



UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI - ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

KELI CRISTINA CANTELLI

**BROTOS DE SOJA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA
PRODUÇÃO, ELABORAÇÃO DE CONSERVAS E AVALIAÇÃO DE
DIFERENTES EMBALAGENS PARA BROTOS MINIMAMENTE
PROCESSADOS**

ERECHIM, RS
MARÇO DE 2020

KELI CRISTINA CANTELLI

**BROTOS DE SOJA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA
PRODUÇÃO, ELABORAÇÃO DE CONSERVAS E AVALIAÇÃO DE
DIFERENTES EMBALAGENS PARA BROTOS MINIMAMENTE
PROCESSADOS**

Tese de Doutorado apresentada como requisito para a obtenção do grau de Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos: Área de concentração – Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

Orientadoras: Dr^a. Clarice Steffens

Dr^a. Jamile Zeni

Dr^a. Mercedes C. Carrão-Panizzi

Erechim – RS, março de 2020

KELI CRISTINA CANTELLI

**BROTOS DE SOJA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA
PRODUÇÃO, ELABORAÇÃO DE CONSERVAS E AVALIAÇÃO DE
DIFERENTES EMBALAGENS PARA BROTOS MINIMAMENTE
PROCESSADOS**

Tese de Doutorado apresentada como requisito para à obtenção do grau de Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos: Área de concentração – Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a Clarice Steffens, D. Sc.
(Orientadora)

Prof^a. Jamile Zeni, D. Sc.
(Orientadora)

Pesquisadora. Mercedes C. Carrão-Panizzi, D. Sc.
(Orientadora)

Francys Moreira, D. Sc.
(UFSCar – São Carlos, SP)

Sandra M. Zoldan, D. Sc.
(Responsável Técnica da Hortaria Primavera, Passo Fundo, RS)

Juliana Steffens, D. Sc.
(URI- Erechim, RS)

Rosicler Colet, D. Sc.
(URI- Erechim, RS)

Erechim – RS, março de 2020

C229b Cantelli, Keli Cristina

Brotos de soja : construção de protótipo para produção, elaboração de conservas e avaliação de diferentes embalagens para brotos minimamente processados / Keli Cristina Cantelli. - 2020.
92 f.

Tese (doutorado) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2020.

“Orientação: Prof^ª Dra Clarice Steffens, Pr^º Dra. Jamile Zeni, Prof^ª Dra Mercedes C. Carrão-Panizzi”

1. Brotos - processados 2. Brotos – conserva 3. Protótipo 4. Aceitabilidade I. Título

C.D.U.: 664

Catálogo na fonte: bibliotecária Sandra Milbrath CRB 10/1278

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por todas as oportunidades que me deu ao longo destes anos e por me iluminar para seguir em frente nessa jornada.

Em especial, aos meus pais Dejair e Geraldo e meus irmãos, Éder e Joel por sempre acreditarem no meu potencial e por todo carinho e apoio desprendido neste período. Amo vocês!

Ao Dirceu, por nunca duvidar das minhas escolhas e por estar ao meu lado sempre, em todos os momentos. Como é bom ter você ao meu lado!

Um agradecimento em especial a minha amiga gêmea, conselheira e companheira Adriana, pelos desabafos, pelas conversas e por me fazer acreditar em mim. E as minhas amigas Aline, Marilda, Sandra e Karine, obrigado por todo o apoio, risadas, companheirismo e por todos conselhos.

As minhas orientadoras, Prof^a. Clarice Steffens e Prof^a. Jamile Zeni e Mercedes Concórdia Carrão Panizzi, pela orientação, auxílio, ideias, incentivo nos momentos difíceis e amizade durante o desenvolvimento deste trabalho. Obrigado por tudo.

Ao Prof. Claudio Zakrzewski (URI) pela ajuda para a construção do protótipo para produção de brotos e por estar sempre disposto a ajudar. Muito obrigado!

A Débora, Cidiane, Ilizandra, Rose e Vera pelas contribuições dadas em todas as etapas deste estudo. Obrigado por todos os ensinamentos passados.

Ao Francys (UFSCar) pela disponibilidade e suporte com as análises de FTIR, DRX e TGA, muito obrigado por todas as contribuições.

A Embrapa trigo, por ter fornecido a matéria-prima deste estudo.

À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões de Erechim pela infraestrutura, assim como aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI – Erechim, pessoal da Central de Materiais que sempre está disposto a ajudar. Obrigado!

À CAPES, CNPq, FINEP, FAPERGS, EMBRAPA Trigo, EMBRAPA Soja pelos auxílios concedidos. Obrigado a todos vocês que de uma forma ou outra ajudaram na construção deste trabalho.

À banca avaliadora, por fazer parte deste trabalho.

Muito obrigado a todos!

Resumo da Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutora em Engenharia de Alimentos.

BROTOS DE SOJA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA PRODUÇÃO, ELABORAÇÃO DE CONSERVAS E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS PARA BROTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS

Keli Cristina Cantelli

Março/2020

Orientadores: Prof. Dr^a. Clarice Steffens

Prof. Dr^a. Jamile Zeni

Dr^a. Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

O presente trabalho teve como objetivo construir e estimar o custo de um protótipo para produção de brotos de soja, avaliando as condições de produção e características físico-químicas do produto. Além disso, produzir brotos minimamente processados (MP) embalados em diferentes embalagens poli(tereftalato de etileno) (E1), polietileno de baixa densidade (E2) e poli(tereftalato de etileno) e polietileno de baixa densidade (E3), ambas sem e com sachê absorvedor de oxigênio) e avaliar durante a estocagem o crescimento microbiano e as características físico-química e sensoriais do produto. Também produzir brotos em conserva e avaliar físico-quimicamente, microbiologicamente e quanto a aceitabilidade. Para germinação foram utilizadas 5 câmaras de germinação com 80 g de sementes de soja em cada uma. As sementes foram embebidas por 6 h em água, e depois germinadas por um período de 120 h, com irrigação a cada 12 h (20 mL de água). Os brotos obtidos mediram 8,75 cm de comprimento e renderam 189%. O protótipo desenvolvido custou cerca de R\$ 992,10. A germinação modificou os teores dos compostos nas sementes de soja: as proteínas aumentaram de 40,77 g.100 g⁻¹ para 49,12 g.100 g⁻¹, enquanto que, os demais compostos se reduziram: o inibidor de tripsina Kunitz de 21,55 mg IT.g⁻¹ para 15,23 mg IT.g⁻¹; o ácido fítico de 1,62 g.100 g⁻¹ para 1,10 g.100 g⁻¹; os lipídeos de 18,61 g.100 g⁻¹ para 12,64 g.100 g⁻¹ e a atividade ureática de 2,34 para 1,70. Quanto ao aspecto visual dos brotos MP armazenados em diferentes embalagens com e sem sachê absorvedor de oxigênio, a embalagem E1 com e sem sachê absorvedor de oxigênio foi a que apresentou melhores características visuais, sendo classificada com índice de qualidade 1 (excelente, sem mudança de cor) por 12 dias

armazenados sob refrigeração. Os brotos MP após 12 dias de armazenamento nas diferentes embalagens não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) nas análises físico-químicas das amostras. Com relação aos resultados obtidos das análises dos brotos *in natura* observou-se que houve aumento significativo no teor de umidade nos brotos MP nas diferentes embalagens E1, E2 e E3 (86,64; 86,79 e 86,82 %), respectivamente, quando comparado ao *in natura* (84,22 %) e redução nos teores de proteína para os brotos MP, os teores de proteína encontrados no broto *in natura* foi 49,12 g.100 g⁻¹ e para os brotos MP armazenados por 12 dias nas embalagens E1, E2 e E3 (47,98; 47,93 e 48,01 12 g.100 g⁻¹). Para as análises microbiológicas durante os 12 dias de armazenamento nos brotos MP com e sem sachê absorvedor de oxigênio não foi observado crescimento microbiano nas diferentes embalagens. Na análise sensorial dos brotos MP foi observado um índice de aceitação de 75,11%. Os brotos em conserva apresentaram pH de 4,45 no tempo inicial e 4,20 após 6 meses de armazenamento. Os brotos em conserva após 6 meses de armazenamento encontravam-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos por legislação e com índice de aceitação de 85,55%. Dessa forma, o protótipo para produção de brotos construído demonstrou-se viável para a produção dos mesmos, dos quais podem-se obter diferentes produtos como os brotos MP e as conservas com elevado índice de aceitabilidade pelos consumidores.

Palavras-chave: Protótipo, Brotos minimamente processados, Brotos em conserva, Aceitabilidade.

Abstract of Thesis presented to Food Engineering as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor in Food Engineering.

**SOYBEAN SPROUTS: PROTOTYPE CONSTRUCTION FOR PRODUCTION,
CONSERVATION PREPARATION AND EVALUATION OF DIFFERENT
PACKAGING FOR MINIMUM PROCESSED SPROUTS**

Keli Cristina Cantelli

Março/2020

Advisors: Prof. Dr^a. Clarice Steffens
Prof. Dr^a. Jamile Zeni
Dr^a. Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

The present work had as objective to construct and to estimate the cost of a prototype for production of sprouts, evaluating the conditions of production and physical-chemical characteristics of the product. In addition, to produce minimally processed sprouts (MP) packaged in different packages (polyethylene terephthalate (E1), low density polyethylene (E2) and polyethylene terephthalate (E2), and low density polyethylene (E3), both without and with an absorbent sachet. oxygen) and to evaluate during storage the microbial growth and the physical-chemical and sensorial characteristics of the product. Also produce pickled sprouts and evaluate physically-chemically, microbiologically and for acceptability. For germination, 5 germination chambers with 80 g of soybeans were used in each one. The grains were macerated for 6 h, and then germinated for a period of 120 h, with irrigation every 12 h (20 mL of water). The sprouts obtained were 8.75 cm long and yielded 189%. The prototype developed cost about R\$ 992.10. Germination modified the contents of the compounds in the soybeans: proteins increased from 40.77 g.100 g⁻¹ to 48.12 g.100 g⁻¹, while the other compounds were reduced: Kunitz trypsin inhibitor of 21 ,55 mg IT.g⁻¹ to 15.23 mg IT.g⁻¹; phytic acid from 1.62 g.100 g⁻¹ to 1.10 g.100 g⁻¹; lipids from 18.61 g.100 g⁻¹ to 12.64 g.100 g⁻¹ and urea activity from 2.34 to 1.70. The visual aspect of MP sprouts stored in different packages with and without oxygen-absorbing sachet, the E1 package with and without oxygen-absorbing sachet was the one with the best visual characteristics, being classified with quality index 1 (excellent, without color change) for 12 days stored under refrigeration. The MP sprouts after 12 days of storage in the different packages showed no significant difference (p> 0.05) in the physical-chemical analyzes of the

samples. Regarding the results obtained in the analysis of the sprouts *in natura*, there was a significant increase in the content of substances in the MP videos in the different packages E1, E2 and E3 (86.64; 86.79 and 86.82%), respectively, when compared to natural (84.22%) and reduction in protein contents for MP sprouts, the protein contents found not sprouted in nature were 49.12 g.100 g⁻¹ and for MP sprouts used for 12 days in E1 packages, E2 and E3 (47.98; 47.93 and 48.01 12 g.100 g⁻¹). For microbiological analyzes during the 12 days of storage in the MP sprouts with and without oxygen-absorbing sachet, no microbial growth was observed in the different packages. In the sensorial analysis of the MP sprouts, an acceptance index of 75.11% was observed. Pickled sprouts showed a pH of 4.45 at the initial time and 4.20 after 6 months of storage. Pickled sprouts after 6 months of storage were within the microbiological standards established by legislation and with an acceptance rate of 85.55%. Thus, the prototype for the production of sprouts built proved to be viable for their production, from which different products can be obtained, such as MP sprouts and preserves with a high level of acceptance by consumers.

Keywords: Prototype, Minimally Processed Sprouts, Pickled Sprouts, Acceptance.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
OBJETIVOS.....	20
Objetivo geral.....	20
Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO I.....	21
1 CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO SIMPLES E ECONÔMICO PARA PRODUÇÃO DE BROTOS DE SOJA.....	21
1.1 Introdução.....	21
1.2 Material e Métodos.....	22
1.2.1 Soja.....	22
1.2.2 Construção do protótipo para produção de brotos.....	22
1.2.3 Estimativa de custo para construção de protótipo para produção de brotos.....	24
1.2.4 Avaliação de parâmetros para produção dos brotos de soja.....	24
1.2.4.1 Avaliação da quantidade de sementes.....	25
1.2.4.2 Avaliação do tempo de embebição.....	25
1.2.4.3 Avaliação da frequência de irrigação e volume de água aspergida.....	25
1.2.4.4 Avaliação do tempo de germinação.....	25
1.2.5 Caracterização física dos brotos de soja.....	26
1.2.6 Caracterização química das sementes e dos brotos.....	26
1.2.6.1 Umidade.....	26
1.2.6.2 Proteína.....	27
1.2.6.3 Minerais Totais.....	27
1.2.6.4 Lipídios.....	27
1.2.6.5 Componentes minerais.....	27
1.2.6.6 Inibidor de tripsina Kunitz.....	27
1.2.6.7 Índice de atividade ureática.....	28
1.2.6.8 Quantificação do ácido fítico.....	29
1.2.7 Análise Estatística.....	29
1.3 Resultados e discussão.....	30
1.3.1 Estimativa de custos para construção de protótipo para produção de brotos.....	30
1.3.2 Parâmetros para produção dos brotos de soja.....	31

1.3.3 Características físico-químicas das sementes e brotos de soja <i>in natura</i>	34
1.4 Conclusão	37
1.5 Agradecimentos	38
1.6 Referências	38
CAPÍTULO II.....	41
2 AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE ABSORVEDOR DE OXIGÊNIO EM BROTOS DE SOJA MINIMAMENTE PROCESSADOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES EMBALAGENS	41
2.1 Introdução.....	41
2.2 Material e Métodos.....	42
2.2.1 Sachê absorvedor de oxigênio	42
2.2.2 Embalagens.....	43
2.2.2.1 Caracterização das embalagens	44
2.2.3 Obtenção dos brotos de soja minimamente processados (MP)	44
2.2.4 Determinação do volume de oxigênio absorvido pelo sachê nas diferentes embalagens com brotos de soja MP durante o armazenamento	45
2.2.5 Caracterização dos brotos MP	47
2.2.5.1 Análises microbiológicas.....	47
2.2.5.2 Análise Visual	47
2.2.5.3 Análises físico-químicas.....	48
2.2.5.4 Análise sensorial.....	48
2.2.6 Análise Estatística	49
2.3 Resultados e discussões	49
2.3.1 Caracterização do sachê absorvedor de oxigênio	49
2.3.1.1 DRX dos sachês absorvedores de oxigênio	49
2.3.1.2 FTIR dos sachês absorvedores de oxigênio.....	50
2.3.2 Caracterização das propriedades ópticas das embalagens	52
2.3.3 Volume de oxigênio absorvido pelo sachê nas diferentes embalagens com brotos de soja MP durante o armazenamento	53
2.3.4 Qualidade microbiológica.....	57
2.3.5 Aspecto visual	59
2.3.6 Características físico-químicas	61
2.3.7 Análise Sensorial dos brotos MP.....	64
2.3.7.1 Caracterização dos avaliadores.....	64

2.3.7.2 Aceitabilidade dos brotos MP.....	65
2.4 Conclusões.....	66
2.5 Agradecimentos.....	67
2.6 Referências.....	67
CAPÍTULO III.....	73
3 ELABORAÇÃO DE CONSERVA DOS BROTOS DE SOJA.....	73
3.1 Introdução.....	73
3.2 Material e Métodos.....	75
3.2.1 Produção de brotos de soja em conserva.....	75
3.2.2 Determinações analíticas.....	76
3.2.3 Análise microbiológica.....	76
3.2.4 Análise sensorial.....	77
3.2.5 Análise estatística.....	77
3.3 Resultados e Discussões.....	77
3.3.1 Características dos brotos em conserva.....	77
3.3.2 Avaliação microbiológica dos brotos em conserva.....	80
3.3.3 Avaliação Sensorial dos brotos em conserva.....	81
3.3.3.1 Aceitabilidade dos brotos em conserva.....	81
3.4 Conclusões.....	82
3.5 Agradecimentos.....	83
3.6 Referências.....	83
CONCLUSÕES.....	85
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
APÊNDICES.....	88

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1 - Foto ilustrativa do protótipo para produção de brotos.	23
Figura 1.2 - Vista interna da Câmara de germinação, câmara de produção com microaspersor de água na tampa (a) e peneira de aço inox Brinox [®] (18 mesh) (b).	24
Figura 1.3 - Distribuição das sementes no recipiente de germinação com 60 (a), 80(b) e 100(c) g.	31
Figura 1.4 - Produção de brotos com variação de volume de água (20 e 30mL) na irrigação e diferentes frequências (4-4h, 8-8h e 12-12h) de irrigação.....	33
Figura 1.5 - Aspecto visual das sementes de soja dentro do sistema de germinação (a), dos brotos da soja na câmara de germinação após 120 h (b), brotos de soja prontos para a colheita (c) e dos brotos de soja colhidos sem as raízes (d).....	34

CAPÍTULO II

Figura 2.1 - Aspecto visual das embalagens: Embalagem E1 (a), Embalagem E2 (b) Embalagem E3 (c).	44
Figura 2.2 - Difratoograma de Raio X dos sachês absorvedores de oxigênio, (a) tempo 0 e (b) tempo 4 semanas.....	50
Figura 2.3 - FTIR dos sachês absorvedores de oxigênio.....	51
Figura 2.4 - Dados de Haze, claridade e transmitância para as embalagens E1, E2 e E3, teste de Tukey	53
Figura 2.5 – Perda de massa do sachê absorvedor de O ₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) na embalagem poli(tereftalato de etileno) – PET (E1).....	54
Figura 2.6 – Perda de massa do sachê absorvedor de O ₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) na embalagem polietileno de baixa densidade– PEBD (E2).....	55
Figura 2.7 – Perda de massa do sachê absorvedor de O ₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) na embalagem poli(tereftalato de etileno) PET + Polietileno de baixa densidade PEBD com zíper (E3).....	56
Figura 2.8 - Volume de O ₂ absorvido (cm ³) em função do tempo de armazenamento nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3).....	57

Figura 2.9 - Aspecto visual dos brotos MP nas embalagens E1; E2; E3 com e sem absorvedor de oxigênio no primeiro e após 12 dias de armazenamento.....60

Figura 2.10 - Figura 2.10 – Histograma de frequência para aceitação global (%) dos brotos MP.....65

CAPÍTULO III

Figura 3.1 - Brotos de soja em conserva antes (a) e após (b) a pasteurização.78

Figura 3.2- Histograma de frequência para aceitação global (%) dos brotos em conserva, 90 dias armazenados.....82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.1- Estimativa de custos para construção de protótipo para produção de brotos.....	30
Tabela 1.2- Teores de proteína, cinzas, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e minerais das sementes e dos brotos <i>in natura</i>	36

