforma, por ano, 30,7 milhões de toneladas de soja em 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico, que possuem alto teor de proteínas e padrão de qualidade *premium*, permitindo sua entrada em mercados exigentes como União Europeia e Japão (BRASIL, 2013).

A soja é uma leguminosa rica em termos nutricionais, apresentando elevado teor de proteínas e lipídios: possui, em média, 40% de proteínas, 20% de lipídios, 30% de carboidratos, 5% de cinzas e 5% de fibras. Com seu considerável valor nutricional, a soja era utilizada como importante componente na alimentação dos chineses há mais de quatro mil anos. Além disso, hoje se sabe que a soja apresenta vários componentes bioativos, que a caracterizam como um alimento funcional (ROSSI; ROSSI, 2010).

Uma alimentação adequada é necessária para o organismo adquirir resistência contra doenças, aumentar a vida média e auxiliar o desenvolvimento mental. Os

alimentos de origem animal são as fontes proteicas mais tradicionalmente consumidas; no Brasil, segundo produtor mundial, os derivados da soja deveriam estar ao alcance da população, como uma alternativa proteica viável, capaz, inclusive, de solucionar problemas de desnutrição. O óleo presente nos grãos de soja fornece as calorias necessárias ao organismo para metabolizar as proteínas ingeridas para a síntese de novos tecidos (CARRÃO-PANNIZI; MANDARINO, 1998).

A falta de hábito e a necessidade de praticidade no preparo dos pratos pode ter mantido a soja afastada da dieta do brasileiro (FELBERG et al., 2005), porém, isso tem se alterado gradativamente, devido à introdução no mercado de grande número de produtos derivados de soja. Alguns dos mais conhecidos são o óleo de cozinha, a proteína texturizada, o isolado proteico, o extrato, o tofu e os produtos tipo iogurte (ROSSI; ROSSI, 2010).

Os processos tecnológicos para obtenção de produtos à base de soja visam reduzir características indesejáveis de sabor (FELBERG, et al., 2005). A soja *in natura* possui componentes indesejáveis como as lipoxigenases, que reduzem a sua aceitabilidade (BORDINGNON; MANDARINO, 1994).

As lipoxigenases são enzimas que catalisam a peroxidação de ácidos graxos poli-insaturados e seus ésteres, produzindo compostos voláteis, tais como cetonas, aldeídos e álcoois. Esses compostos são responsáveis pelo sabor de ranço ou “feijão cru” principalmente quando a soja é colocada de molho em água fria (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013). Também ao realizar a moagem, a enzima lipoxigenase e o substrato são liberados e, se houver água em quantidade suficiente, a enzima catalisa a oxidação do substrato, produzindo os compostos indesejáveis. A temperatura da mistura entre água e soja influencia na formação de voláteis durante a moagem. A temperatura da mistura deve ser alta: quando a soja é moída a 80 °C ou mais, a formação de voláteis é praticamente inexistente (ROSSI; ROSSI, 2010).

Alguns fatores antinutricionais estão presentes nos grãos de soja *in natura*, que são: inibidores de tripsina, ácido fítico, hemaglutinas e fator bociogênico. Os inibidores de tripsina têm a maior atenção dos profissionais da área da saúde, porque podem promover uma hipertrofia pancreática. Em contrapartida, pequenas concentrações dos inibidores de tripsina nos alimentos derivados de soja podem atuar na redução do risco de determinados tipos de cânceres e na redução do nível sérico do colesterol. Com a ação do calor, os inibidores de tripsina perdem a sua atividade ao se ligarem a outros componentes do grão (ROSSI; ROSSI, 2010).

## 2.1 Extrato de soja

O extrato de soja foi processado pela primeira vez na China, no século II a.C. Suas características são semelhantes às do leite de vaca, principalmente na

aparência e composição. O extrato apresenta, em média, a cada 100 ml: 2,5 g de carboidratos; 3,4 g de proteínas; 2,3 g de lipídeos; 40 mg de cálcio; 105 mg de potássio; 1,2 mg de ferro; 40 ug de vitamina B1 e 120 ug de vitamina B2 (ROSSI; ROSSI, 2010).

Harry Willis Miller, médico americano missionário na China, melhorou a qualidade do extrato de soja por inovações no processo, iniciando a produção em massa na China e em vários países. Inovações tecnológicas que reduziram o *beany flavor* (sabor de feijão cru) tornaram o extrato mais popular no ocidente (ROSSI; ROSSI, 2010).

O extrato de soja pode atender a necessidades de pessoas que buscam hábitos alimentares mais saudáveis, por não possuir colesterol; também é uma alternativa nutritiva a pessoas intolerantes à lactose (açúcar) ou alérgicas à proteína do leite. O extrato de soja é deficiente em cálcio e vitamina A, por isso, quando utilizado em dietas de lactantes, necessita receber suplementação (CARRÃO-PANIZZI, 1988). Em comparação com o leite de vaca, o extrato de soja contém maiores concentrações de ferro, ácidos graxos insaturados e niacina. Em relação às proteínas, o extrato de soja possui deficiência em aminoácidos sulfurados, que podem ser encontrados nos cereais – e, quando realizada essa combinação, é possível obter um alimento completo em termos proteicos (ROSSI; ROSSI, 2010).

Atualmente, o interesse da população em consumir alimentos saudáveis faz com que a indústria de alimentos realize investimentos no aprimoramento e disponibilização de extrato de soja de alta qualidade no mercado, que apresenta ampla variedade de bebidas à base de soja, em versões *light* e normal, enriquecidas com nutrientes e fibras, e em embalagens práticas e modernas. Tudo isso tem contribuído para a inclusão desse tipo de bebida na dieta do brasileiro (ROSSI; ROSSI, 2010). Conforme observado por Zadinello et al. (2010), ao adicionar sucos de frutas, aromatizantes, entre outros produtos que mascaram qualquer sabor amargo, ou adstringente, presente na soja, melhora-se a qualidade do extrato e, conseqüentemente, seu consumo pela população brasileira pode aumentar.

Em 1985, foi lançada no Brasil a primeira bebida à base de soja, o produto Tonyu, da Yakult. Em 1996, a marca AdeS, da Unilever, chegou ao Brasil e foi ganhando destaque; dados de 2010 apontavam essa marca como líder do mercado brasileiro, com 65,9% de participação em volume (SOARES, 2011).

O mercado de bebidas à base de soja vem crescendo e aumentando seu espaço na mesa dos brasileiros. No final de 2010, mais de 40% da população consumia esse tipo de bebidas, com maior concentração nas classes A e B, porém aumentando na classe C (SOARES, 2011).

Segundo Mendonça (2010), o consumo per capita de bebidas à base de soja no Brasil em 2010 foi de 1,28 litros por ano, enquanto a ABIR (Associação Bra-

sileira de Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas), estimou consumo da ordem de 533 milhões de litros em 2011, com um valor *per capita* de 2,8 litros por ano (DADOS, 2011). Baseado nesses valores, pode-se estimar que houve um aumento expressivo (quase 120%) no consumo de bebidas à base de soja nesse curto espaço de tempo.

## 2.2 Análise sensorial

A análise sensorial é uma disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (MINIM, 2006). Constitui-se num importante instrumento para indústrias de alimentos e instituições de pesquisa, podendo ser utilizada no acompanhamento das etapas de desenvolvimento de produto, avaliação no efeito de alterações/substituições das matérias-primas, redução de custos, seleção de fornecedores, embalagem, controle de qualidade, armazenamento (vida útil do produto), assim como estudos de aceitação e decisão de compra ou não do produto pelos consumidores (DUTCOSKY, 2007).

Por meio da análise sensorial, é possível identificar diferenças entre os alimentos, e definir atributos que dificilmente seriam detectados por outros procedimentos analíticos (STONE; SIDEL, 2004). Os testes sensoriais afetivos medem o quanto um consumidor ou potencial consumidor gosta ou desgosta de um produto, avaliando preferência ou aceitabilidade (DUTCOSKY, 2007).

Existem várias escalas para medir a aceitação; uma das mais usadas é a escala hedônica. É uma escala facilmente compreendida pelos consumidores, sendo possível obter resultados confiáveis. Há diferentes tipos de escalas hedônicas, estruturadas ou não. A não estruturada é uma linha demarcada apenas em seus pontos extremos (por exemplo, no esquerdo, com o termo “desgostei extremamente”, e, no direito, “gostei extremamente”), enquanto a escala estruturada apresenta pontos intermediários. Entre as estruturadas, podemos ter escalas apenas numéricas, faciais (utilizadas com crianças ou pessoas que não conseguem ler) ou verbais, as quais exigem uma escolha apropriada das palavras, evitando expressões ambíguas (que possam causar confusão e dificultar a decisão de resposta do consumidor) e permitindo dar uma ideia de ordem sucessiva dos intervalos (MINIM, 2006).

Os dados obtidos por avaliação de escala hedônica são frequentemente avaliados por meio de histogramas, tornando-se possível a visualização da segmentação dos valores hedônicos de cada amostra, revelando o seu nível de aceitação e rejeição e permitindo a comparação dos desempenhos de duas ou mais amostras, ou da análise de variância (Anova) e teste de comparação de médias, de forma a poder tirar alguma conclusão a respeito da opinião dos julgadores sobre um ou mais produtos (MINIM, 2006).



### **3 MATERIAS E MÉTODOS**

Trata-se de uma pesquisa experimental realizada no período de 06/06/2013 a 03/02/2014, com a finalidade de verificar a aceitabilidade do extrato de soja de oito genótipos diferentes, convencionais e transgênicos, por meio de análise sensorial.

#### **3.1 Material em estudo**

Os genótipos de soja utilizados são provenientes do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Soja – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São elas: as cultivares convencionais BRS 232, BRS 284, BRS 361 e BRS 317; e as cultivares transgênicas BRS 359 RR, BRS 360 RR, BRS 378 RR e a linhagem BR 09-55277 RR1. Todas foram cultivadas em Londrina e em Ponta Grossa, na safra 2012/13.

Os reagentes necessários para realização dos métodos oficiais foram fornecidos pela Embrapa Soja, assim como os aparelhos e equipamentos para as análises físico-químicas. Frascos de vidro e garrafas plásticas para armazenamento do extrato foram adquiridos pelo autor do trabalho.

As determinações da composição proximal foram realizadas no laboratório de análises físico-químicas e a obtenção do extrato de soja e a análise sensorial foram realizadas na Cozinha Experimental, ambos na Embrapa Soja, Londrina, PR.

#### **3.2 Obtenção do extrato de soja**

O extrato de soja foi obtido na cozinha experimental da Embrapa Soja, com auxílio do equipamento Sojamac mod. MJ720.

Foram pesados 170 g de grãos de soja em balança semianalítica (OHAUS, NO.CT1200) e estes foram adicionados a um recipiente de alumínio com 700 ml de água em ebulição. Aguardou-se até a água entrar novamente em ebulição e prosseguiu-se a fervura por 5 min. Após o tratamento térmico, os grãos foram transferidos para um recipiente tampado e ficaram em repouso durante duas horas para a maceração. Concluído o tempo de maceração, a água foi drenada, e os grãos, lavados em água corrente à temperatura ambiente, para retirada de possíveis impurezas. Depois os grãos foram pesados novamente, e anotou-se o valor para cálculo da água absorvida (diferença entre o peso dos grãos macerados e dos grãos secos).

Do total de grãos hidratados, foram pesados 315 g para o processamento, quantidade adequada ao volume do equipamento. Esses grãos foram colocados no equipamento, adicionando-se também 2 l de água em temperatura ambiente para o processamento, o qual ocorre automaticamente ao ligar o equipamento. Durante 25 minutos, ocorreu o aquecimento da água e quatro etapas de tritura-

ção. Após o processamento, o extrato de soja foi separado do resíduo por filtração em tecido de algodão; tanto o extrato como o resíduo obtido foram pesados para cálculo posterior do rendimento do processo.

Cada batelada de extrato foi colocada em recipiente de alumínio e aquecida em fogão industrial a gás DAKO 02431 até atingir a ebulição, sendo armazenada sob refrigeração. Para cada um dos genótipos, foram realizadas quatro bateladas, obtendo-se aproximadamente 7,5 l de extrato. Desse total, foram retirados aproximadamente 800 ml, que foram acondicionados em 4 frascos de vidro de 250 ml, para liofilização (a fim de obter material para as análises de laboratório), e o restante foi formulado (0,25% de NaCl e 6% de sacarose), dividido em 6 frascos plásticos tampados de 1 l e armazenado sob congelamento, até a realização da análise sensorial.

O procedimento descrito pode ser visualizado na Figura 9.1.

### 3.3 Análise sensorial

As amostras de extrato de soja foram previamente descongeladas e mantidas sob refrigeração até o momento da análise. Os provadores foram recrutados entre a equipe de empregados e estagiários da empresa, e esclarecidos a respeito da análise, preenchendo um termo de consentimento e um questionário contendo dados pessoais e informações sobre o conhecimento dos produtos à base de soja. O delineamento utilizado foi do tipo completo, totalmente aleatorizado e balanceado. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, nas quais o provador recebeu uma amostra por vez, devidamente codificada com números de três dígitos, bem como uma ficha de avaliação, contendo escala hedônica es-

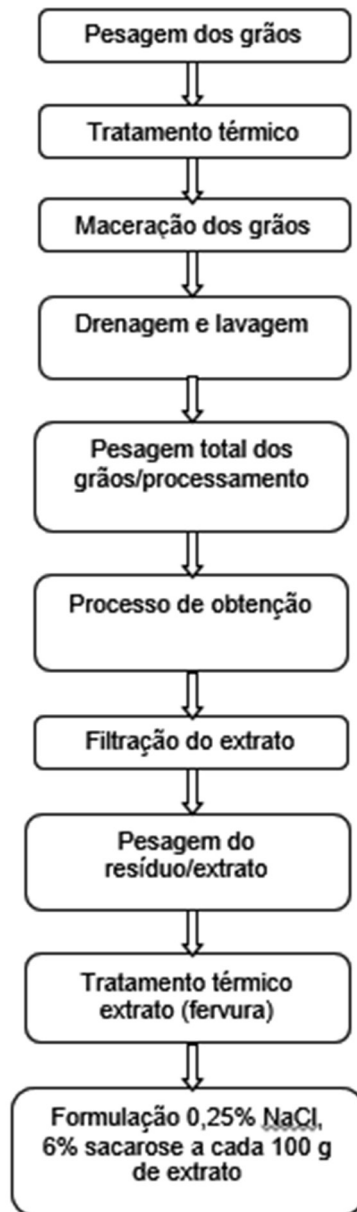


Figura 9.1 Etapas de obtenção do extrato de soja

truturada de 9 pontos, onde 1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo. Após, foi realizado um teste de preferência de ordenação.

### **3.4 Liofilização**

Retirou-se aproximadamente 2 ml do extrato líquido de cada amostra para determinação de umidade em estufa a 105 °C, até peso constante. Em seguida, congelou-se as amostras de extrato de soja para liofilização em liofilizador (Liobras, mod. L-101), com temperatura de -55° C e pressão de 200 µm de Hg, até secagem completa (72 h). Essas amostras liofilizadas foram armazenadas em potes plásticos até o momento das análises para determinação da composição proximal.

A composição proximal do extrato de soja líquido foi calculado utilizando-se os teores de óleo, proteínas, cinzas e carboidratos encontrados na liofilização e transformados em base úmida, em função dos teores de umidade inicial de cada extrato líquido.

### **3.5 Análise do processamento**

Durante o processamento dos grãos de soja para obtenção do extrato, foram registrados os pesos dos grãos (secos e macerados) e do extrato produzido com cada cultivar. Para calcular a quantidade de água absorvida (expressa em g) pelos grãos de cada uma das cultivares, foi subtraído o peso dos grãos secos do peso dos grãos macerados. Para calcular o rendimento em extrato, foi dividido o peso do extrato pelo peso de grãos secos (multiplicando por 100, para expressar em g extrato/100 g de grãos). Para cada cultivar, foram realizadas quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância.

### **3.6 Determinação de umidade**

A umidade foi determinada de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008): foram pesados aproximadamente 2 g da amostra em cápsula de metal, previamente tarada; a amostra foi aquecida durante 18 horas em estufa S. E. Fanem MOD 310 a 105 °C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e então pesada. Essa operação foi repetida até o peso constante.

### **3.7 Determinação do teor de óleo**

O teor de lipídeos (óleo) foi determinado de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008): foram pesados aproximadamente 0,5 g de amostra em cartuchos de Soxhlet, os quais foram levados à estufa S. E. Fanem MOD 310 a 105 °C e lá permaneceram por uma hora. Após secagem da amostra, os

cartuchos contendo as amostras foram novamente pesados. Os cartuchos foram transferidos para o aparelho de Soxhlet, que é acoplado a um balão de fundo chato de 250 ml. Adicionou-se o solvente extrator (N-hexano), e esse conjunto foi mantido sob aquecimento na chapa aquecedora Tecnal TE-188. Ao extrator de Soxhlet, foi adaptado um condensador de bolas para o resfriamento dos solventes. A extração foi realizada por seis horas. Após esse período, os cartuchos foram retirados do aparelho extrator e transferidos para a estufa a 105 °C por uma hora. Após secagem, foram pesados mais uma vez. O cálculo do teor de óleo foi feito pela diferença de peso dos cartuchos contendo as amostras antes e depois da extração. Os resultados foram expressos em porcentagem ou g óleo/100 g de amostra.

### 3.8 Determinação do teor de proteínas

O teor de proteínas foi determinado de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação do nitrogênio das amostras foi realizada pelo método de Kjeldahl, que compreende três etapas: digestão, destilação e titulação.

Foram pesados aproximadamente 0,1 g de cada amostra, anotando-se o peso. Em seguida, as amostras foram transferidas para os tubos de digestão previamente codificados e organizados em uma bandeja, sendo o primeiro tubo o branco, o segundo a amostra padrão, e, o restante as amostras.

A seguir, foram acrescentados nos tubos aproximadamente 0,3 g de catalisador ( $\text{CuSO}_4/\text{K}_2\text{SO}_4$ ), seguindo-se a adição de 3,5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico concentrado) e 2,0 ml de peróxido de hidrogênio 30%. Os tubos foram colocados no bloco digestor Tecnal TE007D, com temperatura inicial de 50 °C, a qual sofreu aumentos progressivos até atingir 350 °C. As amostras permaneceram até toda a matéria orgânica ser “queimada”, ou seja, quando as amostras apresentaram uma coloração esverdeada. Depois de esfriar, as amostras foram homogeneizadas e, então, foram adicionados 10 ml de água ultrapura do purificador Milli-Q.

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

O teor de proteína bruta foi calculado com base no volume gasto para a titulação, de acordo com a Equação (9.1) e utilizando o fator de conversão  $F = 6,25$  para transformação do nitrogênio titulado em proteína. Os resultados foram expressos em porcentagem ou g proteína/100 g de amostra.

$$\text{Cálculos: \% de proteína} = \frac{V \times N \times 14 \times 100 \times F}{\text{g da amostra} \times 1000} \quad \text{Equação (9.1)}$$

Onde:

V = volume de HCl gasto na titulação

N = normalidade do HCL

F = fator de conversão (6,25).

### 3.9 Determinação do teor de cinzas

As cinzas ou resíduo mineral fixo foram determinados de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os cadinhos de porcelana foram secos na estufa a 105 °C por 2 horas, retirados com uma pinça e resfriados por aproximadamente 35 minutos. Os cadinhos foram pesados vazios e, também, após a adição de aproximadamente 0,5 g de amostra, os pesos foram registrados.

Os cadinhos foram transferidos para a mufla EDG 5000 P, com temperatura inicial de 150 °C. A temperatura foi aumentada progressivamente até atingir 550 °C. A incineração levou 5 horas aproximadamente, e a amostra ficou totalmente isenta de carvão, apresentando coloração branca ou acinzentada. A amostra foi retirada da mufla, resfriada e pesada. O resultado foi expresso em porcentagem ou g de cinzas/100 g amostra.

### 3.10 Determinação do teor de carboidratos

Após a determinação de umidade, proteínas, lipídios e cinzas, o teor de carboidratos do extrato de soja foi determinado por diferença:  $[100 - (\text{umidade} + \text{proteínas} + \text{lipídios} + \text{cinzas})]$ . Para os grãos e extrato de soja liofilizado, foi determinado por diferença em base seca:  $[100 - (\text{proteínas} + \text{lipídios} + \text{cinzas})]$ .

### 3.11 Tratamento dos dados

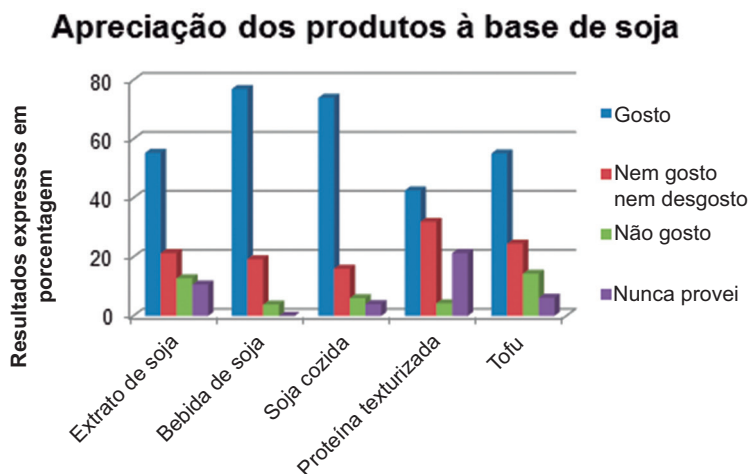
Os dados obtidos na determinação da composição proximal, análise do processamento e análise sensorial foram submetidos à análise de variância (Anova) e teste de comparação de médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa Assistat 7.7 versão beta (ASSIS, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste sensorial foi realizado em dois dias consecutivos, por 72 provadores não treinados, dos quais 54% eram do sexo masculino e 46%, do feminino. A faixa etária prevaiente foi entre 20 e 30 anos (43%).

Desses provadores, 74% informaram consumir produtos à base de soja. A proteína texturizada é o produto menos conhecido, pois 21% disseram que nunca

a provaram. Os produtos mais preferidos foram as bebidas com sucos de frutas (77%) e a soja cozida (74%), enquanto o extrato apresentado puro (sem adição de frutas) e o tofu foram os produtos menos preferidos, com 13% e 14%, respectivamente. Os resultados estão expressos no Gráfico 9.1.



**Gráfico 9.1** Apreciação dos produtos à base de soja

Os resultados obtidos na análise sensorial foram submetidos à análise de variância (Tabela 9.1). Embora as médias tenham variado desde 5,92 até 6,46, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si.

**Tabela 9.1** Média dos tratamentos do teste sensorial

Genótipos	Médias
BRS 360 RR	6,46 <sup>a</sup>
BRS 284	6,43 <sup>a</sup>
BRS 378 RR	6,36 <sup>a</sup>
BRS 359 RR	6,33 <sup>a</sup>
BRS 317	6,29 <sup>a</sup>
BRS 361	6,26 <sup>a</sup>
BR 09- 55277 RR1	6,10 <sup>a</sup>
BRS 232	5,92 <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si (Tukey,  $p \geq 0,05$ )

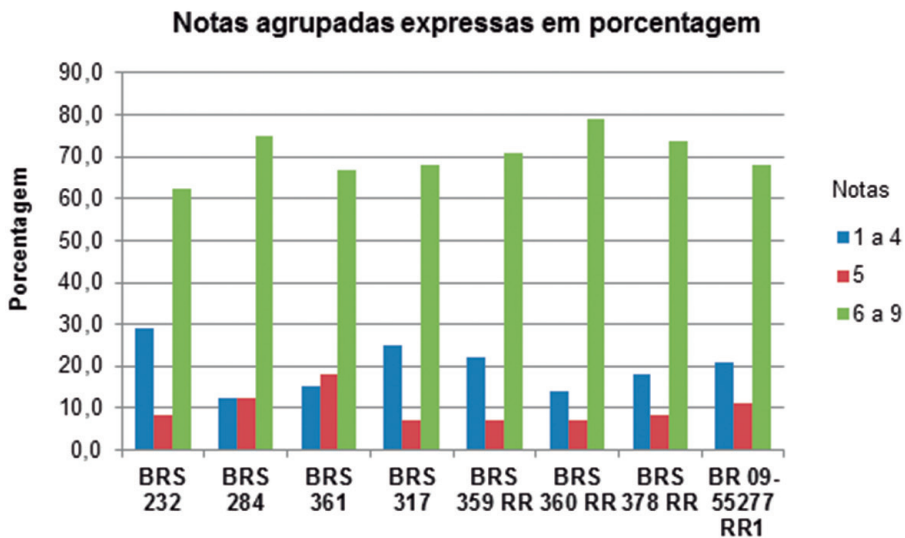
Para considerar a aceitação de um produto em relação às suas propriedades sensoriais, é necessário um IA (índice de aceitabilidade) de no mínimo 70% (Tabela 9.2), que pode ser obtido utilizando o cálculo  $IA (\%) = A \times 100/B$ , onde A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

**Tabela 9.2** Índice de aceitabilidade dos genótipos testados sensorialmente por escala hedônica estruturada de 9 pontos

Genótipos	Índice de aceitabilidade (IA)
BRS 360 RR	71,78%
BRS 284	71,44%
BRS 378 RR	70,67%
BRS 359 RR	70,33%
BRS 317	69,89%
BRS 361	69,56%
BR 09- 55277 RR1	67,78%
BRS 232	65,78%

O índice de aceitabilidade mostra uma boa aceitação das amostras, principalmente para as cultivares transgênicas BRS 360 RR, BRS 378 RR, BRS 359 RR e para a cultivar convencional BRS 284, que apresentam um IA acima de 70%. Porém, os resultados não foram satisfatórios para as cultivares convencionais BRS 232, BRS 317, BRS 361 e para a linhagem BR 09-55277 RR1, as quais obtiveram valores abaixo de 70%.

Os resultados da escala hedônica podem ser também avaliados pela distribuição de frequências dos valores obtidos por cada amostra, usando histogramas, de forma a ressaltar visualmente seus níveis de aceitação e rejeição. O Gráfico 9.2 evidencia que a cultivar BRS 360 RR obteve maior média, não só em função da sua aceitação (maior porcentagem de notas entre 6 e 9) como da sua rejeição (a segunda menor porcentagem de notas entre 1 e 4); o contrário foi observado para a cultivar BRS 232, justificando a menor média obtida. É interessante notar que a cultivar BRS 361 destacou-se por apresentar maior frequência (18,1%) de notas 5, significando que um maior número de provadores não gostou nem desgostou desta cultivar (indiferença).



**Gráfico 9.2** Notas agrupadas expressas em porcentagem

Como as cultivares BRS 284 e BRS 360 RR têm em comum o fato de apresentarem as maiores frequências de respostas positivas (6 a 9) e as menores de respostas negativas (1 a 4), considerou-se apropriado submetê-las a um novo teste sensorial de preferência.

O teste sensorial de preferência foi realizado por provadores não treinados, os quais receberam as duas amostras segundo um delineamento completo, totalmente aleatorizado e balanceado. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, e as amostras, codificadas com números de três dígitos, foram oferecidas simultaneamente, junto com uma ficha de avaliação.

Do total de 58 provadores, 26 preferiram a cultivar BRS 284 (45%) e 32 preferiram a BRS 360 RR (55%). Para que a diferença entre as amostras fosse significativa a nível de 5% de probabilidade, o número mínimo de respostas necessárias para estabelecer a preferência seria de 38 (MINIM, 2006), portanto não houve uma amostra preferida. Assim sendo, qualquer uma das cultivares testadas poderia ser utilizada comercialmente para produção de extrato de soja, com igual aceitação por parte dos consumidores.

BRS 232 foi a cultivar que apresentou a menor absorção de água, diferindo das cultivares convencionais BRS 284, BRS 361, das transgênicas BRS 359 RR, BRS 360 RR e da linhagem BR 09-55277 RR1. Apesar disso, as cultivares não apresentaram diferença significativa de rendimento entre si (Tabela 9.3).



**Tabela 9.3** Rendimento em extrato e água absorvida na maceração dos grãos dos genótipos de soja

Genótipos	Água absorvida (g)	Rendimento em extrato (g/100 g)
BRS 232	195,12 ± 2,32 <sup>b</sup>	1028,95 ± 15,41 <sup>a</sup>
BRS 284	211,80 ± 4,46 <sup>a</sup>	1059,10 ± 20,93 <sup>a</sup>
BRS 317	206,05 ± 9,95 <sup>ab</sup>	1060,56 ± 11,36 <sup>a</sup>
BRS 361	218,80 ± 10,77 <sup>a</sup>	1035,29 ± 7,41 <sup>a</sup>
BRS 359 RR	221,05 ± 4,79 <sup>a</sup>	1041,88 ± 20,03 <sup>a</sup>
BRS 360 RR	218,55 ± 3,93 <sup>a</sup>	1056,00 ± 23,79 <sup>a</sup>
BRS 378 RR	208,08 ± 3,98 <sup>ab</sup>	1026,73 ± 24,76 <sup>a</sup>
BR 09-55277 RR1	217,20 ± 9,92 <sup>a</sup>	1060,40 ± 10,62 <sup>a</sup>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Média de 4 determinações ± desvio padrão.

Os valores encontrados para a composição proximal dos grãos dos genótipos de soja estudados estão sumariados na Tabela 9.4. Quanto ao teor de umidade, não houve diferença significativa entre os genótipos estudados. Com relação ao teor de proteínas, a cultivar geneticamente modificada BRS 359 RR foi aquela que apresentou maior valor, 37,82 g/100g, e a linhagem BR 09-55277 RR1 foi a que apresentou o menor valor, 32,39 g/100 g.

**Tabela 9.4** Composição proximal dos grãos dos oito genótipos de soja estudados

Genótipos	Umidade <sup>1</sup>	Proteína <sup>2</sup>	Lípideos <sup>2</sup>	Cinzas <sup>2</sup>	Carboidratos <sup>2,3</sup>
BRS 232	6,86±0,25 <sup>a</sup>	35,17±0,35 <sup>c</sup>	22,57±0,11 <sup>d</sup>	6,12±0,16 <sup>bc</sup>	36,15±0,37 <sup>ab</sup>
BRS 284	6,89±0,11 <sup>a</sup>	35,35±0,21 <sup>bc</sup>	24,87±0,85 <sup>ab</sup>	8,51±0,01 <sup>a</sup>	31,27±0,52 <sup>d</sup>
BRS 317	7,26±0,13 <sup>a</sup>	35,50±0,47 <sup>bc</sup>	23,19±0,25 <sup>bcd</sup>	5,85±0,15 <sup>cd</sup>	35,47±0,54 <sup>abc</sup>
BRS 361	6,94±0,27 <sup>a</sup>	33,26±0,35 <sup>d</sup>	24,39±0,16 <sup>abc</sup>	5,82±0,03 <sup>d</sup>	36,53±0,45 <sup>a</sup>
BRS 359 RR	7,32±0,09 <sup>a</sup>	37,82±0,21 <sup>a</sup>	22,84±0,48 <sup>cd</sup>	8,62±0,16 <sup>a</sup>	30,73±0,26 <sup>d</sup>
BRS 360 RR	7,07±0,37 <sup>a</sup>	36,07±0,29 <sup>b</sup>	23,17±0,50 <sup>bcd</sup>	5,97±0,00 <sup>cd</sup>	34,80±0,38 <sup>c</sup>
BRS 378 RR	7,16±0,31 <sup>a</sup>	34,89±0,22 <sup>c</sup>	24,05±0,33 <sup>abcd</sup>	5,83±0,05 <sup>d</sup>	35,23±0,40 <sup>bc</sup>
BR 09-55277 RR1	7,38±0,11 <sup>a</sup>	32,39±0,25 <sup>e</sup>	25,72±0,47 <sup>a</sup>	6,37±0,22 <sup>b</sup>	35,52±0,54 <sup>abc</sup>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Média de 3 determinações ± desvio padrão. (1) resultados expressos em g/100 g matéria integral; (2) resultados expressos em g/100 g matéria seca; (3) resultados calculados por diferença, média de 3 repetições.

O teor de lipídeos apresentou uma diferença entre o menor e o maior valor encontrado de apenas 3,15 g/100 g, apresentando diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). O teor de cinzas variou de 5,82 g/100 g para a cultivar BRS 361 a 8,62 g/100 g para a cultivar BRS 359 RR. Para o teor de carboidratos, o maior valor encontrado foi para a cultivar BRS 361 (36,53 g/100 g), porém, sem diferir significativamente das cultivares BRS 232 (36,15 g/100 g), BRS 317 (35,47 g/100 g), e da linhagem BR 09-55277 RR1 (35,53 g/100 g). Os menores valores foram de 30,73 g/100 g e 31,27 g/100 g, para as cultivares BRS 359 RR e BRS 284, respectivamente.

Os resultados obtidos para a composição proximal dos extratos de soja liofilizados estão sumarizados na Tabela 9.5. Não houve diferença significativa quanto ao teor de umidade dos extratos liofilizados dos genótipos de soja estudados. Com relação ao teor de proteínas, a cultivar geneticamente modificada BRS 359 RR foi aquela cujo extrato liofilizado apresentou o maior teor, 45,86 g/100 g, e o menor valor encontrado foi para o extrato liofilizado da linhagem BR 09-55277 RR1, com um valor igual a 37,73 g/100 g. O teor de lipídeos apresentou uma variação entre 22,40 g/100 g, para a cultivar BRS 232, a 28,40 g/100 g, para a cultivar BRS 361. O teor de cinzas variou entre 5,62 g/100 g, para a cultivar BRS 361, a 11,13 g/100 g, para a cultivar BRS 359 RR. Com relação aos carboidratos, o maior valor encontrado foi para a cultivar BRS 317 (27,27 g/100 g), diferindo estatisticamente de BRS 359 RR (20,22 g/100 g), BRS 360 RR (23,72 g/100 g) e BRS 378 RR (20,75 g/100 g).

**Tabela 9.5** Composição proximal dos extratos liofilizados obtidos a partir dos genótipos de soja estudados

Genótipos	Umidade <sup>1</sup>	Proteína <sup>2</sup>	Lipídeos <sup>2</sup>	Cinzas <sup>2</sup>	Carboidratos <sup>2,3</sup>
BRS 232	5,79±0,05 <sup>a</sup>	42,41±0,11 <sup>cd</sup>	22,40±0,51 <sup>c</sup>	8,48±0,13 <sup>c</sup>	26,71±0,19 <sup>a</sup>
BRS 284	5,97±0,09 <sup>a</sup>	40,97±0,17 <sup>e</sup>	26,53±0,44 <sup>ab</sup>	7,94±0,33 <sup>c</sup>	26,55±2,40 <sup>a</sup>
BRS 317	5,41±1,02 <sup>a</sup>	41,59±0,40 <sup>de</sup>	25,29±0,04 <sup>b</sup>	5,86±0,02 <sup>d</sup>	27,27±0,36 <sup>a</sup>
BRS 361	5,83±0,01 <sup>a</sup>	39,80±0,49 <sup>f</sup>	28,40±0,59 <sup>a</sup>	5,62±0,05 <sup>d</sup>	26,17±0,40 <sup>ab</sup>
BRS 359 RR	6,20±0,28 <sup>a</sup>	45,86±0,31 <sup>a</sup>	22,79±0,83 <sup>c</sup>	11,13±0,41 <sup>a</sup>	20,22±0,41 <sup>c</sup>
BRS 360 RR	6,19±0,21 <sup>a</sup>	44,46±0,21 <sup>b</sup>	22,45±0,71 <sup>c</sup>	9,38±0,33 <sup>b</sup>	23,72±0,42 <sup>b</sup>
BRS 378 RR	6,14±0,07 <sup>a</sup>	43,13±0,37 <sup>c</sup>	25,48±0,03 <sup>b</sup>	10,64±0,10 <sup>a</sup>	20,75±0,31 <sup>c</sup>
BR 09-55277 RR1	5,75±0,10 <sup>a</sup>	37,73±0,35 <sup>g</sup>	25,65±0,28 <sup>b</sup>	10,49±0,67 <sup>a</sup>	26,32±0,68 <sup>ab</sup>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Média de 3 determinações ± desvio padrão. (1) resultados expressos em g/100 g matéria integral; (2) resultados expressos em g/100 g matéria seca; (3) resultados calculados por diferença, média de 3 repetições.

Os resultados encontrados para a composição proximal dos extratos de soja estão sumariados na Tabela 9.6. Houve diferença significativa quanto ao teor de umidade, e a cultivar geneticamente modificada BRS 359 RR foi aquela cujo extrato apresentou o maior teor, porém, sem diferir estatisticamente do extrato da cultivar BRS 378 RR. Com relação ao teor de proteínas, o extrato obtido a partir da cultivar BRS 232 foi aquele que apresentou o maior teor (1,29 g/100 g), e o menor valor encontrado foi de 0,99 g/100 g para a linhagem BR 09-55277 RR1. Os maiores valores encontrados para o teor de lipídeos nos extratos foram 0,79 g/100 g, para a cultivar BRS 284, e 0,78 g/100 g, para a cultivar BRS 361; os menores valores foram 0,58 g/100 g e 0,60 g/100 g, para as cultivares geneticamente modificadas BRS 359 RR e BRS 360 RR, respectivamente. Para o teor de cinzas, os maiores valores encontrados nos extratos foram 0,28 g/100 g, para as cultivares geneticamente modificadas BRS 359 RR e BRS 378 RR, e 0,27 g/100 g, para a linhagem BR 09-55277 RR1; e os menores valores foram de 0,16 g/100 g, para as cultivares BRS 317 e BRS 361. Com relação ao teor de carboidratos, a cultivar BRS 232 foi aquela que apresentou o maior valor, 0,81 g/100 g, porém, sem diferir estatisticamente da cultivar BRS 284 (0,79 g/100 g); e as cultivares geneticamente modificadas BRS 359 RR e BRS 378 RR foram as que apresentaram os menores valores, 0,51 g/100 g e 0,54 g/100 g, respectivamente.

**Tabela 9.6** Composição proximal dos extratos de soja obtidos a partir dos grãos de oito genótipos de soja diferentes (resultados expressos em g/100 g matéria integral)

Genótipos	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinzas	Carboidratos <sup>1</sup>
BRS 232	96,96±0,04 <sup>d</sup>	1,29±0,00 <sup>a</sup>	0,68±0,02 <sup>b</sup>	0,26±0,00 <sup>bc</sup>	0,81±0,01 <sup>a</sup>
BRS 284	97,04±0,05 <sup>d</sup>	1,21±0,01 <sup>b</sup>	0,79±0,01 <sup>a</sup>	0,24±0,01 <sup>d</sup>	0,79±0,07 <sup>ab</sup>
BRS 317	97,33±0,01 <sup>bc</sup>	1,11±0,01 <sup>e</sup>	0,68±0,00 <sup>b</sup>	0,16±0,00 <sup>e</sup>	0,73±0,01 <sup>bc</sup>
BRS 361	97,24±0,05 <sup>c</sup>	1,10±0,01 <sup>e</sup>	0,78±0,02 <sup>a</sup>	0,16±0,00 <sup>e</sup>	0,72±0,01 <sup>bc</sup>
BRS 359 RR	97,49±0,03 <sup>a</sup>	1,15±0,01 <sup>d</sup>	0,58±0,02 <sup>c</sup>	0,28±0,01 <sup>a</sup>	0,51±0,01 <sup>e</sup>
BRS 360 RR	97,33±0,00 <sup>bc</sup>	1,17±0,01 <sup>c</sup>	0,60±0,02 <sup>c</sup>	0,25±0,01 <sup>cd</sup>	0,63±0,01 <sup>d</sup>
BRS 378 RR	97,42±0,02 <sup>ab</sup>	1,12±0,01 <sup>e</sup>	0,66±0,00 <sup>b</sup>	0,28±0,00 <sup>ab</sup>	0,54±0,01 <sup>e</sup>
BR 09-55277 RR1	97,39±0,05 <sup>b</sup>	0,99±0,01 <sup>f</sup>	0,68±0,00 <sup>b</sup>	0,27±0,02 <sup>ab</sup>	0,69±0,02 <sup>cd</sup>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Média de 3 determinações ± desvio padrão. (1) resultados calculados por diferença, média de 3 repetições.

## 5 CONCLUSÃO

Os genótipos estudados (cultivares convencionais, cultivares geneticamente modificadas e uma linhagem) apresentaram algumas diferenças com relação à sua composição proximal. A cultivar geneticamente modificada BRS 359 RR foi aquela que se destacou em relação ao teor de proteínas nos seus grãos, umidade no extrato e teor de cinzas tanto nos grãos quanto no extrato, porém, foram observados teores baixos de carboidratos, tanto nos grãos quanto no extrato de soja. O menor teor de proteínas encontrado, tanto nos grãos quanto no extrato, foi para a linhagem BR 09-55277 RR1, porém, foi observado um alto valor de lipídeos nos seus grãos, o que já era de se esperar, pois há uma relação inversamente proporcional entre teor de proteínas e lipídeos nos grãos de soja de um mesmo genótipo.

Apesar da diferença significativa na absorção de água durante o processo de obtenção dos extratos, não houve diferença significativa em relação ao rendimento entre os genótipos estudados.

As cultivares transgênicas BRS 360 RR, BRS 378 RR, BRS 359 RR e a cultivar convencional BRS 284 apresentaram os maiores índices de aceitabilidade. No entanto, não houve diferença significativa na aceitação sensorial dos extratos de soja obtidos dos oito genótipos de soja utilizados neste trabalho. Por conseguinte, todos estão aptos para servirem de matéria-prima para a produção de extratos de soja.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, F. Assistat 7.7 versão Beta. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 4 out. 2013.
- BENASSI, V. T.; MANDARINO, J. M.G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **O Sabor da Soja: O segredo para preparar pratos saborosos com soja**. Folder 07/2012.
- BORDINGNON, J. R.; MANDARINO, J. M. G. **Soja: composição química, valor nutricional e sabor**. Londrina: Embrapa, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultura: Soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>> Acesso em: 25 jun. 2013.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Valor nutritivo da soja e potencial de utilização na dieta brasileira**. Londrina: Embrapa, 1988.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja: Potencial de Uso na Dieta Brasileira**. Londrina: Embrapa, 1998.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2013**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, 2013.
- DADOS de Mercado, 2011. Disponível em: <<http://abir.org.br/2011/10/24/dados-de-mercado-2011/>>. Acesso em: 23 out. 2013.

DALL'AGNOL, A. et al. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Circular Técnica 43. Londrina: Embrapa, 2007.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja na alimentação: Técnicas de preparo**. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/soja\\_alimentacao/index.php?pagina=3](http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=3)> Acesso em: 30 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. **Soja: História**. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=112&cod\\_pai=33](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33)>. Acesso em: 24 jun. 2013.

FELBERG, I. et al. **Obtenção artesanal de extrato de soja sob diferentes condições de preparo**. Comunicado técnico 82. Londrina: Embrapa, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Procedimentos e determinações gerais. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. P. 83-158.

MENDONÇA, D. Mercado Saudável. **Giro News**, n. 160, p. 30-31, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.gironews.com/revistas/revista-161-854.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2013.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: UFV, 2006.

ROSSI, E. A; ROSSI, P. R. Bebidas funcionais à base de soja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010. p. 57-79.

SOARES, N. Leite da terra. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 208, p. 12-18, set. 2011.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 3. ed. Food Science and Technology, International Series. Elsevier Academic Press, 2004. 365 p.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M, BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.

ZADINELLO, R. E. et al. Métodos de extração, formulação e avaliação sensorial de produto à base de extrato hidrossolúvel de soja. **Varia Scientia Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 111-120, jan. 2010.



# 10

CAPÍTULO

## **ANÁLISE SENSORIAL DO MEL POR MEIO DA TÉCNICA DE PERFIL LIVRE E SUA APLICAÇÃO EM CONCURSOS**

*Silane Flôr de Liz da Silva Leal  
Cintia Sorane Good Kitzberger  
Maria Brígida Dos Santos Scholz  
Ana Flávia de Oliveira*

### **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, tem-se verificado que os consumidores apresentam maior interesse e preocupação pelo tipo de alimentação, principalmente no que diz respeito aos benefícios para a saúde, a qualidade e a marca. A esses aspectos, soma-se ainda o crescente interesse por alimentos naturais. Assim, o mercado de produtos com benefícios à saúde e a garantia de qualidade têm crescido e se aperfeiçoado a cada ano.

Entre os alimentos naturais, o mel tem ganhado maior atenção, principalmente pela identificação e divulgação de suas propriedades funcionais. Sua comercialização tem sido melhorada para atender aos padrões de identidade e qualidade. O mel é definido como um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou secreções procedentes de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores abrigados em plantas. O néctar das flores colhido pelas abelhas é misturado com substâncias do aparelho digestivo das abelhas e é, então, armazenado para amadurecer nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

De acordo com a origem, o mel é classificado em dois tipos: floral e melato. O mel floral é obtido do néctar formado nas flores, enquanto que o melato ou mel de melato é obtido das excreções das plantas ou de insetos sugadores (BRASIL, 2000). O mel floral é classificado como monofloral, quando produzido da mesma espécie botânica, ou polifloral ou heterofloral, quando originário de néctar de diversas espécies botânicas.

A existência do mel monofloral é bastante rara, porque não se tem controle sobre a coleta de néctar pelas abelhas. Porém, se uma pequena quantidade do néctar de outras flores é coletada em uma florada intensa e predominante, a pequena quantidade será facilmente encoberta pelas características de sabor e cor do néctar predominante (BASTOS et al., 2002).

O Paraná é o segundo Estado produtor de mel no Brasil, com 16,7% da produção nacional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). O Estado dispõe de variada vegetação, de boa qualidade floral e melífera, aspectos que propiciam o desenvolvimento da apicultura como fonte de renda (VARGAS, 2006).

A produção de mel no Paraná se distribui por várias regiões, e o município de Ortigueira, localizado na região central do Estado, com uma produção de 500 toneladas, é o segundo produtor nacional e o primeiro do Estado. A produção de mel nesse município corresponde a cerca de 10% da produção estadual (IBGE, 2012).

O interesse por produtos naturais de qualidade tem levado o Paraná a investir na produção de mel de alta qualidade, com o melhoramento das técnicas de produção, colheita e armazenamento do produto. Esses procedimentos intensificaram a busca por padronização de produção e consequente certificação de qualidade.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade da técnica sensorial do perfil livre para determinar os atributos do mel, a fim de agregar valor ao produto por meio de concurso de méis.

## **2 ASPECTOS GERAIS DO MEL**

Na avaliação das características físico-químicas e sensorial do mel, vários aspectos devem ser considerados, porque têm influência significativa nas mesmas: a



composição química própria do mel e os aspectos legais de identidade e de sanidade definem muitas dessas características físico-químicas e ou seus atributos sensoriais.

## 2.1 Composição química do mel

Os açúcares são os principais componentes do mel, e representam cerca de 80% da sua composição. Entre os diversos açúcares, predominam os monossacarídeos, como frutose e glicose, que representam 70% do total de açúcares do mel. Os dissacarídeos, como a maltose e sacarose, são encontrados em concentração em torno de 10% do total. Os açúcares, juntamente com os demais componentes, encontram-se dispersos na água, formando uma solução espessa e viscosa. Porém, apesar desse alto teor de açúcares, muitas das características de aroma, sabor e cor são determinadas por componentes em menores quantidades. A composição química do mel depende da sua origem vegetal, do solo, das condições climáticas, da região geográfica e de outros fatores relacionados com as abelhas (CRANE, 1983). A Tabela 10.1 apresenta a composição química do mel.

**Tabela 10.1** Composição química do mel

Componentes	Média	Variação	Desvio padrão
Água (%)	17,2	13,4 - 22,9	1,46
Frutose (%)	38,19	27,25 - 44,26	2,07
Glicose (%)	31,28	22,03 - 40,75	3,03
Sacarose (%)	1,31	0,25 - 7,57	0,95
Maltose (%)	7,31	2,74 - 15,98	2,09
Açúcares totais (%)	1,50	0,13 - 8,49	1,03
Outros (%)	3,1	0,0 - 13,2	1,97
pH	3,91	3,42 - 6,10	-
Acidez livre (meq/kg)	22,03	6,75 - 47,19	8,22
Lactose (meq/kg)	7,11	0,00 - 18,76	3,52
Acidez total (meq/kg)	29,12	8,68 - 59,49	10,33
Lactose/Acidez livre	0,335	0,00 - 0,950	0,135
Cinzas (%)	0,169	0,020 - 1,028	0,15
Nitrogênio (%)	0,041	0,00 - 0,133	0,026
Diástase	20,8	2,1 - 61,2	9,76

Fonte: Embrapa, 2003.

Segundo Moreira e De Maria (2001), a fração monossacarídica do mel é composta de glicose (27,5% a 40%) e de frutose (36,2% a 49,6%), dependendo

da origem da florada. Entre os dissacarídeos, a maltose é o de maior concentração, com valores entre 1% e 16%. Em segundo lugar, está a sacarose com valores médios de 1% a 8,8% (AROUCHA et al., 2008). A ocorrência de uma taxa elevada de sacarose indica que houve uma colheita prematura do mel ou que o enxame foi alimentado com volumes excessivos de xarope de açúcar (GULER et al., 2007).

São encontrados diversos ácidos orgânicos no mel, porém existe a predominância do ácido glucônico (70% a 90%), formado pela ação da enzima glucose-oxidase que ocasionalmente forma peróxido de hidrogênio. Os ácidos orgânicos do mel fornecem a acidez e proteção contra a decomposição bacteriana (CRANE, 1983; COUTO; COUTO, 1996).

As enzimas presentes no mel em maiores quantidades são a invertase, a amilase (diástase) e a glucose-oxidase, produzidas pelas glândulas das abelhas e incorporadas ao mel. A hidrólise da sacarose durante a formação e o armazenamento do mel, mediada pela invertase, resulta em glicose e frutose (CRANE, 1983; COUTO; COUTO, 1996).

Outra enzima de grande importância no mel é a diástase ou amilase. Essa enzima hidrolisa o amido, e sua presença é um indicativo de tempo de armazenamento prolongado e ou de aquecimento excessivo. Outras enzimas também presentes no mel são a catalase, que converte o peróxido de hidrogênio em oxigênio e água, e a fosfatase ácida, que remove o fosfato inorgânico de fosfatos orgânicos (CRANE, 1983; COUTO; COUTO, 1996).

Muitos minerais são encontrados no mel, e os mais abundantes são potássio, cálcio, fósforo, magnésio, sódio, enxofre e silício (TERRAB et al., 2005). Apesar da baixa concentração desses minerais no mel (0,1% a 0,2%), a presença desses compostos tem sido associada à sua origem geográfica (CRANE, 1983; BATISTA et al., 2012).

## **2.2 Padrão de qualidade do mel**

Geralmente, a avaliação da qualidade do mel é definida por indicadores de qualidade e higiene, e é realizada segundo normas dos países produtores e importadores (BRASIL, 2010).

Os padrões de qualidade do mel são estabelecidos para garantir que o consumidor receba um produto confiável. Esses padrões são estabelecidos por órgãos e agências governamentais para regulamentar a comercialização entre os países (INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, 2013).

O Ministério da Agricultura e Abastecimento, por meio da instrução normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000) –, estabelece que o produto não deve estar

adicionado de açúcar e não deve ter indícios de fermentação. A mesma resolução estabelece a cor (de incolor a pardo-escura), o sabor e o aroma típicos da origem vegetal como características sensoriais essenciais do mel (BRASIL, 2000).

Geralmente, para avaliar as características físico-químicas do mel são realizadas as análises de açúcares redutores, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas), acidez livre, atividade diastásica e HMF (hidroximetilfurfural). A Tabela 10.2 apresenta os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira para os parâmetros de qualidade do mel.

**Tabela 10.2** Especificações físico-químicas estabelecidas pela legislação brasileira para os parâmetros de qualidade do mel floral

Parâmetros	Limites
Açúcares redutores	65%
Sacarose	6%
Minerais	0,60%
Umidade	20%
Sólidos insolúveis	0,10%
Acidez	Máx. 50 meq/kg
Atividade diastásica	Mín. 8 escala de Gothe ou 3 HMF inferior a 15 mg/kg
Hidroximetilfurfural (HMF)	60 mg/kg <sup>1</sup>

Fonte: Brasil (2000).

A adulteração do mel pode ser realizada pela adição de carboidratos, como açúcares comerciais, glicose e solução de xarope de glicose ou de sacarose. Estas adulterações podem ser realizadas por comerciantes ou por apicultores. Outras adulterações na concentração de carboidratos podem ser o resultado da alimentação da colmeia empregada para a sua manutenção em épocas pouco favoráveis ou aplicadas com intenção de aumentar a colheita (VARGAS, 2006).

O mel, quando é mantido em lugares frios, e por ser uma solução saturada de glicose, torna-se cristalizado devido aos açúcares menos solúveis e pela alta relação entre glicose e água presente. O aquecimento desse mel pode reverter esse aspecto, tornando-o líquido novamente, com cristais de açúcar redissolvidos (MOREIRA; DE MARIA, 2001).

A alta atividade de água, o desenvolvimento de células de leveduras osmofílicas (presentes naturalmente no mel) e a fermentação do produto ocasionam o aumento da acidez e podem tornar o mel granulado.

As análises para verificação de aquecimento ou adulteração do mel recomendada pela legislação brasileira são atividade diastásica e HMF. O limite máximo permitido para o HMF é  $60 \text{ mg/kg}^{-1}$ ; valores superiores indicam a ocorrência de superaquecimento ou adulteração com glicose comercial (BRASIL, 2000).

A legislação brasileira não estabelece análises microbiológicas no mel, porém exige que as práticas de higiene para elaboração do produto estejam de acordo com o regulamento técnico Mercosul sobre as condições higiênico-sanitárias e boas práticas de fabricação (BARROS, 2011).

## 2.3 Análise sensorial

A análise sensorial é uma ferramenta de pesquisa usada para conhecer os atributos sensoriais do produto, controlar a qualidade e testar a durabilidade durante o armazenamento e avaliar a preferência do consumidor, entre outras aplicações (DUTCOSKY, 2007). Um grande número de testes sensoriais está disponível, e a sua escolha varia de acordo com o objetivo de cada estudo.

Em certas ocasiões, a análise sensorial empregada pode identificar características especiais do mel e permite classificar o produto de acordo com cor, sabor, aroma e textura (STOLZENBACH et al., 2011; ANUPAMA et al., 2003). Essa descrição de atributos diferenciados permite agregar valores adicionais na comercialização, contribuindo para o controle de qualidade e a expansão do consumo.

Para avaliar a qualidade do mel, a análise sensorial tem sido bastante usada para direcionar o processamento, identificar o sabor e aroma do mel fresco, classificar o mel como monofloral ou heterofloral e identificar adulteração (FERREIRA et al., 2009). Geralmente, para diferenciar o produto, avaliam-se os atributos aroma, cor, sabor e textura, que são propriedades predominantes no mel (FERREIRA et al., 2009; GONZÁLEZ et al., 2010; VIT et al., 2011).

Entre as diversas técnicas sensoriais, a técnica de perfil livre se baseia na percepção das mesmas características nas amostras, relatadas pelos provadores empregando diferentes termos. É considerada uma técnica descritiva livre, ou seja, os provadores têm a liberdade de classificar a amostra de acordo com sua percepção e entendimento. Apresenta como vantagem o curto tempo para aplicação, pois emprega somente uma explanação sobre o levantamento dos atributos, o uso da escala e das fichas de avaliação (STONE; SIDEL, 2004). O número de participantes pode variar de acordo com a familiaridade com o produto, disponibilidade de tempo e experiência (KITZBERGER et al., 2010).

Avaliações de mel de abelhas empregando a técnica de perfil livre foram realizadas por Vit et al. (2011) e Ferreira et al. (2009) demonstraram as vantagens da aplicação dessa técnica na identificação dos atributos sensoriais do mel.

## 2.4 Concursos e a valorização do mel

A globalização do comércio e a identificação de características associadas a um local têm permitido valorizar diversos produtos agrícolas (FEÁS et al., 2010; BATISTA et al.; 2012). O mercado de mel é amplo e altamente competitivo, dessa forma os concursos de produtos agrícolas são ocasiões importantes para mostrar características sensoriais e ou físico-químicas de produção local, tornando-se uma maneira de valorização do produto.

Os concursos de produtos agrícolas são realizados há muito tempo como maneira de reconhecer os esforços desenvolvidos pelos produtores. Na França, desde 1870, os agricultores trabalham para vencer todos os obstáculos e desafios da atividade para ganhar a cobiçada medalha de reconhecimento no concurso de produtos agrícolas. Na atividade apícola, há relatos de concurso na Austrália desde 1888. Inicialmente, o concurso do mel acontecia na Exposição Anual de Produtos Agrícolas, mas logo ganhou evento próprio em diversos países.

Em vários países europeus, são realizados, anualmente, concursos de mel entre os apicultores, como uma maneira de valorização do produto. Nesses concursos, além das características físico-químicas indicadoras de qualidade sanitária e de armazenamento do mel (umidade e HMF), são avaliados os atributos sensoriais do mel. A aplicação de técnicas descritivas clássicas é trabalhosa, requer treinamentos intensos e é bastante custosa para atingir os objetivos desejados (MONTENEGRO et al., 2008).

Vários países da Europa (Itália, França, Espanha) realizam concursos todos os anos. Na região da Alsacia, no norte da França, o concurso local está na sua vigésima quinta edição, e verificaram que, a cada ano, o mel pode apresentar características próprias (CARI, 2013).

O concurso de produtos agrícolas como o mel tem por objetivo incentivar a produção local e as boas práticas de fabricação e técnicas de apicultura, valorizando o produto local. Um evento como o concurso permite explorar os diferentes tipos de mel da região e promove o consumo consciente do mel de qualidade.

Para a formação do concurso, é definido o regulamento para estabelecer local e data da entrega das amostras, quem pode ser participante, o número de amostras por participante, o preparo das amostras e também a premiação.

Geralmente, as amostras são divididas de acordo com a origem floral, e pode ou não ocorrer a premiação por categorias de mel. As principais categorias são mono ou poliflorais, e cristalizados ou líquidos. As amostras são avaliadas por uma equipe de provadores geralmente formada por apicultores e consumidores que tenham interesse e aptidão para esse tipo de análise. Os provadores descrevem as principais características ou atributos de aroma, sabor cor e textura do mel de amostras codificadas.

O conceito de qualidade é muito variável e depende da situação e da aplicação a que se destina. Dessa maneira, são encontrados diferentes sistemas para a avaliação da qualidade. O sistema de avaliação hedônica é muito empregado em concursos e é realizado por um número de provadores (geralmente de 3 a 5 provadores) que é muito pequeno para ter qualquer valor estatístico. Nesse sistema, avaliam-se as características de qualidade mínima, de forma objetiva, tendo como referência uma lista de defeitos previamente estabelecida. As informações obtidas não são suficientes para que possa ser extrapolada para definir a opinião dos consumidores (PIANA, 2013).

Mais recentemente, os concursos na Itália adotaram fichas de avaliações com descritores que podem ser escolhidos após uma breve discussão com a equipe de provadores. Ao final da avaliação, é possível construir o perfil sensorial da amostra. A partir das médias das notas dos provadores, é formada a classificação das amostras para estabelecer a premiação, e o prêmio é proposto pelo consenso dos líderes das equipes de provadores (PIANA, 2013).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma pesquisa experimental, que analisou as características físico-químicas de umidade, HMF e acidez e as características sensoriais de méis por meio da técnica de perfil livre.

#### 3.1 Amostras

As 21 amostras de mel foram coletadas em apiários de diferentes localidades entre março e maio de 2013 e armazenadas em recipientes fechados, mantidas em refrigeração até a realização das análises físico-químicas (Figura 10.1). Para as avaliações sensoriais, as amostras foram mantidas em local fresco e seco (para evitar a cristalização) e foram servidas à temperatura ambiente.



Figura 10.1 Amostras de méis de diferentes apiários

Na Tabela 10.3, estão descritos os locais de coleta, o tipo de florada, cor (segundo escala de Punf) e a aparência das amostras empregadas neste estudo.

**Tabela 10.3** Caracterização das amostras de méis

Amostra	Local	Flora	Cor	Aparência
337	Ortigueira	Laranjeira	Branco	Líquido
338	Ortigueira	Bracatinga	Âmbar	Cristalizado
339	Ortigueira	Silvestre	Âmbar claro	Líquido
340	Ortigueira	Canela Guaicá	Âmbar	Líquido
341	Ortigueira	Aroeira	Âmbar claro	Líquido
342	Ortigueira	Capixingui	Âmbar	Cristalizado
343	Ortigueira	Canola	Branco	Cristalizado
344	Ortigueira	Eucaliptus	Âmbar claro	Cristalizado
345	Ortigueira	Caraguatá	Branco	Cristalizado
346	Ortigueira	Caete	Âmbar extra	Cristalizado
347	Ortigueira	Silvestre	Âmbar	Cristalizado
348	Ortigueira	Caete	Âmbar claro	Cristalizado
349	Ortigueira	Apucarantina	Âmbar claro	Cristalizado
350	Ortigueira	Serra do Leão	Branco	Cristalizado
351	Mafra	Silvestre	Âmbar extra	Cristalizado
352	Mafra	Silvestre	Âmbar claro	Cristalizado
353	Mafra	Uva Japão	Escuro	Cristalizado
354	Mafra	Brac Vas	Âmbar claro	Cristalizado
355	Mafra	Brac Vas	Âmbar	Líquido
356	Mafra	Carqueja	Âmbar	Cristalizado
357	Mafra	Silvestre	Âmbar claro	Cristalizado

## 3.2 Análises físico-químicas

Foram analisados umidade, acidez livre, lactônica e total e HMF conforme as técnicas descritas a seguir.

### 3.2.1 Umidade

A umidade presente no mel foi determinada empregando-se um refratômetro de bancada, com leitura a 20 °C (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1990). Inicialmente, foi instalada a circulação da água parta manter

a temperatura constante (20 °C) por tempo suficiente para equilibrar a temperatura do prisma e da amostra. A circulação foi mantida durante a leitura.

As amostras líquidas foram transferidas (3 a 4 gotas da amostra) para o prisma do refratômetro, e foi realizada a leitura do índice de refração a 20 °C. No caso de amostras cristalizadas, as mesmas foram aquecidas em banho-maria com temperatura de  $50 \pm 0,2$  °C para dissolução de todos os cristais. Após esfriar a temperatura ambiente, a leitura da umidade foi realizada do mesmo modo das amostras líquidas.

A porcentagem de umidade foi calculada a partir da relação entre índice de refração e a porcentagem de umidade presente no mel (Tabela 10.4).