CAPÍTULO II

Tabela 2.1 - Índices de avaliação de qualidade visual.	48
Tabela 2.2 - Teores de umidade, proteína, cinzas, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e minerais dos brotos MP e armazenados em diferentes embalagens (E1; E2; E3) por 12 dias.....	62

CAPÍTULO III

Tabela 3.1 - Teores de proteína, cinzas, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, de ácido fítico e minerais dos brotos em conserva.....	79
Tabela 3.2 - Qualidade microbiológica dos brotos de soja em conserva.	81

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Ficha de avaliação sensorial dos brotos minimamente processados.....	88
Apêndice 2 - Termo de consentimento livre e esclarecido – Brotos minimamente processados.....	89
Apêndice 3 – Volume de oxigênio absorvido (cm ³) pelos sachês nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) nas embalagens de E1, E2 e E3.....	90
Apêndice 4 - Perfil dos avaliadores da análise sensorial, sexo, faixa etária, grau de escolaridade e consumo de alimentos de soja e seus derivados.....	91
Apêndice 5 - Ficha de avaliação sensorial dos brotos em conserva.....	92
Apêndice 6 - Termo de consentimento livre e esclarecido – Brotos em conserva.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG – Ácidos Graxos

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

BPF – Boas Práticas de Fabricação

CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento

CS – Com sachê

DRX – Difração de Raio X

E1 – Embalagem poli(tereftalato de etileno) - PET

E2 – Embalagem Polietileno de baixa densidade- PEBD

E3 – Embalagem poli(tereftalato de etileno) PET + Polietileno de baixa densidade PEBD com zíper

EUA – Estados Unidos da América

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAAS – Espectrometria de absorção atômica com chama (*Flame Atomic Absorption Spectrometry*)

FDA - Food and Drug Administration

FTIR – Espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier

KTI – Inibidor de Tripsina Kunitz

MP – Minimamente Processado

NMP – Número mais provável

PCS - Peso de cem sementes

PEBD – Polietileno de baixa densidade

PET – Poli(tereftalato de etileno)

SS – Sem sachê

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

TGA – Análise Termogravimétrica (Thermogravimetric analysis)

UFSCAR – Universidade federal de São Carlos

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é um grão usado em diversas aplicações, dando origem a produtos e co-produtos muito usados pela agroindústria, indústria química, alimentícia e biocombustíveis (SILVA et al., 2006; CONAB, 2009). O consumo de soja como alimento vem aumentando devido ao melhoramento genético, através do qual é possível proporcionar matérias-primas com maior potencial para o uso na alimentação humana, melhorando o sabor, o aspecto físico dos grãos, aumentando o teor de proteína, isoflavonas e carboidratos e reduzindo os lipídios e fatores antinutricionais, resultando em características especiais que possibilitam a obtenção de produtos de melhor qualidade (CARRÃO-PANIZZI; SILVA, 2011; CARRÃO-PANIZZI et al., 2012; CARPENTIERI-PIPOLO, 2014).

A soja apresenta alto valor nutricional, a composição dos grãos de soja apresenta em média 40,3% de proteína, 21,0% de lipídeos, 33,9% de carboidrato e 4,9% de cinzas na base seca (PERKINS, 1995). Sendo assim, a soja possui maior conteúdo de proteína, em comparação com o feijão preto (21,3%), a ervilha em vagem (7,5%) e o amendoim (27,2%). Com exceção do amendoim, que apresenta 43,9% de teor de lipídeos, a soja também possui a maior percentagem lipídica entre essas leguminosas (TACO, 2011).

Devido as características da semente de soja, a mesma pode ser classificado em dois grupos principais, a soja tipo semente e soja tipo alimento. A soja tipo semente apresenta sementes de tamanhos médios, com peso de 100 sementes (PCS) entre 12 e 19 g, utilizada principalmente para atender às indústrias de farelo e óleo, devido a seu sabor característico não ser muito agradável ao paladar humano. A soja tipo alimento apresenta sabor suave e agradável ao paladar humano, está dividida em: sementes grandes, com PCS igual ou maior do que 20 g, destinada como soja hortaliça, e sementes pequenas, com PCS menor do que 10 g, utilizadas para produção de brotos e de *natto* (YOKOMIZO et al., 2000).

Os brotos de soja vêm sendo reconhecidos como produtos alimentícios funcionais, e por serem altamente nutritivos e produzidos sem agroquímicos, podem ser considerados alimentos naturais. Utilizam as reservas armazenadas na semente para germinarem até o tamanho para serem consumidos. Durante a germinação ocorrem alterações benéficas na qualidade nutricional da soja, aumentando os teores de minerais, vitaminas e proteínas, e reduzindo os teores calóricos (VIEIRA; LOPES, 2001; GU et al., 2017).

A implementação de um sistema para produção de brotos de soja apresenta baixo custo (aproximadamente R\$ 3.000,00) e é de fácil construção. Em uma pequena área é possível implementar o sistema. A produção de brotos é feita de forma simples e rápida, levando em torno de 3 a 7 dias, sem a necessidade de solo, agrotóxicos, fertilizantes e de luz solar direta (OLIVEIRA; CARRÃO-PANIZZI, 2016).

Após a colheita dos brotos torna-se necessário o uso de baixas temperaturas durante o transporte e armazenamento combinado com outras técnicas, como conservas ou uma embalagem adequada que garanta a qualidade nutricional, sensorial e uma maior segurança ao produto. Os processos de conservação de alimentos visam produtos com alta qualidade organoléptica e nutritiva, livres de microrganismos patogênicos e que permanecem inalterados até o consumo. No Brasil, a comercialização de vegetais e legumes processados vêm aumentando no mercado por causa de sua praticidade, além da possibilidade de maior aproveitamento desses vegetais, reduzindo suas perdas, visto que os consumidores priorizam cada vez mais produtos prontos para o consumo devido principalmente à praticidade e conveniência encontrada nesses alimentos (MELO et al., 2012). Neste contexto as conservas e brotos de soja minimamente processados (MP) se apresentam como boas alternativas, visto que, o broto é um alimento altamente perecível e para que possa ter maior durabilidade necessita ser processado, embalado e armazenado adequadamente.

As embalagens desempenham um papel de destaque na proteção e na conservação dos alimentos, sendo que protegem das alterações que levam ao fim de sua vida útil. A preservação dos brotos minimamente processados (MP), por meio da utilização de um sistema de embalagem adequado, associado à refrigeração, é uma técnica eficiente para a manutenção da qualidade e extensão da vida útil. Diversos tipos de embalagens têm sido aplicados em hortaliças, até mesmos as embalagens ativas, dentro dessas podemos citar os sachês absorvedores de oxigênio. Através destes é possível reduzir os níveis de oxigênio durante a armazenagem, assim, evitando a deterioração e aumentando a vida útil do produto.

Neste contexto, o objetivo principal do estudo foi construir um protótipo e avaliar as condições para produção de brotos de soja da cultivar BRS 216, elaborar conservas dos brotos e avaliar diferentes embalagens com e sem absorvedor de oxigênio em brotos minimamente processados durante a estocagem.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo construir um protótipo e avaliar as condições para produção de brotos de soja da cultivar BRS 216, obter e analisar brotos minimamente processados durante a estocagem em diferentes embalagens, com e sem absorvedor de oxigênio, além de elaborar conservas avaliando as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

Objetivos específicos

- Construir um protótipo para produção de brotos de soja.
- Realizar análise custo do protótipo proposto.
- Avaliar os parâmetros para produção de brotos de soja no protótipo como a quantidade de sementes, tempo de embebição, frequência de irrigação, volume de água aspergida e tempo de germinação em relação ao peso e comprimento.
- Determinar a composição físico-química, sensorial, atividade ureática, o teor de ácido fítico e do inibidor de tripsina Kunitz das sementes e brotos de soja.
- Avaliar o tempo de estocagem dos brotos MP (0 a 12 dias) armazenados em diferentes embalagens (E1 – Embalagem rígida PET, E2 – Embalagem flexível PEBD, E3 – Embalagem semi-flexível PET + PEBD) com e sem a adição de sachês absorvedores de oxigênio.
- Caracterizar as diferentes embalagens (E1, E2 e E3) através da análise óptica em relação a claridade, haze e transmitância.
- Caracterizar os sachês absorvedores de oxigênio através do FTIR (Espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier) e DRX (Difração de Raio X).
- Avaliar a taxa de absorção de água dos sachês absorvedor de oxigênio aplicados nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3) durante 12 dias.
- Avaliar a composição físico-química, microbiológica e a aceitabilidade dos brotos MP.
- Elaborar conservas de brotos de soja e avaliar físico-quimicamente, microbiologicamente, e sensorialmente durante a estocagem (0 e 6 meses).

CAPÍTULO I

1 CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO SIMPLES E ECONÔMICO PARA PRODUÇÃO DE BROTOS DE SOJA

Resumo: A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa de grande importância econômica. Devido ao seu alto valor nutricional, vários produtos alimentícios são disponíveis e brotos de soja podem ser uma alternativa de consumo direto, cuja produção pode gerar renda para pequenos empreendimentos rurais. O presente trabalho teve como objetivo construir e estimar o custo de um protótipo para produção de brotos, avaliando as condições de produção e características físico-químicas do produto. Para germinação foram utilizadas 5 câmaras de germinação com 80 g de sementes de soja em cada uma. As sementes foram embebidas em água por 6 h, e depois germinados por um período de 120 h, com irrigação a cada 12 h (20 mL de água). Os brotos obtidos mediram 8,75 cm de comprimento e renderam 189%. O protótipo desenvolvido custou cerca de R\$ 992,10. A germinação modificou os teores dos compostos nas sementes de soja: as proteínas aumentaram de 40,77 g.100 g⁻¹ para 49,12 g.100 g⁻¹, enquanto que, os demais compostos se reduziram: inibidor de tripsina Kunitz de 21,55 mg IT.g⁻¹ para 15,23 mg IT.g⁻¹; ácido fítico de 1,62 g.100 g⁻¹ para 1,10 g.100 g⁻¹; lipídeos de 18,61 g.100 g⁻¹ para 12,64 g.100 g⁻¹ e atividade ureática de 2,34 para 1,70. Os resultados desse estudo mostram que brotos de soja apresentam melhor qualidade nutricional, sendo que o protótipo simples, prático e econômico para produção dos brotos pode ser uma alternativa viável de renda para pequenas propriedades rurais.

Palavras chave: Custo. Rendimento. Composição química.

1.1 Introdução

Agriculturas temporárias e permanentes ocupam aproximadamente nove milhões de hectares no Rio Grande do Sul. Cerca de 95% dessa área é voltada à produção de grãos (cereais e oleaginosas), que se configura na principal atividade agrícola do Estado. Entre os principais cultivos de grãos do estado, a da soja foi o que mais avançou nas últimas duas décadas e foi consolidada como uma das principais fontes de renda da agricultura familiar do Rio Grande do Sul. Na safra 2018/19 a produção de soja foi de aproximadamente 19 milhões de toneladas, numa área de 5.901,8 mil hectares, com aumento de 2,2% em relação à safra anterior (CONAB, 2019).

Os grãos de soja são usados em diversas aplicações, e dão origem a produtos e coprodutos da agroindústria, indústria química, alimentícia e biocombustíveis (SILVA et al., 2006; CONAB, 2009). O consumo de soja como alimento vem aumentando devido ao melhoramento genético, através do qual é possível proporcionar matérias-primas com maior potencial para o uso na alimentação humana, melhorar o sabor, o aspecto físico dos grãos,

aumentar teores de proteína e de compostos bioativos, bem como reduzir teores de lipídios e de fatores antinutricionais, o que resulta em características especiais para obtenção de produtos de melhor qualidade (CARRÃO-PANIZZI; SILVA, 2009; CARRÃO-PANIZZI; SILVA, 2011; CARRÃO-PANIZZI et al., 2012; CARPENTIERI-PIPOLO, 2014).

Dentre o consumo de soja como alimento, destaca-se os brotos de soja, que possui praticidade de produção, pode ser produzido em espaço pequeno, em qualquer época do ano, sem necessidade de solo e luz solar direta, por tempo reduzido e com mão de obra simplificada, características que fazem desse produto uma alternativa de aumento de renda para as pequenas propriedades rurais (VIEIRA; LOPES, 2001; JOSHI; VARMA, 2016). Outras vantagens que fazem essa atividade rentável são: baixo investimento inicial e equipamentos simples e baratos. Sem contar que o período para produção é de curta duração, com rápido retorno financeiro (OLIVEIRA; CARRÃO-PANIZZI, 2016).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um protótipo simples para a produção de brotos de soja, avaliando condições de produção, caracterização físico química e análise de custo do protótipo.

1.2 Material e Métodos

1.2.1 Soja

As sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar BRS 216 utilizados neste estudo foram cedidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo) Passo Fundo, da safra 2017/2018. Nas sementes foram realizadas análises de proteína, minerais totais, lipídeos, inibidor de tripsina kunitz, ácido fítico, atividade ureática e componentes minerais (Ca, Mg, K, Zn, Cu, Fe, Mn).

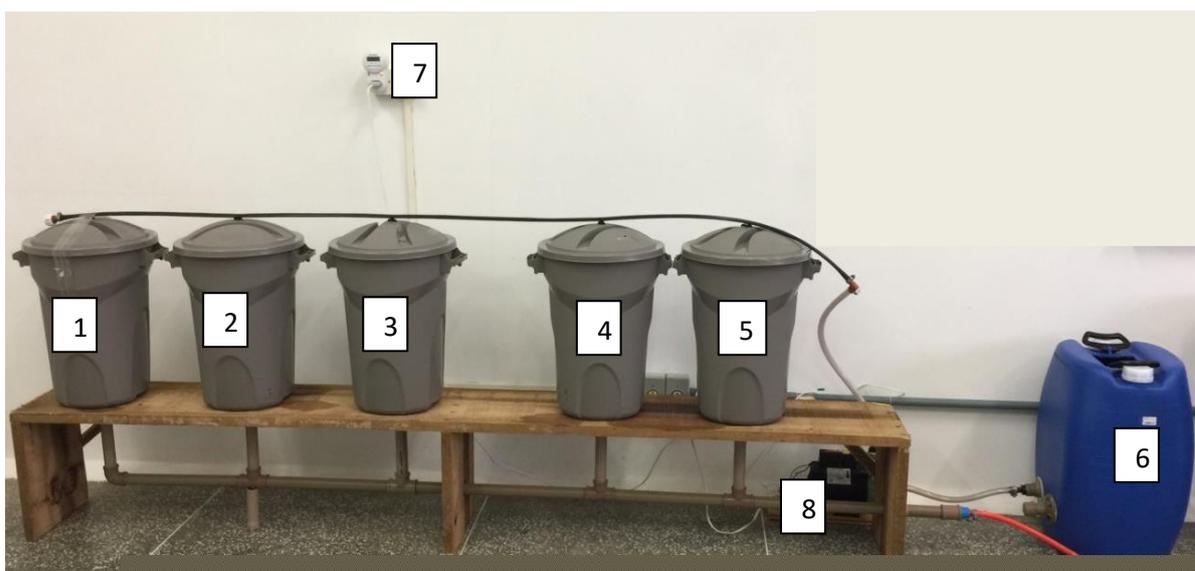
1.2.2 Construção do protótipo para produção de brotos

O sistema de produção de brotos de soja (Figura 1.1) foi construído baseado no sistema desenvolvido por Oliveira; Carrão-Panizzi (2016), com algumas modificações. O sistema é constituído por um reservatório de água (volume total: 50 L, volume de água para a operação: 25 L), uma bomba centrífuga (Schneider® -modelo BC98, com pressão máxima

1,86 bar e vazão máxima de 5,5 m³/h) comandada por um temporizador (Exatron® - modelo TMS0BC, com intervalo de temporização de 1s) e cinco câmaras de germinação (recipientes plásticos com tampa com capacidade de 50 L) dotadas de micro aspersores rotativos (Naandanjain®, modelo Green spin, com pressão máxima de 2 bar), sendo um aspersor por câmara.

A reposição de água no reservatório foi realizada manualmente através de uma abertura na parte superior da mesma. Na parte inferior do reservatório continha um registro de água que alimenta a bomba centrífuga (Schneider® -modelo BC98), a qual envia a água pressurizada por uma mangueira até os microaspersores rotativos (Naandanjain®, modelo Green spin, com pressão máxima de 2 bar).

Figura 1.1- Foto ilustrativa do protótipo para a produção de brotos.



Onde: 1, 2, 3, 4 e 5 são câmaras de germinação; 6 o reservatório de água com capacidade de 50 L; 7 o temporizador programável e 8 a bomba centrífuga.

Fonte: O autor (2019).

Os microaspersores rotativos (Naandanjain®, modelo Green spin, com pressão máxima de 2 bar), foram instalados na parte superior interna da câmara (tampa) (Figura 1.2a). Para o ajuste do intervalo de aspersão, um temporizador (Exatron® - modelo TMS0BC) foi utilizado para realizar o acionamento da bomba centrífuga (Schneider® -modelo BC98, com pressão máxima 1,86 bar e vazão máxima de 5,5 m³/h).

Dentro de cada câmara, foi acoplado uma peneira de aço inox Brinox® (18 mesh) (Figura 1.2b), de dimensões de 20 cm de diâmetro, 7 cm de borda e 18 mesh, onde foram

acomodadas as sementes de soja a serem germinadas, assim servindo de suporte para a germinação e escoamento do excesso de água que passa pelas sementes. A água aspergida sobre as sementes de soja, passa pelas peneiras e escoam para o fundo das câmaras, saindo do sistema de germinação através de um ralo existente na parte inferior de cada unidade. Para que a saída da água das câmaras ocorresse por gravidade, as câmaras foram montadas sobre uma bancada com elevação de 38 cm.

Figura 1.2 - Vista interna da Câmara de germinação, câmara de produção com microaspersor de água na tampa (a) e peneira de aço inox Brinox[®] (18 mesh) (b).



Fonte: O autor (2019).

1.2.3 Estimativa de custo para construção de protótipo para produção de brotos

Levantamento de custo dos materiais utilizados para construção do protótipo para produção de brotos de soja.

1.2.4 Avaliação de parâmetros para produção dos brotos de soja

Para a produção de brotos utilizando o protótipo desenvolvido foram avaliados os seguintes parâmetros: quantidade de sementes, tempo de embebição, frequência de irrigação, volume de água aspergida e tempo de germinação, visando obtenção de brotos com comprimento médio de 10 cm, bom rendimento e aspecto visual.

Para tanto, as sementes de soja foram selecionadas visualmente retirando-se sementes com deterioração e com defeitos (sementes murchas e ou trincadas) e sujidades (paus e pedras).

Outro fator importante para produção de brotos, é a qualidade de água utilizada, sendo assim realizou-se as análises microbiológicas da água potável (bactérias heterotróficas, coliformes totais, coliformes termotolerantes).