**Tabela 10.4** Relação entre o índice de refração e a porcentagem de água no mel

Índice de refração	Umidade %	Índice de refração	Umidade %	Índice de refração	Umidade %	Índice de refração	Umidade %
1,5044	13	1,4961	16,2	1,488	19,4	1,48	22,6
1,5038	13,2	1,4956	16,4	1,4875	19,6	1,4795	22,8
1,5033	13,4	1,4951	16,6	1,487	19,8	1,479	23
1,5028	13,6	1,4946	16,8	1,4865	20	1,4785	23,2
1,5023	13,8	1,494	17	1,486	20,2	1,478	23,4
1,5018	14	1,4935	17,2	1,4855	20,4	1,4775	23,6
1,5012	14,2	1,493	17,4	1,485	20,6	1,477	23,8
15,007	14,4	1,4925	17,6	1,4845	20,8	1,4765	24
1,5002	14,6	1,492	17,8	1,484	21	1,476	24,2
1,4997	14,8	1,4915	18	1,4835	21,2	1,4755	24,4
1,4992	15	1,491	18,2	1,483	21,4	1,475	24,6
1,4987	15,2	1,4905	18,4	1,4825	21,6	1,4745	24,8
1,4982	15,4	1,49	18,6	1,482	21,8	1,474	25
1,4976	15,6	1,4895	18,8	1,4815	22	-	-
1,4971	15,8	1,489	19	1,481	22,2	-	-
1,4966	16	1,4885	19,2	1,4805	22,4	-	-

Fonte: Association of Official Analytical Chemists, 1990.

### 3.2.2 Acidez livre, lactônica e total

Essas determinações foram realizadas pelo método descrito em Bogdanov (2010). Cerca de 10 g de mel foram pesadas em um béquer de 250 ml e dissolvidas em 75 ml de água com agitação constante. Nessa solução, foi medido o pH



e, na sequência, titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,05 N até pH 8,5, e anotou-se o volume gasto (V) que, após a correção do reagente representa a acidez livre.

Imediatamente após essa titulação, adicionou-se 10 ml de solução de hidróxido de sódio 0,05 N, e, sem demora, titulou-se essa solução com solução de ácido clorídrico 0,05 N até o pH 8,30 (Va). Esse valor, após a correção do reagente, representa a acidez lactônica.

À parte, foram titulados 75 ml de água com hidróxido de sódio 0,05 N (Vb) até pH 8,5 para correção da acidez na correção desses reagentes.

A acidez total corresponde à soma de acidez livre com a acidez lactônica.

Os cálculos são os seguintes:

Acidez livre

$$\{(V - Vb) \times 50 \times f\} / P = \text{acidez livre, em meq/kg}^{-1}$$

V = ml da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação

Vb = ml de solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação para o branco

f = fator da solução de NaOH 0,05 N

P = massa da amostra em g

Acidez lactônica

$$\{(10 - Va) \times 50 \times f'\} / P = \text{acidez lactônica, em meq/kg}^{-1}$$

Va = ml de solução de HCl 0,05 N gasto na titulação

f' = fator da solução de HCl 0,05 N

P = massa da amostra em g

Acidez total em meq/kg = acidez livre + acidez lactônica

### 3.2.3 HMF (Hidroxiacetilfurfural)

O HMF foi determinado após a clarificação da solução de mel com reagente de Carrez e a adição de bissulfito de sódio. A absorbância resultante foi lida em 284 e 336 nm em espectrofotômetro (BOGDANOV, 2006).

Reagentes:

- solução de Carrez I: 15 g de ferrocianeto de potássio foram dissolvidos em água, e completou-se o volume para 100 ml;

- solução de Carrez II: 30 g de acetato de zinco foram dissolvidos em água, e o volume foi completado até 100 ml;
- solução de bissulfito de sódio: 0,20 g de bissulfito de sódio foram dissolvidos em água, e o volume foi completado para diluídos a 100 ml. Essa solução foi preparada no dia da realização da análise.

Pesou-se cerca de 5 g do mel em um béquer de 50 ml, que foram transferidas com no máximo 25 ml de água para um balão volumétrico de 50 ml. Adicionou-se 0,5 ml de solução de Carrez I, agitando-se bem. A seguir adicionou-se 0,5 ml de solução de Carrez II, misturando-se novamente. Uma gota de álcool foi adicionada para reduzir a espuma. Completou-se o volume com água e filtrou-se em papel filtro qualitativo. Pipetou-se 5 ml do filtrado em dois tubos de ensaio. A seguir adicionou-se 5 ml de água em um dos tubos (amostra) e 5 ml de solução de bissulfito de sódio 0,2% no outro (tubo de referência). Após misturar bem em banho de ultrassom por 3 minutos, foi determinada a absorvância da amostra a 284 e 336 nm, usando o tubo de referência para zerar o aparelho.

Os cálculos são os seguintes:

$$(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 / P = \text{HMF mg/kg}^{-1}$$

$A_{284}$  = leitura da absorvância a 284 nm

$A_{336}$  = leitura da absorvância a 336 nm

P = massa da amostra em g

5 = massa nominal da amostra

149,7 =  $(126/16830) \times (1000/10) \times (1000/5)$  126 = peso molecular do HMF

16830 = absortividade molar do HMF a 284 nm

1000 = conversão de g para mg

10 = diluição de 5 g de mel para 50 ml

1000 = conversão de g para kg

### 3.3 Análise sensorial

Entre as 21 amostras de méis para avaliação sensorial, selecionaram-se as 19 amostras que apresentaram qualidade físico-química em conformidade com a legislação. Essas amostras foram coletadas diretamente com os apicultores que informaram a flora predominante que originou o mel (Tabela 10.3). Nessas amostras, foram avaliados os atributos de aparência, aroma, sabor e textura, empregando a técnica de perfil livre.

Os provadores eram consumidores de mel, mas não tinham experiência em análise sensorial de perfil livre com esse produto. A equipe foi composta por um homem e dez mulheres, na faixa de 21 a 60 anos, com boa escolaridade (63% tinham concluído curso universitário).

Para o levantamento dos atributos nas amostras de mel, foi realizada uma sessão com três amostras, escolhidas por apresentarem características contrastantes de coloração e aspectos. Cada provador foi instruído a provar o mel e descrever os atributos semelhantes e diferenciados por meio do Método de Rede (STONE; SIDEL, 2004). A partir dos atributos levantados pelos provadores, foram preparadas as fichas para a análise sensorial. Foi utilizada uma escala de 10 cm ancorada nas notas de 0 a 10, representando a intensidade mínima e máxima do atributo. Para esclarecer as definições dos atributos levantados, foi realizada uma entrevista com cada provador. Nessa ocasião, os provadores expressaram sua própria definição para os atributos escolhidos, e com essas informações foi construído um glossário, que os provadores recebiam antes de cada sessão de prova para relembrar as definições de seus atributos.

As avaliações das amostras foram realizadas em seis sessões com quatro amostras em cada sessão, solicitando que os provadores atribuíssem notas de 0 a 10 na escala para cada atributo listado em sua respectiva ficha.

Nessas avaliações, cerca de 5 g da amostra foram servidas em copo descartável transparente, codificado com número aleatório de três dígitos, correspondente ao número da amostra. As amostras foram provadas em cabines individuais, e os provadores foram orientados a tomar água e comer um biscoito salgado entre as provas para limpeza do palato (Figura 10.2).



**Figura 10.2** Análise sensorial nas cabines individuais (A) e aplicação da análise sensorial (B)

### 3.4 Tratamento dos dados

Os dados obtidos na análise sensorial foram inseridos na forma de matriz, com o número de colunas igual ao das amostras e o número de linhas variando

conforme o número de atributos de cada provador. Os dados foram analisados pela APG (análise Procrustes generalizada), empregando-se o programa estatístico XLSTAT (ADDINSOFT, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises físico-químicas

Na Tabela 10.5 encontram-se os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos das 21 amostras de méis.

**Tabela 10.5** Valores dos parâmetros físico-químicos das amostras de mel

Amostra	Município	Florada	Umidade	pH	Ac. livre	Ac. lac.	Ac. total	HMF
337	Ortigueira	Laranjeira	19,0	3,4	29,87	1,47	31,34	12,22
338	Ortigueira	Bracatinga	17,8	4,7	12,60	1,37	13,97	2,56
339	Ortigueira	Assapeixe branco	17,4	3,7	25,16	1,52	26,68	19,89
340	Ortigueira	Canela Guaicá	18,1	4,3	35,65	1,46	37,11	6,43
341	Ortigueira	Aroeira	18,4	4,4	24,40	2,13	26,52	10,77
342	Ortigueira	Capixingui	18,3	3,5	17,99	0,14	18,13	10,78
343	Ortigueira	Canola	19,0	3,5	23,10	2,39	25,49	31,15
344	Ortigueira	Eucaliptus	19,2	4,1	30,09	4,71	34,80	15,46
345	Ortigueira	Caraguatá	19,7	4,0	15,81	2,31	18,12	7,04
346	Caete	Silvestre	19,4	3,8	18,38	3,07	21,46	7,42
347	Ortigueira	Silvestre	19,8	4,0	27,78	2,99	30,77	33,17
348	Caete	Silvestre	19,1	3,8	30,74	2,82	33,56	9,63
349	Apucarantina	Silvestre	19,9	4,8	20,10	2,41	22,51	1,19
350	Serra do Leão	Silvestre	19,3	3,5	18,12	1,29	19,41	4,30
351	Mafra	Silvestre	17,4	4,0	18,53	1,86	20,39	2,22
352	Mafra	Silvestre	21,8	3,9	32,27	2,27	34,54	6,44
353	Mafra	Uva do Japão	20,3	3,7	38,02	0,17	38,19	4,14
354	Mafra	Bracatinga e Vassourão	16,2	4,3	15,32	0,29	15,61	2,44
355	Mafra	Bracatinga e Vassourão	18,2	4,3	18,18	0,27	18,44	1,34
356	Mafra	Carqueja	15,8	4,0	20,70	0,06	20,76	4,29
357	Mafra	Silvestre	19,3	3,8	36,39	0,29	36,69	6,54

O conteúdo de umidade no mel varia em função do clima, da origem floral e da época de colheita. Além disso, é um fator determinante da viscosidade, cristalização e sabor do mel. O teor de umidade também influencia a conservação do mel, pois o teor acima de 20% pode proporcionar o desenvolvimento de microrganismos e o conseqüente aparecimento da fermentação (FINCO et al., 2010). A umidade pode, ainda, variar de acordo com a origem do mel, devendo ser considerada no estabelecimento de padrões de qualidade.

Os valores de umidade encontrados nesse estudo variaram de 15,8% a 21,8%, com média de 18,7% (Tabela 10.5). Duas amostras apresentaram umidade acima do limite máximo (20,3% e 21,8%), e, conseqüentemente, mostraram sinais de fermentação com forte odor de álcool e foram excluídas na análise sensorial. De acordo com Marchini et al. (2005), as prováveis razões para valores de umidade acima de 20%, poderiam ser a colheita do mel imaturo, as condições climáticas e o armazenamento inadequado, permitindo que o mel absorva umidade do ambiente.

O pH influencia a textura, a estabilidade e a vida de prateleira do mel e influencia a velocidade de formação do HMF (FALLICO et al., 2004).

Embora a análise do pH não tenha obrigatoriedade e não possua um limite de padrão estabelecido pela legislação, essa análise mostra-se útil na avaliação da qualidade nos méis e complementa na avaliação da acidez total. Segundo Finco et al. (2010), o pH pode variar entre 3,42 e 6,10, porém, o pH ideal para o mel é aquele inferior a 4,0, para evitar o crescimento de microrganismos patogênicos (SCHOCKEN-ITURRINO et al., 1999).

Nos resultados encontrados no presente estudo, o valor médio de pH foi de 3,97, com variação entre 3,44 e 4,75 (Tabela 10.5). Esse valor médio de pH encontra-se próximo do valor (3,71) descrito por Almeida Filho (2011) e é um valor próximo de mel de eucalipto (Fallico et al., 2004). Segundo Crane (1983), as variações observadas no pH se devem principalmente às variações das floradas na região produtora, uma vez que o pH do mel é influenciado pelo pH do néctar, solo ou associação de vegetais para composição do mel.

Todas as amostras apresentaram valores de acidez livre dentro do limite exigido pela legislação (50 meq/kg<sup>-1</sup>). O valor médio para acidez livre foi de 24,25 meq/kg<sup>-1</sup>, e os valores de acidez variaram entre 12,60 e 38,0 meq/kg<sup>-1</sup> (Tabela 10.5). Nas amostras analisadas por Finco et al. (2010), os valores de acidez total variaram de 35,0 a 59,0 meq/kg<sup>-1</sup>, que são superiores aos encontrados no presente trabalho e ainda se apresentaram acima do limite estabelecido (Tabela 10.2). A acidez do mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico e pela ação das bactérias durante o armazenamento do mel com alta umidade,

ocasionando mel mais ácido e fermentado (MENDES et al., 2009). A acidez do mel é de grande importância, pois além de conferir as características químicas e sensoriais, auxilia na manutenção da estabilidade, reduzindo o risco de desenvolvimento de microrganismos.

O valor de acidez lactônica avalia a presença de ácidos orgânicos em equilíbrio com suas lactonas (ésteres) correspondentes. No presente estudo, essa acidez teve média de  $1,68 \text{ meq/kg}^{-1}$ , com variação entre  $0,06$  e  $4,7 \text{ meq/kg}^{-1}$ . Comparados com os valores encontrados nas safras anteriores dos méis de Ortigueira, PR (FIGUEIREDO, 2012), esses valores foram inferiores ( $0,12$  a  $14,6 \text{ meq/kg}^{-1}$ ).

A análise de HMF pode indicar adulteração, adição de açúcar, superaquecimento ou tempo prolongado de armazenamento do mel (MENDES et al., 2009; FALLICO et al., 2004). As condições climáticas da região também interferem nos valores de HMF, pois tem-se observado que, em regiões mais frias, os valores de HMF são inferiores àqueles encontrados em regiões mais quentes, uma vez que as altas temperaturas alteram a composição do mel. A legislação brasileira estabelece um valor máximo de  $60 \text{ mg/kg}^{-1}$  para o HMF (BRASIL, 2000). Os valores encontrados no mel do presente estudo variaram entre  $1,19$  a  $33,2 \text{ mg/kg}^{-1}$ , e o valor médio foi de  $9,50 \text{ mg/kg}^{-1}$ . Esses valores são inferiores aos valores encontrados na região do Ceará, cujos valores estiveram na faixa de  $1,0$  a  $126,5 \text{ mg/kg}^{-1}$  (MORETI et al., 2009), possivelmente devido às diferentes condições climáticas das duas regiões. Os valores de HMF obtidos para o mel de Ortigueira indicam que os méis analisados eram novos, não adulterados e não foram submetidos a tratamento térmico.

## 4.2 Análise sensorial

As amostras de mel foram avaliadas para identificar os principais atributos de aparência, aroma, sabor e textura, aplicando-se a técnica do perfil livre. Na etapa denominada levantamento de atributos, os provadores, individualmente, identificaram os principais atributos que foram empregados para descrever as amostras. Nessa etapa, o número de atributos encontrados pelos provadores variou entre 12 e 23, com valor médio de dezenove atributos. No estudo de avaliação de mel de abelhas sem ferrão realizado por Ferreira et al. (2009), o número de atributos levantados variou entre oito e vinte, com média de dez atributos. O número de citações de cada atributo está apresentado na Tabela 10.6.

Os atributos de aparência empregados para descrever o mel foram aparência brilhante e aparência de mel, e foram mencionados por todos os provadores. Além desses atributos, foram também mencionados em menor número os atributos aparência cristalizada, transparente, líquida e dura.

**Tabela 10.6** Número de atributos (N) levantados pela equipe na descrição das amostras

<b>Categoria</b>	<b>Atributo</b>	<b>N</b>
Aparência	Brilhante	11
	Mel	11
	Cristalizada	10
	Transparente	8
	Líquida	5
	Dura	2
Aroma	Doce	10
	Mel	9
	Floral	6
	Alcoólico	4
	Madeira	4
	Ácido	3
	Gordura	3
	Cera	2
	Azedo	2
Sabor	Doce	11
	Mel	7
	Adstringente	7
	Ácido	6
	Alcoólico	5
	Rançoso	4
	Cera	3
	Amargo	3
	Bala	2
	Floral	2
	Cítrico	2
Textura	Líquida	8
	Cristalizada	7
	Creмосa	5
	Arenosa	4
	Consistente	3

Para descrever o aroma, os provadores utilizaram nove atributos (aroma doce, mel, floral, alcoólico, madeira, ácido, gordura, cera e azedo) e onze atributos para descrever o sabor do mel (Tabela 10.6). Os atributos doce, mel e adstringente foram citados com maior frequência pelos provadores. Outros sabores como sabor ácido, alcoólico, rançoso, sabor de cera de abelha, amargo, bala, floral e cítrico também foram empregados por vários provadores.

A textura teve grande impacto para descrever o mel, e os provadores usaram principalmente os atributos textura arenosa, consistente, cremosa, cristalizada e líquida.

Em análise sensorial de mel, os provadores normalmente empregam vários nomes para expressar as mesmas sensações geradas por atributos de aroma e sabor (FERREIRA et al., 2009; VIT et al., 2011).

O uso de um grande número de atributos de aroma e sabor empregados por diversos provadores demonstra a facilidade para verbalizar as sensações percebidas pelos provadores (Tabela 10.6). Esse fato é interessante porque geralmente os provadores mostraram maior facilidade para expressar as sensações percebidas dos atributos visuais do que para os atributos de aroma e sabor. A mesma facilidade também foi observada para expressar as sensações geradas pelos atributos de textura.

No entanto, em algumas ocasiões, os atributos foram citados por menor número de provadores, mas contribuíram para a descrição das amostras e foram responsáveis na definição da configuração de consenso das amostras.

Na Tabela 10.7 estão listados os atributos que foram citados com menor frequência pelos provadores ou por apenas um provador, mas apresentaram correlação acima de 0,25 com as dimensões empregadas para descrever as amostras.

**Tabela 10.7** Atributos levantados por apenas alguns provadores

Aparência	Aroma	Sabor	Textura
Viscosa	Abacaxi	Bala	Viscosa
	Bala artificial	Caramelo	
	Caramelo	Cânfora	Lisa
	Coco	Silvestre	
	Fermentado	Coco	
	Picante	Gordura	
	Planta	Pólen milho	
	Pólen milho	Xarope	
	Silvestre		



### 4.2.1 Desempenho da equipe de provadores

Vários testes estão disponíveis na APG para verificar a eficiência e o desempenho dos provadores durante a análise de perfil livre.

Na avaliação da capacidade de discriminação do provador, a variância residual da equipe mostrou consenso entre seus membros, o que pode ser visualizado pela Figura 10.3, onde todos os provadores apresentaram variância residual próxima.

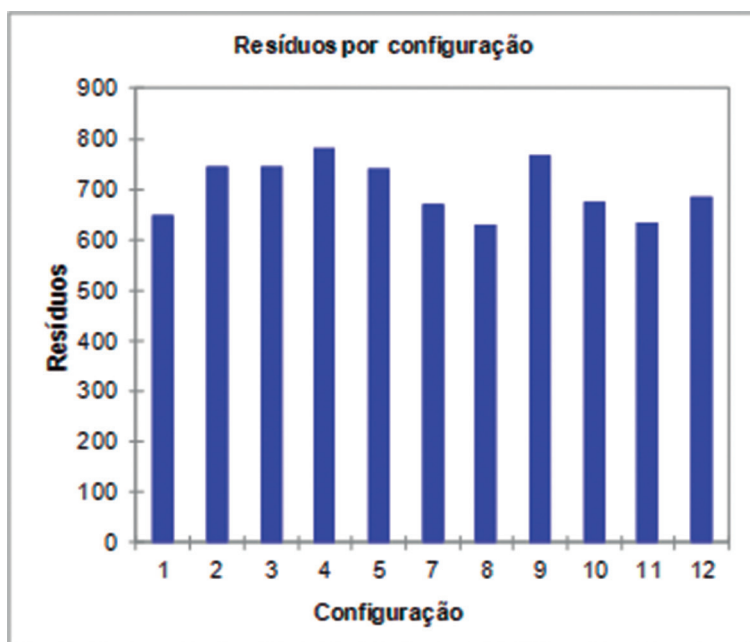


Figura 10.3 Distribuição da variância residual dos provadores

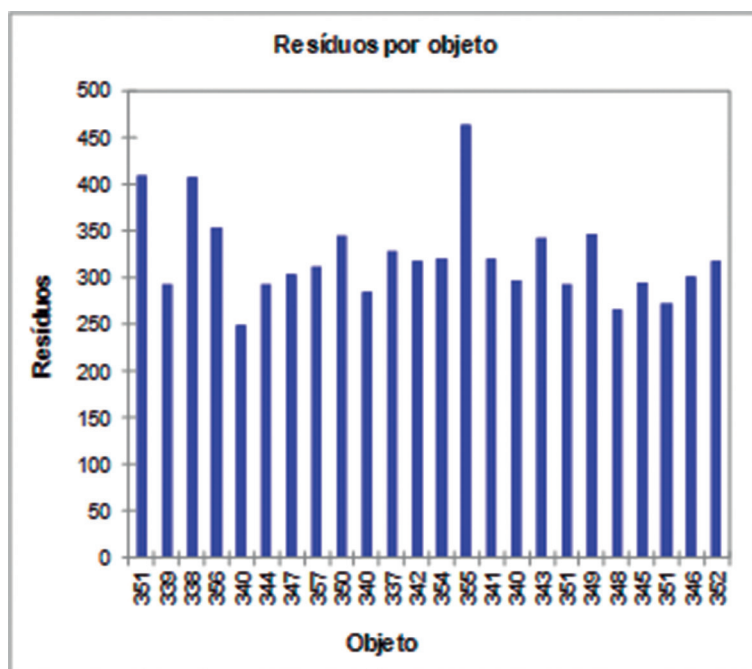
Por meio da Panova (análise de variância de Procrustes), observa-se a contribuição das transformações de escala, rotação e translação para alcançar a solução de consenso (Tabela 10.8). Os maiores efeitos foram devidos à translação, que corrige as variações na avaliação das intensidades dos atributos. A transformação de escala, que comprime ou expande as configurações individuais, corrige a variação associada ao uso de diferentes amplitudes da escala e também apresentou efeito significativo. Esse comportamento é justificado pelo fato de os provadores não terem recebido treinamento de uso da escala.

O efeito de rotação, que corrige as diferentes interpretações dos termos, não foi significativo, indicando concordância dos provadores a respeito dos estímulos e denominações empregados. O rápido treinamento realizado para o levantamento de atributos provavelmente contribuiu para esse comportamento.

**Tabela 10.8** Análise de variância da análise Procrustes generalizada

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	Pr > F
Resíduos após transformação de escala	2750	7724,07	2,81		
Transformação de escala	10	316,61	31,66	11,27	< 0,0001
Resíduos após rotação	2760	8040,68	2,91		
Rotação	2760	17889,94	6,48	2,31	< 0,0001
Resíduos após translação	5520	25930,62	4,70		
Translação	240	28642,72	119,34	42,49	< 0,0001
Total corrigido	5760	54573,34	9,47		

As amostras 338, 351 e 355 (identificação na Tabela 10.2) apresentaram maiores valores de resíduo, indicando menor consenso entre os provedores na sua avaliação (Figura 10.4).

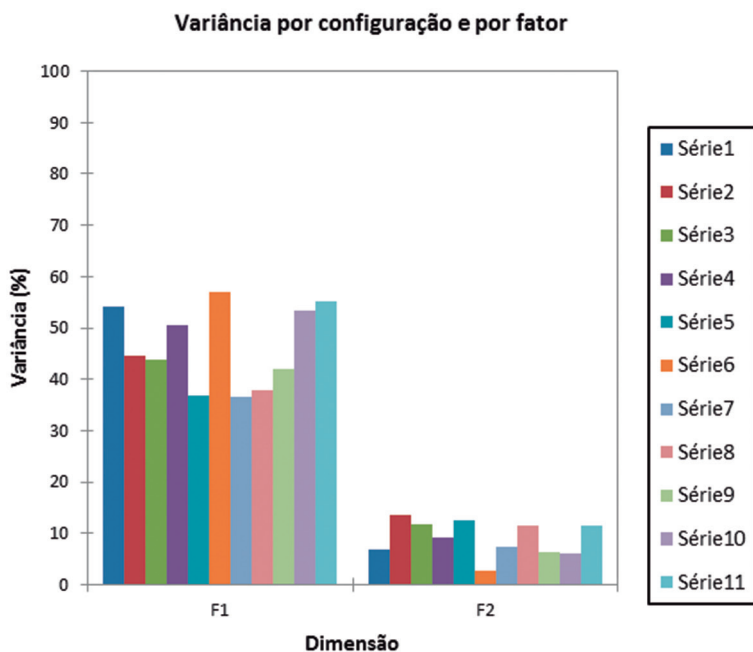
**Figura 10.4** Distribuição da variância residual das amostras

#### 4.2.2 Avaliação das amostras

A importância dos atributos para descrever o mel é dada pelo número de citações correlacionadas com as dimensões que serão empregadas na análise das

amostras. Geralmente, as duas primeiras dimensões contêm informações suficientes para descrever as amostras.

Observou-se boa solução bidimensional (62,61% de explicação) que concentrou a maioria dos atributos citados por vários provadores nessas duas primeiras dimensões. A primeira dimensão é responsável por 53,75% da variância, e a segunda, por 8,87% (Figura 10.5). No trabalho realizado por Vit et al. (2011), a solução bidimensional obteve 60% de explicação, com 32,75% na dimensão 1 e 27,25% na dimensão 2. Observa-se, no presente estudo, que a maioria dos atributos de todos os provadores está correlacionada com a primeira dimensão, indicando a importância desses atributos na descrição das amostras (Figura 10.5).



**Figura 10.5** Variância por configuração e por fator nas três primeiras dimensões

Na Tabela 10.9, estão indicados os atributos que apresentaram correlação acima de 0,25 com as dimensões F1 e F2. Também são mostradas as frequências que foram citadas pelos provadores e suas relações com as dimensões F1 e F2 positiva (F1<sup>+</sup> e F2<sup>+</sup>) e negativamente (F1<sup>-</sup> e F2<sup>-</sup>). Essas citações definem a configuração de consenso das amostras e permitem descrever as características sensoriais, considerando a proximidade entre os atributos e as amostras nas dimensões definidas. Os atributos encontrados pelos provadores foram muito semelhantes àqueles encontrados no estudo de méis de diferentes origens (VIT et al., 2011) aplicando a técnica sensorial de perfil livre.

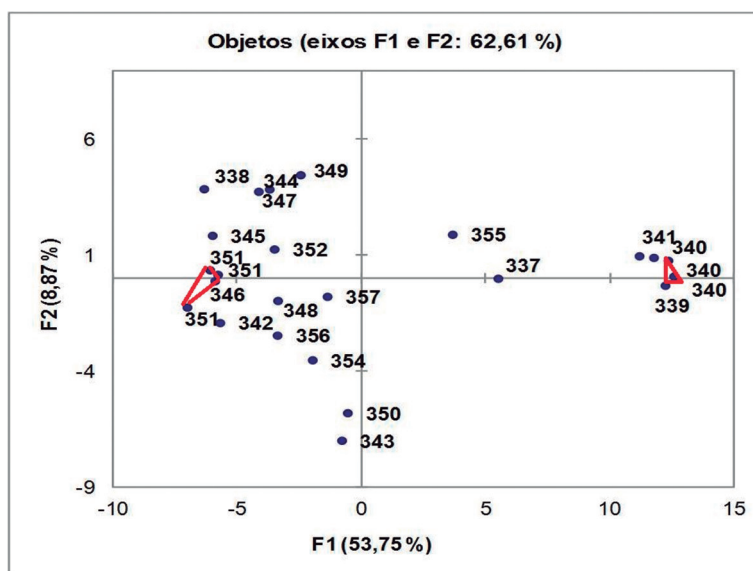
**Tabela 10.9** Frequência dos atributos citados nas dimensões F1 e F2

Atributos	F1		F2	
	F1 +	F1 -	F2+	F2-
<b>APARÊNCIA</b>				
Brilhante	10		1	11
Cristalizado		10		10
Duro		2		2
Líquido	5			5
Mel	6		5	11
Transparente	8			8
<b>AROMA</b>				
Álcool	1	2		3
Amadeirado	2		1	3
Cera			2	2
Doce			2	3
Floral	1	1		2
Mel	3		3	7
Azedo			2	2
<b>SABOR</b>				
Ácido	1		1	2
Adstringente	2	1	1	4
Alcoólico	2	2		4
Bala		1	1	2
Cera		2		2
Doce	3	2	3	10
Floral	1	1		2
Mel	1	1	3	6
Rançoso	3			3
Residual			2	3
<b>TEXTURA</b>				
Arenoso	3			3
Consistente		2	1	3
Cremosa		2		5
Cristalizada		6	1	7
Lisa	8			8

Na Figura 10.6, estão projetadas as configurações de consenso (amostras) resultantes dos atributos definidos pelos provadores. As amostras são descritas levando-se em conta os atributos que formaram as dimensões. Amostras de características avaliadas de maneira semelhantes estão posicionadas em pontos próximos, porque foram empregados atributos e intensidades similares para descrevê-las.

Para se verificar a capacidade de repetição da equipe, duas amostras (340 e 351) foram avaliadas em três sessões separadas. Observa-se que as configurações das repetições das amostras (Figura 10.6) encontram-se bem próximas, demonstrando boa capacidade de repetições da equipe de provadores.

As amostras de mel apresentam diferenças marcantes para os atributos de aparência e textura, tornando-se estes os principais atributos para a separação das amostras.



**Figura 10.6** Configuração de consenso das amostras empregando todas as categorias

Na dimensão F1 positiva, os atributos de aparência brilhante e líquida e a textura líquida foram responsáveis pela separação das amostras, posicionando as amostras líquidas no quadrante direito da Figura 10.6. No lado oposto (dimensão F1 negativa), estão as amostras cristalizadas em diferentes níveis, desde cremosa até totalmente cristalizada.

A dimensão F2 negativa foi principalmente relacionada à aparência de mel, brilhante, cristalizada e transparente, sabor e aroma de mel, textura cristalizada, lisa e cremosa. Muitos desses atributos foram empregados em análise sensorial descritiva do mel (STOLZENBACH, 2011; GONZÁLEZ et al., 2010), mostran-

do que, embora os provadores que tenham recebido treinamento, empregam termos semelhantes para descrever o mel.

No estudo de Ferreira et al. (2009), empregando a técnica de perfil livre, a separação das amostras ocorreu em função dos atributos de aparência (cor, viscosidade e diluição) e de sabor.

As amostras 339, 340 e 341 são as líquidas, enquanto as amostras 355 e 337 têm aspecto pastoso (Figura 10.7). Essas amostras foram ainda associadas a sabor doce, adstringente, alcoólico e rançoso. Essas amostras de mel apresentaram aroma e sabor característicos e associados à flora de assa peixe, canela guaicá e aroeira, respectivamente, como foi mencionado pelos apicultores.

As amostras 355 (bracatinga + vassourão) e a 337 (laranjeira) apresentam aspecto mais pastoso e sabor menos intenso que aquele encontrado nas amostras de aparência líquida mencionadas.



**Figura 10.7** Amostras 339, 340 e 341



**Figura 10.8** Amostras 355 e 337

As amostras cristalizadas distribuídas no quadrante esquerdo foram separadas principalmente pelos atributos da dimensão F2. Os principais atributos formadores dessa dimensão foram aqueles relacionados a aroma e sabor. Amostras situadas no quadrante superior da F2 (338-bracatinga, 349-silvestre, 352-silvestre, 345-caragatá e 351-silvestre) foram consideradas pelos provadores como possuindo aparência menos brilhante e transparente, mais cristalizada e com menor intensidade de aroma de mel, aroma doce e de cera que as amostras no quadrante inferior da Figura 10.7. Também apresentaram maior intensidade de sabor de mel, doce e de resina que as amostras da parte inferior.

Na parte inferior, estão posicionadas as amostras 342-capinxingui, 348-silvestre, 356-carqueja, 357-silvestre, 354-bracatinga + vassourão. As amostras 350-silvestre e 343-canola têm aroma e sabor menos intenso que as amostras superiores.

Caso essas amostras estivessem sendo avaliadas em um concurso de mel, poderiam ser indicadas as amostras do quadrante esquerdo superior (F2<sup>+</sup>) como aquelas que teriam maiores pontuações e poderiam ser recomendadas a receber maior premiação. Na sequência, estariam classificadas as amostras da parte inferior do mesmo quadrante (F2<sup>-</sup>) para receber um segundo grau de premiação. Finalmente, as amostras do extremo direito teriam menor premiação, não por serem líquidas, mas porque apresentaram poucos atributos positivos.

A técnica do perfil livre permitiu identificar as amostras de acordo com seus atributos: inicialmente, com atributos de aparência e textura, e, depois, em relação aos atributos de aroma e sabor. Também formou categorias de mel líquido e de mel cristalizado com características semelhantes, permitindo a premiação em cada categoria empregando o mesmo critério de pontuação.

Quando se empregou a técnica de perfil livre, notamos que provadores com nenhum ou o mínimo de treinamento foram capazes de identificar e quantificar atributos de amostras de mel. Adicionalmente, o julgamento das amostras foi realizado por provador cujas avaliações podem ser analisadas matematicamente sem a intervenção do líder da equipe, como ocorre normalmente em concurso.

## 5 CONCLUSÃO

Na avaliação da qualidade físico-química, as amostras atenderam às exigências da legislação, exceto duas amostras que apresentaram valores de umidade acima do limite máximo estabelecido e foram descartadas das análises sensoriais.

Na avaliação sensorial das amostras, os provadores identificaram um grande número de atributos, principalmente para aroma e sabor, devido à sua facilidade de percepção. Observou-se maior consenso na descrição dos atributos de aparência e textura, que foram os principais atributos responsáveis pela separação das amostras.

A aplicação da técnica de perfil livre permitiu a descrição e a classificação de amostras de mel com provadores sem treinamento e com consumidores não frequentes.

Essa técnica sensorial pode ser aplicada em um concurso de mel, para classificar e agrupar as amostras semelhantes para premiação, alcançando o consenso a respeito da qualidade sensorial do mel, independentemente da opinião de um líder da equipe sensorial, como normalmente acontece nos concursos para essa finalidade.

## REFERÊNCIAS

- ADDINSOFT. Software for statistical analysis. Paris, 2008.
- ALMEIDA FILHO, J. P. et al. Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no Município de Pombal-PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 6, n. 3, p. 83-90, 2001.
- ANUPAMA, D. et al. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, v. 36, n. 1, p. 183-191, 2003.
- AROUCHA, E. M. M. Et al. Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da IAGRAM comercializado no município de Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 1, p. 211-217, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional*. 17. ed. Gaithersbrug: Association of Official Analytical Chemists, 1990.
- BARROS, L. B. *Perfil sensorial e de qualidade do mel de Abelha (apis elífera) produzido no estado do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em medicina veterinária) – Universidade federal Fluminense, Niterói, 2011. 102 f.
- BASTOS, D. H. M. et al. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.22, n. 2, p. 122-129, 2002.
- BATISTA, B. L. et al. Multi-element determination in Brazilian honey samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and estimation of geographic origin with data mining techniques. *Food Research International*, v. 49, n. 1, p. 209-215, 2012.
- BOGDANOV, S. *Classification of honeydew and blossom honeys by discriminant analysis*. Technical-Scientific Information. 2006. Disponível em: <[http://www.bee-hexagon.net/files/fileE/Honey/Bogdanov\\_ALPScience\\_2006\\_sb.pdf](http://www.bee-hexagon.net/files/fileE/Honey/Bogdanov_ALPScience_2006_sb.pdf)>. Acesso em: dez. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/anexo intrnorm11.htm](http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/anexo_intrnorm11.htm)>. Acesso em: nov. 2012.
- CARI. *Concours miels: Règlement*. Disponível em: <[http://www.cari.be/medias/.../concours\\_mielvf2013.pdf](http://www.cari.be/medias/.../concours_mielvf2013.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2013.



- CASTRO-VÁZQUEZ, L. et al. Differentiation of monofloral citrus, rosemary, eucalyptus, lavender, thyme and heather honeys based on volatile composition and sensory descriptive analysis. **Food Chemistry**, v. 112, n. 4, p. 1022-1030, 2009.
- COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: Unesp, 1996. 154 p.
- CRANE, E. **O Livro do Mel**. São Paulo: Livraria e Editora Nobel S.A., 1983.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2 ed. Curitiba: Champagnat, 2007.
- EMBRAPA. **Produção de mel**. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/racas.htm>>. Acesso em: 07 maio 2016.
- FALLICO, B. et al. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, v. 35, n. 2, p. 305-313, 2004.
- FEÁS, P. X. et al. Palynological and physicochemical data characterization of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p.1255-1262. 2010.
- FERREIRA, E. L. et al. Descriptive sensory analysis and acceptance of stingless bee honey. **Food Science and Technology International**, v. 15, n. 3, p. 251-258, 2009.
- FIGUEIREDO, V. R. G. Relação Entre a Coloração e as Características Físico-químicas do Mel Produzido em Ortigueira-PR. Relatório de Estágio (Iniciação Científica- PIBIC/ CNPq/IAPAR) – Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, 2012. 34 p.
- FINCO, F. D. B. A. et al. Propriedades físicas e químicas do mel de Apis Melífera L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- GONZÁLEZ, M. M. et al. Development of a structured sensory honey analysis: application of an artisanal Madrid honeys. **Food Science and Technology International**, v. 16, n. 1, p. 19-29, 2010.
- GULER, A. et al. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 1119-1125, 2007.
- HERNADEZ, O. M. et al. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. **Food Chemistry**, v. 93, n.3, p. 449-459, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de mel no Brasil. Rio de Janeiro, 2012. In: **Sistema IBGE de recuperação de dados: mel de abelhas**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?e=I&c=74>>. Acesso em: 29 nov. 2013.
- INTERNATIONAL HONEY COMMISSION. Harmonised methods of the International honey commission. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net/en/network.htm>>. Acesso em: nov. 2013.
- KITZBERGER, C. S. G. et al. Caracterização sensorial de cafés arábicas de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 39-48, 2010.

- MARCHINI, L. C. et al. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005.
- MENDES, C. G. et al. As Análises de Mel: Revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 7-14, abr./jul. 2009.
- MONTENEGRO, G. et al. Implementation de un panel sensorial para mieles chilenas. **Cienc. Inv. Agr.**, v. 35, n. 1, p. 51-58, 2008.
- MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 516-525, 2001.
- MORETI, A. C. C. C. et al. Características Físico-químicas de Amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado do Ceará, Brasil. **Ciênc. Agrotec.**, v. 33, n. 1, p. 191-199, 2009.
- PIANA, L. **L'analisi sensoriale del miele**. Disponível em: <<http://www.apicolturaonline.it/piana/PARTE3.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- REBANE, R.; HERODES, K. Evaluation of the botanical origin of Estonian uni and polyfloral honeys by amino acid content. **J. Agric. Food Chem.**, v. 56, n. 22, p. 10.716-10.720, 2008.
- SCHOCKEN-ITURRINO R. P. et al. Study of the presence of the spores of *Clostridium botulinum* in honey in Brazil. **FEMS Immunol Med Microbiol.**, v. 24, n. 3, p. 379-82, 1999.
- STOLZENBACH, S. et al. Sensorial local uniqueness of Danish honey. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 2766-2774, 2011.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. Descriptive Analysis. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. (ed.). **Food Science and Technology**. San Diego: Academic Press, 2004, p. 201-245. (Sensory Evaluation Practices, 3. ed.).
- TERRAB, A. et al. Contribution to the study of avocado honeys by their mineral contents using inductively coupled plasma optical emission spectrometry. **Food Chemistry**, v. 92, n. 1., p. 305-309, 2005.
- VARGAS, Taís. Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006. 148 f.
- VIT, P. et al. Sensory perception of tropical honeys by Spanish consumers, using free choice profile. **Journal of ApiProduct and ApiMedical Science**, v. 3, n. 4, p. 174-180, 2011.

# 11

CAPÍTULO

## **QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO GENOTÍPICA DO GENE COA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* A PARTIR DE QUEIJOS E EMBUTIDOS**

*Raquel de Oliveira Lo Turco*

*Márcia Cristina Furlaneto*

*Luciana Furlaneto-Maia*

### **1 INTRODUÇÃO**

Dentre os diversos tipos de microrganismos patogênicos que podem ser transmitidos por meio do leite e derivados e carne suína, destaca-se o *Staphylo-*

*coccus aureus*, cuja importância na epidemiologia das doenças veiculadas por alimentos decorre de sua alta prevalência e do risco de produção, nos alimentos contaminados, de toxinas causadoras de gastroenterites alimentares.

A qualidade do leite assume destacada importância também sob o ponto de vista de saúde pública. No Brasil, embora não existam estatísticas disponíveis sobre o assunto, são frequentes os casos de doenças associadas ao consumo de leite cru ou de derivados produzidos com leite contaminado com microrganismos patogênicos. Contribui para isso, entre outras causas, o fato de mais de 44% do leite consumido no país ser proveniente do mercado informal.

Não somente o leite e seus derivados podem trazer riscos à saúde quando consumidos com alta carga microbiana patogênica. Como qualquer produto de origem animal, a carne suína também pode servir de substrato para o desenvolvimento de vários microrganismos e vermes, como também pode ser vetor de intoxicações químicas, por resíduos de defensivos, de hormônios e aditivos intencionais. Todas as etapas do abate devem ser realizadas de forma higiênica e rápida, pois isso determina a qualidade microbiológica da matéria-prima.

*S. aureus* são cocos gram-positivos, vistos ao microscópio na disposição de cachos de uva ou aos pares; são mesófilos, aeróbios ou anaeróbios facultativos. As enterotoxinas estafilocócicas apresentam elevada resistência térmica, podendo sobreviver a tratamentos térmicos aplicados em alimentos, como a pasteurização.

A técnica da reação em cadeia da polimerase é baseada na amplificação do DNA e tem-se mostrado bastante útil para identificação da origem do *S. aureus* em alimentos, diferenciando as cepas provenientes de infecções humanas e animais, por ser uma técnica extremamente confiável, reprodutível, rápida e altamente discriminatória. Populações de *S. aureus* tem mostrado considerável variabilidade no conteúdo genômico. Essa variabilidade contribui para a emergência de distintos perfis epidemiológicos, os quais são dependentes das cepas/isolados, o que sugere a necessidade de identificar esses subtipos antes de aplicar medidas específicas para controle da bactéria.

Este trabalho teve como objetivo isolar *Staphylococcus aureus* a partir de queijos e embutidos e verificar a variação do gene *coa*.

## **2 STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

Dentre os diversos tipos de microrganismos patogênicos que podem ser transmitidos através do leite e derivados, destaca-se o *Staphylococcus aureus*, cuja importância na epidemiologia das doenças veiculadas por alimentos decorre de sua alta prevalência e do risco de produção, nos alimentos contaminados, de toxinas causadoras de gastroenterites alimentares (ZECCONI; PICCININI, 1999).

*S. aureus* são bactérias de forma esféricas gram-positivas, dispostas aos pares ou em cachos no exame microscópico, são aeróbios ou anaeróbios facultativos, e a temperatura ótima de crescimento é de 37 °C. É classificado como microrganismo mesófilo, porém pode apresentar crescimento em temperaturas de 7 °C a 47,8 °C (JAY, 1994). As enterotoxinas estafilocócicas, por outro lado, são produzidas entre 10 °C e 46 °C (SMITH et al., 1983), e apresentam elevada resistência térmica, incluindo tratamentos térmicos aplicados em alimentos, como a pasteurização. Essa bactéria é capaz de se multiplicar na faixa de pH entre 4 e 9,8, sendo o pH ótimo entre 6 e 7, e apresentam tolerância a concentrações de 10% a 20% de NaCl e a nitratos. Ainda, tem a capacidade de crescer em valores de atividade de água (Aa) de 0,86 (JAY, 1994; FRANCO; LANDGRAF, 2005).

O gênero *Staphylococcus* possui 35 espécies e 17 subespécies; dentre elas, as espécies coagulase positivas apresentam maior importância clínica devido aos seus fatores de patogenicidade. *S. aureus* no indivíduo sadio é considerado um microrganismo comensal das narinas anteriores, pele úmida, boca e intestino. Porém, esses microrganismos apresentam propriedades que lhes permitem uma rápida colonização e posterior invasão através de pequenas lesões na pele e mucosas, sendo que, nas mastites, as mãos dos ordenhadores são consideradas como principais vias de transmissão (LU et al., 2005).

*S. aureus* possui vários fatores de virulência que contribuem para a sua persistência nos tecidos animais, como produção de toxinas extracelulares e enzimas (SANTOS et al., 2003). De acordo com Hamill et al. (1986), os *Staphylococcus* sp aderem às células endoteliais por meio de receptores de adesinas e são fagocitados por essas. O ambiente intracelular protege os *Staphylococcus* sp dos mecanismos de defesa do hospedeiro, assim como dos efeitos dos antibióticos. Segundo Lee et al. (2004), esses fatores podem aumentar a sobrevivência bacteriana, contribuindo para o desenvolvimento de infecção persistente ou recorrente.

Os sintomas da intoxicação estafilocócica aparecem, em média, cerca de quatro horas após a ingestão do alimento contaminado, podendo variar de uma a seis horas. Os principais sintomas são náusea, vômito, cólica abdominal, diarreia, sudorese, dor de cabeça e, algumas vezes, diminuição da temperatura corporal. Geralmente os sintomas duram entre 24 e 48 horas, e o índice de mortalidade é muito baixo (JAY, 1992; FRANCO; LANDGRAF, 2002).

Espécies de *S. aureus* isolados de alimentos também apresentam características de virulência e resistência a diversos antibióticos utilizados rotineiramente no tratamento da doença (FREITAS et al., 2005). Martins, Felix e Nascimento (1998) associaram o agravamento da resistência bacteriana ao uso frequente e indiscriminado de antibióticos e aos mecanismos de transferência de resistência entre os microrganismos. O surgimento de *S. aureus* multirresistentes nas últimas décadas foi relacionado com a pressão seletiva exercida por antimicrobianos

(FAGUNDES; OLIVEIRA, 2004). Nunes (2000) afirma que os microrganismos resistentes não são um problema restrito ao ambiente hospitalar e que esses microrganismos estão disseminados também em qualquer ambiente.

Além das enterotoxinas, algumas enzimas são produzidas, como fatores de virulência, por determinadas espécies de estafilococos, e são utilizadas no diagnóstico laboratorial para identificação desse gênero microbiano ou de suas espécies. Entre essas enzimas, destacam-se a catalase, a termonuclease e a coagulase. A catalase atua inativando o peróxido de hidrogênio e radicais livres tóxicos formados pelo sistema mieloperoxidase no interior das células fagocitárias, e é utilizada para diferenciar *Staphylococcus* de *Streptococcus*. A proteína coagulase é um importante fator de virulência de *S. aureus*, pois é capaz de promover a coagulação do plasma sanguíneo (GHARIB; ATITIA; BENDARY, 2013).

Populações de *S. aureus* têm mostrado considerável variabilidade no conteúdo genômico. Essa variabilidade contribui para a emergência de distintos perfis epidemiológicos que são dependentes das cepas/isolados, o que sugere a necessidade de identificar esses subtipos antes de aplicar medidas específicas para controle dessa bactéria (FITZGERALD, et al. 2003; ZECCONI; PICCININI, 1999). Nos últimos anos, várias técnicas de biologia molecular têm sido utilizadas para identificar e comparar os subtipos de *S. aureus*. A amplificação do gene de coagulase (*coa*) tem sido considerada como um método simples e preciso para tipagem de *S. aureus* isolados a partir de fontes distintas. Os resultados da investigação epidemiológica com base na análise do gene *coa* sugerem que alguns subtipos de *S. aureus* são responsáveis pela maioria dos casos de intoxicação alimentar (SU et al., 1999; SCHLEGELOVÁ et al., 2003).

Em relação a alimentos, o grupo dos estafilococos coagulase positiva (capazes de produzir a enzima coagulase) são os mais importantes em relação às demais espécies do gênero, pelas seguintes razões: primeiro, porque sua presença em alimentos processados pode indicar deficiência de processamento ou condições higiênicas inadequadas do processo; segundo, porque suas enterotoxinas, uma vez presentes no alimento, poderão causar intoxicação alimentar. Sabe-se que a prova bioquímica convencional não detecta precisamente a produção de coagulase, pois a proteína pode não estar sendo expressa. Nesse sentido, técnicas moleculares para a detecção do gene *coa* tem sido de fundamental importância na confirmação de *S. aureus* em alimentos (VIEIRA-DA-MOTTA et al., 2001).

## 2.1 Contaminação por *S. aureus* em leite e queijo

O leite é um meio de cultura ideal para os microrganismos em geral, por apresentar uma composição quase perfeita como alimento. Assim, a multiplicação dos microrganismos é muito rápida, se a temperatura for ideal para o crescimento (COUSINS; BRAMLEY, 1987). A contaminação microbiana do leite pode

ocorrer por duas vias principais: através da incorporação de microrganismos que estão presentes no úbere, diretamente para o leite; ou através do contato do leite com utensílios e equipamentos contaminados durante as operações de ordenha ou da coleta e armazenamento (FEHLHABER; JANESTSCHKE, 1995).

A contaminação do leite com *S. aureus* pode ocorrer através das duas vias, uma vez que se trata de um microrganismo patogênico que pode causar inflamações no úbere das vacas, além de estar presente em superfícies de utensílios e equipamentos de ordenha (FONSECA; SANTOS, 2000). Nesse último caso, deve-se ressaltar a importância do homem como reservatório de *S. aureus* e principal veiculador do microrganismo em alimentos, de modo geral (JAY, 1994).

*S. aureus* está amplamente distribuído nos rebanhos leiteiros, sendo que a probabilidade de contaminação do leite cru com a consequente produção de enterotoxinas é bastante elevada. Em bovinos, Kenny et al. (1993) relataram que no mínimo 28,6% das cepas isoladas do úbere secretam uma ou mais toxinas, e Matsunaga et al. (1993) encontraram 34,5% de cepas enterotoxigênicas. Em cabras, a ocorrência é ainda maior, a julgar pelos dados apresentados por Valle et al. (1990), os quais obtiveram 48,8% de cepas toxigênicas de *S. aureus* isoladas diretamente do leite.

A qualidade do leite assume destacada importância também sob o ponto de vista de saúde pública. No Brasil, embora não existam estatísticas disponíveis sobre o assunto, são frequentes os casos de doenças associadas ao consumo de leite cru ou de derivados produzidos com leite contaminado por microrganismos patogênicos. Contribui para isso, entre outras causas, o fato de mais de 44% do leite consumido no país ser proveniente do mercado informal (ANUÁRIO MILKBIZZ, 1999), ou seja, comercializado sem qualquer tratamento térmico ou controle laboratorial.

Dentre os produtos derivados do leite, o queijo é considerado um veículo frequente de patógenos de origem alimentar e, em especial, os queijos frescos artesanais, por serem, na maioria das vezes, elaborados a partir de leite cru e não sofrerem processo de maturação. A contaminação microbiana desses produtos assume destacada relevância tanto para a indústria, pelas perdas econômicas, como para a saúde pública, pelo risco de causar doenças transmitidas por alimentos (FEITOSA et al., 2003).

O queijo Minas tem sido o objetivo de estudo de vários pesquisadores em diferentes regiões do país. Os diferentes estudos buscam avaliar as características físico-químicas e as condições microbiológicas desse produto, avaliando também a metodologia para enumeração de microrganismos e dos melhores meios de cultura para isolamento desses microrganismos. O interesse por esse produto se deve ao fato de que o queijo Minas está relacionado a doenças de origem alimentar.

A contaminação pós-pasteurização, a produção, a manipulação, equipamentos, temperaturas inadequadas durante o transporte e condições de estocagem podem resultar em altos níveis de microrganismos patogênicos e enterotoxinas no queijo (ARAÚJO et al., 2012).

Apesar da proibição legal imposta à comercialização de queijos frescos e moles elaborados a partir de leite cru no Brasil, a comercialização de queijo tipo minas “frescal” produzido artesanalmente tem sido realizada abertamente em nosso meio (ALMEIDA FILHO, 1999).

## 2.2 Contaminação por *S. aureus* em embutidos

Embutidos crus curados são produtos nos quais ocorre uma fermentação microbiana que leva ao acúmulo de ácido lático com a consequente queda do pH, fato favorável ao crescimento de bactérias patogênicas e reações bioquímicas que ocorrem durante o processo de maturação (PEREDA et al., 2005). Os embutidos podem ser divididos de três maneiras: frescos ou crus, secos e cozidos. Os frescos ou crus são aquele que devem ser consumidos em um período máximo de seis dias. Os secos são embutidos crus que passaram por um processo de desidratação. Os cozidos são os que sofreram processo de cozimento em estufa ou em água (ROÇA; BONASSI, 1981).

Antigamente, a produção era vista mais como uma arte do que realmente uma ciência. Porém, com a importância econômica e crescimento da sua industrialização, tornou-se necessário um maior entendimento dos princípios envolvidos na elaboração desses produtos (OLIVO, 2006). No Brasil, os embutidos crus produzidos a partir de carnes bovina, suína e de aves ainda carecem de padrões de identidade, com grande heterogeneidade na qualidade do produto final no que se refere à apresentação do produto, composição e valor nutricional (FERRÃO; SANTOS; VERSIANI, 1999).

A linguiça do tipo frescal apresenta, como características físico-químicas, umidade máxima de 70%, gordura máxima de 30% e proteína mínima de 12% (BRASIL, 2003). O processo requer adição de sais de cura, recurso que permite ao alimento alcançar as características de qualidade sensorial desejada – sabor, cor, aroma e textura – e a preservação do produto (TAKAHASHI, 1993).

A qualidade de um alimento é definida a partir de um conjunto de características. Dentre essas, existem as relacionadas a aspectos nutricionais e sanitários. Essas características são fundamentais para a determinação da qualidade de alimentos, principalmente aquelas processadas artesanalmente, uma vez que possuem uma maior vulnerabilidade a contaminações devido às condições higiênico-sanitárias, muitas vezes precárias. Atualmente, a qualidade da carne representa uma das principais preocupações, especialmente para consumidores mais exigentes (MILLEZI et al., 2007).



Os microrganismos podem contaminar os alimentos por inúmeras vias, sempre refletindo condições precárias de produção, armazenamento, distribuição ou manuseio doméstico. De modo geral, pode-se dizer que a qualidade da carne e da carcaça depende da interação de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos mais importantes são a genética, o manejo alimentar, a idade e o sexo. Entre os fatores extrínsecos, são muito importantes as condições de abate, desde a saída dos animais da propriedade até a entrada das carcaças nas câmaras frias, o tipo de cozimento e os métodos de conservação (NORMANNO et al., 2005).

Como qualquer produto de origem animal, a carne suína pode servir de substrato para o desenvolvimento de vários microrganismos e vermes, como também de condutora de intoxicações químicas, tipos de resíduos de defensivos, de hormônios e aditivos intencionais. Todas as etapas do abate devem ser realizadas de forma higiênica e rápida, pois determinam a qualidade microbiológica da matéria-prima.

Um importante agente de contaminação dos alimentos é o manipulador, pois na pele pode existir uma microbiota potencialmente patogênica. A maioria dos casos de toxinfecções alimentares ocorre através de manipuladores, que comprometem os alimentos por hábitos ou práticas inadequadas de higiene. Dentre os principais patógenos veiculados por indivíduos doentes ou portadores está o *Staphylococcus aureus* (HALPIN-DOHNALEK; MARTH, 1989).

*S. aureus* é o principal microrganismo relatado em casos de surtos de intoxicação alimentar. Suas enterotoxinas são produzidas por cerca de 1/3 das cepas coagulase positivas envolvidas nesta contaminação (HALPIN-DOHNALEK; MARTH, 1989).

## 2.3 Reação em cadeia da polimerase

Em 1985, Kary Mullis inventou a PCR (*polymerase chain reaction*, em português, reação em cadeia da polimerase), técnica que permite recriar grande quantidade de um gene a partir de uma parte ínfima de DNA (WERB, 1999). Essa técnica impulsionou drasticamente o ritmo da pesquisa genética. Em questão de algumas horas, a PCR pode fazer bilhões de cópias de um segmento específico do DNA. Kary Mullis recebeu o prêmio Nobel de Química em 1993 por inventar a PCR.

A técnica, baseada na amplificação do DNA, é tida como uma técnica extremamente confiável, reprodutível, rápida e altamente discriminatória (VERSALOVICK, 1994). Essa técnica faz uso de *primers* de DNA complementares àqueles de ocorrência natural, altamente conservados com sequências repetitivas de DNA e presentes em múltiplas cópias do genoma da maioria das bactérias gram-negativas e em muitas bactérias gram-positivas (LUPSKI, 1992).

Com relação à identificação da origem do *S. aureus* no leite de consumo, diversos métodos bioquímicos e moleculares têm sido utilizados para diferenciar as cepas provenientes de infecções humanas e animais. A técnica de PCR tem se mostrado bastante útil para essa finalidade, devido à sensibilidade e rapidez,

possibilitando o monitoramento de cepas e o estudo taxonômico molecular (PEREIRA et al., 2002).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas neste estudo doze amostras de embutidos (linguiça frescal) e dezesseis amostras de queijo tipo minas frescal, adquiridas aleatoriamente na forma de consumidor em diferentes pontos de vendas localizados em feiras livres no município de Londrina, PR. As amostras foram transportadas em sua própria embalagem à temperatura ambiente até o laboratório de microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Londrina, onde foram higienizadas com álcool 70% para evitar contaminação cruzada.

#### 3.1 Isolamento de *S. aureus*

Para o isolamento e identificação de *Staphylococcus* sp, seguiu-se com plaqueamento em ágar seletivo e diferencial Baird Parker adicionado de gema de ovo com telurito. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 a 48 horas. As colônias características foram cultivadas em ágar BHI (*brain heart infusion*) por 24 horas a 37 °C.

As colônias isoladas em ágar BHI foram identificadas por meio da coloração diferencial de gram e produção de catalase, que foi realizada em lâmina, adicionando a uma colônia 0,2 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (peróxido de hidrogênio) 3%. Foram considerados como *Staphylococcus* sp os isolados que apresentaram morfologia típica de cocos gram-positivos, agrupados em cachos e com produção da enzima catalase.

A partir disso, foram realizados testes bioquímicos de identificação, como teste de DNase e teste de coagulase. Para o teste de DNase, colônias foram semeadas em placas contendo ágar DNase e incubadas a 37 °C. Após esse período, foi observada a formação de um halo esbranquiçado ao redor da colônia. Já o teste de coagulase foi realizado transferindo 0,2 ml de cada cultura obtida em caldo BHI para membrana de microscopia, com adição de 0,5 ml de plasma de coelho. Após homogeneização lenta, a mistura foi incubada a 37 °C, e a formação de coágulo foi verificada após quatro horas.

Para a confirmação da espécie *S. aureus*, colônias foram inoculadas em ágar manitol salgado e incubadas a 37 °C por 24 horas. As colônias características da espécie apresentam um halo amarelo devido à fermentação do manitol.

#### 3.2 Teste de difusão em discos

Os isolados de *S. aureus* foram submetidos à avaliação frente a antimicrobianos, utilizando protocolo recomendado pelo NCCLS (2000). Três a cinco co-

lônias puras recentes (18 a 24 horas) dos espécimes previamente isolados e identificados foram semeados em caldo MH (Mueller-Hinton) e incubados a 37 °C até que atingisse turvação correspondente ao tubo 0,5 da escala de MacFarland. Esses espécimes foram semeados com auxílio de suabes na superfície de ágar MH e, após absorção, foram adicionados os discos dos antimicrobianos. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas, e os diâmetros de inibição foram medidos e avaliados em tabela de sensibilidade.

### 3.3 Extração de DNA de *Staphylococcus* sp

Os DNA genômicos dos isolados foram extraídos utilizando-se a técnica da lise térmica, realizada de acordo com o protocolo descrito por Zocche et al. (2009). Com auxílio de uma alça, transferiu-se uma colônia para caldo BHI seguido de incubação a 37 °C por 24 h. Dois mililitros da cultura foram transferidos para tubo Eppendorf e centrifugados a 10.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi descartado, e as células foram lavadas com água destilada estéril a 10.000 xg por 10 minutos. A lise celular ocorreu pela adição de 100 µL de tampão de lise celular Tris-EDTA (50 mM Tris base e 20 mM de EDTA, pH 7,8) contendo 20% de dodecil sulfato de sódio (SDS) e 3 µL de proteinase K (20 mg/ml<sup>-1</sup>), e incubado em banho-maria a 37 °C por 1 hora. Em seguida, foram adicionados 200 µL de solução NaCl 5 M e foi feita a agitação manualmente por 15 segundos.

Houve separação do material intracelular através de centrifugação a 10.000 xg por 15 minutos, e o sobrenadante foi transferido para um novo microtubo. A precipitação do DNA se realizou com 800 µL de álcool etílico absoluto gelado, e manutenção em -20 °C por 24 horas. Uma nova centrifugação foi feita a 10.000 xg por 15 min, e o *pellet* foi ressuspensionado com 30 µL de água ultrapura estéril. Os tubos contendo o DNA genômico foram utilizados na reação de amplificação por PCR.

### 3.4 Reação em cadeia da polimerase (PCR)

Colônias aleatórias, suspeitas de *S. Aureus*, foram submetidas à técnica de PCR para identificação do gene *coa* (coagulase). A região 3'-terminal do gene *coa* foi amplificada utilizando os *primers* específicos: COAG2 (ACC ACA AGG TAC TGA ATC AAC G 3') e COAG3 (5' TGC TTT CGA TTG TTC GAT GC 3'), descritos por Aarestrup (1995).

Para a reação com 25 µl, foram utilizados como reagentes: 12,1 µl de água Milli Q estéril, 2,5 µl de tampão 10X, 0,4 µl de Taq polimerase 5 U/l, 1,5 µl de dNTP 200 µM, 1,5 µl de cloreto de magnésio, 1,5 µl de cada *primer* a 50 pmol e 3,0 µl de DNA. As reações foram realizadas em termociclador (Biocycler) com a seguinte ciclagem: 95 °C por 10 minutos e 30 ciclos de 95 °C por 30

segundos, de 52 °C por 30 segundos, de 72 °C por 1 minuto, e, por fim, de 72 °C por 10 minutos.

A eletroforese dos produtos amplificados foi realizada em gel de agarose a 1,5%, corados com brometo de etídio e visualizados sob iluminação ultravioleta.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

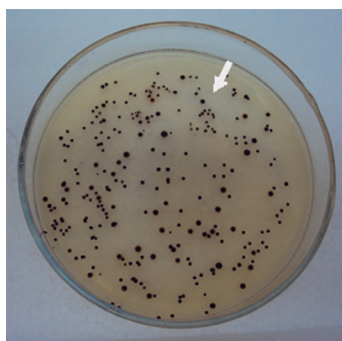
De acordo com as características fenotípicas e bioquímicas, 100% dos isolados obtidos neste estudo foram identificados como *S. aureus*. As contagens revelaram valores médios de  $1,2 \times 10^5$  e  $1,0 \times 10^7$  UFC/g para embutidos e queijos, respectivamente (Quadro 11.1). A Fotografia 11.1 apresenta o meio de cultivo BP com as colônias características de *S. aureus*.