1.2.4.1 Avaliação da quantidade de sementes

Para se determinar a quantidade ideal de sementes a serem colocadas para germinar nas câmaras de germinação avaliou-se quantidades de 60, 80 e 100 g de sementes de soja da cultivar BRS 216, observando-se qual quantidade germinou melhor, produzindo brotos com melhor aspecto visual e rendimento. A partir desta definição, avaliou-se tempo de embebição.

1.2.4.2 Avaliação do tempo de embebição

Para avaliar o melhor tempo de embebição, 80 g de sementes de soja foram sanitizadas em 400 mL de solução de hipoclorito de sódio (Butterfly®) a 10% em béquer de 500 mL, por 4 min. Em seguida as sementes foram imersas em 400 mL de água potável por 4, 6 e 8h para embebição. Posteriormente, para produção de brotos, as sementes foram drenadas e colocadas na câmara de germinação (5 câmaras, cada uma com 80 g de sementes).

1.2.4.3 Avaliação da frequência de irrigação e volume de água aspergida

Para a avaliação da frequência e do volume de água de irrigação, 80 g de sementes de soja embebidas em água por 6 h, drenadas e inseridas no sistema de produção de brotos, foram irrigadas nas frequências de 4 em 4 h, 8 em 8h e 12 em 12h, com aspersão de 20, 25 e 30 mL de água, respectivamente, durante 120h de germinação.

1.2.4.4 Avaliação do tempo de germinação

Para determinação do tempo de germinação, avaliou-se a produção dos brotos nos tempos de 96, 120 e 144 h. Para tanto foi utilizado, 80 g de sementes embebidas em água por 6 h, drenadas e inseridas no sistema de produção de brotos, irrigadas a cada 12h, com o

volume de água aspergida de 20 mL, o qual equivale a 4 s de aspersão na câmara de germinação, por 120 h.

1.2.5 Caracterização física dos brotos de soja

Determinou-se o comprimento e o peso dos brotos viáveis após a colheita dos mesmos. O comprimento de 50 brotos foi medido com auxílio de paquímetro (Starrett® modelo Universal Série 125) e o valor expresso em cm. Mediu-se 50 brotos, em triplicata. O peso dos brotos viáveis de cada bandeja contendo 80 g de sementes, foi determinado em balança semi-analítica (Marte, modelo AL 500), e os dados expressos em g.

1.2.6 Caracterização química das sementes e dos brotos

Nas sementes e nos brotos *in natura* foram determinadas as seguintes composições: umidade, proteína, minerais totais, lipídios, componentes minerais, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e ácido fítico.

Para realizar as análises físico-químicas nas sementes, as mesmas foram moídas em moedor Cuisinart® (modelo DCG-20BKN) e mantidas sob refrigeração em refrigerador Cònsul (modelo Frost Free) a aproximadamente 8°C. Para realizar as análises físico-químicas nos brotos, os mesmos foram embalados com papel alumínio, congelados a -86°C em ultrafreezer Indrel® (modelo IUT 355D), liofilizados por 48 h a aproximadamente -40°C em liofilizador Edwards® (modelo Modulyo), moídos em moedor Cuisinart® (modelo DCG-20BKN). Os liofilizados foram colocados em frascos plásticos com tampa e mantidos sob refrigeração por aproximadamente 8°C, até o momento da realização das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

1.2.6.1 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico em estufa (Fanem®, modelo 320-SE), a 105°C por 4 h AOAC (2007).

1.2.6.2 Proteína

O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando o sistema digestor-destilador (VELP – UDK 126A) (IAL, 2008), com 1,0 g de amostra, com o fator de conversão para o teor de proteína de 6,25 (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, em base seca.

1.2.6.3 Minerais Totais

Os minerais totais foram determinados por meio da calcinação das amostras em mufla (Lavoisier®, modelo 400C) a 550 °C por 6 h. Os resultados foram expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, em base seca (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, em base seca.

1.2.6.4 Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada por extração em Soxhlet (Nova Ética®, modelo NT340), utilizando éter de petróleo (Química Moderna® 30-60°C) como extrator (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, em base seca.

1.2.6.5. Componentes minerais

Para a extração dos componentes minerais: Manganês (Mn), potássio (K), zinco (Zn), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe) e cálcio (Ca), presentes nas sementes e nos brotos de soja, foram quantificados por espectrometria de absorção atômica em chama – FAAS (Varian, modelo Spectron AA 5) seguindo metodologia descrita pela AOAC (2007). Para obtenção da quantidade de minerais nas sementes e nos brotos foram usadas as médias das triplicatas. Os resultados foram expressos em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ em base úmida.

1.2.6.6 Inibidor de tripsina Kunitz

Para quantificação do inibidor de tripsina Kunitz seguiu-se a metodologia desenvolvida por Kakade et al. (1974).

A quantificação inibitória de tripsina foi realizada por meio de ensaio enzimático utilizando-se o benzoil-DL-arginina-*p*-nitroanilida (BAPNA) (Sigma® - Pureza $\geq 98\%$) como

substrato para a tripsina de pâncreas bovino. Alíquotas de 2 mL da solução diluída do extrato das amostras foram pipetados em 4 tubos de ensaio (3 tubos para determinação da atividade no extrato da amostra e 1 tubo para o branco) e 2 mL de água destilada no tubo para determinar o padrão de tripsina. Os tubos foram acondicionados em banho-maria (Marconi® modelo MA126) à 37°C, e em seguida adicionou-se 2 mL da solução de tripsina (0,02 mg.mL⁻¹ de HCl 0,001 N), com excessão do branco, e após 10 min foram adicionados 5 mL de BAPNA 0,4 mg mL⁻¹ de tampão Trisma pH 8,2 (contendo 2,95 mg mL⁻¹ de cloreto de cálcio dihidratado (CaCl₂.2H₂O) (Neon, 99,0-105,0%), previamente aquecidos a 37°C, e deixou-se os tubos em banho-maria por 10 min. Em seguida adicionou-se em todos os tubos 1 mL de ácido acético 30% (v/v) (Dinâmica, 99,7%) para interromper a reação. E no tubo do branco adicionou-se mais 2 mL da solução de tripsina. As amostras foram filtradas em papel *Whatman* n° 3 (Jprolab®) e o filtrado foi utilizado para determinação do teor dos inibidores de tripsina em uma absorbância de 410 nm em espectrofotômetro (Spectro Vision® modelo DB-1880S).

Os resultados foram expressos em mg de inibidor de tripsina Kunitz por g de amostra desengordurada, através da Equação 1.1.

$$\text{Inibidor de Tripsina Kunitz (mg } \frac{\text{IT}}{\text{g}}) = \frac{\text{Abs padrão} - \text{Abs amostra}}{38 \times \text{peso da amostra}} \times 2500 \quad (1.1)$$

Onde: Abs padrão: absorbância padrão; Abs amostra: absorbância da amostra; mg: miligramas; IT: Inibidor de Tripsina; g: gramas.

1.2.6.7 Índice de atividade ureática

O índice de atividade ureática foi determinado segundo metodologia descrita por AOAC (2005). Inicialmente adicionou-se 0,2 g de amostra um tubo de ensaio contendo 10 mL de ureia tamponada pH 7,0, seguido de homogeneização. O tubo de ensaio foi tampado e colocado em banho-maria (Marconi® modelo MA126) a 30 °C, por 30 min. Para o branco, ao invés da utilização da ureia tamponada pH 7,0, foi utilizado apenas solução tampão pH 7,0. Ambos os tubos (amostra e branco) foram retirados do banho-maria (Marconi® modelo MA126), e decantou-se o líquido sobrenadante em um recipiente (béquer) e medido os pH. A determinação da atividade ureática em sementes e brotos de soja baseia-se na variação de pH que ocorre em função da amônia que é liberada pela ação enzimática da uréase.

1.2.6.8 Quantificação do ácido fítico

O ácido fítico foi determinado por cromatografia de troca iônica, segundo metodologia descrita por Latta; Eskin (1980), com modificações de Ellis; Morris (1986).

Inicialmente, pesou-se 1g de amostra previamente moída em erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 10 mL de solução HCl 0,8M e submeteu-se a agitação em agitador magnético (Velp Científica®) durante 2 h. Em seguida foi centrifugado (centrífuga MPW®, modelo 351R), a 2000 rpm durante 10 min para a obtenção do sobrenadante, onde 2 mL do sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 50mL e completou-se o volume com água milli-Q.

Em seguida foi preparada a coluna em seringa de vidro contendo 1cm de lã de vidro, e 0,50 g de resina (Dowex®, 1x4 chloride form) e empacotou-se a coluna, lavando-se com água milli-Q até que toda a resina ficasse uniforme no fundo da coluna descartando a água que foi utilizada. Posteriormente foi eluido 10 mL de NaCl 0,7 M (3 s/gota) e 10mL de água milli-Q (3 s/gota).

Após, foi eluido 2 mL da amostra diluída (5 s/gota), desprezando em béquer. Foi eluido cuidadosamente 10 mL NaCl 0,1M (3 s/gota), desprezando em béquer. Eluiu-se cuidadosamente 10 mL NaCl 0,7M (5 s/gota), coletando-se em béquer. Em tubos de ensaio foi subdividido o líquido coletado em 3 alíquotas de 3 mL, adicionou-se 1 mL do reativo de wade e agitou-se durante 5 s em agitador tipo "vórtex" (Phoenix®, modelo AP 56) e ejetou-se a amostra para leitura em espectrofotômetro (Spectro Vision® modelo DB1880S) a 500 nm.

Os resultados foram expressos em % (g.100g⁻¹), através da Equação 1.2:

$$AF (\%) = ((ABSa - ABSw) \times Fd) \div (M \times F \times 10000) \quad (1.2)$$

Onde: AF(%)= Porcentagem de ácido fítico, ABSa = absorbância amostra, ABSw = absorbância Wade, F = fator da curva (diferença ABS / concentração em ug), Fd = fator de diluição e M = massa da amostra, em g.

1.2.7 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de t-student, a nível de 95% de confiança, utilizando o *software Statistica 5.0*.

1.3 Resultados e discussão

1.3.1 Estimativa de custos para construção de protótipo para produção de brotos

A construção de um protótipo para produção de brotos de soja é uma alternativa para pessoas que buscam empreender, bem como aumento de renda de pequenas propriedades e/ou agroindústrias. O empreendedorismo torna-se necessário para motivar e estimular processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional (BRASIL, 2014). Os materiais, quantidades, valores unitários e valores totais para a construção de um protótipo são apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1- Estimativa de custos para construção de protótipo para produção de brotos.

Materiais	Quantidades (un)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Bomba centrífuga	1	409,00	409,00
Reservatório de água	1	45,00	45,00
Temporizador	1	90,00	90,00
Recipientes plásticos com tampa	5	25,00	125,00
Microaspersores rotativos	5	2,80	14,00
Mangueira	1	12,00	12,00
Canos de PVC	1	9,60	9,60
Peneiras de aço	5	35,00	175,00
Válvula para tanque	5	3,50	17,50
Abraçadeira metálica	8	2,00	16,00
Encaixes de PVC	8	3,00	24,00
Materiais elétricos	-	-	15,00
Suporte de madeira	1	40,00	40,00
Total R\$			992,10

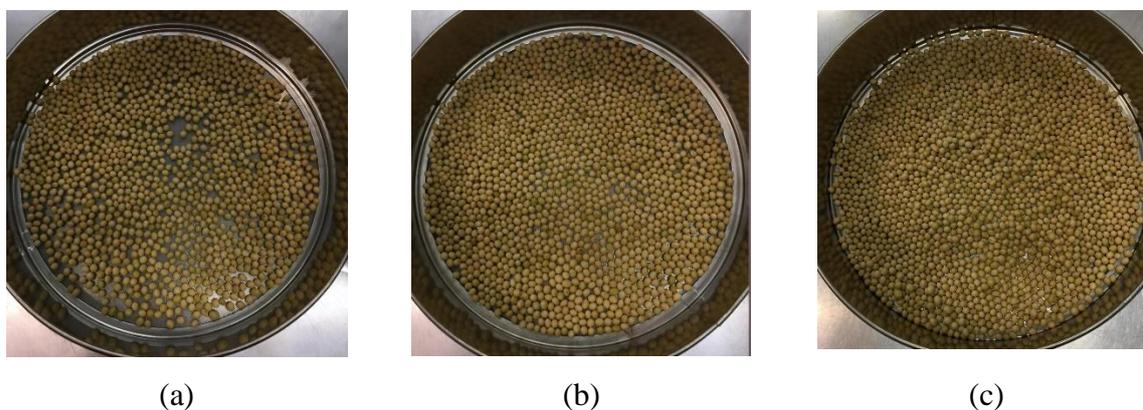
Fonte: O autor (2019).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1.1, são necessários em torno de R\$ 992,00 para a construção deste sistema proposto. Verifica-se que o custo não é elevado, o qual pode ser implantado por pequenos produtores e/ou agroindústrias.

1.3.2 Parâmetros para produção dos brotos de soja

De acordo com testes preliminares foram definidas condições para produção de brotos de soja, como a quantidade de sementes, tempo de embebição, frequência de irrigação, volume de água aspergida e tempo de germinação. A quantidade de sementes disposta na peneira, é um parâmetro importante para que todas as sementes germinem e não ocorra deterioração. Dessa forma, é necessário que as sementes fiquem dispostas uniformemente no recipiente e que não se sobreponham. Neste sentido foi observado que ao utilizar 80 g de soja em cada recipiente de germinação, as sementes não ficaram sobrepostas, como pode ser observado na Figura 1.3b. No entanto ao utilizar-se 60g (Figura 1.3a) verificou-se espaços vazios, e com 100g (Figura 1.3c) a sobreposição das sementes, afetando desta forma a eficiência da produção.

Figura 1.3 – Aspecto visual da distribuição das sementes no recipiente de germinação com 60 (a), 80(b) e 100(c) g.



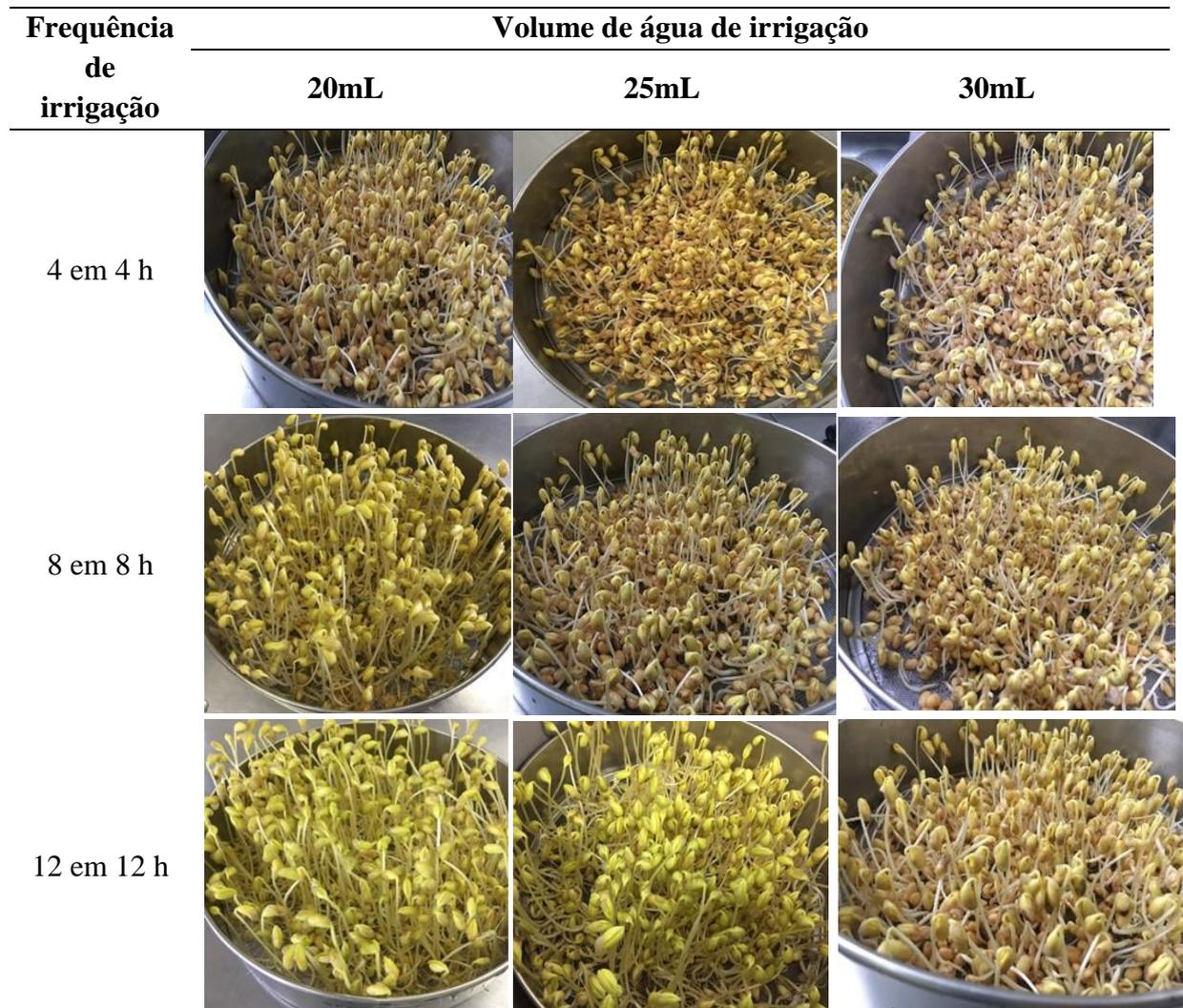
Fonte: O autor (2019).

O tempo de embebição das sementes deve ser determinado com cuidado, porque embora seja necessário obter-se a embebição máxima, essa condição tem um limite, pois demasiada embebição pode causar a quebra das cascas das sementes provocando a lixiviação de conteúdos celulares, o que causaria prejuízo na capacidade de germinação (CASTRO; HILHORST, 2004). Resultados dos testes de avaliação indicaram melhor capacidade de germinação nas sementes embebidas por 6 h. Quanto a porcentagem de germinação, 80 g de sementes de soja embebidas por 4, 6 e 8 h, apresentaram percentagens de germinação de 79, 91 e 82 %, respectivamente).

Ao avaliar a frequência de irrigação, a cada 4, 8 e 12 h, e a quantidade de água (20, 25 e 30 mL) aspergida nas sementes (Figura 1.4), observou-se que os tempos de 4 e 8 h não foram eficazes, pois visualmente observou-se apodrecimento de algumas sementes. A frequência de irrigação de 12 h foi a mais eficaz apresentando brotos bem desenvolvidos de aproximadamente 10 cm. Os volumes de água de aspersão de 25 e 30 mL acarretaram deterioração de parte das sementes. Desta forma, a frequência de irrigação e o volume de água de aspersão definidos para este estudo foram de 12 em 12h e de 20 mL. O excesso de umidade, é desfavorável para germinação, uma vez que tende a limitar o suprimento de oxigênio e leva à decomposição por fungos (LIU, 2008).