**Quadro 11.1** Quantificação de *S. aureus* presente nas amostras de embutidos e queijo Minas frescal

Amostra	UFC/g <sup>-1</sup> mínimo	UFC/g <sup>-1</sup> máximo	Média de UFC/g <sup>-1</sup>
Embutido	$2,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$
Queijo	$1,07 \times 10^5$	$2,1 \times 10^7$	$1,05 \times 10^7$

Tais achados parecem ser extremamente preocupantes, pois, além de se situarem acima do limite máximo para ambas as amostras de  $10^3$  UFC/g estabelecido pelo Ministério da Saúde, esses valores mostraram-se muito próximos dos requeridos para a produção de enterotoxinas em quantidades suficientes para a ocorrência de surtos de intoxicação alimentar estafilocócica.

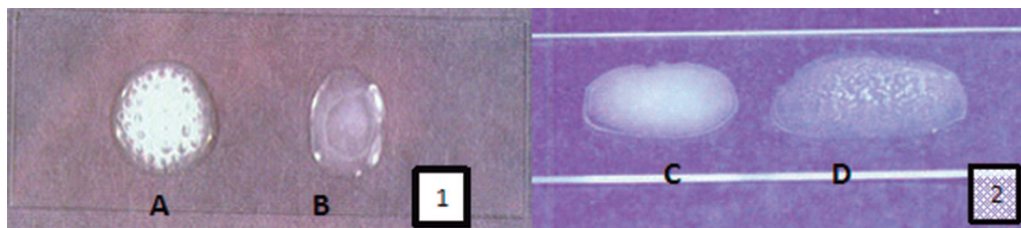
Na Fotografia 11.1, observam-se colônias características de *S. aureus* em ágar Baird Parker.



Fonte: Autoria própria.

**Fotografia 11.1** Colônias características de *S. aureus* em ágar Baird Parker. Notam-se colônias negras com halos translúcidos ao seu redor (seta)

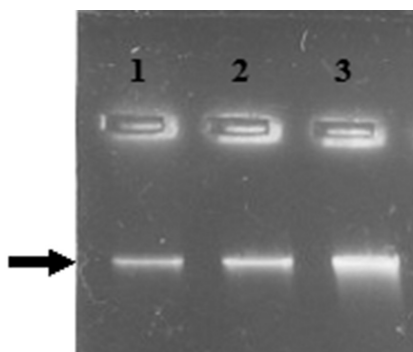
A Figura 11.1 apresenta dois testes bioquímicos característicos para a identificação de *S. aureus*.



Fonte: <<http://faculty.mc3.edu/jearl/ML/ml-10.htm>>.

**Figura 11.1** Em 1: teste catalase positiva (A) e negativa (B); em 2: teste coagulase negativa (C) e positiva (D), característicos de *S. aureus* (A) e (D)

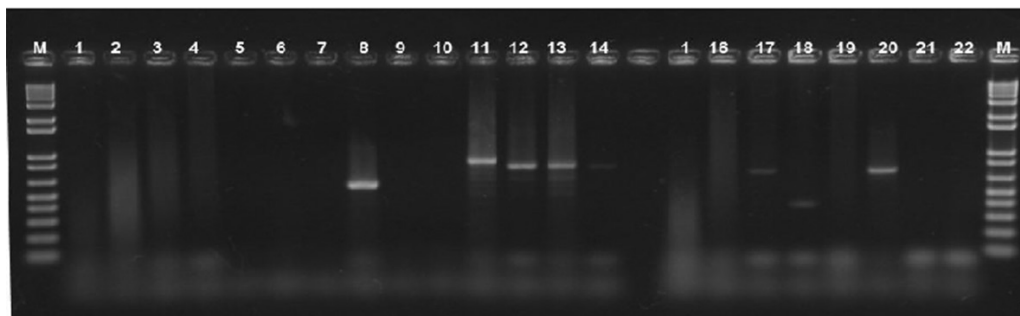
A Fotografia 11.2 apresenta a quantificação e integridade do DNA genômico após a extração em gel de eletroforese em agarose. Observam-se bandas íntegras e sem degradação, o que facilitou sua utilização na técnica PCR.



Fonte: Autoria própria.

**Fotografia 11.2** Gel de agarose a 1,5%, corado com brometo de etídio, representando três isolados de *S. aureus*; as canaletas 1, 2 e 3 mostram bandas nítidas de DNA genômico (seta)

Para o teste de PCR, a fim de confirmar a espécie pela amplificação do gene *coa*, foram selecionadas vinte colônias que apresentaram os testes bioquímicos característicos para *S. aureus*. Contudo, nem todas apresentaram amplificação para o gene *coa*. Embora os testes bioquímicos de identificação tenham se apresentado característicos para a espécie, a identificação pela PCR do gene para coagulase não corroborou com esses resultados (Fotografia 11.3). O teste fenotípico da coagulase apresenta algumas restrições em sua aplicação, e a leitura dos resultados também dificultou a identificação da coagulação; a proteína pode, ainda, não estar sendo expressa nas condições de crescimento aplicadas neste trabalho.



Fonte: Autoria própria.

**Fotografia 11.3** Gel de agarose com os amplicons para identificação do gene *coa*. Canaletas M: marcador de peso molecular (1 KB DNA plus); canaletas 1 a 22: colônias provenientes de amostras de embutidos e queijo tipo Minas frescal; canaletas 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18 e 20 apresentam amplificação para o gene *coa*

Os *primers* *coag2* e *coag3* (mesma sequência utilizada nesta pesquisa) são específicos para esse microrganismo, pois não houve amplificação quando DNA de outras espécies em pesquisa realizada por Gandra (2008). Esse fato corrobora os resultados obtidos neste trabalho e os que apresentaram amplificação refere-se ao gênero *S. aureus*, podendo substituir a confirmação por testes bioquímicos. Os isolados que não apresentaram amplificação possivelmente não sejam estafilococos coagulase positiva, caso em que o teste de coagulase deu um falso positivo, ou se trata das demais espécies de estafilococos coagulase positiva (*S. hyicus* e *S. intermedius*). Como o gene *coa* apresenta polimorfismo entre as espécies de *S. aureus*, não há uma posição específica de bandas.

O número de pares de bases (pb) para gene *coa* variaram de 612 a 1000 pb. Essa variabilidade pode ser decorrente da variabilidade genética da enzima coagulase, demonstrada a existência de polimorfismo (GANDRA, 2008).

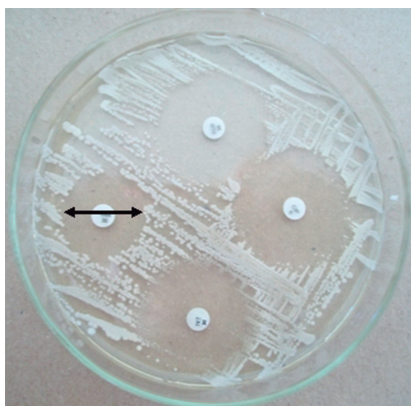
O perfil encontrado foi o mesmo demonstrado por Luz (2008), que detectou a presença de dois coagulotipos, de 750 pb e 1000 pb, em *S. aureus* isolados de leite e queijo coalho. Houve a distribuição e predominância dos coagulotipos de acordo com a região onde foram isolados (diferentes municípios).

Ressalta-se que estafilococos produtores de enzimas coagulase e termonuclease geralmente estão relacionados com a produção de enterotoxinas (GANDRA, 2008), uma preocupação atual. Nesse sentido, o diagnóstico molecular via PCR apresenta diversas vantagens em relação às técnicas da microbiologia clássica, sendo de fácil aprendizagem (simplicidade), menos tempo para adquirir as competências, menor custo de materiais, detecção de células VNC (viáveis não cultiváveis), maior especificidade, maior sensibilidade, bom limite de detecção e maior rapidez (FORSYTHE, 2002).

A padronização da amplificação da região do gene *coa*, codificador da produção de coagulase, também foi realizada no estudo realizado por Matos (2005), em função de essa prova ser utilizada na análise convencional para detectar *S. aureus*, espécie coagulase positiva.

Diversos são os antimicrobianos preconizados pelo CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) (CLSI 2009) para a realização do teste de disco difusão para *S. aureus*. Para sua realização, existe a necessidade de protocolos, padronizações e, particularmente, medidas do diâmetro de inibição. Neste estudo, foram avaliados doze antibióticos de uso clínico para *S. aureus*.

A Fotografia 11.4 apresenta a formação de halos de inibição ao redor dos discos contendo antibiótico (método disco difusão Kirby-Bauer).



Fonte: autoria própria.

**Fotografia 11.4** Colônia típica de *S. aureus* inoculada em ágar Mueller Hinton adicionado de discos antimicrobianos. Seta indica halo de inibição causada pelo antibiótico

Os perfis de sensibilidade e resistência antimicrobiana das 21 cepas de *Staphylococcus aureus* analisadas encontram-se na Tabela 11.1. O perfil de resistência em ordem decrescente ficou distribuído da seguinte forma: 76% das cepas foram resistentes à penicilina; 42%, à tetraciclina; 38%, à eritromicina; 33%, a estreptomicina e ácido nalidíxico; 23%, a teicoplanina, ciprofloxacina e vancomicina; 19%, a norfloxacina, gentamicina e cloranfenicol; e apenas 14%, a imipenem.

A maioria dos isolados de *S. aureus* foi suscetível ao imipenem (76%), e apenas três cepas (14%) dos isolados foram resistentes. Por outro lado, os resultados do antibiótico penicilina demonstram este ser o de menor eficiência contra o crescimento e evolução de cepas estafilocócicas. Dos isolados analisados, 61% apresentaram resistência a mais de dois antimicrobianos, demonstrando, assim, serem multirresistentes (Quadro 11.2).

**Tabela 11.1** Perfil de sensibilidade e resistência antimicrobiana das cepas de *Staphylococcus coagulase positiva* isoladas em queijos e embutidos

Antimicrobiano	Resistente (%)	Sensível (%)
Teicoplanina	23	77
Norfloxacin	19	81
Penicilina	76	24
Imipenem	14	86
Streptomicina	33	67
Eritromicina	38	62
Gentamicina	19	81
Cloranfenicol	19	81
Ciprofloxacina	23	77
Ácido nalidíxico	33	67
Vancomicina	23	77
Tetraciclina	42	58

Pelo teste de sensibilidade a antimicrobianos, pudemos observar que *S. aureus* provenientes de amostras de alimento apresentaram resistência a diversos antibióticos, e salientamos que duas colônias obtidas de linguiça fresca apresentaram resistência a todos os antibióticos testados.

Segundo Sena (2000), a elevada resistência múltipla a antibióticos representa um risco potencial à saúde pública e pode dificultar o tratamento de doenças, agravando quadros clínicos potencialmente curáveis. Esse aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos também pode ser considerado como manifestação natural regida pelo princípio evolutivo da adaptação genética de organismos a mudanças no seu meio ambiente. Como o tempo de duplicação das bactérias pode ser de apenas vinte minutos, existe a possibilidade de serem produzidas muitas gerações em apenas algumas horas, havendo, portanto, inúmeras oportunidades de adaptação evolutiva (SILVEIRA et al., 2006).

Após décadas de tratamento das infecções estafilocócicas com antimicrobianos, observamos como consequência a emergência da resistência e desenvolvimento de novas drogas antibacterianas. Pesquisas envolvendo o perfil de resistência a antibióticos de *S. aureus*, isolados de portadores humanos e alimentos, comprovam que o uso indiscriminado desses agentes antimicrobianos representa problema crescente. O potencial patogênico desse microrganismo está relacionado com sua grande capacidade de mutação para formas mais resistentes frente aos antibióticos mais largamente utilizados. O surgimento de cepas multirresistentes aos antibióticos torna fundamental o desenvolvimento de novas drogas com atividade antimicrobiana e reavaliações periódicas no perfil de susceptibilidade (PEREIRA; SIQUEIRA JÚNIOR; TAKAKI, 2004).



**Quadro 11.2** Perfil de sensibilidade dos isolados de *S. aureus* a partir de alimento, frente aos antibióticos de uso clínico

Antibiótico/amostra	9E(13)	11E(4)	11E(9)	12E(1)	12E(2)	12E(5)	Q27(3)	15E(3)	Q29(6)	16E(12)	17E(2)	Q31(22)	FR02(2)	Q34(5)	Q35(1)	Q35(5)	Q36(8)	Q40(1)	Q40(14)	FR03(2)	FR03(10)
Teicoplanina	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
Norfloxacin	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
Penicilina	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	R	S	S	S	R	R	R	R
Imipenem	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
Estreptomomicina	S	R	S	S	S	S	S	R	R	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R	R
Eritromicina	S	S	R	R	R	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R	R
Gentamicina	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
Cloranfenicol	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
Ciprofloxacina	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
Ácido nalidixico	R	S	R	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
Vancomicina	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R
Tetraciclina	S	S	R	R	S	S	S	R	S	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R	R

R: resistência; S: sensibilidade.

O queijo Minas frescal, por ter um preço acessível e ser de fácil fabricação, é um produto amplamente consumido em diversas regiões do Brasil (SABIONI; HIROOKA; SOUZA, 1998). A pecuária de leite, associada à fabricação artesanal de queijos com venda direta ao consumidor em feiras livres, é comum em diversas regiões do país. Entretanto, na maioria das vezes, esses produtos são elaborados a partir de leite sem qualquer tratamento térmico, com condições higiênico-sanitárias duvidosas, o que leva à produção de um derivado de qualidade inferior, senão potencialmente capaz de comprometer a saúde de seus consumidores (SILVA, 1998).

Os possíveis defeitos encontrados nesses produtos estão relacionados diretamente à qualidade físico-química da matéria-prima utilizada, bem como à má higiene do local onde está sendo fabricado o queijo, à manipulação inadequada e à permanência do produto, desde a produção até sua comercialização, em temperaturas que suportam o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais à saúde do homem, sendo, portanto, um problema de saúde pública (BARROS et al., 2004).

*S. aureus* é frequentemente pesquisado em alimentos, sendo o queijo um dos principais veículos causadores de toxinfecção alimentar, pois sua presença está associada a práticas de higiene e manipulação inadequadas (LOGUERCIO; ALEIXO, 2001). De acordo com a resolução RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2011), o padrão microbiológico para *Staphylococcus* coagulase positiva é de no máximo  $5 \times 10^2$  UFC/g, evidenciando que nenhuma das amostras estava dentro dos padrões.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados experimentais, conclui-se que os alimentos analisados representam potencial risco à saúde humana. De um modo geral, a elevada carga microbiana encontrada nos queijos e embutidos avaliados mostrou evidências de que, em algum momento do processamento, podem ter ocorrido falhas, como: contaminação oriunda dos manipuladores, tratamento térmico ineficiente, má qualidade da matéria-prima, contato do alimento com superfícies não sanitizadas, pasteurização ineficiente ou utilização de temperaturas impróprias para a conservação do produto.

Os problemas encontrados podem ser minimizados com auxílio de controle regular de qualidade, análise dos pontos críticos e programas de educação sanitária, como a implantação ou melhoria de BPF (boas práticas de fabricação) e POP (procedimentos operacionais padrão), tanto por parte dos produtores como pelos órgãos competentes.

Em todas as amostras analisadas, foram encontradas contagens fora dos padrões de segurança, confirmados em 70% das amostras de queijo e em 100% das amostras de embutidos por meio de testes tradicionais para identificação fenotípica e molecular.

## REFERÊNCIAS

- AARESTRUP, F. M. Occurrence of glycopeptide resistance among *Enterococcus faecium* isolates from conventional and ecological poultry farms. **Microbiology Drug Resistance**, Larchmont, v. 1, n. 3, p. 255-257, 1995.
- ALMEIDA FILHO, E. S. **Características microbiológicas do queijo Minas “frescal”, produzido artesanalmente e comercializado no Município de Poços de Caldas/MG.** [dissertação]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal da UNESP, 1999.
- ANUÁRIO MILKBIZZ. **Anuário Milkbizz 1999/2000.** São Paulo: Milkbizz, 1999.
- ARAÚJO, F. D. S. et al. N-Acyl-homoserine Lactones from *Enterobacter sakazakii* (*Cronobacter* spp.) and Their Degradation by *Bacillus cereus* Enzymes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 585-592, 2012.
- BARROS, P. C. O. G. et al. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo minas frescal comercializado no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 122, p. 32-37, jul. 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Anvisa. Resolução-RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: < [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES) >. Acesso em: 16 ago. 2011.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de origem Animal. **Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.** Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. Diário Oficial da União, set. 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2013.
- CLSI – CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests: approved Standard.** 9. ed. Wayne, 2009.
- COUSINS, C. M.; BRAMLEY, A. J. Microbiologia de la leche cruda. In: ROBINSON, R. K. **Microbiologia lactológica.** Zaragoza: Acribia, 1987. p. 109-150.
- FAGUNDES, H.; OLIVEIRA, C.A. F. Infecções intramamárias causadas por *Staphylococcus aureus* e suas implicações em saúde pública. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 34, n. 4, p. 1315-1320, 2004.
- FEHLHABER, K; JANETSCHKE, P. **Higiene veterinária de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1995. 669 p.
- FEITOSA, F. L. F. et al. Concentração de imunoglobulinas G e M no soro sanguíneo de bezerros da raça Holandesa até os 90 dias de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, sup. 1, p. 26-31, 2003.
- FERRÃO, S. P. B.; SANTOS, W. L. M.; VERSIANI, C. V. Determinação de nitritos em linguiças frescas comercializadas em Belo Horizonte – MG. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 61, abr./mai. 1999.

- FITZGERALD, J. R. et al. Genome diversification in *Staphylococcus aureus*: molecular evolution of a highly variable chromosomal region encoding the staphylococcal exotoxin-like family of proteins. **Infect Immun.**, v. 71, p. 2827-2838, 2003.
- FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.
- FREITAS, M. F. L. et al. Perfil de Sensibilidade antimicrobiana *in vitro* de *Staphylococcus* coagulase positivos isolados de leite de vacas com mastite no Agreste do estado de Pernambuco. **Arquivo Instituto Biologia**, Sao Paulo, v. 72, n. 2, p. 171-177, 2005.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175 p.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt.
- GANDRA, E. A. et al. Técnicas moleculares aplicadas à microbiologia de alimentos. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 1, p. 109-118, 2008.
- GHARIB, A. A.; ATTIA, A. M. A.; BENDARY, M. M. Detection of the Coa Gene in *Staphylococcus aureus* from Different Sources by Polymerase Chain Reaction. **International Journal of Microbiological Research**, v. 4, n. 1, p. 37-42, 2013.
- HALPIN-DOHNALEK, M. I.; MARTH, E. H. *Staphylococcus aureus*: production of extracellular compounds and behavior in foods – a review. **J. Food Protct.**, v. 52, p. 267-82, 1989.
- HAMILL, R. J.; VANN, J.M.; PROCTOR, R. A. Phagocytosis of *Staphylococcus aureus* by culture bovine aortic endothelial cells: models for postadherence events in endovascular infections. **Infection Immunology**, v. 54, p. 833-836, 1986.
- JAY, J. M. **Microbiología moderna de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1994.
- KENNY, K. et al. Production of enterotoxins and toxic shock syndrome toxin by bovine mammary isolates of *Staphylococcus aureus*. **J. Clin. Microbiol.**, v. 31, p. 796-707, 1993.
- LEE, J. H. et al. Evaluation of the Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)-Screen Latex Agglutination Test for Detection of MRSA of Animal Origin. **Journal of Clinical Microbiology**, South korea, v. 42, n. 6, p. 2780-2782, 2004.
- LOGUERCIO, A. P.; ALEIXO, J. A. G. **Microbiologia do queijo tipo minas frescal produzido artesanalmente**. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, 2001.
- LU, P. et al. Risk factors and molecular analysis of community methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage. **J. Clin. Microbiol.**, Washington, DC, v. 43, n. 1, p. 132-139, 2005.
- LUPSKI, J. R.; WEINSTOCK, G. M. Short, interspersed repetitive DNA sequences in procaryotic genomes. **Journal of Bacteriology**, v. 174, p. 4525-4529, 1992.
- LUZ, I. S. **Caracterização molecular das toxinas em *Staphylococcus aureus* isolados de leite e queijo de coalho em municípios da região agreste de Pernambuco**. 2008. 126 f. Dissertação (Mestado em Saúde Pública), Fundação Oswaldo Cruz – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Recife, 2008.

- MARTINS, S. C. S.; FELIX, P. R.; NASCIMENTO, G. G. F. Isolamento e caracterização de bactérias de diferentes ambientes hospitalares. Perfil da sensibilidade a quimioterápicos. **Higiene Alimentar**, Piracicaba, v. 12, n. 56, p. 45-48, 1998.
- MATTOS, E. C. **Caracterização genotípica de cepas de *Staphylococcus aureus* isoladas de alimentos, mãos de manipuladores e veiculadas por formigas**. 2005. 74 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- MATSUNAGA, T. et al. Characteristics of *Staphylococcus aureus* isolated from peracute, acute and chronic bovine mastitis. **J. Vet. Med. Sci.**, v. 55, p. 297-300, 1993.
- MILLEZI, A. F. et al. Avaliação e qualidade microbiológica das mãos de manipuladores e do agente sanificante na indústria de alimentos. **Analytica**, n. 28, p. 74-79, p. 2007.
- NORMANNO, G. et al. Coagulase-positive Staphylococci and *Staphylococcus aureus* in foods products marketed in Italy. **Int. J. Food. Microbiol.**, n. 15, v. 98, p. 73-79, 2005.
- NUNES, E. L. C. **Deteção molecular do determinante genético da resistência a mupirocina em *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.
- OLIVO, R.; MASSAMI, S. Emulsões Cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p. 123-133.
- OLSEN, J. E. DNA-based methods for detection of food-borne bacterial pathogens. **Food Research International**, v. 3, p. 257-266, 2000.
- PEREDA, J. A. O. et al. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. v. 2. São Paulo: Editora Artmed, 2005.
- PEREIRA, M. S. V. et al. Typing of human and bovine *Staphylococcus aureus* by RAPD-PCR and ribotyping-PCR. **Lett. Appl. Microbiol.**, v. 35, p. 32-36, 2002.
- PEREIRA, M. S. V.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. P.; TAKAKI, G. M. C. Eliminação de resistência a drogas por fluorquinolonas em *Staphylococcus aureus* de origem bovina. **Peq. Vet. Bras.**, v. 24, n. 1, p. 11-14, 2004.
- ROÇA, R. O., BONASSI, I. A. **Temas de tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1981.
- SABIONI, G. J.; HIROOKA, Y. E.; SOUZA, R. L. M. Intoxicação alimentar por queijo minas contaminado com *Staphylococcus aureus*. **Revista da Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, n. 5, p. 458-461, 1998.
- SANTOS, F. G. B. et al. Tipagem molecular de *Staphylococcus aureus* isolados do leite de vacas com mastite subclínica e equipamentos de ordenha procedentes do estado de Pernambuco. **Revista Napgama**, Sao Paulo, v. 6, n. 1, p. 19-23, 2003.
- SCHLEGELOVÁ, J. et al. *Staphylococcus aureus* isolates from dairy cows and humans on a farm differ in coagulase genotype. **Vet. Microbiol.**, v. 92, p. 327-334, 2003.
- SENA, M. J. **Perfil epidemiológico, resistência a antibióticos e aos conservantes nisina e sistema lactoperoxidase de *Staphylococcus sp.* isolado de queijos coalho comercializados em Recife/PE**. Tese (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000. 75 f.

SILVA, C. A. M. Avaliação da qualidade microbiológica de queijo minas frescal consumido na cidade do Rio de Janeiro. In: Congresso brasileiro de ciências e tecnologia de alimentos, 17, 1998, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 1998, p. 134.

SILVEIRA, G. P. et al. Estratégias utilizadas no combate à resistência bacteriana. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 844-855, 2006.

SMITH, J. L.; BUCHANAN, R. L.; PALUMBO, S. A. Effect of environment on staphylococcal enterotoxin synthesis: a review. *J Food Protec*, v. 46, p. 545-555, 1983.

SU, C. et al. Coagulase gene polymorphism of *Staphylococcus aureus* isolates from dairy cattle in different geographical areas. **Epidemiol. Infect.**, v. 122, p. 329-336, 1999.

TAKAHASHI, G. Ingredientes e suas funções na fabricação de produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 199, ano XVII, p. 14-18, 1993

VALLE, J. et al. Enterotoxin production by staphylococci isolated from healthy goats. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 56, p. 1323-1326, 1990.

VERSALOVICK, J. et al. Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence based PCR (rep-PCR). **Methods in Molecular and Cellular Biology**, v. 5, p. 25-40, 1994.

VIEIRA-DA-MOTTA, O. et al. Detection of different *Staphylococcus aureus* strains in bovine milk from subclinical mastitis using PCR and routine techniques. **Braz. J. Microbiol.**, v. 32, n. 1, p. 27-31, 2001.

WERB, E. O futuro está nos genes. **Zero Hora**, Porto Alegre, 17 out. 1999. Revista ZH, p. 4-7.

ZECCONI A.; PICCININI R. Teoria e prática de controle de mastite por *Staphylococcus aureus*. **Napgama**, v. 5, p. 4-11, 1999.

ZOCHE, F. et al. Multiplex PCR for detection of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from food of animal origin in south of Rio Grande do Sul, Brasil. **Interciencia**, v. 34, n. 7, p. 487-491, 2009.

# 12

CAPÍTULO

## **DIAGNÓSTICO DAS PROPRIEDADES E QUALIDADE DO LEITE PRODUZIDO POR AGRICULTORES FAMILIARES**

*Francine dos Santos Grosso*

*Marly Sayuri Katsuda*

### **1 INTRODUÇÃO**

A qualidade do leite deve ser assegurada desde a sua obtenção até a sua transformação na indústria. A qualidade da matéria-prima é um fator primordial para conversão em derivados lácteos sob níveis seguros, por isso a legislação exige limites da contaminação inicial do leite, em que esse é influenciado diretamente pelo processo de obtenção na propriedade, condições de estocagem e transporte.

O Brasil caracteriza-se pela desvalorização no valor do leite *in natura*, falta de mão de obra especializada, baixa qualidade de alimentação animal, falta de

informação e animais com baixo potencial produtivo, entre outros aspectos. Porém, a atividade leiteira é caracterizada pela mão de obra associada à agricultura, tornando-se, assim, essencial para a economia nacional. O país pode ser distinguido pelos contrastes existentes até nas cadeias produtivas de leite, nas quais existem propriedades que não possuem água nas dependências de ordenha ou energia elétrica para garantir a refrigeração adequada, até estabelecimentos rurais que possuem tecnologias das mais avançadas. Mesmo assim, a produção nacional elevou-se ao longo dos anos, com a ampliação do comércio com outros países e com o aumento da produtividade por animal (CORTEZ; CORTEZ, 2008).

O objetivo da melhoria na qualidade da matéria-prima não se resume à reparação de danos, mas se faz presente também no desejo de que as indústrias busquem produzir produtos com qualidade e segurança. A função dos processamentos tecnológicos visa à transformação de uma matéria-prima em um produto alimentício com características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais adequadas e satisfatórias, proporcionando ao consumidor satisfação e segurança. Por esses motivos, o controle inicial da matéria-prima é fundamental (CORTEZ; CORTEZ, 2008).

Assim, este estudo teve o objetivo de avaliar o perfil da qualidade do leite proveniente de produtores da região norte do Paraná.

## 2 LEITE

A Instrução Normativa n. 62 (BRASIL, 2011) define leite como um produto oriundo da ordenha completa em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. Todavia, o leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda.

O leite é um alimento de alto valor nutritivo; seu maior componente é a água, que representa mais de 87%, na qual se encontram dissolvidos os demais componentes. Em solução, a lactose encontra-se em concentração, a qual compõe de 4,9% a 5,2%. É o carboidrato majoritário no leite, responsável por seu sabor adocicado, e representa 50% dos sólidos desengordurados do leite. A lactose é o substrato responsável pelas transformações do leite para produtos fermentados, tais como queijos e iogurte, leite acidófilo, entre outros (TRONCO, 2008; WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006).

O segundo componente que compõe o teor de sólidos totais do leite é o lipídeo, totalizando entre 3,1% e 4,0% (FONSECA; SANTOS, 2000). A gordura é formada em sua maioria por triglicerídeos (97% a 98%), sendo que as pequenas quantidades pertencem aos esteróis, ácidos graxos livres e fosfolipídeos. Sua digestibilidade é elevada, e isso pode ser explicado pelo fato de sua membrana possuir enzimas catalíticas muito eficientes (TRONCO, 2008).



As proteínas são os componentes coloidais mais importantes do leite e conferem sua cor característica, esbranquiçada e opaca. O teor médio de proteína do leite é de 3,2%, e ela é subdividida em 80% de caseína e 20% de proteínas do soro. A caseína consiste em uma substância coloidal complexa que está associada com o cálcio e o fósforo, e é formada por várias submicelas que se mantêm unidas por interações hidrofóbicas e pontes salinas. Já as proteínas do soro são formadas pelas frações: albumina do soro,  $\alpha$ -lactoalbumina,  $\beta$ -lactoglobulina, imunoglobulinas e protease-peptonas, que, em comparação com as caseínas, têm pequena influência sobre as propriedades físico-químicas. Ainda, em menor quantidade, contém vitaminas e minerais (WALSTRA, WOUTERS; GEURTS, 2006; TRONCO, 2008).

A composição do leite cru refrigerado é definida pela instrução normativa n. 62 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), a qual determina um limite mínimo de 3 g/100 g para matéria gorda (lípidos), de 8,4 g/100 g para ESD (extrato seco desengordurado) e de 2,9 g/100 g para proteína (BRASIL, 2011). Para Tronco (2008), os valores médios da composição química de um litro de leite de vaca são de 3,6% de gordura, 9,1% de ESD, composto por 3,3% de proteínas, 4,9% de lactose e 0,9% de minerais.

## 2.1 Produção e consumo

De acordo com dados estatísticos, de 1990 a 2009, a região Sudeste é a maior produtora de leite do país, seguida das regiões Sul e Centro-Oeste (MILKPOINT, 2013). O estado de Minas Gerais liderou a produção de leite em 2010, somando um volume de 8.388.039 litros, seguido de Rio Grande do Sul, com produção total de 3.633.834 litros, e Paraná, com 3.595.775 litros (EMBRAPA, 2013).

Segundo projeções feitas em 2010 pelo MAPA, a produção de leite deveria ter uma taxa de crescimento anual de 1,9%, enquanto técnicos da Embrapa Gado de Leite estimavam um crescimento anual de 3 a 3,5% para os anos seguintes, razões sustentadas pelo crescimento da produção de leite de 4% e da existência de programas de incentivo que podem ter produzido efeitos positivos sobre a produção e a produtividade, além das indústrias que auxiliam os produtores que melhoram a eficiência das propriedades, reduzindo o custo de matéria-prima (BRASIL, 2012).

É recomendável a ingestão diária de três porções de leite ou derivados, por serem ricos em proteínas e conterem cálcio. A média de consumo no Brasil é de 43,7 kg *per capita* (anual) e seu consumo está diretamente relacionado com a renda da população. Com isso, a média de consumo cai para 30,6 kg nas classes de menor renda, enquanto sobe para 63,6 kg para as de maior renda. Entre os produtos lácteos, o leite é o produto mais consumido, representando 88% e a maior incidência de consumo de leite está concentrado na região Sul (EMBRAPA, 2012).

Essa representatividade deve-se pelo seu consumo na forma pasteurizada, UHT, esterilizado, ou mesmo leite fresco de vaca. Segundo levantamento da Embrapa (EMBRAPA, 2012), o consumo de leite para a família com renda de R\$ 1.245,00 é de 28 kg *per capita* ao ano, enquanto o consumo aumenta para 52,6 kg na classe que possui renda de R\$ 4.150,00. Quanto ao tipo de leite, a ingestão média de leite pasteurizado é de 25,6 kg *per capita*, enquanto o de leite de vaca fresco é de 9,8 kg *per capita*, sendo que a região Sul destaca-se pelo maior consumo de leite.