Em relação, ao tempo de germinação e crescimento dos brotos (96, 120 e 144 h) verificou-se que com 96 h os brotos atingiram em média 7,35 cm de comprimento, já com 120 h atingiram comprimento de 8,75 cm e com 144 h de germinação os brotos atingiram 11,23 cm, iniciando o desenvolvimento de folhas, o que não é desejável.

Figura 1.4 - Produção de brotos com variação de volume de água de irrigação de 20, 25 e 30 mL, em frequências de 4, 8 e 12 h.



Fonte: O autor (2019).

De acordo com os resultados obtidos, as condições para a produção de brotos foram definidas e fixadas em 80 g de sementes de soja para cada câmara de germinação (Figura 1.5a), 6 h de embebição, irrigação de 12 em 12 h com 20 mL de água em aspersão, pelo período de 120 h (Figura 1.5b). Os brotos *in natura* apresentaram boa aparência visual após a colheita (Figura 1.5c) e aparo das raízes (Figura 1.5d).

Figura 1.5 - Aspecto visual das sementes de soja dentro do sistema de germinação (a), dos brotos da soja na câmara de germinação após 120 h (b), brotos de soja prontos para a colheita (c) e dos brotos de soja colhidos sem as raízes (d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: O autor (2019).

1.3.3 Características físico-químicas das sementes e brotos de soja *in natura*

De acordo com a melhor condição analisada para produção de brotos, observou-se um rendimento de 189%, pois a partir de 80 g de soja foram obtidos 151,32 g de brotos, podendo ser estimado que 1 Kg de sementes pode render 1,891 Kg de brotos. Oliveira et al. (2013) ao estudarem a produção de brotos de soja com a cultivar BRS 216 com 120 h de germinação verificaram que a cada 1 kg de sementes de soja a produção de brotos foi de 1,429 kg. Esta diferença pode ser devido a uma série de fatores que afetam germinação e vigor das sementes, tais como, condições ambientais de produção, condições de colheita e armazenamento

(KARR-LILIENTHAL et al., 2005; SANTOS et al., 2007; MINUZZI et al., 2009; SILVA et al., 2010).

Os brotos *in natura* foram avaliados quanto aos teores de proteína, minerais totais, lipídeos, atividade do inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e componentes minerais (Ca, Mg, K, Zn, Cu, Fe e Mn), em comparação as sementes (Tabela 1.2). Para as análises químicas os valores de umidade das sementes e dos brotos liofilizados foram padronizados em 9,54% (extrato seco de 90,46%) e 5,26% (extrato seco de 94,74%), respectivamente.

A germinação proporciona aumento significativo nos teores de proteína, já que ocorre síntese enzimática e degradação de outros constituintes (BARCELOS et al., 2002; MARTINEZ, 2011). Os brotos *in natura* da cultivar BRS 216 apresentaram 49,12 g.100 g⁻¹ em relação a 40,77 g.100g⁻¹ observada nas sementes. Tendência semelhante foi observada por Cantelli et al. (2017) quando brotos *in natura*, germinados por 96 h apresentaram 47,70 g.100 g⁻¹. Oliveira et al. (2013) também observaram elevado teor de proteínas (47,90 g.100 g⁻¹) nos brotos germinados por 120 h. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2011), a soja possui em torno de 36% de teor proteico, o feijão preto (21,3%), a ervilha em vagem (7,5%) e o amendoim (27,2%), a soja, portanto, se destaca em relação às outras leguminosas quanto ao conteúdo de proteína.

Em relação ao teor de minerais totais houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as sementes e brotos, os teores encontrados foram 4,54 e 5,74 g.100g⁻¹, respectivamente. Oliveira et al. (2013) obtiveram valores elevados para minerais totais após germinação da cultivar BRS 216, com irrigação a cada 12 h (6,53, 7,55 e 7,06 g.100g⁻¹, para 120, 144 e 168 h de germinação, respectivamente).

Com a germinação ocorreu redução nos teores de lipídeos. Essa redução, pode ser explicada pela questão de que as sementes oleaginosas, depois de germinarem, metabolizam os triacilgliceróis armazenados, convertendo-os em carboidratos, pois as plantas não dispõem de mecanismos de transporte de gorduras do endosperma para os tecidos radiculares e órgãos aéreos da plântula (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os valores de lipídeos encontrados para os brotos foram similares aos encontrados por Oliveira et al. (2013), os quais relataram valores de lipídeos de 18,10, 16,53 e 10,71 g.100 g⁻¹ de massa seca nas frequências de irrigação 4, 8 e 12 h, respectivamente, pelo tempo de germinação de 120 h.

A soja apresenta alto valor nutricional, sendo que, possui maior conteúdo de proteína, em comparação com o feijão preto (21,3%), a ervilha em vagem (7,5%) e o amendoim (27,2%). Com exceção do amendoim, que apresenta 43,9% de teor de lipídeos, a soja também possui a maior percentagem lipídica entre essas leguminosas (TACO, 2011).

Tabela 1.2- Teores de proteína, minerais totais, lipídeos, ácido fítico, inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e componentes minerais das sementes e dos brotos *in natura* da cultivar de soja BRS 216.

Análises		Sementes de Soja	Brotos <i>in natura</i>
Proteína (g.100 g ⁻¹)		40,77 ^b (±0,32)	49,12 ^a (±0,29)
Minerais totais (g.100 g ⁻¹)		4,54 ^b (±0,22)	5,74 ^a (±0,12)
Lipídios (g.100 g ⁻¹)		18,61 ^a (±0,31)	12,64 ^b (±0,28)
Ácido Fítico (g.100g ⁻¹)		1,62 ^a (±0,27)	1,10 ^b (±0,31)
Inibidor de Tripsina Kunitz(mg IT.g ⁻¹)		21,55 ^a (±0,41)	15,23 ^b (±0,21)
Atividade Ureática (pH)		2,34 ^a (±0,28)	1,70 ^b (±0,54)
Componentes Minerais	Ca (mg.Kg ⁻¹)	175,43 ^a (±0,21)	167,07 ^b (±0,19)
	Mg (mg.Kg ⁻¹)	248,32 ^a (±0,19)	197,82 ^b (±0,52)
	K (mg.Kg ⁻¹)	935,28 ^b (±0,41)	1125,97 ^a (±0,11)
	Zn (mg.Kg ⁻¹)	2,91 ^a (±0,38)	3,18 ^a (±0,23)
	Cu (mg.Kg ⁻¹)	1,34 ^a (±0,37)	0,94 ^a (±0,53)
	Fe (mg.Kg ⁻¹)	14,11 ^b (±0,08)	15,41 ^a (±0,16)
	Mn (mg.Kg ⁻¹)	2,89 ^a (±0,36)	2,91 ^a (±0,06)

Média (três repetições) ± Desvio Padrão seguidas de letras iguais minúsculas na linha indicam não haver diferença significativa a nível de 5% (Teste de *t-student*).

Fonte: O autor (2019).

Os teores de ácido fítico nas sementes e brotos diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), e foram inferiores a 2%, o que os tornam alimentos com ação funcional, pois segundo Kumar et al. (2005), uma concentração alta, acima de 10%, faz com que esse composto atue como substância antinutricional, sendo que em concentrações mais baixas tem ação funcional.

Os teores do inibidor de tripsina Kunitz encontrados nas sementes de soja foram 21,55 mg IT.g⁻¹. Após a germinação ocorreu redução do inibidor de tripsina Kunitz, sendo que os valores encontrados nos brotos foram de 15,23 mg IT.g⁻¹. Por tratar-se de fator antinutricional, torna-se necessário a redução ou inativação desse composto no processamento de alimentos à base de soja. Vários processos têm sido aplicados nas sementes de soja, tais como: tratamento térmico, fermentação e germinação visando melhor qualidade nutricional da soja e utilização como alimento (BAU et al., 1997; GU et al., 2017). Ma et al. (2020)

estudaram os efeitos da germinação sem e sob radiação UV-B na composição nutricional da soja e, observaram reduções na atividade do inibidor de tripsina de 22% e 39% após 2 e 4 dias de germinação, respectivamente.

Quanto aos valores de atividade ureática, nas sementes de soja da cultivar BRS 216, o valor encontrado foi 2,34 unidades de pH, o qual está em acordo com os valores de 2,0 a 2,5 citados por Lima et al. (2011). A atividade ureática foi reduzida em 25 % com a germinação (2,34 na semente e 1,70 no broto *in natura*). Ma et al. (2020) também observaram redução na atividade ureática durante a germinação da soja por 96 h, sem e com radiação UV-B, a qual foi 8% para soja germinada sem radiação e 14 % para soja germinada com radiação UV-B.

Os resultados dos componentes minerais obtidos para as sementes de soja da BRS 216: manganês 2,1-5,3 mg.Kg⁻¹, cobre 1,4-1,7, zinco 3,2- 4,9 mg. Kg⁻¹, potássio 1127,7-1624,4 mg.Kg⁻¹, magnésio 197,2-241,3 mg.Kg⁻¹ e cálcio 146,9-316,7 mg.Kg⁻¹, estão próximos aos encontrados por Benassi; Prudencio (2013) em diferentes cultivares de soja. Com a germinação houve aumento nos teores de potássio e ferro. Lima et al. (2009) também observaram aumento nos teores de potássio e ferro durante a germinação de sementes de feijão de 3 espécies (*Vigna radiata* (mungo-verde), *Vigna mungo* (mungo-preto) e *Cajanus cajan* (guandu-anão). Nos brotos, o potássio foi o mineral presente em maior quantidade (1125 mg.Kg⁻¹). Quanto ao conteúdo de cálcio e magnésio, houve variação (p<0,05) entre as sementes e brotos. Na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), os valores para esses compostos são semelhantes aos resultados médios obtidos nesse trabalho.

1.4 Conclusão

A construção de um protótipo simples e econômico para produção de brotos de soja com a praticabilidade de irrigação automatizada, mostrou viabilidade de obtenção do protótipo com custo baixo. Com 80 g de soja em cada câmara de germinação, tempo de embebição de 6 h, irrigação de 12 em 12 h, volume de água aspergida de 20 mL, os brotos atingiram o tamanho desejado de aproximadamente 10 cm e 151,32 g de brotos. O aumento no comprimento dos brotos ocorreu de forma crescente em função dos dias de germinação. A média de comprimento dos brotos da BRS 216 foi 8,75 cm, com 120 h de germinação. Na germinação ocorreu um aumento significativo nos teores de proteína e minerais. Enquanto que os teores de lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e atividade ureática reduziram, indicando que a germinação alterou a composição físico-química e fatores

antinutricionais, aumentando o valor nutricional da soja, o que torna os brotos ainda mais atrativos. Assim, este estudo demonstrou a viabilidade de construção de um protótipo para produção de brotos, o qual pode ser implantado em pequenas propriedades e/ou agroindústrias.

1.5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Projeto Universal -471593/2012-5), FAPERGS, CAPES (Fonte de financiamento 001), URI Erechim pela infraestrutura e suporte financeiro.

1.6 Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (method 900.02, 994.12, 996.06, 996.01), 18th ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- A.O.A.C (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 18. ed. Washington: AOAC, 3000 p, 2007.
- BAU, H. M.; VILLAUME, C.; NICOLAS, J. P; MEJEAN, L. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. Journal Science Food Agriculture, v. 73, p. 1-9, jan. 1997. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)10970010\(199701\)73:1<1::AIDJSFA694>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)10970010(199701)73:1<1::AIDJSFA694>3.0.CO;2-B).
- BARCELOS, M. F. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, M. A. C. Aspectos nutricionais de brotos de soja e de milho combinados. Ciência e Agrotecnologia, v. 26, n. 4, p. 817-825, jul./ago. 2002.
- BENASSI, V. T.; PRUDENCIO, S. H. Impactos do processamento de soja na retenção de minerais, isoflavonas e proteínas em tofus. Alimentos e Nutrição – Brazilian Journal of Food and Nutrition, Araraquara, v.24, n.1, p.51-59, 2013.
- BRASIL. Plano de desenvolvimento institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. 2014 – 2018 Ministério da Educação. Bento Gonçalves, dez. 2014. Disponível em: Acesso em: 02 dez. 2019.
- CANTELLI, K. C., SCHMITD, J. T., DE OLIVEIRA, M. A., STEFFENS, J., STEFFENS, C., LEITE, R. S., & CARRÃO-PANIZZI, M. C. Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico-químicas. Brazilian Journal Food Technology, v. 20, e2016074, jan. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.7416>
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERHOW, M., MANDARINO, J. M. G., OLIVEIRA, M. C. N. Environmental and genetic variation of isoflavone content of soybean seeds grown in **Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1444-1451, nov. 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100011>
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SILVA, J. B. Soja na alimentação humana: Qualidade na produção de grãos com valor agregado. In: Congresso de la soja del Mercosur – MERCOSOJA, Rosário, Asociacions de la Cadena de la Soja Argentina (ACSOJA), p.1-3, 2011.

- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; MOREIRA, J. U. V. Melhoria de Soja para Alimentação Humana na Embrapa Trigo – Safra Agrícola 2011/2012. Passo Fundo/RS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Trigo. ISSN 1516-5582, p. 27 – 31, 2012.
- CARPENTIERI-PIPOLO, V. Celeste: nova linhagem de soja livre de lipoxigenase e inibidor de tripsina Kunitz. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja. (Embrapa Soja. Documentos, 353), p. 129-130, 2014.
- CASTRO, R.D.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.149-162, 2004.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Grãos, Safra 2018/2019. Nono levantamento, junho de 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 14 de dezembro, 2019.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Grãos, Safra 2008/2009 sétimo levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 12 de junho, 2017.
- ELLIS, R.; MORRIS, R. Appropriate resin selection for rapid phytate analysis by ion-exchange chromatography. *Cereal Chemistry*, v. 63, p. 58-59, mar.1986. <https://doi.org/10.1021/jf00010a015>
- GU, E. J.; KIM, D. W.; JANG, G. J.; SONG, S. H.; LEE, J. I.; LEE, S. B.; KIM, H. J. Mass-based metabolomic analysis of soybean sprouts during germination. *Food chemistry*, p. 311-319, fev. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.113>
- IAL. (Instituto Adolfo Lutz). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, p. 21-22, 2008.
- JOSHI, P.; VARMA, K. Effect of germination and dehulling on the nutritive value of soybean. *Nutrition and Food Science*, v.46, n.4, jul. 2016. DOI: 10.1108/NFS-10-2015-0123
- KAKADE, M. L.; RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of a improved procedure. *Cereal Chemistry*, v. 51, p. 376-383, 1974.
- KARR-LILIENTHALA. L. K.; KADZERE, C. T.; GRIESHOPC, C. M.; FAHEY JR, G. C. Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: a review. *Livestock Production Science*, v. 97, n. 1, p. 1-12, out. 2005. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.01.015>
- KUMAR, V.; RANI, A.; RAJPAL, S.; SRIVASTAVA, G.; RAMESH, A.; JOSHI, O. P. Phytic acid in Indian soybean: genotypic variability and influence on growing location. *Journal of the Science of Food Agriculture*, London, v. 86, n. 9, p. 1523-1526, mar. 2005. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2151>
- LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid method for phytate determination. *Journal Agriculture Food Chemistry*, v. 28, p. 313-315, nov. 1980. <https://doi.org/10.1021/jf60232a049>
- LIU, K. Food use of whole soybeans. In: LAWRENCE, A. J.; WHITE, P. J.; GALLOWAY, R. Soybeans Chemistry, Production, Processing, and Utilization. Urbana: AOCS Press, 2008.
- LIMA MACHADO, A. L.; BARCELOS, M. D. F. P.; TEIXEIRA, A. H. R.; ALVES NOGUEIRA, D. Avaliação de componentes químicos em brotos de Fabaceae para o consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.4, jul./ago. 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000400018>.

- LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DANTAS, L. S.; CAVALCANTE, L. E. Atividade ureática. **Revista Nutritime**, v.8, n. 05, p. 1606-1611, 2011. ISSN: 1983-9006
- MA, M.; ZHANG, H.; XIE, Y.; YANG, M.; TANG, J.; WANG, P.; GU, Z. Response of nutritional and functional composition, anti-nutritional factors and antioxidant activity in germinated soybean under UV-B radiation. *LWT Food Science and Technology*, n.118, jan. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108709>
- MARTINEZ, A. P. C.; MARTINEZ, P. C. C.; SOUZA, M. C.; BRAZACA, S. G. C. Alterações químicas em grãos de soja durante a germinação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 1, p. 23-30, jan./mar. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000100004>
- MINUZZI, A.; RANGEL, M. A. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MORA, F.; ROBAINA, A. D. Rendimento de teores de óleo e proteínas de quatro cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 4, p. 80-93, jul./ago. 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000400015>.
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. ; LEITE, R. S. Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: Caracterização físico-química e teste de aceitabilidade. *Revista Food Technology*, Campinas, v. 16, n. 1, p. 34-41, mar. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000009>
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Tecnologia para produção de brotos de soja. Comunicado técnico, 6 p., 2016.
- SANTOS, T. B. A. Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas na cidade de Campinas/SP. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos Campinas, p.110, 2007.
- SILVA, C. O.; ANDRADE, G. F.; DANTAS, M. I. S.; COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G.; FONTES, E. A. F.; MARTINO, H. S. D. Influência do processamento na qualidade protéica de novos cultivares de soja destinados à alimentação humana. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 23, n. 3, p. 389-397, jun. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732010000300007>
- SILVA, E.O.; BASTOS, M.S.R.; ALVES, R.E.; SOARES, N.F.F.; PUSCHMANN, R. Segurança microbiológica em frutas e hortaliças minimamente processadas. In: *Anais do I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados*, San Pedro, SP Brasil, v. 1, p.37-46, 2006.
- TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – 4ª edição revisada e ampliada, Campinas – São Paulo, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 719 p., 2004.
- VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. Produção de brotos comestíveis: Feijão Moyashi, Alfafa, Trevo, Rabanete e Brócolis. Viçosa, CPT, 108 p., 2001.

CAPÍTULO II

2 AVALIAR A INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE ABSORVEDOR DE OXIGÊNIO EM BROTOS DE SOJA MINIMAMENTE PROCESSADOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES EMBALAGENS

Resumo:

A presença de oxigênio em alimentos é um fator que contribui na deterioração, e uma forma de atenuar esse problema é o emprego de sachê absorvedor de oxigênio, o qual pode prolongar a vida de prateleira do produto. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adição de absorvedor de oxigênio em diferentes embalagens (PET, PEBD, e PET + PEBD) contendo brotos de soja minimamente processados durante a estocagem (0 a 12 dias) quanto as características físico-químicas, microbiológicas, aspecto visual e aceitabilidade. As embalagens (PET, PEBD, e PET + PEBD) foram caracterizadas quanto as propriedades óticas (transmitância, haze - opacidade e claridade), grupamentos funcionais e químicos. O volume de oxigênio absorvido pelo sachê foi avaliado durante o período de armazenamento dos brotos. As propriedades óticas das embalagens (PET, PEBD, e PET + PEBD) apresentaram elevada transmitância e claridade, e baixo Haze. Os brotos MP armazenados por 12 dias nas diferentes embalagens, sem absorvedor de oxigênio, não apresentaram diferença significativa nas características físico-químicas. Com relação aos resultados obtidos das análises dos brotos *in natura* observou-se que houve aumento significativo no teor de umidade nos brotos MP nas diferentes embalagens E1, E2 e E3 (86,64; 86,79 e 86,82 %), respectivamente, quando comparado ao *in natura* (84,22 %) e redução nos teores de proteína para os brotos MP, os teores de proteína encontrados nos brotos *in natura* foram 49,12 g.100 g⁻¹ e para os brotos MP armazenados por 12 dias nas embalagens E1, E2 e E3 (47,98; 47,93 e 48,01 g.100 g⁻¹). O broto MP armazenado (12 dias) na embalagem PET, com e sem sachê absorvedor de oxigênio, foi o que apresentou melhor aspecto visual, sendo classificado com índice de qualidade 1 (excelente, sem mudança de cor). Os brotos MP atenderam os padrões microbiológicos de qualidade e apresentaram aceitabilidade de 75,11 % e 72,40 % de intenção de compra. Ocorreu aumento crescente no volume de oxigênio absorvido (cm³) em função do tempo de armazenamento nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3) até 9 dias armazenados, porém a partir dos 9 dias apresentaram um decréscimo no volume.

Palavras-chave: Embalagem ativa, propriedades óticas, absorção de oxigênio.

2.1 Introdução

As embalagens possuem papel essencial na conservação dos alimentos uma vez que os protegem das alterações físicas, químicas e biológicas (SEABRA et al., 2001; ABRE, 2015; YILDIRIM et al., 2018).

As embalagens ativas permitem uma interação entre o alimento e a embalagem, seja diretamente ou pelo espaço livre, tendo como finalidade garantir a qualidade e a segurança durante a vida de prateleira do alimento (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016).

Um dos fatores que contribui muito na deterioração de alimentos é a presença de oxigênio. A presença de altos níveis de oxigênio em embalagens de alimentos deve ser evitada, por tornar propício o crescimento microbiano, podendo provocar alterações na cor e perda nutricional (OZDEMIR, FLOROS, 2004; VASCONCELOS; MELO, 2010; TAVELLA, 2017). Uma forma de atenuar este problema, é o emprego de sachês absorvedores de oxigênio, que são capazes de diminuir a concentração deste gás, permitindo manter o controle do O₂, e assim a qualidade original do produto, prolongando sua vida de prateleira (SANTOS; YOSHIDA, 2011; IURA 2012, CICHELO, 2015; DEY; NEOGI, 2019).

Grande parte dos absorvedores de oxigênio disponíveis comercialmente são baseados no princípio de oxidação do ferro e são encontrados na forma de pequenos sachês, contendo agentes redutores como óxido de ferro, componentes ferrosos ou platina, combinados com vários catalisadores. Os sachês, feitos de materiais permeáveis ao ar, são colocados no interior das embalagens onde reagem com vapor de água proveniente dos alimentos, formando agentes redutores metálicos ativos, que capturam o oxigênio no interior das embalagens convertendo-se em óxidos mais estáveis (CRUZ et al., 2008). Estes também podem ser aplicados em condições de refrigeração e congelamento (OZDEMIR; FLOROS, 2004; TRINDADE et al., 2013).

Para uma maior efetividade dos absorvedores, deve-se utilizar embalagens ou filmes com baixa taxa de permeabilidade para o gás (BRODY et al., 2001), aliado com as características do alimento, a forma de processamento, e o tempo de vida útil pretendido. Neste sentido este trabalho objetivou avaliar a influência da utilização de sachê absorvedor de oxigênio em diferentes embalagens (PET, PEBD, PET + PEBD) no armazenamento de brotos de soja minimamente processados, visto que os mesmos são alimentos altamente perecíveis e facilmente suscetíveis a deterioração.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Sachê absorvedor de oxigênio

O sachê absorvedor de oxigênio comercial utilizado neste estudo foi adquirido da empresa PackFresh (EUA), e gentilmente cedido pelo departamento de engenharia de materiais da Universidade Federal de São Carlos. De acordo com o fabricante, o sachê absorvente de oxigênio contém na sua composição carbonato de ferro (FeCO_3), que é ativado com a umidade do ambiente e começa a absorver automaticamente o oxigênio residual dentro do espaço livre da embalagem, a capacidade de absorção é de 100 mL.

2.2.1.1 Caracterização do sachê

A caracterização do sachê foi realizada na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Difração de raios-X: A difratometria de raios X (DRX) é uma técnica muito conhecida e utilizada na investigação das propriedades de um material cristalino (WIDJONARKO; EDWIN, 2016). As medidas de difração de raios-X foram realizadas no sachê com um difratômetro XRD 6000 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) operando com radiação Cu K_α ($\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$) monocromatizada com um filtro de níquel. O ânodo de cobre foi excitado com uma tensão de 30 kV e corrente de 30 mA. A intensidade do feixe difratado foi coletada à temperatura ambiente na faixa de ângulos de Bragg de $5 - 80^\circ$ utilizando uma velocidade de varredura de 2° min^{-1} . As análises foram realizadas para o sachê absorvedor de oxigênio sem exposição ao ambiente e após 4 semanas de expostos ao ambiente, temperatura de aproximadamente 23°C sem controle de umidade relativa.

Espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR): Os espectros de FTIR foram obtidos com um espectrômetro VERTEX (Bruker, Alemanha) operando no modo refletância total atenuada (ATR). Os espectros foram obtidos na faixa de $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ usando acumulação espectral de 32 varreduras e resolução de 2 cm^{-1} . Foi realizada 1 repetição por amostra.

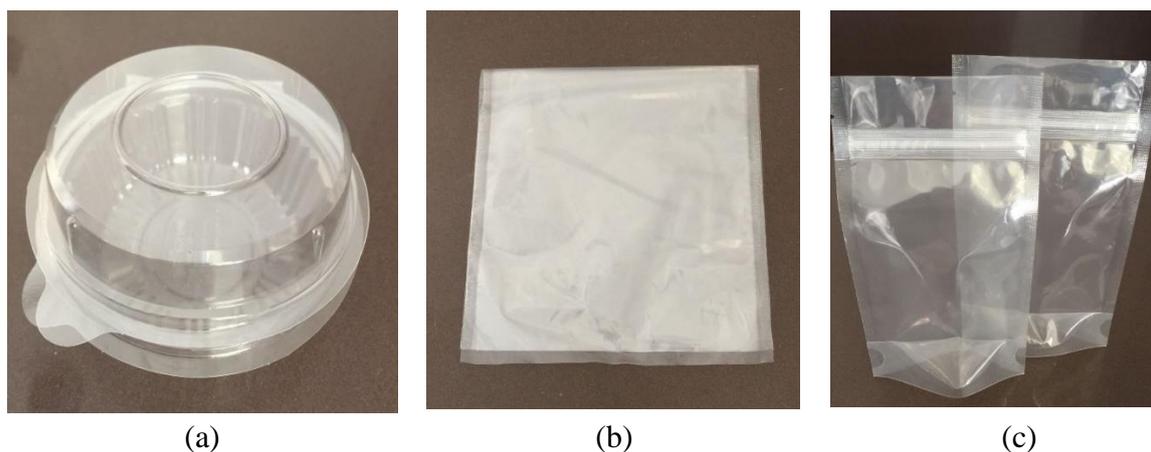
2.2.2 Embalagens

As embalagens utilizadas neste estudo foram: a embalagem rígida de poli(tereftalato de etileno) (PET), a flexível de polietileno de baixa densidade (PEBD) e a semi-flexível PET/PEBD.

A embalagem rígida PET (100%) de tamanho $12,3 \times 3,7 \text{ cm}$, foi adquirida da empresa Nova Pack Embalagens (Bento Gonçalves, RS, Brasil). Já a embalagem flexível de PEBD

(100%) de tamanho 5,5 x 7,7 cm foi adquirida do Atacadão das Embalagens (Erechim, RS, Brasil). E a embalagem semi-flexível de PET/PEBD (30%/70%, respectivamente) saco stand up transparente com zíper, de tamanho 15x10 cm foi adquirida da CBC Embalagens (São Paulo, SP, Brasil). A Figura 2.1 apresenta o aspecto visual das diferentes embalagens utilizadas neste estudo.

Figura 2.1 - Aspecto visual das embalagens de PET (a), PEBD (b), e PET/PEBD (c).



Fonte: O autor (2019).

2.2.2.1 Caracterização das embalagens

Nas embalagens foram avaliadas as propriedades óticas de transmitância, Haze (opacidade) e claridade. Para isto as embalagens foram cortadas em corpos de prova quadrados de 50 cm de lado, sem defeitos superficiais conforme norma ASTM D 1003-07, (ASTM, 2007). Os ensaios foram realizados em quadruplicata em medidor BYK Gardner (modelo Haze-Gard Plus, Berlim, Alemanha) em temperatura ambiente 25°C após calibração.

2.2.3 Obtenção dos brotos de soja minimamente processados (MP)

As sementes de soja da cultivar BRS 216 da safra 2017/2018, foram cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), Passo Fundo/RS. A produção foi realizada em um protótipo desenvolvido pelo grupo, onde foram utilizadas 80 g de sementes de soja em cada câmara de germinação, tempo de embebição de 6 h, irrigação de 12 em 12 h, volume de água aspergida de 20 mL. O protótipo para produção de brotos foi higienizado antes e após cada batelada de produção de

brotos com hipoclorito de sódio 10%. A água utilizada no protótipo de produção era potável clorada (2 mg/L), fornecida pelo sistema de abastecimento de água - CORSAN (Erechim, RS, Brasil).

A colheita dos brotos foi realizada manualmente após 120h de germinação, quando os mesmos atingiram o tamanho de aproximadamente 10 cm, removendo-se a raiz do broto com faca esterilizada (10 min em água fervente, MACHADO; MATTA, 2006). Em seguida, os brotos foram lavados em água potável corrente para retirada da película e centrifugados (Dynasty) por 2 min para remoção do excesso de água.

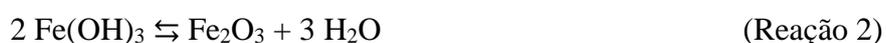
Em seguida, 40 g de brotos MP foram acondicionados em cada tipo de embalagem (PET (E1), PEBD (E2), e PET/PEBD (E3), com e sem sachê absorvedor de oxigênio. As embalagens foram fechadas manualmente e acondicionadas sob refrigeração (5°C), umidade relativa de aproximadamente 90%, por um período de 12 dias. Os brotos MP foram avaliados quanto a características físico-química, microbiológica e sensoriais.

2.2.4 Determinação do volume de oxigênio absorvido pelo sachê nas diferentes embalagens com brotos de soja MP durante o armazenamento

Para a determinação de volume de oxigênio absorvido pelo sachê foi realizada a análise de termogravimetria (TGA) para determinar a massa de água relativa à massa total de amostra. As análises de TGA do sachê aplicado nas embalagens E1, E2 e E3 por 3, 6, 9 e 12 dias, foram realizadas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Para tanto, amostras do conteúdo do sachê foram pesadas (30 a 50 mg) em porta-amostra de platina e imediatamente aquecidas da temperatura ambiente até 800°C sob razão de aquecimento de 20 °C/min e atmosfera dinâmica de N₂ com vazão de 60 mL/min. Foi utilizado um analisador térmico Q50 (TA Instruments) previamente calibrado com padrão de zinco. Os experimentos foram realizados com 1 repetição por amostra.

O cálculo de volume do O₂ absorvido foi realizado a partir da oxidação do Fe e da decomposição térmica do Fe(OH)₃ de acordo com as Reações 1 e 2 (CICHELLO, 2015).



Onde primeiramente determinou-se a massa de H₂O a partir da análise de TGA, pela Equação 2.1.

$$\text{Massa H}_2\text{O(g)} = \frac{mA(\text{g}) \times PM(\%)}{100} \quad (2.1)$$

Onde: mA é a massa da amostra (g) e PM é a porcentagem de perda de massa (%).

Em seguida, determinou-se a massa de Fe(OH)₃ relativa a massa de H₂O liberada na decomposição térmica (Equação 2.2).

$$\text{Massa Fe(OH)}_3 \text{ (g)} = \frac{m_{\text{FeOH}} \times m_{\text{H}_2\text{O}} \text{ (g)}}{MA} \quad (2.2)$$

Onde: m_{FeOH} é a massa atômica de Fe(OH)₃ da reação 2, MA é a massa atômica da H₂O da reação 2 e m_{H₂O} é a massa de H₂O determinada pelo TGA (g).

Na sequência, calculou-se a eficiência de conversão (EF) de Fe em Fe(OH)₃, conforme Equação 2.3.

$$EF(\%) = \frac{\text{H}_2\text{O (mg)} \times 100}{mA(\text{mg})} \quad (2.3)$$

Onde: H₂O é massa de H₂O determinada a partir de termogravimetria (g), mA é a massa da amostra (mg).

Então calculou-se a massa total (MT) de Fe(OH)₃ para a massa total de sachê, conforme Equação 2.4, assumindo que a massa total de Fe é de 5,0 g.

$$\text{MT de Fe(OH)}_3 \text{ (g)} = \frac{MT_{\text{Fe}} \times EF}{100} \quad (2.4)$$

Onde: MT_{Fe} é a massa total de Fe (g) e EF é a eficiência de conversão de Fe em Fe(OH)₃ (%).

Em seguida, determinou-se a massa total (MT) de O₂ consumida para formar a massa total de Fe(OH)₃ (reação 1), de acordo com a Equação 2.5.

$$\text{MT de O}_2 \text{ consumido (g)} = \frac{MA_{\text{H}_2\text{O}} \times \text{MT de Fe(OH)}_3}{MA_{\text{Fe(OH)}_3}} \quad (2.5)$$

Onde: MA_{H_2O} é massa atômica da H_2O da reação 1 e $MA_{Fe(OH)_3}$ é a massa atômica de $Fe(OH)_3$ da reação 1.

Para determinar o volume do O_2 absorvido (V_{O_2}) utilizou-se a Equação 2.6, levando em consideração que a densidade (ρ) do O_2 a 1 atm e 25°C é de 0,001309 g/cm³.

$$V_{O_2} (cm^3) = \frac{MT_{O_2}}{\rho} \quad (2.6)$$

Onde: ρ é a densidade e o MT_{O_2} é a massa total (MT) de O_2 consumida.

2.2.5 Caracterização dos brotos MP

2.2.5.1 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas dos brotos de soja MP armazenados nas diferentes embalagens com e sem sachê absorvedor de oxigênio consistiram na determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 45 °C, contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva e pesquisa de *Salmonella* sp., conforme estabelecido pela RDC nº 12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). Estas análises foram realizadas nos brotos MP sem sachê absorvedor de oxigênio nos tempos inicial, 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento, nas embalagens E1, E2 e E3 e para brotos MP com sachê apenas no tempo 12 dias nas embalagens E1, E2 e E3.

A qualidade da água potável utilizada para a produção dos brotos foi avaliada em relação a bactérias heterotróficas, coliformes totais, coliformes termotolerantes de acordo com RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001).

2.2.5.2 Análise Visual

O aspecto visual (aparência do produto) dos brotos MP nas diferentes embalagens, com e sem sachê absorvedor de oxigênio, no tempo inicial e 12 dias armazenados, foi avaliado pelo índice de qualidade visual com valores compreendidos entre 1 (excelente qualidade) e 5 (com aparecimento de podridão) conforme Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Índices de qualidade visual dos brotos MP.

Índice	Qualidade	Descrição
1	Excelente	Excelente aparência geral, sem mudanças de coloração
2	Boa	Boa aparência, com pequena mudança de cor
3	Satisfatória	Aparência satisfatória, com escurecimento visível
4	Insatisfatória	Aparência insatisfatória com escurecimento intenso
5	Com aparecimento de podridão	Aparência ruim, com escurecimento intenso e pontos de podridão

Fonte: O autor (2019).

2.2.5.3 Análises físico-químicas

Nos brotos MP foram realizadas as seguintes análises de: umidade, proteína, minerais totais, lipídios, componentes minerais, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e ácido fítico conforme descrito no Capítulo I do presente trabalho.

Para a realização das análises dos brotos MP armazenados por 12 dias, os mesmos foram congelados a -86 °C em ultrafreezer Indrel@ (modelo IUT 355D), liofilizados em liofilizador Edwards® (modelo Modulyo), por 48 h, moídos em moedor Cuisinart® (modelo DCG-20BKN). Estes foram colocados em frascos plásticos com tampa e mantidos sob refrigeração a aproximadamente 8°C até o momento das análises.

2.2.5.4 Análise sensorial

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (URI-Erechim), com registro na Plataforma Brasil sob o número CAAE 98627918.4.0000.5351.

A análise sensorial foi realizada por uma equipe de 50 julgadores não treinados, de ambos os sexos, pertencentes a faixa etária de 18 a 50 anos. A avaliação sensorial dos brotos de soja MP foi realizada com amostras antes da estocagem utilizando um teste de aceitação do consumidor - escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 -gostei muitíssimo e 1 -desgostei muitíssimo) (QUEIROZ, 2006).

Cada avaliador recebeu uma amostra do broto MP contendo 3 unidades, distribuídos em recipientes codificados com três dígitos aleatórios, acompanhado de água mineral, juntamente com a ficha de avaliação sensorial (Apêndice 1) e o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2). Os atributos avaliados foram aceitação global e intenção de

compra. Além disso, foi avaliado a idade do participante e seu consumo habitual de soja e seus derivados.

Para a caracterização dos avaliadores, foi incluído na ficha, questões para indicação do gênero, grau de escolaridade, faixa etária e se tinham o hábito de consumir alimentos de soja e seus derivados com a finalidade de identificar a familiaridade destes provadores com o tipo de amostra apresentada. Para o cálculo do índice de aceitação (IA) e do índice de intenção de compra (IC) dos brotos MP foi adotada a Equação 2.7:

$$IA \text{ ou } IC = 100 \times \frac{\text{Média}}{\text{Maior nota}} \quad (2.7)$$

Onde: Média: representa nota média na escala hedônica, obtida para o produto analisado e, Maior nota: representa a nota máxima na escala hedônica que o produto recebeu.

2.2.6 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 95% de confiança, utilizando o *software Statistica* 5.0.