De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012), a produção de leite no estado do Paraná no ano de 2011 foi de 3.815.582 litros, totalizando um valor de produção de R\$ 2.862.214,00, o que resulta em um valor de R\$ 0,75/litro. Na cidade de Castro, que era a primeira no *ranking* de produção no Paraná e no país, segundo o IBGE de 2010, a produção em 2011 foi de 210.000 litros, totalizando um valor de R\$ 172.200, resultando em R\$ 0,82/litro. Em Londrina, a produção é modesta, resultando em 6.300 litros, totalizando um montante de R\$ 4.914,00, o que resulta no valor de R\$ 0,78/litros. No município de Sertãoópolis, a produção média de leite é de 750 litros, com o mesmo preço gerado na cidade de Londrina. Esses dados mostram que a região norte do Paraná ainda tem muito potencial para desenvolvimento em produção leiteira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

## 2.2 Composição microbiológica do leite

O leite possui um alto valor nutritivo que o torna adequado para o consumo humano e, conseqüentemente, proporciona o desenvolvimento de diversos microrganismos. É um alimento altamente perecível, e suas características podem ser facilmente alteradas por meio de manipulação, presença de células somáticas e ação de microrganismos. A mastite bovina é uma doença ocasionada por bactérias que acomete os tetos das vacas, ocasionado prejuízos na bovinocultura de leite (FONSECA; SANTOS, 2000; FAGAN et al., 2008).

A carga microbiana no leite cru é conseqüente das condições higiênicas durante o processo de ordenha. A contagem bacteriana baixa é resultante de uma ordenha higiênica adequada, seguida de resfriamento rápido e refrigeração na temperatura entre 4 e 7 °C, de acordo com a recomendação legal. O regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, na instrução normativa n. 62 do MAPA, define novas metas no requisito CBT (contagem bacteriana total) até 2016, ilustradas na Tabela 12.1 (BRASIL, 2011).

**Tabela 12.1** Metas na melhoria da contagem bacteriana total definidas na Instrução Normativa nº 62 na região Sul (BRASIL, 2011)

Período	Limites (UFC/ml)
Janeiro/2012 a junho/2014	Máx. $6 \times 10^5$
Julho/2014 a junho/2016	Máx. $3 \times 10^5$
A partir de julho/2016	Máx. $1 \times 10^5$

A contagem de células somáticas é composta por células de defesa ou epiteliais, tais como leucócitos. O aumento da contagem de células somáticas promove um desbalanceamento das frações proteicas e de sais, compromete a produtividade das vacas e a qualidade dos produtos lácteos (FONSECA; SANTOS, 2000). A legislação preconiza os limites de células somáticas em leite cru resfriado com prazos previstos, visando a alcançar contagens próximas às recomendadas consideradas seguras (BRASIL, 2011).

**Tabela 12.2** Metas na melhoria da contagem de células somáticas definidas na instrução normativa n. 62, na região Sul (BRASIL, 2011)

Período	Limites (CS/ml)
Janeiro/2012 a junho/2014	Máx. $6 \times 10^5$
Julho/2014 a junho/2016	Máx. $5 \times 10^5$
A partir de julho/2016	Máx. $4 \times 10^5$

Habitualmente, a glândula mamária contém um número reduzido de bactérias ao longo dos canais que conduzem o leite, contaminando-o quando é secretado. As bactérias presentes no úbere penetram possivelmente no canal do teto, e a sua multiplicação e o movimento físico as distribuem no leite. Os primeiros jatos apresentam, por isso, maior número de microrganismos. Porém, o ordenhador deve ter hábitos higiênicos, vestir-se com roupas asseadas, gozar de boa saúde e não ter ferimentos nas mãos que possam aportar agentes patogênicos (estreptococos e estafilococos). Os excrementos dos animais também são ricos em microrganismos diversos e constituem foco importante de enterobactérias, como *Escherichia coli* e outros (TRONCO, 2008).

## 2.3 Fatores que afetam a composição do leite

Existem vários fatores que afetam a composição química do leite. Eles são divididos em intrínsecos e extrínsecos. Os intrínsecos estão relacionados ao animal

quanto à raça, a fatores fisiológicos, como a etapa colostrar e a fase de lactação, e à saúde do animal. Já os extrínsecos se referem às condições ambientais e de coleta que dependem da alimentação, tipo de ordenha, condições do alojamento dos animais e, ainda, variações quanto à estação e ao clima (MAHIEU, 1991).

As raças leiteiras são mais apropriadas para a produção de leite, e, entre elas, as principais diferenças se dão pelos níveis de gordura e proteína, sendo que esses componentes são bases de pagamento e diferenciação para os produtores de leite (GONZÁLEZ; CAMPOS, 2003). A etapa colostrar ocorre alguns dias antes e depois do parto, onde os tetos do animal secretam um material chamado de colostro. Esse material tem um alto valor proteico, principalmente no que diz respeito às imunoglobulinas. O colostro consiste em um líquido amarelo, viscoso e que resulta uma reação ácida; por esses motivos, são sensíveis às transformações industriais (MAHIEU, 1991).

A saúde do animal envolve uma higiene eficiente na ordenha, traumas e lesões nos tetos ocasionados pelo conjunto de ordenha ou outros materiais, as condições de alojamento e conforto e a retenção láctea ou qualquer tipo de estresse que ocasiona a diminuição da resistência natural dos tetos. Esses problemas levam a uma diminuição na taxa de proteínas e de triglicérides (MAHIEU, 1991).

A fase de lactação é importante porque influencia na composição do leite, e, à medida que ela avança, aumenta o conteúdo de gordura, proteína e lactose. A alimentação pode influenciar na composição do leite, pois essa depende da quantidade de nutrientes que chegam à glândula mamária por meio do sangue (SIMILI; LIMA, 2007).

A ordenha mecanizada é a mais utilizada, e depende dela a extração máxima de leite de boa qualidade sem afetar a saúde do animal. Com isso, deve se dar mais atenção para a higiene desse material antes e após a ordenha, para evitar a instalação de microrganismos que encontram, na máquina, um excelente meio de cultivo. O tipo de alojamento, aberto, fechado ou semiaberto, bem como a redução do espaço e a altura, afetam a saúde do animal, consequentemente alterando a composição química do produto final. As variações quanto às estações do ano são as mais importantes, principalmente pelo nível de gordura. Essa influência se deve pela combinação da alimentação, fatores climáticos e fase de lactação da vaca (MAHIEU, 1991).

As concentrações de células somáticas e bactérias determinam a qualidade do leite, principalmente quando a matéria-prima é destinada para o processamento, portanto a qualidade do leite cru influi na estabilidade microbiana e físico-química no leite pasteurizado e em seus derivados (RUIZ-CORTÉS et al., 2012).

Baseado nesse contexto, o presente estudo teve a finalidade de avaliar as propriedades e a qualidade microbiológica e físico-química dos leites produzidos na região norte do Paraná

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo contou com a colaboração da Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/PR), unidade de Londrina, acompanhando-nos nas visitas de 21 propriedades para coletar as amostras de leite e no levantamento das características das unidades produtoras com a finalidade de efetuar um breve diagnóstico das condições higiênicas e sanitárias. A avaliação da qualidade do leite consistiu na caracterização físico-química e microbiológica do mesmo com o apoio do laboratório APCBRH, em Curitiba.

#### 3.1 Diagnóstico das propriedades

As propriedades produtoras de leite selecionadas foram realizadas na região sugerida pelo coordenador da produção leiteira da Emater, de acordo com os limites de CCS (contagem de células somáticas) e CBT (contagem bacteriana total) fora dos padrões legais no período de julho de 2011 a janeiro de 2013, na região norte do Paraná. Esses dados foram analisados no programa Microsoft Office Excel 2010, adotando o tratamento estatístico descritivo. As médias e seus desvios-padrão foram comparados aos limites exigidos pela instrução normativa n. 62 do MAPA, que regulamenta a qualidade do leite *in natura*.

#### 3.2 Avaliação das propriedades visitadas

Após o levantamento das propriedades, foram realizadas visitas com o acompanhamento de um técnico da Emater/PR, nas quais foi efetuada uma avaliação da estrutura das propriedades em relação a:

- tipo de ordenha;
- tipo de resfriador;
- volume de produção diária;
- volume de leite resfriado;
- número de ordenhas.

Em seguida, foi realizada a amostragem no tanque de estocagem do leite em frascos estéreis. Antes da coleta, o leite foi homogeneizado no tanque de refrigeração e, logo em seguida, foram coletados aproximadamente 200 ml de leite. As amostras foram codificadas e armazenadas em uma caixa isotérmica com gelo para manter a temperatura do leite.

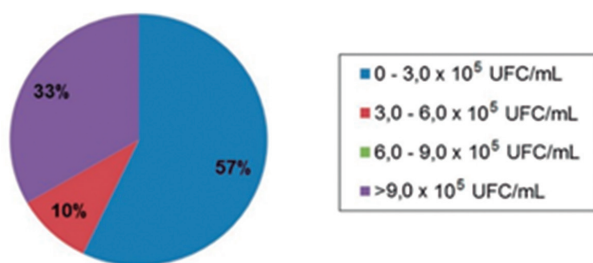
Os frascos com a amostra foram acondicionados em caixas isotérmicas com gelo e transportados até a UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), *campus* Londrina. No laboratório de laticínios, as amostras foram acondiciona-

das em frascos com agentes estabilizantes para análise microbiológica e CCS e enviados ao laboratório de análise APCBRH. Os laudos liberados pelo laboratório oficial foram tabulados e comparados ao padrão legal. Os dados obtidos foram comparados à qualidade previamente observada das mesmas propriedades e permitiu identificar as possíveis limitações na qualidade do leite.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir tratam da avaliação das amostras após as visitas realizadas nas propriedades. Esses dados são apresentados na forma de agrupamento por intervalos de CCS e CBT e as proporções de propriedades que se enquadraram em cada faixa avaliada. A partir desses valores, foi possível diagnosticar as propriedades que conseguiram atingir os padrões legais e as proporções que ainda precisam adequar suas instalações para atender aos limites exigidos pela instrução normativa n 62 do MAPA (BRASIL, 2011).

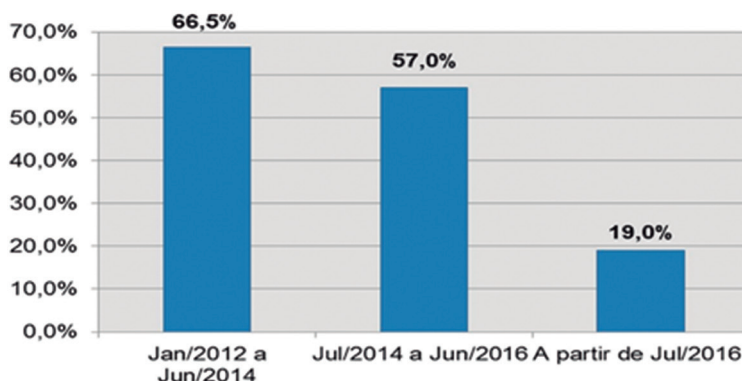
A Figura 12.1 apresenta a quantidade de propriedades produtoras de leite, em porcentagem, e suas respectivas médias quanto à contagem de bactérias totais. Dessas, 10% apresentaram níveis de CBT entre  $3,0$  e  $6,0 \times 10^5$  UFC/ml, 33% exibem valores acima de  $9,0 \times 10^5$  UFC/ml e 57% entre  $0$  e  $3,0 \times 10^5$  UFC/ml.



**Figura 12.1** Proporções de propriedades produtoras de leite (%) agrupadas em intervalos de CBT (contagem de bactérias totais)

Ribeiro Neto et al. (2012), menciona que leite cru refrigerado com valores de CBT superiores a  $1,0 \times 10^6$  UFC/ml acusa problemas sérios com procedimentos higiênicos na obtenção do leite nas propriedades; geralmente pode ser falha na limpeza dos ordenhães e na linha do leite, bem como insuficiente refrigeração do leite.

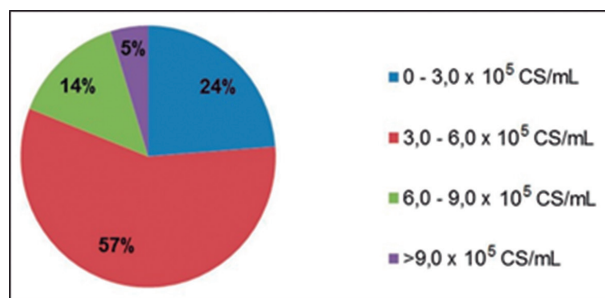
A Figura 12.2 demonstra que 66,5% das propriedades estariam dentro dos limites exigidos pela legislação até 2014, porém, nos próximos anos, com o rigor dos padrões legais na contagem bacteriana, essas propriedades representarão apenas 19% em 2016 na região Sul do país.



**Figura 12.2** Estimativa da proporção de propriedades produtoras de leite que apresentaram as CBT dentro dos padrões legais exigidos pela instrução normativa n. 62 do MAPA, de 2014 a 2016 (BRASIL, 2011)

Bozo et al. (2013) mostraram, em seu estudo, que a implantação de boas práticas na obtenção do leite reduziu 93,4% de CBT no leite cru refrigerado nas propriedades assistidas no município de Pitangueiras, Paraná. Esse trabalho demonstrou que é possível enquadrar esse parâmetro nos padrões legais mudando apenas hábitos e implantando práticas higiênicas na produção do leite.

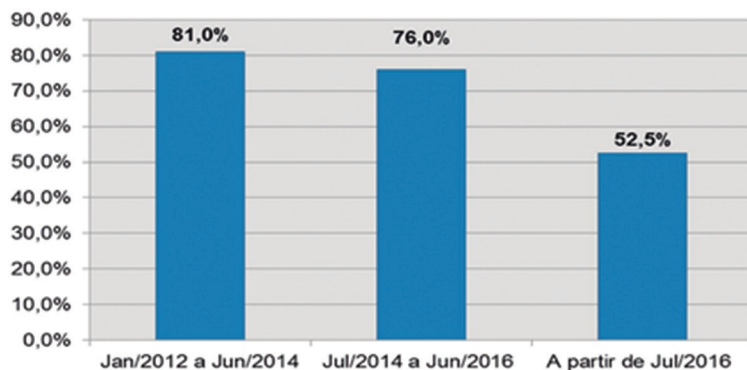
A Figura 12.3 ilustra a proporção de propriedades produtoras de leite, em porcentagem, e suas respectivas médias quanto à CCS. O resultado demonstrou que 5% das propriedades avaliadas apresentaram valores acima de  $9,0 \times 10^5$  CS/ml, 14% entre  $6,0$  e  $9,0 \times 10^5$  CS/ml, 24% entre  $0$  e  $3,0 \times 10^5$  CS/ml e 57% entre  $3,0$  e  $6,0 \times 10^5$  CS/ml.



**Figura 12.3** Proporções de propriedades produtoras de leite (%) agrupados em intervalos de CCS

Silva et al. (2010) mencionam que, em vacas que apresentam valores de células somáticas superiores a  $2,5 \times 10^5$  CS/ml de leite produzido podem ser diagnosticadas com mastite subclínica, o que pode afetar diretamente a produtividade do animal e a qualidade do leite.

A Figura 12.4 demonstra que 81% das propriedades ainda se enquadram no padrão legal no ano de 2013 (BRASIL, 2011). Porém, em 2016 esse índice cairia para 52,5%. Isso demonstra que ações corretivas precisam ser realizadas nas propriedades avaliadas para que possam produzir leite de qualidade adequada e garantir a sua atividade de renda.



**Figura 12.4** Estimativa da proporção de propriedades produtoras de leite que apresentaram a CCS das amostras de leite dentro dos padrões legais exigidos pela instrução normativa n. 62 do MAPA, de 2014 a 2016 (BRASIL, 2011)

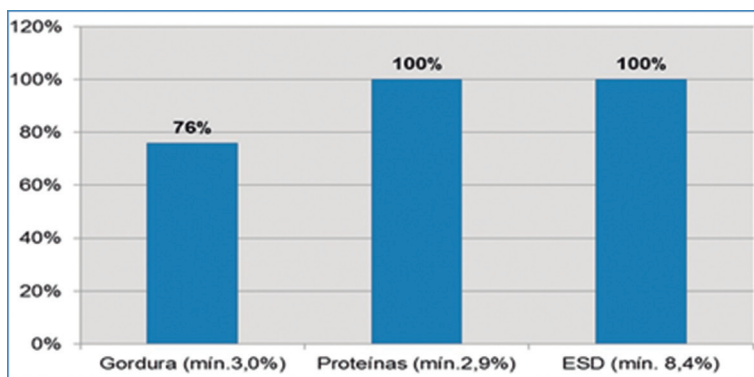
De acordo com os dados obtidos por Bozo et al. (2013), implantar medidas corretivas no manejo das vacas leiteiras durante o processo da ordenha contribuiu com uma redução de 74,3% nos níveis de CCS. Boas práticas higiênicas, que envolvem o diagnóstico prévio com o teste do caneco de fundo preto antes da ordenha, limpeza adequada dos tetos e aplicação do *pré-dipping*, e manter os animais em pé após a ordenha para promover o fechamento do esfíncter dos tetos das vacas colaboram com a saúde dos tetos, garantindo a produtividade dos animais (FONSECA; SANTOS, 2000).

A Figura 12.5 apresenta a proporção de propriedades que se enquadraram aos padrões legais quanto ao teor de gordura, proteínas e ESD.

Ao avaliar o teor de gordura das amostras de leite, 76% das propriedades avaliadas atenderam aos limites legais da legislação vigente. Por outro lado, todas as propriedades produzem leites com teores de proteínas e ESD dentro dos padrões legais.

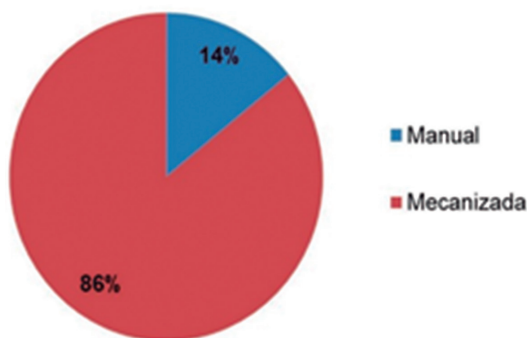
Fonseca e Santos (2000) mencionam que vacas com infecções mastíticas clínicas produzem leite com baixo teor de gordura e lactose. Possivelmente, as amostras de leite que apresentaram baixo teor de gordura ao longo do período de estudo estão diretamente relacionadas ao elevado teor de CCS, classificados como leite proveniente de animais com mastite clínica.





**Figura 12.5** Proporção de propriedades que tiveram as amostras de leite com o teor de gordura, proteína e extrato seco desengordurado dentro dos padrões exigidos pela instrução normativa n. 62 do MAPA (BRASIL, 2011)

As seis propriedades visitadas realizavam a ordenha semimecanizada, ou seja, utilizavam ordenhadeira mecânica balde ao pé (Figura 12.6), representando 86% das propriedades entrevistadas.

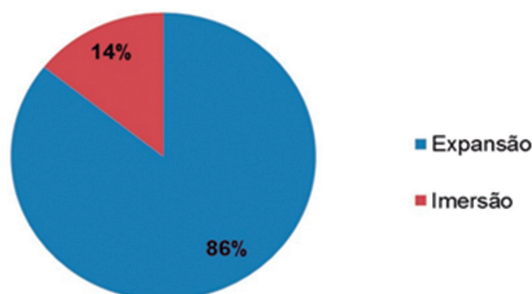


**Figura 12.6** Tipo de ordenha utilizada nas propriedades produtoras de leite

Somente uma propriedade apresentou ordenha manual, pois não produzia volume suficiente para investir no sistema mecanizado, já que sua produção era inferior a 50 litros ao dia. De acordo com a legislação, o leite pasteurizado comercializado deve ser obtido no sistema de ordenha mecanizada.

De acordo com a pesquisa realizada por Carvalho et al. (2013) sobre a qualidade do leite cru refrigerado obtido por meio de ordenha manual e mecânica, foi observado que a quantidade de CCS encontrado no leite ordenhado manualmente ( $4,6 \times 10^5$  CS/ml) diferiu significativamente do leite ordenhado mecanicamente ( $10 \times 10^5$  CS/ml), sendo que o leite com valores acima de  $6,0 \times 10^5$  CS/ml não poderiam ser comercializados. Isso mostra que a higiene não depende da tecnologia aplicada, mas sim dos cuidados que o ordenhador empenha na obtenção do leite.

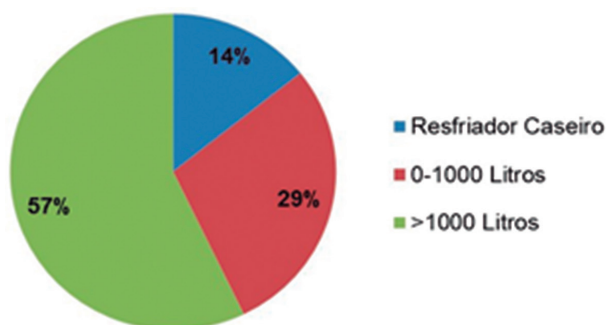
As mesmas propriedades que coletavam o leite no sistema mecanizado possuíam resfriador em tanque de expansão (Figura 12.7).



**Figura 12.7** Tipo de resfriador utilizado nas propriedades produtoras de leite

A propriedade que retirava o leite manualmente utilizava o sistema de resfriamento por imersão. Embora não exista exigência legal sobre o uso somente do resfriador em tanques de expansão, o sistema de imersão exige atenção maior do produtor, pois, como o resfriamento ocorre na forma estática, o leite pode não resfriar dentro do período recomendado pela legislação, que é de três horas, exigindo uma agitação manual temporária para que o leite não sofra grandes alterações microbianas durante a estocagem, até resfriá-lo a temperatura de 4 °C, conforme o regulamento para leite cru (BRASIL, 2011).

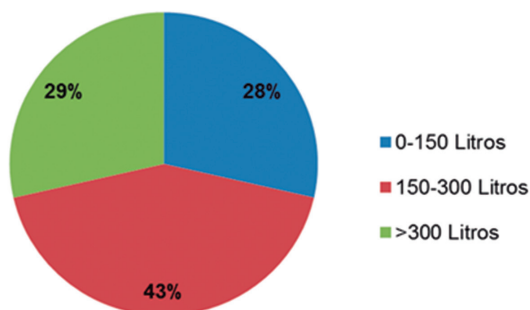
A Figura 12.8 apresenta a capacidade dos resfriadores utilizados pelos produtores de leite. Nas visitas nas propriedades que utilizam o resfriador por expansão térmica, constatou-se que 29% possuem esse equipamento com capacidade de 0 a 1.000 litros, e 57%, com capacidade superior a 1.000 litros.



**Figura 12.8** Capacidade em litros dos resfriadores das propriedades produtoras de leite

Pode-se supor que os produtores visam a ampliar seu investimento, pois parte desses tanques de expansão receberam apoio financeiro do próprio laticínio, visando a aumentar a produtividade na propriedade.

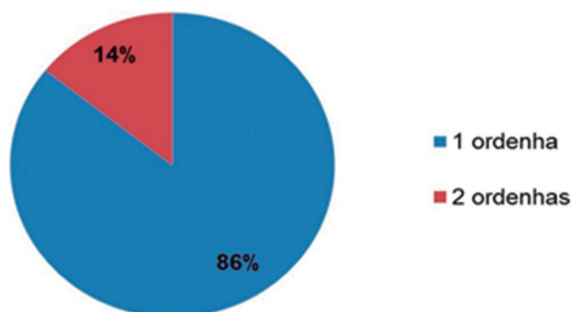
A Figura 12.9 ilustra o volume de produção diária das propriedades produtoras de leite: 28% das propriedades produz entre 0 e 150 litros diários; 29% produzem de 150 a 300 litros por dia; e os demais produzem mais do que 300 litros diários.



**Figura 12.9** Volume de produção diária das propriedades produtoras de leite

Isso demonstra que a maioria dos produtores está investindo na atividade leiteira, e que foram levantadas as necessidades de assistência envolvendo boas práticas na produção, alimentação animal e investimento na estrutura nas salas de ordenha.

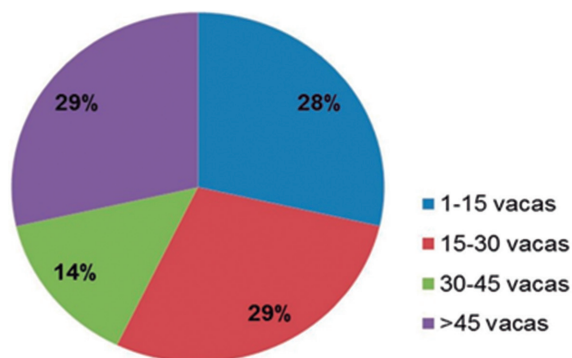
A Figura 12.10 exibe a quantidade de ordenhas que são realizadas por dia nas propriedades produtoras de leite. Dessas, 86% realizam uma ordenha ao dia, e 14% realizam duas ordenhas por dia. A maioria das propriedades executa uma ordenha diária, pois geralmente o proprietário e a esposa participam diretamente da atividade leiteira, não tendo recurso disponível para contratar mão de obra para auxiliar na ampliação da produção leiteira.



**Figura 12.10** Quantidade de ordenhas realizadas por dia nas propriedades produtoras de leite visitadas

A Figura 12.11 apresenta a quantidade de vacas em estágio de lactação. As propriedades que possuem de 1 a 15 vacas nessas condições somam 28%; já as que possuem de 15 a 30 animais resultam em 29%; de 30 a 45 vacas correspon-

dem a 14% das propriedades; e aquelas propriedades que possuem mais de 45 animais nessas condições somam 29%.



**Figura 12.11** Quantidade de vacas em estágio de lactação nas propriedades produtoras de leite visitadas

As propriedades que possuem de 1 a 15 vacas apresentaram um volume diário de produção inferior a 50 litros; as que possuem de 15 a 30 animais produzem um volume de 200 a 350 litros por dia; e as que possuem mais de 45 animais têm uma produção diária superior a 300 litros. Ao contrário da tendência observada nas demais classes, a propriedade que possuía de 30 a 45 animais produzia um volume diário de 150 litros. Possivelmente, essa propriedade apresentava problemas com manejo sanitário dos animais, tais como mastite clínica.

## 5 CONCLUSÃO

A maioria das propriedades avaliadas (65%) apresentou CBT dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente para o período de até 2014, e 81% das propriedades estariam nessa mesma faixa para os limites de CCS. Ao avaliar o teor de proteínas e ESD, as amostras de leite demonstraram que todas as propriedades estão de acordo com os limites estabelecidos pela legislação, porém, 24% das propriedades apresentaram o teor de gordura inferior aos limites.

Nas propriedades visitadas, observou-se que 86% delas utilizam ordenha mecanizada e resfriadores em tanque de expansão térmica, das quais 57% possuem capacidade superior a 1.000 litros. Somente 29% das propriedades têm um volume de produção diária maior que 300 litros diários; cerca de 90% das propriedades executam uma ordenha ao dia; e 43% das propriedades possuem mais de 30 animais em estágio de lactação.

A partir desse diagnóstico, foi possível observar que as propriedades produtoras possuem um potencial para elevar sua produtividade, por meio de ações como boas práticas na produção leiteira e a adequação na estrutura nas salas de

ordenha. Foi proposta uma ação posterior para avaliar as condições de obtenção do leite por meio de visitas *in loco* e aplicação de um *check-list*, porém, somente duas propriedades se manifestaram interessadas nessa atividade.

## REFERÊNCIAS

- BOZO, G. A. et al. Adequação da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado aos parâmetros da legislação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 589-594, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 29 de dezembro de 2011. **Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel**. Disponível em: <[http://www.sindilat.com.br/gomanager/arquivos/IN62\\_2011\(2\).pdf](http://www.sindilat.com.br/gomanager/arquivos/IN62_2011(2).pdf)>. Acesso em: 8 dez. 2012.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ACS, 2012. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2011/2012 a 2021/2022**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES-web.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES-web.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2013.
- CARVALHO, T. S. et al. Qualidade do leite cru refrigerado obtido através de ordenha manual e mecânica. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 68, n. 390, p. 5-11, 2013.
- CORTEZ, M. A. S.; CORTEZ, N. M. S. **Qualidade do leite: boas práticas agropecuárias e ordenha higiênica**. Niterói: EdUFF, 2008.
- EMBRAPA. **Panorama do Leite**. Ano 6, n. 65. Juíz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Ranking da Produção de Leite por Estado, 2010/2011**. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0240.php>>. Acesso em: 24 fev. 2013.
- FAGAN, E. P. et al. Avaliação de padrões físico-químicos e microbiológicos do leite em diferentes fases de lactação nas estações do ano em granjas leiteiras no Estado do Paraná –Brasil. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 651-660, jul./set., 2008.
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. Indicadores metabólico-nutricionais do leite. In: I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil. **Anais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 31-47, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13176/000386500.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 ago. 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2011**. Rio de Janeiro: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/default.shtm>> Acesso em: 3 ago. 2013.

MAHIEU, H. Factores que influyen en la composición de la leche. In: LUQUET, F. M. **Leche y productos lácteos: vaca, oveja, cabra**. v. 1. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A. p. 117-180, 1991.

MILKPOINT. **Estatísticas: produção brasileira de leite em milhões de litros – por unidades da Federação**. Disponível em: <[http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/Producao\\_Estado.htm](http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/Producao_Estado.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2013.

RIBEIRO NETO, A. C. et al. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 64, n. 5, p. 1343-1351, 2012.

RUIZ-CORTÉS, T. et al. Factores que afectan el recuento de UFC em la leche em tanque em hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**, v. 15, n. 1, p. 147-155, 2012.

SILVA, M. A. P. et al. Qualidade do leite na indústria de laticínios. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 23-28, 2010.

SIMILI, F. F.; LIMA, M. L. P. Como os alimentos podem afetar a composição do leite das vacas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 4, n. 1, 2007.

TRONCO, V. M. **Manual para Inspeção da Qualidade do Leite**. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2008.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy science and technology**. 2. ed. Boca Raton: CRC, 2006. 60 p.

# 13

CAPÍTULO

## ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILME À BASE DE AMIDO NA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO MUÇARELA

*Geane Cristiane Balan*

*Claudio Takeo Ueno*

*Marly Sayuri Katsuda*

*Fábio Yamashita*

*Lyssa Setsuko Sakanaka*

### 1 INTRODUÇÃO

Em decorrência da contaminação ambiental oriunda do descarte incontrollável de materiais derivados de petróleo, conhecidos como plásticos, tem aumentado o interesse em materiais biodegradáveis em substituição aos materiais plásticos

convencionais. Nas últimas décadas, estudos relacionados aos filmes à base de biopolímeros têm sido intensamente realizados, uma vez que esses materiais têm o potencial de reduzir o número de embalagens tradicionais e, portanto, a contaminação (ZAMUDIO-FLORES et al., 2009).

O amido de mandioca, polissacarídeo biodegradável, renovável e atóxico, é um dos biopolímeros mais estudados para a elaboração de filmes biodegradáveis, devido à abundância e ao baixo custo.

Para a produção do bioplástico, além do amido, é necessária a presença de plastificantes, sendo os mais indicados os polióis, como o sorbitol ou glicerol, que vão proporcionar a esses materiais uma melhoria nas suas propriedades mecânicas, permitindo um aumento da flexibilidade e uma diminuição da resistência do material. Outros tipos de aditivos geralmente utilizados são os agentes antimicrobianos, vitaminas, antioxidantes, aromatizantes e pigmentos (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010; GONTARD; GUILBERT; CUQ, 1993), muito empregados para a elaboração de embalagens ativas ou inteligentes visando à sua aplicação como embalagem para conservação de alimentos frescos ou processados.