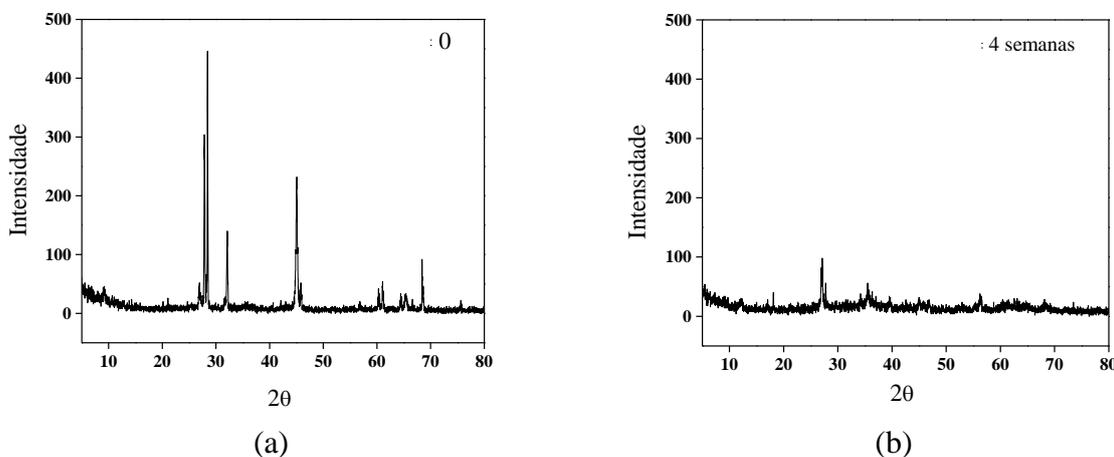
2.3 Resultados e discussões

2.3.1 Caracterização do sachê absorvedor de oxigênio

2.3.1.1 DRX dos sachês absorvedores de oxigênio

Os resultados de DRX dos sachês absorvedores de oxigênio sem exposição ao ambiente e exposto por 4 semanas são apresentados na Figura 2.2.

Figura 2.2 - Difratoograma de Raio X dos sachês absorvedores de oxigênio, (a) sem exposição e (b) com exposição por 4 semanas.



Fonte: O autor (2019).

No sachê sem exposição ao ambiente (Figura 2.2a) verifica-se a presença dos picos em $27,84^\circ$; $28,42^\circ$; $38,12^\circ$; $45,04^\circ$ e $68,4^\circ$. Os picos em torno de $27,84^\circ$ e $28,42^\circ$ são um indicativo da presença de quartzo, uma vez que o sachê é composto por Fe e sílica. O pico em $45,04^\circ$ é característico da principal fase do carbonato de ferro (FeCO_3) e $68,4^\circ$ do óxido de ferro (Fe_2O_3).

Para os sachês expostos por 4 semanas ao ambiente (Figura 2.2b) não se observou os picos em $28,42^\circ$; $38,12^\circ$; $45,04^\circ$ e $68,4^\circ$ e redução em $27,12^\circ$, o desaparecimento dos picos está relacionada a formação do hidróxido de ferro, que é um composto amorfo (CERANTOLA et al., 2017).

O ferro metálico é o principal componente ativo dos absorvedores de oxigênio, além de eficaz, apresenta outras vantagens de ser barato, seguro, aprovado pela FDA (Food and Drug Administration), e oxida-se rapidamente em presença de oxigênio, consumindo-o (HERNANDEZ; GIACIN, 1998).

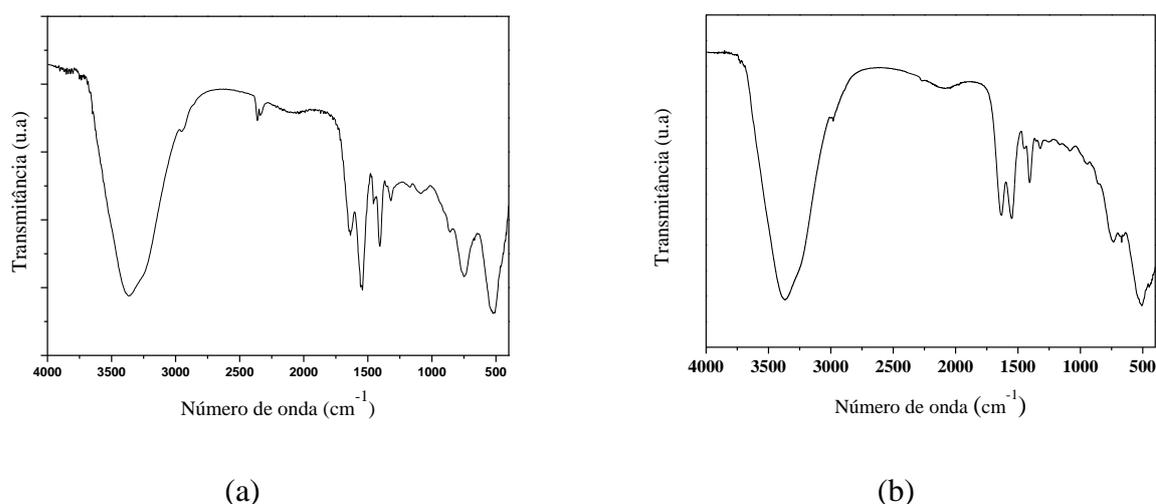
2.3.1.2 FTIR dos sachês absorvedores de oxigênio

Os resultados de FTIR dos sachês absorvedores de oxigênio estão apresentados na Figura 2.3. O FTIR dos sachês absorvedores de oxigênio sem exposição ao ambiente (Figura 2.3a), apresentaram as bandas em 3373 cm^{-1} características dos íons hidroxila, 2364 cm^{-1} associada à vibração assimétrica da molécula de dióxido de carbono, 1637 cm^{-1} característico

do grupo C=O complexado com o óxido de ferro, 1542 cm^{-1} associada com vibrações de CH_2 , 1405 cm^{-1} referente aos íons nitratos, 746 e 516 cm^{-1} ligadas ao óxido de ferro (FERREIRA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2016; GAIKWAD et al., 2017).

Após 4 semanas de exposição ao ambiente (Figura 2.3b), pode-se observar a presença das bandas características dos íons hidroxila (3365 cm^{-1}) e dos íons nitratos (1405 cm^{-1}). Já a banda em 1631 cm^{-1} , característica do grupo C=O indica a complexação com o óxido de ferro segundo Gonçalves et al. (2008) e Rodrigues et al. (2016). A banda 509 cm^{-1} refere-se ao silício (RIBEIRO,2009). As diferenças das bandas encontradas entre os sachês absorvedores de oxigênio sem exposição ao ambiente e os expostos por 4 semanas ao ambiente ocorreram, pois, os sachês reagem com a umidade do ambiente e com o oxigênio (CRUZ et al., 2008).

Figura 2.3- FTIR dos sachês absorvedores de oxigênio, (a) sem exposição e (b) exposto por 4 semanas ao ambiente.



Fonte: O autor (2019).

As bandas encontradas no sachê após 4 semanas foram similares aos encontrados por Nassar et al. (2016) que realizou FTIR do FeCO_3 sintetizado. Os autores verificaram absorções vibracionais em 1392 , 1109 , 859 e 735 cm^{-1} , atribuindo à absorbância do carbonato de ferro puro e essas vibrações de estiramento são impressões digitais da simetria D_{3h} , que por sua vez é uma evidência para a presença de ânions carbonato nos produtos de carbonato de ferro. A banda 3140 cm^{-1} e 1660 cm^{-1} podem ser atribuídas ao alongamento e as vibrações de flexão, respectivamente, das moléculas de água adsorvidas interagindo com os ânions do

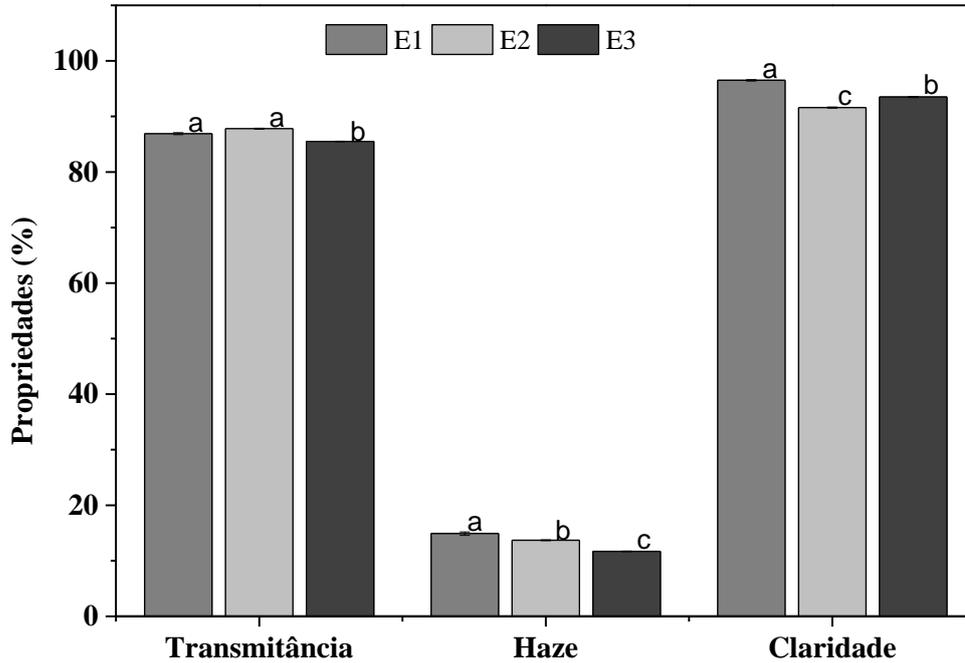
carbonato (CO_3^{2-}) das moléculas de carbonato de ferro (NASSAR; AHMED, 2012; NASSAR, 2013).

2.3.2 Caracterização das propriedades ópticas das embalagens

As embalagens (E1, E2 e E3) utilizadas foram caracterizadas quanto as propriedades ópticas de haze, claridade e transmitância (Figura 2.4). Todas as embalagens avaliadas apresentaram elevada transmitância e claridade, e baixo haze. Quanto aos valores de transmitância observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre as embalagens E1 e E2 em relação a E3. Os valores de haze apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras, sendo estes valores baixos, estando relacionado com embalagens com alta qualidade óptica (COLTRO; BURATIN, 2004). A propriedade óptica de claridade apresentou o mesmo comportamento de haze, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas amostras, sendo que a E1 apresentou o maior percentual, o que é característico da embalagem de PET. Segundo Ophir et al. (2004) a embalagem de PET apresenta alta claridade, boas propriedades mecânicas e de barreira a gases, baixo peso, pode ser reciclada, sendo uma boa sugestão de embalagem para aplicações de embalagens alimentícias.

De acordo com Hong; Rhim (2012) a embalagem de PEBD apresenta propriedades como resistência mecânica satisfatória, propriedades de isolamento, ausência de cheiro e sabor, e a baixa permeação de vapor d'água. E a embalagem de PET/PEBD apresenta alta flexibilidade. Portanto, as embalagens estudadas apresentam características ópticas para aplicação em alimentos.

Figura 2.4 - Dados de Haze, claridade e transmitância para as embalagens E1, E2 e E3.



Média (três repetições) \pm Desvio Padrão seguidas de letras iguais minúsculas na mesma análise indicam não haver diferença significativa a nível de 5% (teste de Tukey).

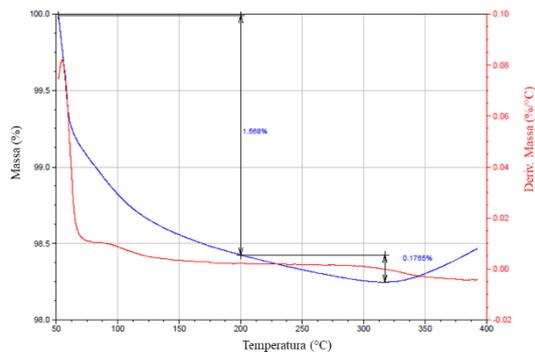
Fonte: O autor (2019).

2.3.3 Volume de oxigênio absorvido pelo sachê nas diferentes embalagens com brotos de soja MP durante o armazenamento

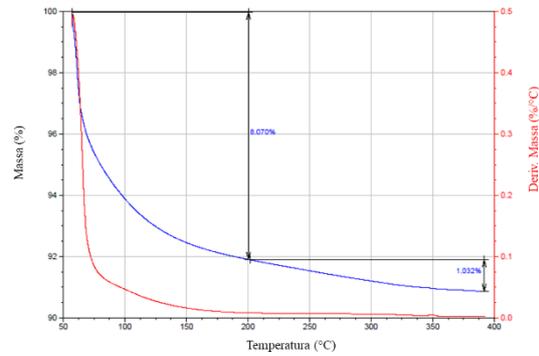
Nas Figuras 2.5, 2.6 e 2.7 estão apresentados os resultados da perda de massa do sachê absorvedor de O₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3).

Figura 2.5 – Perda de massa do sachê absorvedor de O₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) na embalagem de PET (E1).

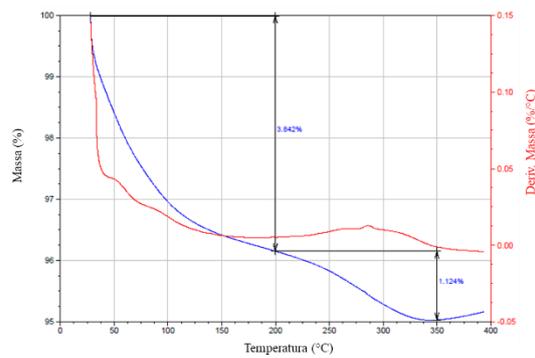
E1



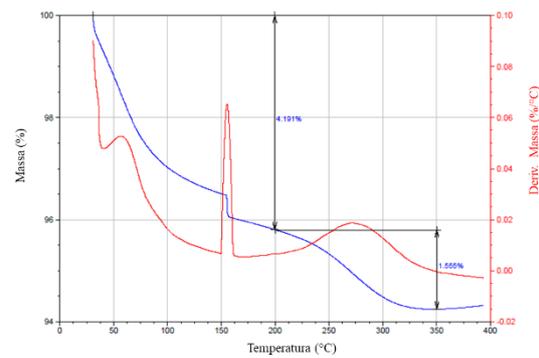
(3 dias)



(6 dias)



(9 dias)

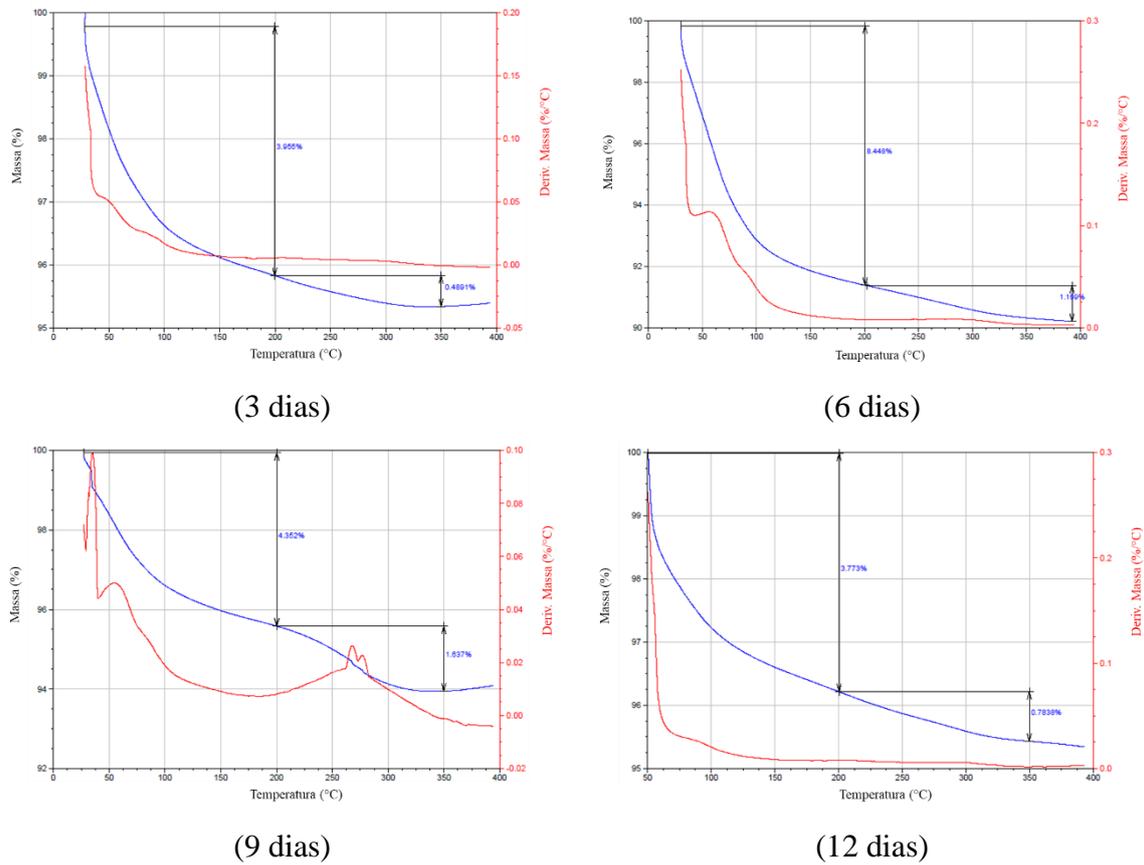


(12 dias)

Fonte: O autor (2019).

Figura 2.6 – Perda de massa do sachê absorvedor de O₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) na embalagem de-PEBD (E2).

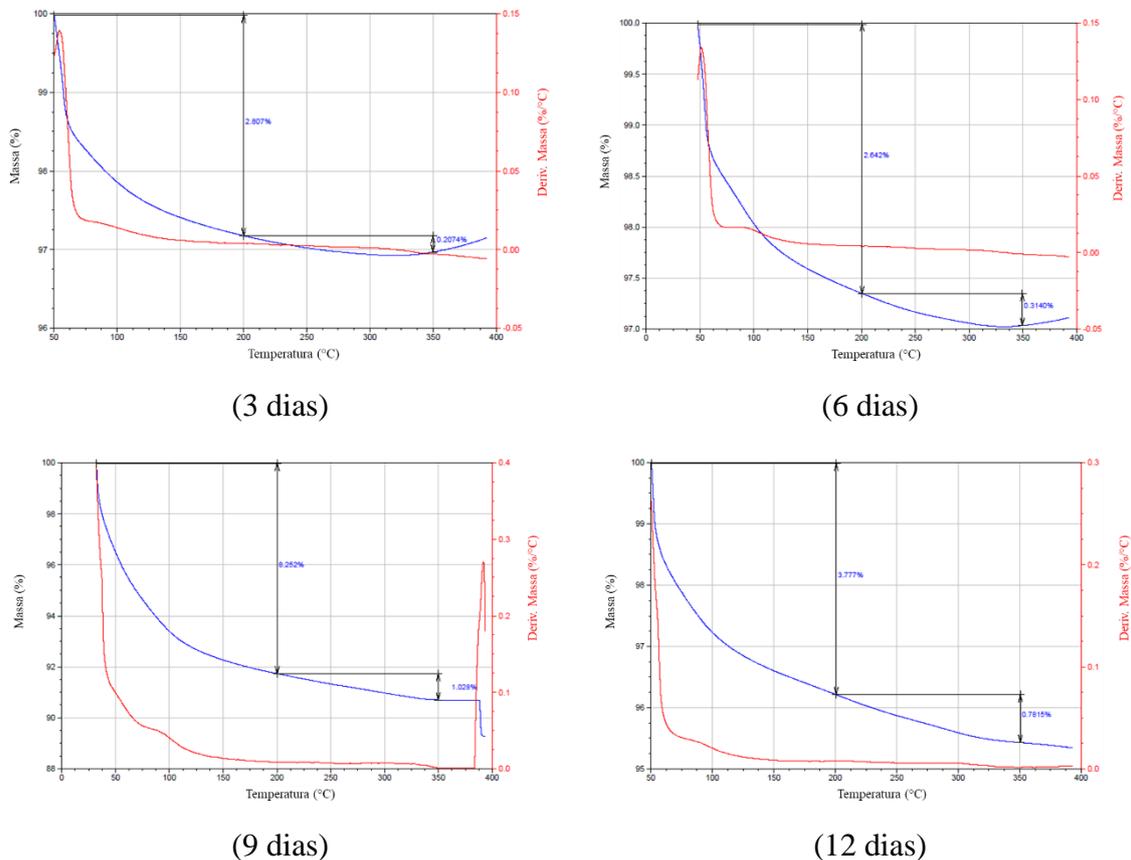
E2



Fonte: O autor (2019).

Figura 2.7 – Perda de massa do sachê absorvedor de O₂ em função da temperatura, nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) na embalagem de PET/PEBD (E3).

E3



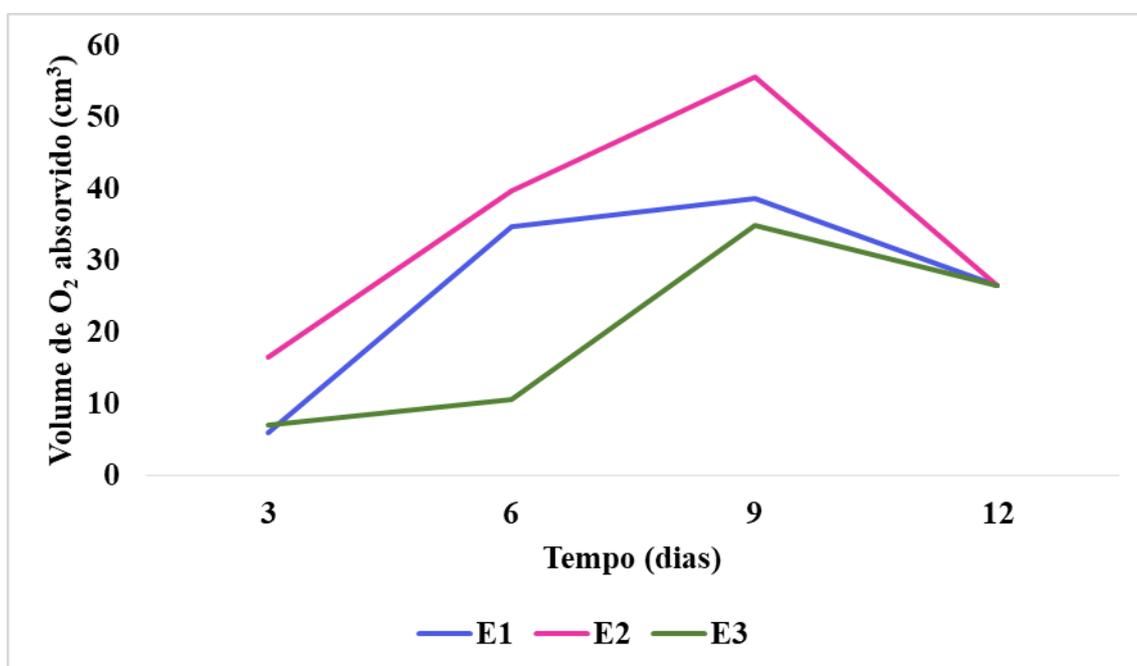
Fonte: O autor (2019).

De acordo com a análise termogravimétrica, de modo geral, observa-se que há um rápido decréscimo de massa do sachê até 200°C, após verifica-se uma queda gradativa e constante até 400°C para todos os dias de armazenamento em todas as embalagens. Esse rápido decréscimo de massa até 200°C pode ser atribuído a água livre no sachê, a partir dessa temperatura a perda de massa é atribuída a degradação térmica de hidróxido de ferro. O composto básico de óxido de ferro torna-se ativado com a umidade do ambiente e começa automaticamente a absorver o oxigênio residual dentro do espaço superior da embalagem, hidrata-se com a umidade atmosférica para oxidar para um estado férrico, ferro hidratado(III) (CICHELO, 2015).

Na Figura 2.8 estão apresentados os resultados do volume de O₂ absorvido (cm³) em função do tempo de armazenamento dos brotos MP nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3), conforme Apêndice 3. Nas três embalagens, ocorreu aumento no volume de oxigênio

absorvido pelos sachês até 9 dias de armazenamento dos brotos. Porém 9 a 12 dias observa-se uma queda no volume absorvido de oxigênio, podendo esta estar relacionada à reação irreversível do ferro com oxigênio, que está disponível em excesso, outro fato que pode provocar essa redução é a formação de uma barreira pelas partículas ferrosas mais próximas às paredes do sachê que, ao reagir, formam um composto estável, o hidróxido de ferro, dificultando o contato do oxigênio com as partículas ferrosas dentro do sachê (CRUZ et al., 2007).

Figura 2.8 - Volume de O₂ absorvido (cm³) em função do tempo de armazenamento nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3).



Fonte: O autor (2019).

Segundo Cichello (2015) fatores como tipo, tamanho, capacidade, assim como a atividade da água nos alimentos e o nível inicial de oxigênio no espaço da embalagem podem influenciar na eficácia de absorção.

2.3.4 Qualidade microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas apresentaram ausência na contagem de bactérias heterotróficas, de coliformes totais e coliformes termotolerantes para a água potável

utilizada para a produção de brotos encontrando-se dentro dos padrões legais vigentes para potabilidade da água, conforme Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011). A qualidade da água utilizada para produção de brotos é um fator muito importante, por ser utilizada na irrigação e também na lavagem e sanitização dos brotos, assim deve estar dentro dos padrões exigidos para não oferecer riscos à saúde do consumidor (VASCONCELOS, 2012).

As análises microbiológicas dos brotos MP nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) nas embalagens (E1, E2 e E3) com e sem sachê absorvedor de oxigênio foram realizadas quanto a presença de *Salmonella* sp., *Staphylococcus* coagulase positiva, e coliformes a 45°C. Os resultados obtidos para *Salmonella* sp. (ausência), *Staphylococcus* coagulase positiva ($< 10 \text{ UFC.g}^{-1}$) e coliformes a 45°C ($< 3 \text{ NMP g}^{-1}$) encontram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente (Resolução RDC nº. 12 de 2 de janeiro de 2001) que é ausência para *Salmonella* sp. para *Staphylococcus* coagulase positiva é de no máximo $5 \times 10^2 \text{ UFC.g}^{-1}$ e coliformes a 45°C é de no máximo $1,0 \times 10^2 \text{ NMP g}^{-1}$ (Brasil, 2001). Sendo assim, os brotos MP armazenados por 12 dias nas diferentes embalagens com e sem sachê absorvedor de oxigênio não apresentaram contaminação microbiana.

Vários fatores extrínsecos podem vir a causar contaminação, dentre eles destacam-se principalmente a falta de cuidados com a água potável utilizada, higiene pessoal e utensílios, sendo que, a ingestão de alimentos contaminados por patógenos que podem causar toxinfecções severas (RODRIGUES et al., 2011, BANERJEE et al., 2016). Sendo assim, na produção de brotos MP é muito importante que todas as etapas de produção sejam seguidas com o máximo de cuidado, que as matérias-primas utilizadas apresentem boa qualidade, assim como a água utilizada durante todo o processo, que os manipuladores, equipamentos e utensílios estejam bem higienizados, utilizem sanitizantes apropriados e o ambiente de processamento e embalagem devem ser adequadas para alimentos, para assim, poder garantir a qualidade microbiológica final dos brotos.

Através do processamento e armazenamento adequado sob refrigeração a aproximadamente 5°C, foi possível manter os brotos MP com características microbiológicas apropriadas para o consumo, sendo que a vida de prateleira dos brotos MP foi de 12 dias para as diferentes embalagens com e sem sachê absorvedor de oxigênio, sob refrigeração. Estes resultados mostram que quando associamos, o processamento, as embalagens e a temperatura adequada, pode-se aumentar a durabilidade dos brotos. Para obter êxito no aumento da vida de prateleira dos alimentos minimamente processados, depende da qualidade inicial do

produto, que está intimamente relacionada com: as boas práticas de higiene durante todo o percurso do produto (SANTOS: OLIVEIRA, 2012; KOU et al., 2013).

2.3.5 Aspecto visual

O aspecto visual dos brotos MP estocados (1 e 12 dias) nas diferentes embalagens (E1; E2; E3) com e sem sachê absorvedor de oxigênio pode ser observado na Figura 2.9. A vida útil dos brotos armazenados é amplamente avaliada pela qualidade visual e o parâmetro mais importante é a cor da superfície externa do broto e do hipocótilo. Descoloração de qualquer parte e o escurecimento do hipocótilo reduzem sua qualidade e o apelo do consumidor.

Figura 2.9 - Aspecto visual dos brotos MP nas embalagens E1; E2; E3 com e sem absorvedor de oxigênio no tempo inicial e 12 dias de armazenamento.

Embalagem	Absorvedor de Oxigênio	Armazenamento (dias)	
		1	12
E1	Com		
	Sem		
E2	Com		
	Sem		
E3	Com		
	Sem		

Fonte: O autor (2019).

Das embalagens utilizadas com e sem absorvedor de oxigênio a embalagem E1 (12 dias de armazenamento) apresentou melhor aparência visual dos brotos, sem formação de gotículas de vapor de água, sendo classificada com índice de qualidade 1 (excelente, sem mudança de cor). De acordo com Souza et al. (2008), a aparência é o parâmetro que os consumidores mais levam em consideração na hora da compra de frutas, legumes e hortaliças, seguido pelo sabor, uma vez que é por meio da análise desses parâmetros que o consumidor escolhe os alimentos que irá consumir.

Comparando o aspecto visual dos brotos MP verifica-se que as embalagens com absorvedor de oxigênio (12 dias de armazenamento) apresentaram um leve escurecimento na superfície dos brotos. Este fato pode ter ocorrido devido a redução do nível de oxigênio dentro da embalagem, promovido pelo sachê, levando a uma condição de anaerobiose, provocando assim o escurecimento do broto MP. Esse comportamento também foi observado por Silva et al. (2003) ao usar sachê absorvedor de oxigênio na conservação de folhas de couve minimamente processada, que observaram que o baixo nível de oxigênio altera a cor e o odor da couve.

2.3.6 Características físico-químicas

Na Tabela 2.2 estão demonstrados os teores de umidade, proteína, minerais, lipídeos, atividade do inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e componentes minerais dos brotos de soja *in natura* e MP armazenados por 12 dias em diferentes embalagens (E1; E2; E3), sem sachê absorvedor de oxigênio.

Tabela 2.2 - Teores de umidade, proteína, minerais, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e minerais dos brotos *in natura* e MP e armazenados em diferentes embalagens (E1; E2; E3) por 12 dias.

Análises dos brotos MP	Brotos <i>in natura</i>	Brotos armazenados por 12 dias			
		E1	E2	E3	
Umidade(g.100 g ⁻¹)	84,22 ^b (±0,39)	86,64 ^a (±0,24)	86,79 ^a (±0,29)	86,82 ^a (±0,35)	
Proteína (g.100 g ⁻¹)	49,12 ^a (±0,29)	47,98 ^b (±0,18)	47,93 ^b (±0,20)	48,01 ^b (±0,38)	
Minerais totais (g.100 g ⁻¹)	5,74 ^a (±0,12)	5,68 ^a (±0,16)	5,89 ^a (±0,32)	5,81 ^a (±0,17)	
Lipídios (g.100 g ⁻¹)	12,64 ^a (±0,28)	12,28 ^a (±0,22)	12,66 ^a (±0,28)	12,75 ^a (±0,20)	
Ácido Fítico (g.100g ⁻¹)	1,10 ^a (±0,31)	1,18 ^a (±0,21)	1,26 ^a (±0,15)	1,30 ^a (±0,20)	
Inibidor de Tripsina Kunitz (mg IT.g ⁻¹)	15,23 ^a (±0,21)	15,66 ^a (±0,20)	15,85 ^a (±0,20)	15,71 ^a (±0,14)	
Atividade Ureática (valores em pH)	1,70 ^a (±0,54)	1,62 ^a (±0,54)	1,68 ^a (±0,54)	1,59 ^a (±0,54)	
Componentes Minerais	Ca (g.Kg ⁻¹)	167,07 ^a (±0,19)	166,81 ^a (±0,16)	166,92 ^a (±0,24)	167,03 ^a (±0,16)
	Mg (g.Kg ⁻¹)	197,82 ^a (±0,52)	197,45 ^a (±0,30)	197,56 ^a (±0,28)	197,75 ^a (±0,26)
	K (g.Kg ⁻¹)	1125,97 ^a (±0,11)	1125,34 ^a (±0,36)	1125,97 ^a (±0,81)	1125,37 ^a (±0,51)
	Zn (mg.Kg ⁻¹)	3,18 ^a (±0,23)	3,24 ^a (±0,29)	3,23 ^a (±0,33)	3,28 ^a (±0,36)
	Cu (mg.Kg ⁻¹)	0,94 ^a (±0,53)	1,01 ^a (±0,12)	1,13 ^a (±0,21)	1,15 ^a (±0,41)
	Fe (mg.Kg ⁻¹)	15,41 ^a (±0,16)	15,39 ^a (±0,11)	15,74 ^a (±0,36)	15,75 ^a (±0,27)
	Mn (mg.Kg ⁻¹)	2,91 ^a (±0,06)	2,96 ^a (±0,23)	2,72 ^a (±0,34)	2,71 ^a (±0,05)

Média (três repetições) ± Desvio Padrão seguidas de letras iguais minúsculas na linha indicam não haver diferença significativa a nível de 5% (teste de Tukey).

Fonte: O autor (2019).

Os valores de umidade dos brotos MP liofilizados após 12 dias armazenados foram padronizados em 5,97% (extrato seco de 94,03%), respectivamente, para as análises de proteínas, lipídeos, minerais, inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e componentes minerais.

De acordo com a Tabela 2.2 não houve diferença significativa ($p>0,05$) nos teores de umidade, minerais totais, lipídeos, inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática, ácido fítico e componentes minerais dos brotos MP armazenados em diferentes embalagens (E1; E2; E3) por 12 dias. A média encontrada para os teores de umidade foi 86,75 %, a proteína foi de

47,90 g.100 g⁻¹, cinzas, 5,79 g.100 g⁻¹, lipídeos, 12,56 g.100 g⁻¹, inibidor de tripsina kunitz, 15,74 mg IT.g⁻¹ e ácido fítico, 1,24 g.100 g⁻¹.

Com relação aos resultados obtidos das análises dos brotos *in natura* foi possível observar que houve aumento significativo no teor de umidade nos brotos MP nas diferentes embalagens E1, E2 e E3 (86,64; 86,79 e 86,82 %), respectivamente, quando comparado ao *in natura* (84,22 %). O processamento mínimo causa danos físicos no tecido vegetal, podendo provocar aceleração da taxa respiratória e da produção de etileno, o que contribui para o aumento de água no meio intracelular da hortaliça (VAROQUAUX; WILEY, 1997). Outros estudos observam comportamento semelhante nos teores de umidade. Batista et al. (2017) observaram que houve aumento significativo nos teores de umidade em repolhos brancos minimamente processados (94,9% ± 0,34%), quando comparado ao *in natura* (92,8% ± 0,85). Verzeletti et al. (2010) estudando o comportamento de cenouras em cubos, observaram que as cenouras acondicionadas em embalagens com ar atmosférico apresentaram valores de umidade de 91,95% e 96,85% (1º e 14º dia de armazenamento, respectivamente) e na embalagem a vácuo, 91,94% e 97,68% (1º e 14º dia de armazenamento, respectivamente).

Os teores de proteína reduziram para os brotos MP armazenados nas diferentes embalagens, os valores de proteína encontrados nos brotos *in natura* foi 49,12 g.100 g⁻¹ e para os brotos MP armazenados por 12 dias nas embalagens E1, E2 e E3 (47,98; 47,93 e 48,01 g.100 g⁻¹). Os resultados comparativos das características físico-químicas (*in natura* x minimamente processado) demonstraram que as injúrias provocadas no tecido vegetal durante o processamento mínimo dos brotos podem provocar perdas distintas de algum componente.

No entanto, os teores de minerais totais, lipídios, ácido fítico, inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática e componentes minerais dos brotos *in natura* e dos brotos minimamente processado armazenados em diferentes embalagens por 12 dias não apresentaram diferenças significativas (p>0,05).

O ácido fítico é um dos fatores responsáveis pela redução da biodisponibilidade de minerais, é um composto antinutriente presente nos vegetais que pode impedir ou dificultar a absorção de nutrientes essenciais pelo sistema digestivo. Porém em valores inferiores a 2%, se torna um alimento com ação funcional (BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2006; BENEVIDES et al., 2011). Os teores encontrados no broto *in natura* e nos brotos MP armazenados nas diferentes embalagens por 12 dias foram inferiores a 2 %, sendo assim os brotos tem ação funcional.

Para melhorar a qualidade nutricional da soja e utilizá-la como alimento, há necessidade de reduzir ou inativar alguns constituintes indesejáveis, como por exemplo os

fatores antinutricionais. Os valores encontrados para atividade do inibidor de tripsina tanto no broto *in natura* (15,23 mg IT.g⁻¹) quanto para os brotos MP armazenados nas embalagens E1, E2 e E3 (15,66; 15,85 e 15,71 mg IT.g⁻¹) mostram que através da germinação os fatores antinutricionais são reduzidos. Nas sementes de soja da cultivar BRS 216 o valor do inibidor de tripsina kunitz encontrado foi de aproximadamente 21,68 mg IT.g⁻¹ (CANTELLI et al., 2017).

Os valores da atividade ureática também se mantiverem constantes durante o armazenamento. Porém os valores encontrados nos brotos *in natura* e nos brotos MP armazenados por 12 dias são valores reduzidos, não afetando na qualidade do alimento (LIMA et al., 2011).

Os componentes minerais, de modo geral, apresentaram um conteúdo mineral de acordo com os valores encontrados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

2.3.7 Análise Sensorial dos brotos MP

A análise sensorial envolve um conjunto de técnicas, elaboradas com a finalidade de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, nas várias etapas de seu processo de fabricação. É uma ciência que visa estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (DUTCOSKY, 2013; MINIM, 2006).

Os testes de aceitação e intenção de compra são usados quando o objetivo é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto. As escalas aplicadas nestes testes podem ser balanceadas ou não balanceadas, sendo as balanceadas mais utilizadas, por exibirem igual número de categorias positivas e negativas, além de termos igualmente espaçados (MINIM, 2006).