Segundo Mali, Grossmann e Yamashita (2010), a grande tendência na pesquisa e no desenvolvimento das embalagens de amido está voltada para a combinação de amido e poliésteres biodegradáveis, produzidas por meio da tecnologia de coextrusão e sopro. Tal combinação permite a obtenção de materiais com estabilidade às condições ambientais e, mesmo que os poliésteres empregados apresentem valores comerciais acima dos polímeros convencionais, podem ser considerados como uma alternativa viável, já que podem ser usados em processos que permitem a escala industrial. Dentre os polímeros sintéticos biodegradáveis mais promissores e estudados em interações com o amido está o PBAT (poli (butileno adipato cotereftalato)), um poliéster oriundo de reações químicas de monômeros de origem petrolífera.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi produzir filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido de mandioca nativo, glicerol, PBAT (poli (butileno adipato cotereftalato)), BHT (butil hidroxitolueno) e óleo essencial de orégano por extrusão e aplicá-los como embalagem para a conservação de queijo muçarela, avaliando as características físico-químicas e microbiológicas do produto alimentício durante o seu armazenamento.

## **2 EMBALAGENS PLÁSTICAS**

Na indústria de alimentos, os plásticos são amplamente empregados em embalagens, devido às suas vantagens em relação aos outros materiais, por possuírem maior durabilidade, custo, na maioria das vezes, acessível, baixo peso, rigidez ou flexibilidade, transparência e boas propriedades de barreira. Além disso, po-



dem ser termossoldados ou impressos, o que se torna um diferencial. Apesar das características positivas relacionadas à utilização de embalagens plásticas, deve se destacar o fato de que apresentam desvantagens significativas, por provirem de fontes não renováveis e se acumularem no meio ambiente, contrariando as atuais expectativas de minimização dos impactos ambientais (PELISSARI, 2009).

Segundo Vilpoux e Averous (2004), cerca de 240 mil toneladas de lixo são produzidas no Brasil por dia, sendo que grande parte desse lixo é composta por materiais plásticos sintéticos, a maioria do lixo vai para lixões a céu aberto e apenas uma pequena porcentagem é descartada em locais apropriados. Quando não é tratado, gera problemas sanitários, desencadeando doenças e contaminando o solo e as águas. Dentre as soluções para este problema, estão a criação de aterros sanitários em locais adequados, a adoção de programas de coleta seletiva e reciclagem, bem como a conscientização da sociedade. Uma alternativa possível é a produção de materiais biodegradáveis, que oferece solução interessante para os materiais plásticos.

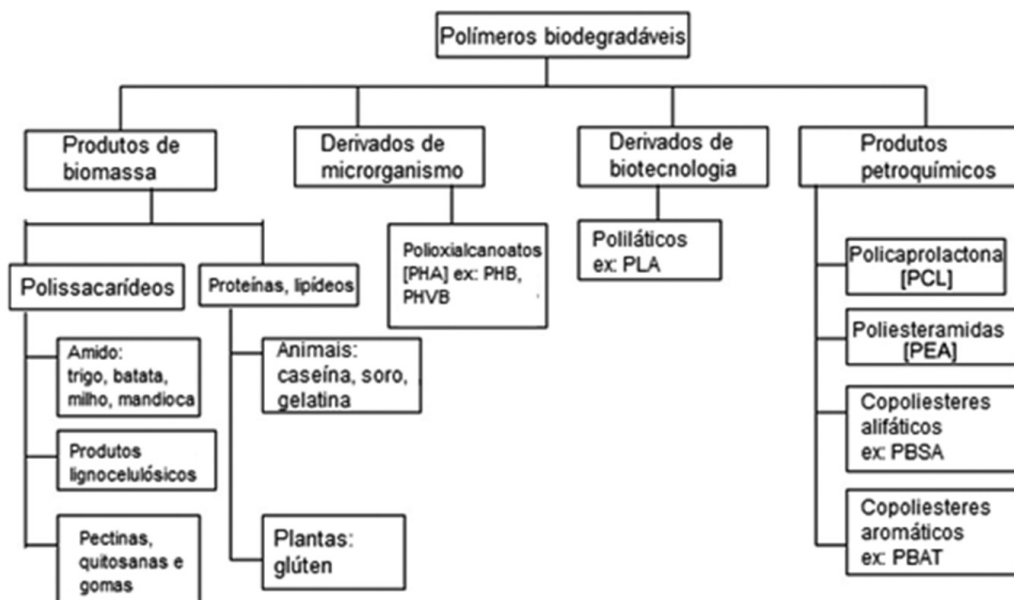
## **2.1 Embalagens biodegradáveis**

Os bioplásticos, de origem renovável, fazem parte de uma nova geração de plásticos com o potencial de reduzir, em grandes proporções, o impacto ambiental em termos de consumo energético e de volume de resíduos produzidos, ou seja, estes se comportam como plásticos tradicionais, porém, com o diferencial de serem totalmente biodegradáveis, dentro de um ciclo de compostagem (ALVES; TOMÁS, 1990).

Segundo Alves e Tomás (1990), os materiais à base de amido possuem 85-90% do mercado total de materiais biodegradáveis. As suas propriedades termoplásticas sugerem grande potencial em várias aplicações, além do forte incentivo a projetos de investigação e a políticas que promovem o uso do amido para fim não alimentício. Os autores ressaltam que os bioplásticos, de origem renovável ou não, ainda requerem fortes investimentos nas áreas de desenvolvimento e aplicação desses novos materiais.

## **2.2 Polímeros biodegradáveis**

De acordo com Avèrous e Boquillon (2004), a maioria dos biopolímeros possui disponibilidade comercial e pode ser adicionado a outros polímeros não biodegradáveis em diferentes áreas industriais, como a de embalagens, sendo classificadas em: produtos de biomassa; derivados de microrganismos; derivados de biotecnologia e de produtos petroquímicos, conforme pode ser observado no esquema apresentado na Figura 13.1.



Fonte: Avèrous e Boquillon (2004).

**Figura 13.1** Classificação dos polímeros biodegradáveis

## 2.3 Amido

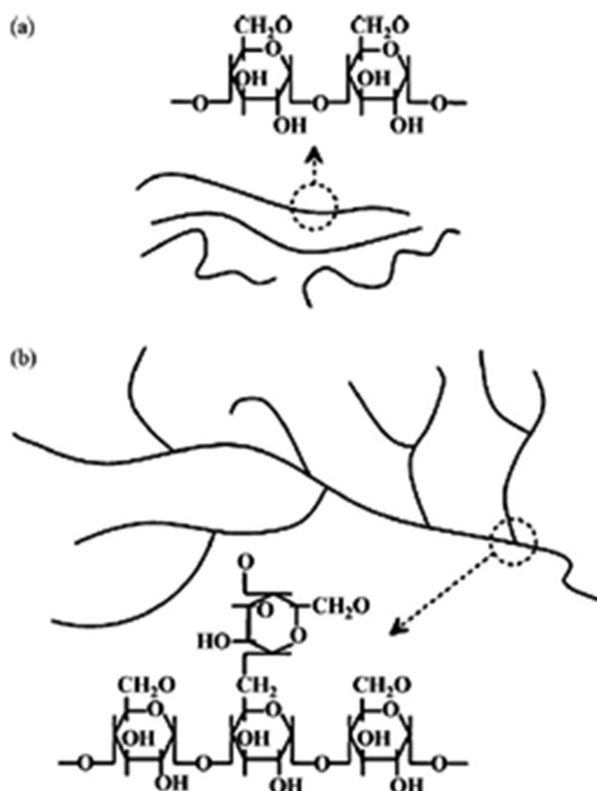
O amido é um polissacarídeo biodegradável, renovável e atóxico. Além de ser uma matéria-prima disponível em quantidade suficiente, os processos industriais permitem que o mesmo seja extraído com elevada pureza. É encontrado em grãos de cereais como arroz, milho, trigo, centeio e cevada, e em tubérculos ou raízes de batata, mandioca, batata doce, entre outros (FRANCO et al., 2001a).

Quanto à sua estrutura química, o grânulo de amido é formado, principalmente, por dois polímeros, a amilose e a amilopectina (Figura 13.2). Os teores variam em função da fonte botânica do amido. A fécula de mandioca apresenta teores em torno de 17% a 20% de amilose (SARMENTO, 1999).

A amilose é um polissacarídeo composto de unidades de  $\alpha$  (1-4) D-glicose unidas em longas cadeias predominantemente lineares. A amilopectina, por sua vez, é formada por ligações  $\alpha$  (1-4) nas porções retilíneas e ligações  $\alpha$  (1-6) nas ramificações. A cada vinte a trinta moléculas de glicose, ocorre um ponto de ramificação. Essa característica a torna menos suscetível à ação de certas enzimas do que a amilose, o que é um fator importante para explicar a ação de enzimas sobre o amido, e sua aplicação em processos industriais (FRANCO et al., 2001b).

O amido tem sido utilizado de diversas formas nas indústrias agroalimentares como ingrediente, componente básico dos produtos ou aditivos adicionados em baixas quantidades para melhorar a fabricação, apresentação ou conservação dos alimentos. Além do consumo em alimentos, grande quantidade do amido é destinada a empresas não alimentares, tais como indústrias papéis, têxteis, farmacêuticas e químicas (FRANCO et al., 2001a).

A aplicação do amido na produção de filmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar filmes. As moléculas de amilose em solução, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).



Fonte: <sup>1</sup>Liu et al. (2009) apud Brito (2012)

**Figura 13.2** Estrutura química e representação esquemática da (a) amilose e (b) amilopectina

1 LIU, H.; XIE, F.; YU, L.; CHEN, L.; LI, L. Thermal processing of starch-based polymers. *Progress in polymer science*. 2009. Article in press.

Para a obtenção de um material termoplástico à base de amido, sua estrutura granular semicristalina precisa ser destruída para dar origem a uma matriz polimérica homogênea e essencialmente amorfa (<sup>2</sup>VAN SOEST; Vliegenthart, 1997; <sup>3</sup>SOUZA; ANDRADE, 2000; <sup>4</sup>LIU, 2005 apud MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

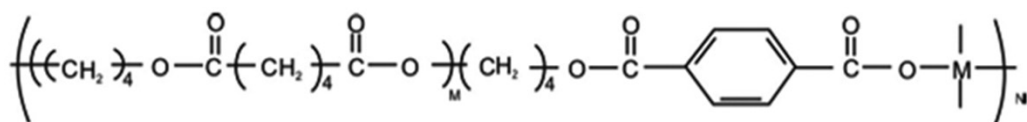
Os fenômenos que possibilitam a destruição da organização dos grânulos de amido são a gelatinização e a fusão. A gelatinização é a transformação irreversível do amido granular em uma pasta viscoelástica, fenômeno que acontece na presença de excesso de água ou de um plastificante e leva à destruição da cristalinidade e da ordem molecular do grânulo através do rompimento das ligações de hidrogênio entre as moléculas. Quando pequenas quantidades de água são usadas no aquecimento do amido, o fenômeno que indica o rompimento dos seus grânulos é conhecido como fusão, e, para que isso ocorra, são exigidas temperaturas bem maiores.

A grande tendência na pesquisa e desenvolvimento das embalagens de amido está voltada para a combinação de amido e poliésteres biodegradáveis, produzidas através da tecnologia de coextrusão e sopro; essa combinação permite a obtenção de materiais com estabilidade às condições ambientais e, mesmo que os poliésteres empregados apresentem valores comerciais acima dos polímeros convencionais, podem ser considerados como uma alternativa viável, já que podem ser usados em processos que permitem a escala industrial (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

## 2.4 PBAT (poli (butileno adipato cotereftalato))

O PBAT (Figura 13.3), um poliéster aromático-alifático biodegradável de nome comercial Ecoflex, é degradado dentro de poucas semanas e tem sua utilização viabilizada pelo processo de extrusão, formando filmes com elevada resistência mecânica (<sup>5</sup>GU et al., 2008 apud OLIVATO, 2010). É produzido pela empresa BASF, pela condensação do ácido 1,4 - benzenodicarboxílico (tereftálico) e o ácido hexanodióico (adípico). O PBAT é biodegradável, e, dentre as diversas aplicações, foi objeto de investigação quando misturado com amido e fibras naturais vegetais (ALVES; TOMÁS, 2007).

- 
- 2 VAN SOEST, J. J. G; Vliegenthart, J. F. G. Crystallinity in starch plastics: consequences for material properties. *Trends in Biotechnology*, Kidlington Oxford, v. 15, n. 6, p. 208- 213, 1997.
  - 3 SOUZA, R. C. R; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000.
  - 4 LIU, Z. Edible films and coatings from starches. In: HAN, J. H. (Ed.). *Innovations in food packaging*, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2005. p. 318-336.
  - 5 GU, S. Y; ZHANG, K; REN, J; ZHAN, H. Melt rheology of polylactide/poly(butylenes adipate-co-terephthalate) blends. *Carbohydrate Polymers*, v.74, p. 79-85, 2008.

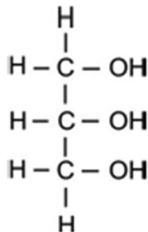


Fonte: Olivato (2010).

**Figura 13.3** Estrutura molecular da unidade monomérica do PBAT

## 2.5 Aditivos

Para a elaboração de filmes poliméricos, há a necessidade de incorporação de plastificantes na mistura. Os plastificantes são substâncias que são incorporadas aos plásticos rígidos, a fim de aumentar sua flexibilidade, maquinabilidade e extensibilidade. Os plastificantes reduzem a temperatura de transição vítrea e aumentam a lubrificação das cadeias, de modo que melhoram o processamento e as características de extrusão, reduzem a temperatura de processamento e a rigidez, além de melhorar a flexibilidade do material (SARANTÓPOULOS et al., 2002). No caso dos filmes à base de amido de mandioca, o plastificante mais utilizado é o glicerol (Figura 13.4).



Fonte: Olivato (2010).

**Figura 13.4** Estrutura molecular do glicerol

Uma tendência mundial é a elaboração de embalagens ativas e/ou inteligentes, as quais contêm componentes que, de alguma forma, interagem com os componentes contidos nos alimentos, dependendo das condições do ambiente em que esses alimentos são armazenados.

O BHT (butil-hidroxitolueno) é um antioxidante lipossolúvel, e funciona sinergisticamente com o BHA, TBHQ e ácido cítrico, melhorando assim suas propriedades de efeito *carry-through* (ARAÚJO, 2004), sendo por isso muito utilizado pela indústria alimentícia.

O BHT foi desenvolvido para a indústria petroquímica, porém, hoje em dia, também é utilizado na indústria alimentícia. É bastante efetivo como antioxidante, porém, é relativamente volátil em altas temperaturas. Os EUA são res-

ponsáveis por aproximadamente 25% das vendas, por causa do seu baixo preço. É utilizado como antioxidante em borracha, gasolina, óleo lubrificante e outros produtos industriais (GAVA, 1998).

Segundo Dias (2011), o BHT é comumente usado em materiais plásticos para melhor conservação dos produtos armazenados, tanto na indústria de alimentos como na farmacêutica. O meio de atuação desse antioxidante é por interrupção das reações de radicais livres em cadeia, doando átomos de hidrogênio para produzir radicais livres compostos mais estáveis (ARAÚJO, 2004).

Os óleos essenciais, por sua vez, são substâncias naturais de origem vegetal classificadas como GRAS (*generally regarded as safe* – geralmente considerado como seguro), o que os torna atrativos ao consumidor por não apresentarem efeito tóxico, mesmo quando empregados em concentrações relativamente elevadas (PEREIRA et al., 2008). Os autores verificaram um ótimo desempenho do óleo essencial de orégano sobre os fungos testados, confirmando a sua eficiência fungicida e/ou fungistática.

Pesquisas têm comprovado que, dentre os diversos óleos essenciais de plantas, o de orégano encontra-se em evidência por demonstrar maior eficácia quando comparado aos demais antimicrobianos (PELLISSARI, 2009).

Ainda segundo Pelissari (2009), a utilização de filmes antimicrobianos tem se tornado um grande atrativo para a indústria alimentícia, por sua diversidade de aplicação e pelos êxitos nos resultados obtidos, porém, essa área ainda requer avanços tecnológicos e maiores detalhamentos.

## 2.6 Produção de filmes biodegradáveis

Segundo Sebio (1996), a extrusão é um processo de tratamento térmico do tipo HTST (do inglês, *high temperature in short time*), ou seja, de alta temperatura e curto tempo, que, por uma combinação de calor, umidade e trabalho mecânico, modifica profundamente as matérias-primas, concedendo novas formas e estruturas com novas características funcionais. O processo promove a gelatinização do amido, a desnaturação e reorientação das proteínas, a inativação enzimática, a destruição de substâncias tóxicas, tais como os inibidores das proteases, e a diminuição da contagem microbiana para formar um produto de características físicas e geométricas predeterminadas. Além disso, proporciona a hidratação de amidos e proteínas, homogeneização, desestruturação do grânulo de amido, fusão de gorduras, plastificação e expansão da estrutura alimentar (FELLOWS, 2006).

O processo de extrusão é a operação mais utilizada para elaboração de filmes flexíveis plásticos, podendo ser aplicado para obtenção de filmes biodegradáveis (SAKANAKA, 2007).

## 2.7 Caracterização dos filmes biodegradáveis

Segundo Sobral (2000), o uso de materiais biodegradáveis em embalagens para alimentos vai depender, além de parâmetros como custo e disponibilidade, de suas propriedades funcionais: propriedades mecânicas (resistência e flexibilidade), propriedades de barreira (permeabilidades ao vapor de água), solubilidade em água, propriedades ópticas (opacidade). Essas propriedades dependem do biopolímero usado, das condições de fabricação e das condições ambientais, importantes por causa da natureza higroscópica dos biopolímeros e do plastificante usado.

As propriedades mecânicas dos filmes flexíveis estão associadas ao desempenho mecânico desses materiais nos equipamentos, pois são propriedades importantes a serem verificadas a fim de garantia de qualidade. A resistência à perfuração é de grande utilidade quando se precisa dificultar a violação da embalagem (SARANTÓPOULOS et al., 2002b).

As propriedades de tração expressam a resistência do material à deformação por alongamento quando submetido à tração, solicitação característica das máquinas de acondicionamento, dos processos de conversão e do manuseio de embalagens (SARANTÓPOULOS et al., 2002b).

Dentre as funções da embalagem, além de proteger o produto contra danos físicos e mecânicos, precisa protegê-los contra a ação de fatores ambientais como gases, luz, vapor d'água e odores. Dessa forma, a embalagem deve constituir-se numa barreira que impeça, ou dificulte, o contato entre o ambiente externo e o produto em seu interior (SARANTÓPOULOS et al., 2002b).

Segundo os mesmos autores, a estabilidade da embalagem não deve ser confundida com sua resistência química, que está associada à sua capacidade de não ser afetada quando em contato com algum agente. As características de barreira da embalagem estão relacionadas com a estabilidade química, física, sensorial, microbiológica e biológica dos produtos.

Os parâmetros opacidade e cor são os mais utilizados para caracterização das propriedades ópticas. Em filmes à base de amido, a opacidade é geralmente influenciada pela proporção de amilose e amilopectina presente.

## 2.8 Aplicação dos filmes biodegradáveis como embalagem

A aplicação comercial de filmes de amido ou de outras macromoléculas biológicas em alimentos ainda é limitada e depende de alguns fatores como preço, processo de produção e propriedades desses materiais.

O custo desse tipo de embalagem é mais alto que o das embalagens tradicionais, como as de polietileno. No entanto, o consumidor em geral está mais cons-

ciente em relação à preservação do meio ambiente, aceitando muitas vezes preços mais elevados em favor dessa preservação (MALI, 2002).

Marin (2006) apresenta resultados significativos para selagem de alface americana minimamente processada com filme biodegradável de amido de mandioca. O produto apresentou uma boa qualidade sensorial, baixa contaminação microbológica e vida útil adequada para o tipo de produto.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para este estudo foram o amido de mandioca (*Manihot esculenta*), adquirido da empresa Indemil (Paranavaí, PR), o glicerol, da Synth (P.A.) e o polímero biodegradável empregado foi o PBAT (poli(butileno adipato co-tereftalato)), de nome comercial Ecoflex®, produzido pela Basf (Alemanha). Foram adquiridos, no comércio local, o BHT (butil hidroxitolueno) e o óleo essencial de orégano *Origanum vulgare* L.

#### 3.1 Elaboração dos filmes por extrusão

Os filmes foram produzidos no laboratório de tecnologia da Universidade Estadual de Londrina em extrusora de laboratório BGM, modelo EL-25, composta por uma rosca de 25 mm de diâmetro (L/D=30), motor 5 cv (70 rpm), bobinadeira automática, quatro zonas de aquecimento e um sistema de sopro interno e externo (diâmetro 150 e 300 mm), sendo que o sopro interno é utilizado para formação do balão, e o ar externo, para resfriamento.

As diferentes composições dos filmes elaborados se encontram na Tabela 13.1.

**Tabela 13.1** Formulações dos filmes elaborados por extrusão

Formulação	PBAT	Amido	Glicerol	Óleo	BHT
F1	140 g	420 g	140,0 g	-	-
F2	140 g	420 g	135,8 g	4,2 g	-
F3	140 g	420 g	135,8 g	-	4,2 g

Legenda: F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

Os ingredientes foram primeiramente misturados manualmente e peletizados (Figura 13.5A) na mesma extrusora de elaboração dos filmes. Após peletização, foram triturados (Figura 13.5B) e reprocessados para a formação dos filmes (Figura 13.5C). As temperaturas das zonas da extrusora ficaram na faixa de 90 °C a 120 °C e rotação de rosca de 35 rpm.





**Figura 13.5** Etapas do processo de elaboração dos filmes. A: peletes; B: peletes triturados; C: balão formado durante o processo de extrusão-sopro

## 3.2 Caracterização dos filmes

Os filmes foram avaliados verificando a homogeneidade (presença de microbolhas e/ou partículas visíveis a olho nu, cor e/ou zonas de opacidade distintas), manuseabilidade (possibilidade de ser manuseado sem riscos de ruptura) e continuidade. A espessura dos filmes foi determinada utilizando um micrômetro digital (Mitutoyo), e a média aritmética de três pontos foi medida aleatoriamente sobre a superfície do filme para a determinação das propriedades mecânicas, e a de dez pontos, para as propriedades de barreira. Antes das análises de caracterização dos filmes, os mesmos foram condicionados em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) e 57% de URE (umidade relativa) por três dias.

### 3.2.1 Caracterização mecânica

As propriedades mecânicas estão divididas nos ensaios de tração e de perfuração, e foram utilizados dez diferentes corpos de prova, os quais representam as repetições nos testes estatísticos do experimento.

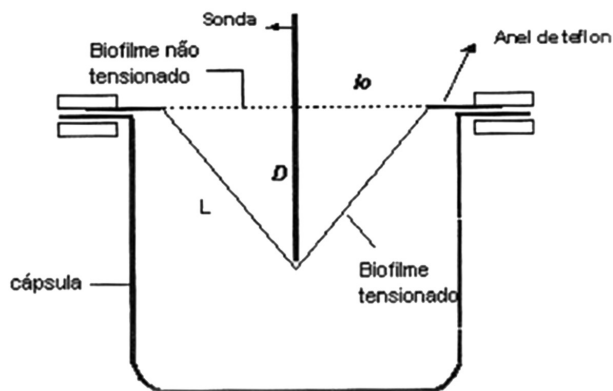
### 3.2.2 Teste de tração

O filme foi cortado em corpos de prova com dimensão de 50 mm de comprimento por 20 mm de largura, e foram submetidos a um teste de tração, sendo determinadas a tensão e deformação na ruptura, e o módulo de elasticidade, ou módulo de Young, de acordo com o método padrão D 882-95 da ASTM (American Society for Testing and Materials) (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1995) realizado no equipamento texturômetro TA.TX2 Stable Micro Systems (Surrey, Inglaterra) do laboratório de ciência e tecnologia de alimentos da UEL (Universidade Estadual de Londrina). A distância inicial entre as garras do equipamento foi ajustada para 30 mm, e a velocidade de tração, em 0,8 mm/segundos. No teste de tração, foram obtidos os valores de resistência mecânica à tração (F - MPa), da elongação (Elongação - %) que representou a deformação máxima do filme até o ponto de ruptura e do módulo de elasticidade (Md. Y. - MPa).

A resistência mecânica à tração é a tensão máxima exercida até o momento de ruptura, em MPa (mega pascal), calculada por meio da relação entre a força e a área da seção transversal inicial do filme. A deformação na ruptura ou elongação foi expressa em porcentagem e determinada diretamente da curva de tensão *versus* deformação, considerada como deformação linear. O módulo de elasticidade, expresso em MPa, foi calculado como sendo a inclinação da região linear da curva de tensão em função da deformação, e representou a rigidez do material analisado.

### 3.2.3 Teste de perfuração

Os filmes foram fixados em uma célula com 60 mm de diâmetro de abertura e perfurados por uma sonda de 5 mm de diâmetro, deslocando-se a 1 mm/s perpendicularmente à superfície do filme (Figura 13.6).



Fonte: Sakanaka (2002).

**Figura 13.6** Esquema do sistema de determinação da força da deformação em teste de ruptura

O filme foi tensionado até sua ruptura, com a finalidade de determinar a quantidade de força necessária para a perfuração do mesmo, utilizando o texturômetro TA.TX2 Stable Micro Systems (Surrey, Inglaterra) do laboratório de ciência e tecnologia de alimentos da UEL. Curvas de força *versus* deformação foram registradas, sendo que N (força de perfuração) corresponde ao ponto máximo da curva.

$$\frac{\Delta L}{L_o} = \frac{(D^2 + L_o^2)^{1/2} - L_o}{L_o} \quad \text{Equação (13.1)}$$

No teste de perfuração, foram obtidos os valores da deformação máxima do filme até o ponto de ruptura causado pela sonda e a força máxima exercida pela mesma.

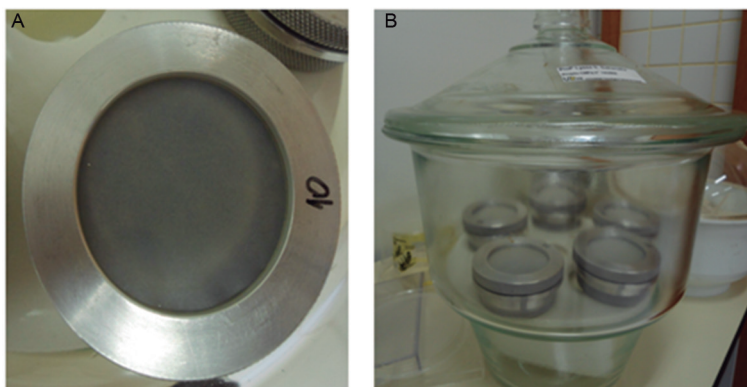
### 3.2.4 PVA (permeabilidade ao vapor de água)

As análises de permeabilidade de vapor d'água foram feitas segundo descrito em Sarantópoulos et al. (2002), baseado na norma E 96-95 da ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1996). Cada amostra foi fixada na abertura circular (60 mm) da cápsula de permeabilidade, de modo a garantir que a migração de umidade ocorra exclusivamente através do filme. Periodicamente, foram feitas pesagens da cápsula com o filme em balança analítica até a obtenção de uma taxa constante de ganho de peso. O ganho de peso (g) foi graficado em função do tempo (s) e, da reta obtida por regressão linear no regime constante, foi determinado o coeficiente angular (g/t) e calculada a TVPA (taxa de permeabilidade ao vapor de água). A determinação da PVA foi feita de acordo com a Equação (13.2):

$$PVA = (g/t) \cdot (e/A \cdot \Delta P) \quad \text{Equação (13.2)}$$

Onde g/t é o coeficiente angular (g/dia), A é a área de permeação (m<sup>2</sup>), e é a espessura média dos filmes (m), ΔP é a diferença de pressão de vapor de água (kPa) entre as superfícies do corpo de prova.

Os testes de PVA foram realizados nas seguintes condições iniciais de URE: 0% a 75%; 33% a 64% e 64% a 100%, proporcionadas com o uso de soluções saturadas – MgCl<sub>2</sub> (33% URE); NaNO<sub>2</sub> (64% URE), NaCl (75% URE), água pura (100% URE) e sílica gel (0% URE). As cápsulas de permeabilidade foram deixadas dentro de dessecadores e pesadas durante sete dias. A análise foi realizada em triplicata. O esquema do teste é mostrado na Figura 13.7.



**Figura 13.7** Análise de permeabilidade de vapor de água. A: vista superior da cápsula de permeabilidade; B: vista do dessecador contendo as cápsulas de PVA

### 3.2.5 Solubilidade

A solubilidade dos filmes em água é uma importante propriedade para determinar a aplicabilidade destes como embalagem na maioria dos casos de alimentos com alta atividade de água. Há o interesse em reduzir a transferência de água entre o produto e o meio externo, e como essa propriedade está relacionada com a solubilidade do filme, filmes com alta solubilidade podem comprometer suas propriedades mecânicas e de barreira. A matéria solúvel em água foi determinada seguindo o método usado por Carvalho (1997). O sistema funciona com agitação lenta e constante de 60 rpm do filme imerso em água, e após essa condição, foi determinado o conteúdo de matéria seca não solubilizada dos filmes, por secagem em estufa, por 24 horas a 105 °C. Essa análise foi realizada em duas condições, a 25±2 °C/24 horas e a 60±5 °C/30 minutos. A análise foi realizada em triplicata. A solubilidade (Solub.) foi calculada de acordo com a Equação (13.3).

$$\text{Solub. (\%)} = \frac{m_i}{m_f} \times 100 \quad \text{Equação (13.3)}$$

Onde:

$m_i$  = massa seca inicial do filme (g);

$m_f$  = massa seca final do filme (g);

### 3.2.6 Teste de opacidade

A opacidade dos filmes foi determinada pela utilização de um colorímetro Minolta modelo CRIO, do laboratório de tecnologia de alimentos da UEL. A

opacidade foi mensurada a partir da relação entre o componente de luminosidade (L) de leituras feitas sobre fundo branco e preto, e o cálculo foi feito por meio da Equação (13.4). As análises foram feitas com oito repetições.

$$Y(\%) = L_b/L_p \times 100 \quad \text{Equação (13.4)}$$

Onde:

L<sub>p</sub>: opacidade sobre o fundo preto;

L<sub>b</sub>: opacidade sobre fundo branco.

### 3.2.7 Isotermas de sorção

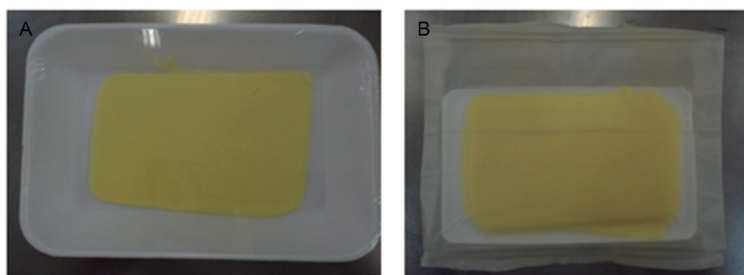
As amostras foram cortadas de forma aleatória em pequenos pedaços, e condicionadas por sete dias em dessecador contendo cloreto de cálcio anidro (UR aproximadamente zero). Em seguida, foram pesadas (0,5 g) em pesa-filtros previamente tarados, e colocadas no equipamento Aqua Sorp Isotherm Generator marca Decagon Devices (EUA). O equipamento registra valores de pesagens sucessivas até atingirem o equilíbrio a uma dada umidade relativa, gerando as curvas de sorção e dessorção. O conteúdo de umidade da amostra no equilíbrio foi calculado através do aumento da massa da amostra seca após equilíbrio a dada umidade relativa e foi expresso em g de água/g de massa seca. O ensaio foi realizado em duplicata para cada formulação, e as isotermas foram obtidas pela plotagem da umidade atingida pelas amostras no equilíbrio *versus* a umidade relativa. Para a modelagem dos dados, utilizou-se o modelo de GAB (Guggenheim-Anderson-deBôer), conforme Equação (13.5):

$$X_w = \frac{c \cdot k \cdot m_0 \cdot a_w}{[(1 - k \cdot a_w) \times (1 - k \cdot a_w + c \cdot k \cdot a_w)]} \quad \text{Equação (13.5)}$$

Onde  $x_w$  é o conteúdo de umidade no equilíbrio;  $a_w$ , atividade de água;  $m_0$ , o teor de água na monocamada;  $C$  e  $k$ , constantes.

## 3.3 Armazenamento do queijo muçarela

Uma vez confeccionados os filmes, os mesmos foram cortados e selados. O queijo muçarela foi fatiado e adquirido no comércio local de Londrina, embalado em bandejas de poliestireno expandido com filme de PVC (poli- cloreto de vinila) e com os filmes dos tratamentos F1, F2 e F3, contendo 50 g de queijo. As embalagens foram armazenadas em uma BOD, a  $8 \pm 1$  °C e URE de 55% durante dez dias, tempo de vida de prateleira em supermercados (Figura 13.8).



**Figura 13.8** Fotografias das embalagens. A: embalagem de PVC; B: embalagem de filme biodegradável

### 3.3.1 Determinação de perda de massa

A perda de massa durante a armazenagem foi calculada em porcentagem em relação ao peso inicial do queijo, pela Equação (13.6), em triplicata.

$$\% \text{ perda de massa} = (m_i - m_f) / m_i \times 100 \quad \text{Equação (13.6)}$$

Onde:

$M_i$  = massa do queijo no início da armazenagem (g);

$M_f$  = massa do queijo após determinado tempo (t) de armazenagem (g).

### 3.3.2 Análises físico-químicas

Foram realizadas análises de proteínas, umidade e cinzas de acordo com metodologia descrita pela ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES (1995) no início e final do armazenamento refrigerado do produto, em triplicata.

### 3.3.3 Análise microbiológica

A contagem de microrganismos mesófilos, nas amostras no tempo 0 e após dez dias de armazenamento, foram inoculadas em PCA (*plate count agar*), e incubadas a 37 °C por 48 horas, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

Para a contagem de bolores e leveduras, foi feita com inoculação em ágar batata dextrose e incubadas por 3 a 5 dias a 25 °C, segundo Siqueira (1995).

Para análises de *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*, as amostras foram fracionadas assepticamente em porções de 25 g, em placas de Petri estéreis, com o auxílio de facas e espátulas esterilizadas, e, em seguida, foram colocadas em erlenmeyer contendo 225 ml de água peptonada estéril, procedido de homogeneização por três minutos. Considerou-se essa a diluição  $10^{-1}$ . Em seguida, foram

realizadas diluições seriadas (SILVA et al., 2007; VANDERZANT; SPLITTTOESSER, 1992). Em seguida, utilizou-se da técnica de tubos múltiplos para *E. coli* e pré-enriquecimento para *Salmonella* spp.

Para de determinação de *E.coli*, foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, com combinação seriada de três tubos contendo caldo LST (lauril sulfato triptose), caldo VB (verde bile brilhante) e caldo EC (*E.coli*) Medium. Como não houve crescimento com formação de gás, a análise foi finalizada.

Para análise de *Salmonella* spp., uma porção de 25 g de cada amostra de queijo foi inoculada em 225 ml de caldo lactose e incubada a 35 °C por 24 horas. Alíquota de 1 ml do caldo foi transferida para um tubo de ensaio contendo 9 ml de caldo TT (tetratetonato) e incubada a 37 °C por 24 horas, para pré-enriquecimento. A partir dos caldos de enriquecimento, realizou-se o plaqueamento em ágar XLD (xilose-lisina desoxicolato), através da técnica de estriamento, executada em triplicata.

### 3.4 Análise estatística

Os resultados obtidos na caracterização mecânica, a permeabilidade aos vapores de água, as propriedades ópticas, a solubilidade e isotermas de sorção foram submetidos à análise estatística de variância (Anova), e as diferenças estatísticas entre as médias foram identificadas pelo teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa Statistica® 7.0 (Statsoft, USA).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos contrastes do teste de comparação de médias de Tukey para os ensaios de tração e perfuração estão demonstrados na Tabela 13.2. Houve diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre pelo menos dois tratamentos para todas as respostas do teste de tração, e não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre os tratamentos para todas as respostas do teste de perfuração, para todas as condições testadas.

**Tabela 13.2** Teste de comparação de médias de Tukey para os ensaios de tração e perfuração

Formulações	Teste de tração*			Teste de perfuração*	
	T (MPa)	Elongação (%)	Módulo Young (MPa)	F (N)	$\Delta L/L_0$ (%)
F1	3,56 <sup>a</sup>	56,70 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>	16,26 <sup>a</sup>	20,41 <sup>a</sup>
F2	3,08 <sup>b</sup>	74,45 <sup>a</sup>	0,46 <sup>b</sup>	16,59 <sup>a</sup>	21,34 <sup>a</sup>
F3	3,25 <sup>ab</sup>	81,34 <sup>a</sup>	0,50 <sup>ab</sup>	18,10 <sup>a</sup>	20,64 <sup>a</sup>

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre médias obtidas através do teste de Tukey. Legenda: F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT; T: tensão na ruptura, F: força na ruptura,  $L/L_0$ : deformação.

Apesar de a tensão na ruptura dos filmes apresentar diferenças significativas, em termos de aplicação tecnológica essas diferenças não são consideráveis, podendo-se dizer que os filmes apresentaram tensões semelhantes. No trabalho de Dias (2011), filmes à base de amido e PBAT encontraram resultados de tensão na ruptura de 2,99 MPa, enquanto o presente trabalho encontrou 3,56 MPa. Essa diferença pode ser devida ao fato de Dias (2011) trabalhar com uma formulação contendo uma proporção amido:PBAT de 60:40, enquanto, neste trabalho, a proporção foi de 80:20.

Pelissari (2009) encontrou resultados de tensão na ruptura de 2,54 MPa, e, com a incorporação de 1% de óleo essencial de orégano, essa tensão reduziu para 1,43 MPa, sendo que suas formulações não contem PBAT, apresentando filmes mais frágeis quando comparados com o presente trabalho, que apresentou tensão na ruptura de 3,08 MPa com incorporação de 1% de óleo essencial.

Dias (2011) encontrou resultados de tensão na ruptura de 2,98 MPa nos filmes com incorporação de 1% de BHT, enquanto o presente trabalho apresentou 3,25 MPa. Isso se explica devido Dias (2011) trabalhar com uma formulação contendo uma proporção amido:PBAT de 60:40, enquanto que, neste trabalho, a proporção foi de 80:20. Comportamentos semelhante foi observado com relação aos resultados de força na ruptura em testes de perfuração.

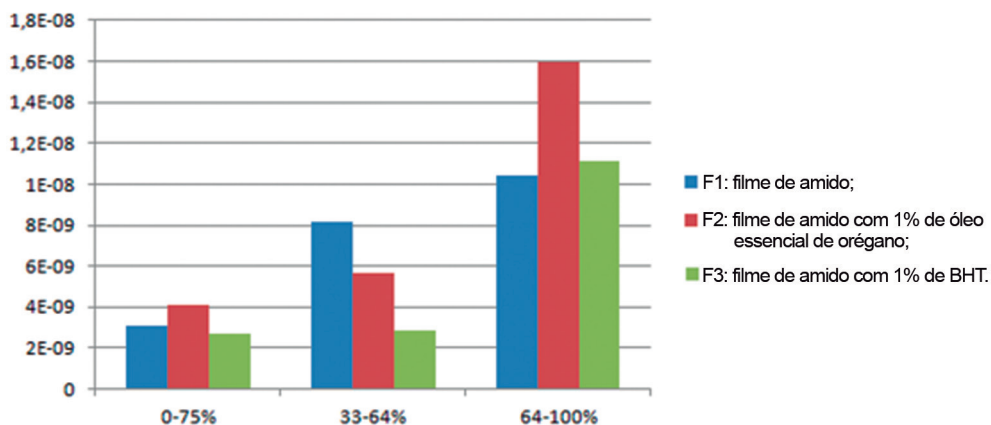
Ao contrário do que foi verificado nos valores de tensão na ruptura, à medida que se incorpora óleo essencial, reduz-se a tensão e aumenta-se a elongação. Isso é visível nos filmes do presente trabalho; filmes contendo somente amido e PBAT (F1) apresentaram uma elongação de 56,70%, e, quando incorpora-se óleo essencial, esse valor aumenta para 74,45% (F2). Isso também foi observado nos filmes de Pelissari (2009): formulações sem óleo essencial apresentaram uma elongação de 23,07%, e, com a incorporação de 1% de óleo essencial, essa elongação aumentou para 48,40%.

Não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre os tratamentos para todas as respostas do teste de permeabilidade aos vapores de água para todas as condições testadas.

De acordo com a Figura 13.9, que demonstra os resultados da PVA, os filmes que foram conduzidos em condições de diferença de pressão de vapor de água de  $\Delta P$  (0% a 75%) apresentaram comportamentos semelhantes. O tratamento F3 apresentou o menor valor para a PVA em condição de diferença de pressão de vapor de água de  $\Delta P$  (33% a 64%) e valor de PVA intermediário quando expostos a um ambiente de maior umidade relativa ( $\Delta P$  64% a 100%).

Nessa mesma condição, percebe-se na Figura 13.9 que o tratamento F2 demonstrou o maior valor de PVA, e esse comportamento sugere que o óleo essencial adicionado pode ter se ligado à matriz em decorrência do processamento térmico, assim como observado por Madsen e Bertelsen (1995), pois, pela possível ação plastificante, a matriz menos densa aumenta a mobilidade das moléculas de água sorvidas na estrutura dos filmes.





**Figura 13.9** Gráfico dos valores das médias da PVA (g/Pa.m.s) dos tratamentos conduzidos em três condições de diferença de pressão de vapor de água de  $\Delta P$  (0% a 75%),  $\Delta P$  (33% a 64%) e  $\Delta P$  (64% a 100%)

Conhecer a PVA dos materiais ajuda a definir sua aplicabilidade, como, por exemplo, filmes muito permeáveis podem ser utilizados para embalar produtos frescos (MULLER; YAMASHITA; LAURINDO, 2008; AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1995).

O BHT possivelmente interagiu mais com as cadeias de amido, e, devido à menor presença de grupos hidroxilas livres, há redução da PVA. O comportamento oposto foi observado por Pelissari (2009), em que a PVA diminuiu de 10 para  $6,2 \times 10^{-9}$  g/Pa/m.s., obtida em filmes com 1% de óleo essencial de orégano e quitosana, sendo esse o menor valor entre os tratamentos.

Como era de se esperar em ambientes com altas umidades relativas, observa-se que a presença do amido, por ser um componente bastante hidrofílico, se sobrepõe ao efeito dos aditivos utilizados (óleo essencial e BHT).

Não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre os tratamentos para todas as respostas do teste de solubilidade, para todas as condições testadas. Os resultados da solubilidade estão mostrados na Tabela 13.3.

**Tabela 13.3** Média dos valores de solubilidade nas duas condições de temperatura testadas

Formulações	Solubilidade 25 °C (%)	Solubilidade 60 °C (%)
F1	31,02 ± 3,69 <sup>a</sup>	30,33 ± 1,12 <sup>a</sup>
F2	28,98 ± 0,72 <sup>a</sup>	29,15 ± 1,53 <sup>a</sup>
F3	29,67 ± 0,60 <sup>a</sup>	28,94 ± 1,83 <sup>a</sup>

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre médias obtidas através do teste de Tukey. Legenda: F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

A incorporação de 1% dos aditivos nos filmes não apresentou efeito sobre a solubilidade dos mesmos. Em trabalho realizado, Olivato et al. (2012) verificaram filmes com proporções de amido:PBAT 55:45 com 10,48% de solubilidade, valor menor do que o encontrado neste trabalho, isso devido à menor concentração de amido.

Nos resultados dos contrastes do teste de comparação de médias de Tukey para o teste de opacidade demonstrados na Tabela 13.4, houve diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre pelo menos dois tratamentos para todas as respostas do teste.

**Tabela 13.4** Teste de comparação de médias de Tukey para os ensaios de opacidade

Formulações	Opacidade (%)
F1	51,41 <sup>b</sup>
F2	57,27 <sup>a</sup>
F3	56,00 <sup>a</sup>

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre médias obtidas através do teste de Tukey. Legenda: F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

Os tratamentos F2 e F3, correspondentes aos filmes contendo óleo essencial e BHT, respectivamente, apresentaram maior opacidade do que o tratamento F1, sem aditivo. Esse resultado provavelmente se deve ao caráter hidrofóbico dos aditivos. Dias (2011) apresentou trabalho com opacidade de 64,27%, maior que a do referido trabalho, e isso ocorreu devido à maior concentração do polímero PBAT, com proporção de 40% e adição de BHT. No trabalho de Brito (2013), encontrou-se 58,41% de opacidade em filmes com óleo essencial adicionado de gelatina.

Não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre os tratamentos para todas as respostas das isotermas de sorção para todas as condições testadas. A Tabela 13.5 relaciona os parâmetros obtidos dos modelos de GAB para os filmes produzidos.

**Tabela 13.5** Parâmetros dos modelos de GAB<sup>a</sup> para os filmes desenvolvidos

Formulações	C	k	m <sub>0</sub>	R <sup>2</sup>
F1	1,7115 <sup>a</sup>	1,0312 <sup>a</sup>	3,8961 <sup>a</sup>	0,9990 <sup>a</sup>
F2	1,8469 <sup>a</sup>	1,0462 <sup>a</sup>	3,3239 <sup>a</sup>	0,9980 <sup>a</sup>
F3	1,1637 <sup>a</sup>	1,0283 <sup>a</sup>	4,0796 <sup>a</sup>	0,9955 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> $X_w = ((c-1) k a_w m_0) / (1 + (c-1) k a_w) + (k a_w m_0) / (1 - k a_w)$ , onde  $X_w$  é o conteúdo de água no equilíbrio a dada atividade de água ( $a_w$ ),  $m_0$  é o valor de monocamada (g água/g sólidos) e C e k são constantes.

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre médias obtidas através do teste de Tukey. Legenda: F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

Os parâmetros obtidos dos modelos de GAB para os filmes produzidos estão descritos na Tabela 13.5. O valor da monocamada ( $m_0$ ) indica a quantidade máxima de água que pode ser adsorvida em uma camada única por grama de filme seco, sendo uma medida do número de sítios de sorção. Geralmente, os valores para monocamada são maiores nos filmes contendo mais glicerol, pois este tem maior afinidade pela água (OLIVATO, 2010).

Segundo Olivato (2010), os maiores valores da monocamada foram observados para os filmes contendo anidrido maleico e ácido cítrico 0,0427g de água/g sólidos. No presente trabalho, os maiores valores para a monocamada foram observados para o filme contendo BHT 4,0796 g de água/g sólidos.

A constante  $C$  está relacionada ao calor de sorção da monocamada (constante Guggenheim), e  $k$ , à constante relacionada ao calor de sorção das multicamadas. As constantes  $C$  e  $k$  são parâmetros que independem da composição do material e determinam a curvatura das isotermas em elevadas atividades de água (OLIVATO, 2010; COSTA, 2008).

Costa (2007) encontrou um valor para  $k$  de 0,974 para formulação de amido:PBAT (80:20%), valor similar quando comparado ao apresentado pelo presente trabalho, em torno de 1,035. Os valores encontrados para a constante  $C$  são mais baixos do que os relatados encontrados por outros autores (OLIVATO, 2010; PELISSARI, 2009; COSTA, 2007). A curva na Figura 13.10 representa um exemplo de isoterma de sorção dos filmes.

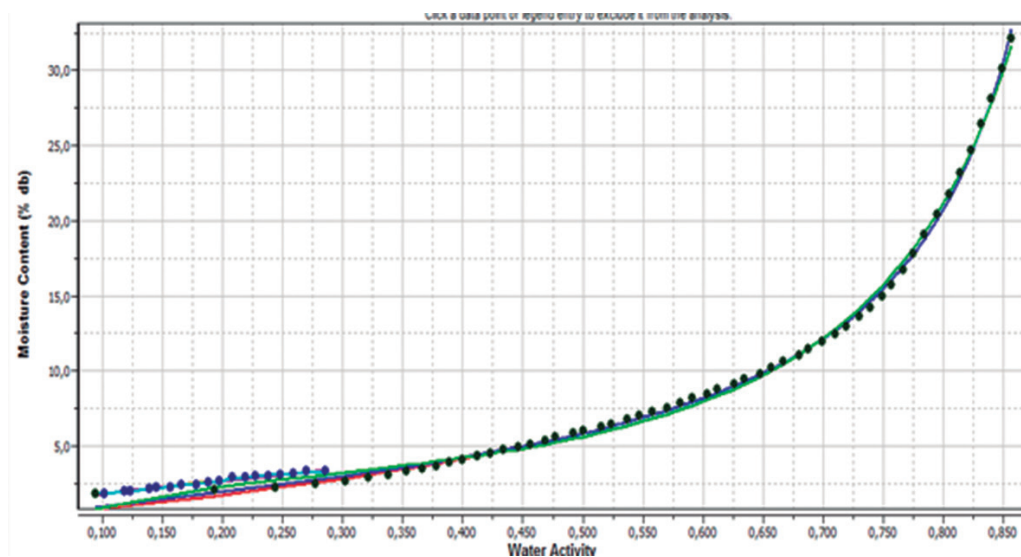
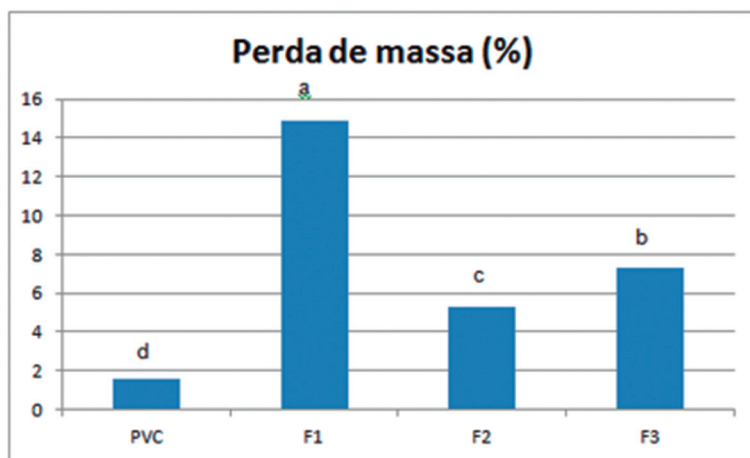


Figura 13.10 Isoterma de sorção dos filmes ajustados pelo modelo de GAB

A Figura 13.11 mostra os valores das médias da perda de massa durante o armazenamento do queijo muçarela. O tratamento F1 apresentou a maior perda

de massa, em torno de 14,8%, que se explica por ser um filme de apenas amido e PBAT, apresentando maior permeabilidade aos vapores de água, permitindo maior interação com o meio. Os tratamentos F2 e F3 se mostraram eficazes, ou seja, apresentaram uma menor perda de massa, enquanto o PVC (poli-cloreto de vinila) apresentou uma perda de massa próximo de 2%, resultado já esperado, pois filmes de PVC apresentam uma baixa permeabilidade.



Legenda: PVC: poli-cloreto de vinila; F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

**Figura 13.11** Gráfico dos valores das médias da perda de massa durante o armazenamento

Os resultados do teste de comparação de médias de Tukey para a análise de umidade, proteína e cinzas estão descritos na Tabela 13.6, e observa-se que houve diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre pelo menos dois tratamentos para todas as respostas do teste.

**Tabela 13.6** Médias das análises físico-químicas do queijo muçarela

Formulações	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)
F <sub>0</sub>	46,4866 <sup>a</sup>	20,8217 <sup>b</sup>	3,1504 <sup>d</sup>
PVC	45,5054 <sup>a</sup>	24,3184 <sup>ab</sup>	3,7420 <sup>b</sup>
F1	31,8494 <sup>c</sup>	29,3254 <sup>a</sup>	3,9544 <sup>a</sup>
F2	39,9404 <sup>b</sup>	24,6373 <sup>ab</sup>	3,6762 <sup>b</sup>
F3	38,8968 <sup>b</sup>	23,3302 <sup>ab</sup>	3,5451 <sup>c</sup>

\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre médias obtidas através do teste de Tukey. Legenda: F<sub>0</sub>: amostras no tempo zero; PVC: poli-cloreto de vinila; F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

Apesar de a análise estatística considerar que as amostras são diferentes entre si, os valores encontrados estão de acordo com os apresentados na tabela TACO (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2011), que define, para queijo muçarela, a umidade, a proteína e as cinzas em 45,3%, 22,6% e 3,8%, respectivamente. As variações observadas nos queijos embalados com filmes biodegradáveis podem ser devido à perda de umidade do queijo durante o armazenamento.

Os resultados das análises microbiológicas do queijo muçarela no tempo zero ( $F_0$ ) e dos quatro tratamentos (Tabela 13.7) após dez dias foi ausente para as análises de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. Para os microrganismos mesófilos, houve um crescimento de  $1,4 \times 10$  UFC/g para o tempo zero, o que pode ser explicado devido à alta umidade do queijo. Houve um crescimento de  $1,2 \times 10$  UFC/g no uso do filme de PVC, pois as bandejas embaladas com PVC apresentaram a formação de gotículas de água ao longo do armazenamento, devido à sua menor PVA, o que elevou o conteúdo de umidade no interior dessas bandejas, favorecendo o crescimento de microrganismos, mesmo antes da deterioração do queijo. Mali Grossmann e Yamashita (2010) também observaram a formação de gotículas em bandejas comparando o comportamento de filmes à base de amido de inhame com filmes de PVC. Em relação aos tratamentos F1, F2 e F3, houve um crescimento de microrganismos mesófilos provavelmente em função da permeabilidade dos filmes, corroborando com os dados de permeabilidade ao vapor de água. A porosidade dos filmes pode ter permitido a passagem de micro-organismos do ambiente para o interior das embalagens.

De acordo com normas estabelecidas pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a Resolução RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001, estabeleceu-se ausência para *Salmonella* spp. em 25 g de produto, e o presente trabalho está de acordo com as normas estabelecidas pela Anvisa.

**Tabela 13.7** Contagem em *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., microrganismos mesófilos e bolores e leveduras em queijo muçarela armazenado durante dez dias

Formulações	<i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	<i>Salmonella</i> spp. (ausência/ presença em 25 g)	Micro-organismos mesófilos (UFC/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)
$F_0$	Ausente	Ausente	$1,4 \times 10$	Ausente
PVC	Ausente	Ausente	$1,2 \times 10$	Ausente
F1	Ausente	Ausente	$2,4 \times 10^3$	$1,2 \times 10$
F2	Ausente	Ausente	$2,7 \times 10^3$	$1,2 \times 10$
F3	Ausente	Ausente	$2,0 \times 10^3$	$1,2 \times 10$

Legenda:  $F_0$ : amostras no tempo zero; PVC: poli-cloreto de vinila; F1: filme de amido; F2: filme de amido com 1% de óleo essencial de orégano; F3: filme de amido com 1% de BHT.

Para bolores e leveduras, não houve crescimento no tempo zero e para os filmes com PVC, enquanto para os tratamentos F1, F2 e F3, houve um crescimento  $1,2 \times 10$  UFC/g. Marin (2006), ao armazenar alface americana utilizando filmes de amido, também observou crescimento de bolores e leveduras ( $>10^3$  UFC/g) no final de nove dias de armazenamento. Em trabalho de Olivato, Mali e Grossmann (2006) embalsamaram queijo prato em filmes à base de amido de inhame e, a partir do 14º dia de armazenamento, mostraram contaminação com mesófilos, bolores e leveduras acima de  $10^3$  UFC/g de produto. Comparando com o presente trabalho, pode-se dizer que o crescimento microbiano foi inferior até o 10º dia de armazenamento.

No presente trabalho, esse crescimento provavelmente se deu por contaminação durante o processo de armazenamento do queijo, mesmo sendo realizada a sanitização e higienização de todo o local e utensílios. Porém, o ambiente não era totalmente estéril, e pode ter ocorrido contaminação pelo ar. Adicionalmente, o tratamento térmico utilizado para elaboração dos filmes pode ter volatilizado, ou ocorreu inativação de alguns componentes do óleo essencial que possuíam atividade antimicrobiana, ou proporcionou sua interação com a matriz polimérica, suprimindo sua atividade inibitória (MADSEN; BERTELSEN, 1995).

## 5 CONCLUSÃO

As propriedades dos filmes biodegradáveis apresentaram diferenças significativas em algumas delas, devido aos aditivos utilizados. O óleo essencial utilizado na formulação não apresentou efetividade, muito provavelmente por perdas ocorridas durante o processamento do filme. Os filmes biodegradáveis podem ser uma alternativa para esse tipo de produto. No entanto, mais estudos devem ser realizados para aprimorar técnicas e garantir a atividade das propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais, de modo a permitir o seu uso nas embalagens, que poderão ser consideradas embalagens ativas, melhorando, por conseguinte, as propriedades de barreira do bioplástico.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M. M.; TOMÁS, R. Embalagens biodegradáveis. In: CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. *Embalagens para a indústria alimentar*. Lisboa: Instituto Piaget, 1990. p. 373-380. 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D-882-95a). In: \_\_\_\_\_. *Annual Book of ASTM Standards*. Philadelphia: ASTM, 1995 (CD-ROM).

AMIDOS: fontes, estruturas e propriedades funcionais. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/lutens/124.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/lutens/124.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2011.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 12.

ARAÚJO, J. M. A. Antioxidantes. In: \_\_\_\_\_. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2004. p. 69-95.

AVEROUS, L.; BOQUILLON, N. Biocomposites based on plasticized starch: thermal and mechanical behaviours. **Carbohydrate Polymers**, London, v. 56, n. 2, p.111-122, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução RDC n. 12, de 02/01/2001.

**Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRITO, R. M. **Elaboração e caracterização de filmes à base de amido, gelatina, glicerol e óleo essencial**. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2013. 39 f.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. (1992), Carboidratos. In:\_\_\_\_\_. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 1992, p. 47-78.

CARVALHO, R. A. Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Departamento de Engenharia de alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, 1997.

CEREDA, M. P. Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. v. 2. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, 539 p.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas, v. 3. São Paulo: Fundação Cargill, 2003, 711 p.

COSTA, D. L. M. G. **Produção por extrusão de filmes de alto teor de amido termoplástico de mandioca com poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT)**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

DIAS, A. P. **Filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca (*Manihot esculenta*), PBAT e BHT**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2011. 50 f.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FRANCO, C. M. L. et al. Introdução. In:\_\_\_\_\_. **Propriedades gerais do amido**. v. 1. Campinas: Fundação Cargill, 2001<sup>a</sup>. 221 p. (Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas).

\_\_\_\_\_. Produção e uso do amido. In: \_\_\_\_\_. **Propriedades gerais do amido**. v. 1. Campinas: Fundação Cargill, 2001b.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia em alimentos**. São Paulo: Nobel, 1998. 284 p.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Water and glycerol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier properties of na edible wheat luten film. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 206-211, 1993.

MADSEN, H. L., BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends in food science and Technology**, v. 6, n. 8, p. 271-277, 1995.

- MALI, S. **Produção caracterização e aplicação de filmes plásticos biodegradáveis à base de amido de cará.** Tese (Doutorado em Ciência Agrária de Alimentos) – Centro de Ciência Agrária, Universidade Estadual de Londrina, 2002. 150 f.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, 2003. p. 7055-7011.
- MALI, S. et al. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. **Carbohydrate Polymers**, vol. 60, n. 3, p. 283-289, 2005.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.
- MARIN, T. Embalagem ativa para alface-americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processado. Dissertação (Mestrado em Ciência de alimentos) – Centro de Ciência Agrária, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006. 57 f.
- MULLER, C. M. O.; YAMASHITA, F.; LAURINDO, J. B. Evaluation of the effects of glycerol and sorbitol concentration and water activity on the water barrier properties of 7/7 cassava starch films through a solubility approach. **Carbohydrate Polymers**, London, v. 72, p. 82-87, 2008.
- OLIVATO, J. B.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeito de embalagem biodegradável de amido no armazenamento de queijo processado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 81-88, jan./mar. 2006
- OLIVATO, J. B. Compatibilizantes na extrusão reativa de blendas amido/poli (butileno adipato co-tereftalato) para produção de filmes biodegradáveis. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010. 99 f.
- OLIVATO, J. B. et al. Effect of organic acids as additives on the performance of thermoplastic starch/polyester blown films. **Carbohydrate Polymers**, n. 90, p. 159-164, 2012.
- PELISSARI, F. M. **Produção e caracterização de filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol com incorporação de óleo essencial de orégano.** 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.
- PEREIRA, L. H. G. **Obtenção e estudo das propriedades físico-químicas de amidos de mandioca (*Manihot esculenta*) oxidados e ácido-modificados.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. 108 f.
- RIBEIRO, E. P. Queijos. In: AQUARONE, E. **Biotechnology Industrial**. São Paulo: Blucher, 2001. p. 225-253.
- SAKANAKA, L. S. **Estudo das condições de armazenamento sobre as propriedades mecânicas e de barreira de filmes de gelatina reticulada.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2002. 140 f.



SAKANAKA, L.S. Confecção de filmes biodegradáveis por extrusão de blendas de amido termoplástico e polibutileno succinato co-adipato (PBSA). 109 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. Propriedades mecânicas. In: \_\_\_\_\_. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL: 2002a. p. 137-177.

\_\_\_\_\_. Propriedades de barreira. In: \_\_\_\_\_. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL: 2002b. p. 179-221.

SARMENTO, A. L. S. C. **Elaboração e caracterização de biofilmes a partir de gelatina reticulada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de alimentos. Universidade Estadual de Campinas,. Campinas, SP, 1999. 169 f.

SEBIO, L. **Efeito de alguns Parâmetros Operacionais de Extrusão nas Propriedades Físico-químicas da farinha de inhame (*Dioscorea rotundata*)**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1996. 106 p.

SILVA, N. et al. Contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. In: \_\_\_\_\_. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2007. p. 119-135. v. 3.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, 1995. 159 p.

SOBRAL, P. J. A. **Proteínas de origem animal na tecnologia de biofilmes**. Tese (Livro-Docência apresentada a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP, 2000.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **TACO: Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: UNICAMP, 2011.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 1992. 1219 p.

VICENTIN, N. M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. Tese (Doutorado em Agronomia Área de concentração em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP, Botucatu, 2003.

VILPOUX, O.; AVEROUS, L. Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 500-530. v. 3.

ZAMUDIO-FLORES, P. B.; VARGAS-TORRES, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, J.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; BELLO-PÉREZ, L. A. Films prepared with oxidized banana starch: mechanical and barrier properties. *Starch/Starke*. v. 58, p. 274-282, 2006.

ZAMUDIO-FLORES, P. B. et al. Effect of oxidation level on the dual modification of banana starch: the mechanical and barrier. **Journal of Applied Polymer Science**, by Wiley & Sons, v. 112, n. 2, p. 822-829, 2009.