2.3.7.1 Caracterização dos avaliadores

A avaliação da aceitabilidade sensorial e intenção de compra das amostras de brotos MP foi realizada por 50 julgadores não treinados, cujo perfil é apresentado no Apêndice 4.

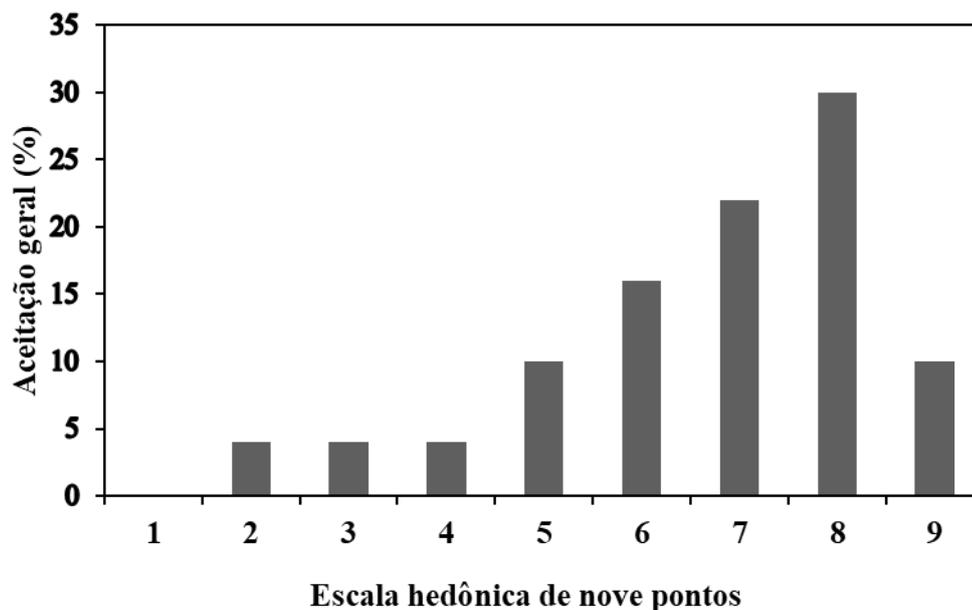
De acordo com o Apêndice 4, a maioria dos avaliadores pertenciam ao sexo feminino (84 %) e 16 % do sexo masculino, principalmente jovens, na faixa etária de 21 a 30 anos (50 %), seguido pelas faixas etária de 31 a 40 anos (24 %), 18 a 20 e 41 a 50 anos (ambos 10 %) e

> 50 anos (6 %). Quanto a escolaridade, 52 % dos provadores com pós-graduação, 34 % com superior e 14 % com 2ª grau completo e quanto se consome alimentos de soja e seus derivados, 74 % dos provadores declararam-se como consumidores de alimentos derivados de soja que apresenta o perfil dos avaliadores dos brotos MP que participaram deste estudo, segundo as respostas das questões referenciadas na ficha de avaliação sensorial (Apêndice 1).

2.3.7.2 Aceitabilidade dos brotos MP

De acordo com os resultados obtidos por meio da análise sensorial, a aceitação geral do broto MP apresentou média 6,76 “Gostei ligeiramente”, conforme pode-se observar na Figura 2.10, a maioria dos resultados obtiveram as notas 6, 7, 8.

Figura 2.10 – Histograma de frequência para aceitação global (%) dos brotos MP.



Fonte: O autor (2019).

O índice de aceitabilidade do broto MP foi de 75,11%. Segundo Teixeira et al. (1987) e Dutcosky (2007), para que os alimentos sejam considerados como aceito pelos consumidores é necessário obter um Índice de Aceitabilidade de no mínimo 70%. Dessa forma, o broto MP apresentou boa aceitação. Em relação a intenção de compra do broto MP aproximadamente 72,40% dos provadores afirmaram que o comprariam o produto.

2.4 Conclusões

Os brotos minimamente processados devem mantêm as mesmas características do produto *in-natura*, como frescor, sabor e nutrientes, inalterado suas características organolépticas e visuais. Para os alimentos minimamente processados durarem mais e apresentarem dentro dos padrões de qualidade, deve-se seguir todas as etapas de processamento cuidadosamente, utilizando-se matérias primas de qualidade.

A água potável utilizada para produção dos brotos deste trabalho encontrou-se dentro dos padrões legais vigentes para potabilidade da água.

As propriedades ópticas das embalagens utilizadas (E1, E2 e E3) apresentaram elevada transmitância e claridade e baixo Haze. Quando aos valores de transmitância não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as embalagens E1 e E2, somente em comparação com a embalagem E3 houve diferença significativa ($p < 0,05$), a qual apresentou transmitância menor do que a as embalagens E1 e E2. Já para as demais propriedades (Haze e claridade) houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as embalagens estudadas.

Ocorreu aumento crescente no volume de oxigênio absorvido (cm^3) em função do tempo de armazenamento nas diferentes embalagens (E1, E2 e E3) até 9 dias armazenados, porém a partir dos 9 dias apresentaram um decréscimo no volume.

Outro fator importante é utilizar uma embalagem adequada para este tipo de produto, que proteja o alimento e ao mesmo tempo possibilite que os consumidores possam visualizar este produto, por se tratar de brotos de soja que ainda são pouco conhecidos e consumidos no Brasil, mas que se apresentam com uma ótima alternativa pela sua qualidade nutricional.

De uma maneira geral, os parâmetros químicos dos brotos MP armazenados por 12 dias foram preservados nas diferentes embalagens. Porém apresentaram diferenças significativas nos valores de umidade e proteína, quando comparados com brotos *in natura*.

Quanto ao aspecto visual dos brotos MP armazenados em diferentes embalagens com e sem sachê absorvedor de oxigênio, a embalagem E1 com e sem sachê absorvedor de oxigênio foi a que apresentou melhores características visuais, sem formação de gotículas e preservando as características dos brotos.

Os brotos MP até o 12º dia de armazenamento, nas embalagens E1, E2 e E3 com e sem sachê absorvedor de oxigênio estavam dentro dos padrões microbiológicos de qualidade exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), isso mostra que durante o processamento foram seguidas corretamente as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF)

Mesmo estando dentro dos padrões microbiológicos a alteração de cor deve ser levada em consideração por se tratar de um possível início de deterioração. Sendo assim a embalagem E1 garante a qualidade dos brotos até 12 dias sob refrigeração.

A análise da avaliação sensorial dos brotos foi realizada por 50 julgadores não treinados. A maioria dos avaliadores eram do sexo feminino (84 %) e 16 % do sexo masculino, quanto a faixa etária dos avaliadores, a maioria eram jovens, 21 a 30 anos (50 %), 31 a 40 anos (24 %), 18 a 20 e 41 a 50 anos (ambos 10 %) e > 50 anos (6 %). Quanto a escolaridade (52 % Pós-Graduação, 34 % com Superior, 14 % 2ª Grau Completo) e 74 % dos provadores declararam-se como consumidores de alimentos derivados de soja.

Na análise sensorial dos brotos MP alcançaram médias desejáveis quanto ao índice de aceitação (75,11%) e a intenção de compra (72,40%). Sendo assim, os brotos MP se mostraram como produtos promissores para serem inseridos no mercado.

2.5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Projeto Universal -471593/2012-5), FAPERGS, CAPES (Fonte de financiamento 001), URI Erechim pela infraestrutura e suporte financeiro.

2.6 Referências

- ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. Disponível em: <<http://www.abre.org.br>> acesso em 12 de novembro de 2019.
- AHVENAINEN, R. **Ready-to-Use Fruit and Vegetables**. Dublin: Teagasc (The National Food Centre), Flair-Flow Europe Technical Manual, 16 p., 2000.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM - “ASTM D1003-07: Standard test methods for haze and luminous transmittance of transparent plastics”, ASTM (2007).
- APHA. American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 1. ed. Washington: APHA, 1992. 369 p.
- BANERJEE, A.; CHATTERJEE, S.; VARIYAR, P., SHARMA, A. Shelf life extension of minimally processed ready-to-cook (RTC) cabbage by gamma irradiation. **Journal Food Technology**. v. 53, n. 1, p. 233-244, 2016. DOI: 10.1007/s13197-015-2025-7
- BARBOSA, L. A.; DREGER, A. A.; SCHNEIDER, E. L.; MORISSO, F. D. P.; SANTANA, R. M. C. Polietileno de baixa densidade-PEBD: mercado, produção, principais propriedades e aplicações. **Revista Espacios**, v.38, n.17, p.10, 2017. DOI: a17v38n17/a17v38n17p10
- BATISTA, C. F. T.; DA SILVA, C. O.; MELO, C. M. T.; TASSI, E. M. M.; PASCOAL, G. B. Alterações nutricionais e físico-químicas em repolho branco (*Brassica oleracea*) após o

- processamento mínimo e durante o armazenamento. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v.12, n.1, p.305-318, 2017. DOI: 10.12957/demetra.2017.22115
- BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.18, n.2, p. 67-79, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Resolução RDC nº. 12, de 02/01/2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U. Poder Executivo, p. 45-53, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Resolução RDC nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2011.
- CERANTOLA, V.; BYKOVA, E.; KUPENKO, I.; MERLINI, M.; ISMAILOVA, L.; MCCAMMON, C.; SVITLYK, V. Stability of iron-bearing carbonates in the deep Earth's interior. **Nature communications**, v.8, p.15960, 2017. DOI: 10.1038/ncomms15960
- CICHELO, S. A. Oxygen absorbers in food preservation: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.4, p. 1889-1895, 2015. DOI 10.1007/s13197-014-1265-2
- CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 783p, 2005.
- COLTRO, L.; BURATIN, A. E. P. Garrafas de PET para óleo comestível-avaliação da barreira à luz. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, p. 206-211, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282004000300018>.
- COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.13, n.1, p. 1-13, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282003000100005>
- CRUZ, R.S.; SOARES, N. F. F, ANDRADE N. J. Efficiency of oxygen - absorbing sachets in different relative humidities and temperatures. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1800-1804, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600029>
- CRUZ, R. S.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Avaliação do volume de oxigênio absorvido por sachê absorvedor de oxigênio em diferentes temperaturas e umidades relativas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1538-1542, 2008. DOI: 10.1590/S1413-70542008000500027
- D'AMBROSIO, T.; AMODIO, M. L.; PASTORE, D.;D.; SANTIS, G.;COLELLI, G.. Chemical, physical and sensorial characterization of fresh quinoa sprouts (*Chenopodium quinoa* Willd.) and effects of modified atmosphere packaging on quality during cold storage. **Food Packaging and Shelf Life**, n.14, p. 52-58, 2017. DOI: 10.1016/j.fpsl.2017.08.003
- DEY, A.; NEOGI, S. Oxygen scavengers for food packaging applications: A Review. **Trends in Food Science & Technology**, v.90, p. 26-34, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.013>
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2. ed., Curitiba: Champagnat, 520 p., 2007.

- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed., Curitiba: Champagnat, 531 p., 2013.
- EMBANNEWS, revista edição N°300, p. 28-32, 2015. Disponível em: <https://issuu.com/embanews/docs/embanews_300> Acesso em: 12 de novembro, 2019.
- FERREIRA, H. S.; OLIVEIRA, S. J.; RANGEL, M. D. C.; URQUIETA-GONZÁLEZ, E. A.; MARTINS, L.; GARCIA FIERRO, J. L.; MARCHETTI, S. G. Redução catalítica seletiva de óxidos de nitrogênio sobre hematita contendo cobre. **Química Nova**, v.30, n.3, p. 611-615, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300021>
- GAIKWAD, K. K.; SINGH, S.; LEE, Y. S. A pyrogallol-coated modified LDPE film as an oxygen scavenging film for active packaging materials. **Progress in Organic Coatings**, v.111, p.186-195, 2017. DOI: [10.1016/j.porgcoat.2017.05.016](https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.05.016)
- GONÇALVES, M.; OLIVEIRA, L. C. A.; GUERREIRO, M. C.. Nióbia magnética como adsorvente de contaminantes orgânicos em meio aquoso: efeito da temperatura e do pH. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 518-522, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000300010>
- HERNANDEZ, R. J.; GIACIN, J. R. Factors affecting permeation, sorption, and migration processes in package-product system. **Food storage stability**. CRC Press LLC, v. 10, p. 269-324, 1998. DOI:[10.1201/9781420048988-12](https://doi.org/10.1201/9781420048988-12)
- HONG, S.; RHIM, J.W. Preparation and properties of melt-intercalated linear low density polyethylene/clay nanocomposite films prepared by blow extrusion. **LWT-Food Science and Technology**. 48, p. 43-51, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.009>
- ISO - THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6579**. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. 4. ed. Amendment, 2002.
- IURA, P. S. C. E. **Embalagens ativas para alimentos**. Trabalho de conclusão de curso. Lorena: Escola de Engenharia de Lorena, Universidade São Paulo, 2012.
- KITINOJA, L. KADER, A. Small-scale postharvest handling practices – A manual for horticultural crops, 3a edição, Universidade da Califórnia, Davis, EUA, 1995.
- KLUGE, R. A.; SILVEIRA, A. C.; INESTROZA-LIZARDO, C.; BERNO, N. D. Processamento mínimo de hortaliças: princípios e práticas. Piracicaba: ESALQ, 85 p., 2016.
- KOU L., LUO Y., YANG T., XIAO Z., TURNER E.R., LESTER G.E., WANG Q., CAMP M.J. Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. **LWT-Food Science Technology**, v.51, p. 73–78, 2013. DOI: [10.1016/j.lwt.2012.11.017](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.11.017).
- LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DANTAS, L. S.; CAVALCANTE, L. E. Atividade ureática. **Revista Nutritime**, v.8, n. 05, p. 1606-1611, 2011. ISSN: 1983-9006
- MACHADO, R.L.P., DA MATTA, V.M. **Preparo de compotas e doces em massa em banco de alimentos**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 20 p., 2006.
- MILTZ, J.; PERRY, M. Evolution of the performance of iron-based oxygen scavengers, whit comments on their optimal applications. **Packaging Technology and Science**, v.18, n.1, p.21-27, 2005. DOI: [10.1002/pts.671](https://doi.org/10.1002/pts.671)
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006.

- NASCIMENTO, K. D. O.; AUGUSTA, I. M.; ROCHA RODRIGUES, N.; PIRES, T.; BATISTA, E.; JÚNIOR, J. L. B.; BARBOSA, M. I. M. J. Alimentos Minimamente Processados: Uma tendência de mercado. **Acta Tecnológica**. v. 9, n.1, p. 48-61, 2014.
- NASSAR, M. I., AHMED, I. S. Template-free hydrothermal derived cobalt oxide nanopowders: synthesis, characterization, and removal of organic dyes, **Mater. Res. Bull.**, v.47, p.2638–2645, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2012.04.070>
- NASSAR, M. I. Size-controlled synthesis of CoCO₃ and Co₃O₄ nanoparticles by free-surfactant hydrothermal method. **Mater. Lett**, v.94, p.112–115, 2013. DOI: [10.1016/j.matlet.2012.12.039](https://doi.org/10.1016/j.matlet.2012.12.039)
- NASSAR, M. Y., AHMED, I. S., MOHAMED, T. Y., KHATAB, M. A controlled, template-free, and hydrothermal synthesis route to sphere-like α -Fe₂O₃ nanostructures for textile dye removal. **Royal Society of Chemistry**, v. 6, p.20001–20013, 2016. DOI: [10.1039/C5RA26112K](https://doi.org/10.1039/C5RA26112K)
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S. Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: Caracterização físico-química e teste de aceitabilidade. **Revista Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 34-41, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232013005000009>
- OPHIR, A.; KENIG, S.; SHAI, A.; BARKA'AI, Y.; MILTZ, J. Hot-fillable containers containing PET/PEN copolymers and blends. **Polymer Engineering and Science**, v. 44, n. 9, 2004. DOI: [10.1002/pen.20166](https://doi.org/10.1002/pen.20166)
- OZDEMIR, M.; FLOROS, J. D. Active food Packaging Technologies. **Food Science and Nutrition**, n. 44, p. 185-193, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408690490441578>
- PADULA, M, ITO, D. **Embalagem e a Segurança dos Alimentos**. Informativo do Centro de Tecnologia em Embalagem (CETEA), v. 18, n. 2, p. 1-6, 2006.
- PAULA, N. R. F.; BOAS, E. V. B. V.; RODRIGUES, L. J.; CARVALHO, R. A.; PICCOLI, R. H. Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras - MG, Brasília - DF, São Paulo - SP. **Ciência Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.219-227, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100031>
- PORTE, A.; MAIA, L. H. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 19, n. 1, 2001.
- RANJITHA, K.; SHIVASHANKARA, K. S.; SUDHAKAR RAO, D. V., OBEROI, H. S.; ROY, T. K.; BHARATHAMMA, H. Improvement in shelf life of minimally processed cilantro leaves through integration of kinetin pretreatment and packaging interventions: Studies on microbial populations dynamics, biochemical characteristics and flavor retention. **Food Chemistry**. v.221, p. 844-854. 2017. DOI: [10.1016/j.foodchem.2016.11.088](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.088)
- RIBEIRO, M. Estudo das propriedades estruturais e ópticas em materiais nanoestruturados a base de silício. Tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 150 p. 2009.
- RODRIGUES, D.G., DA SILVA, N.B.M., REZENDE, C., JACOBUCCI, H.B., FONTANA, E.A. Avaliação de dois métodos de higienização alimentar. **Saúde e Pesquisa**, v.4, n.3, 2011.

- RODRIGUES, M. S.; SOUZA, R. R.; ANDRADE, M. L. Síntese e caracterização de catalisadores de óxido de ferro dopado com manganês pelos métodos de combustão e coprecipitação. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v. 15, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.unifacs.br/index.php/sepa>
- ROMÃO, W.; SPINACÉ, M. A. S., DE PAOLI, M. A. Poli(Tereftalato de Etileno), PET: Uma Revisão Sobre os Processos de Síntese, Mecanismos de Degradação e sua Reciclagem. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 121-132, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282009000200009>.
- SANTOS, A. M. P.; YOSHIDA, M. P. Embalagem. Recife: EDUFRPE, 2011.
- SANTOS, D. A. M.; LOBO, J. S. T.; ARAÚJO, L. M., DELIZA, R.; MARCELLINI, P. S. Free choice profiling, acceptance and purchase intention in the evaluation of different biscuit formulations. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 6, p. 613-623. 2015. DOI: [10.1590/S1413-70542015000600008](https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000600008)
- SANTOS, E. L.; PÓLA, J. N.; BARROS, A. S. R.; PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 20-26, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000100003>.
- SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Revisão: alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.1, p.1-14, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012000100001>
- SANTOS, R.; MARTINS, J. G. **Materiais de Construção Plásticos**. Série Materiais 2ª Edição, Universidade Fernando Pessoa, 2010.
- SARANTÓPOULOS, C.; COFCEWICZ, L. S. Embalagens Ativas para Produtos Perecíveis. **Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens**, ITAL, Instituto de tecnologia de alimentos, v.28, n.3, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612000000300010>
- SEABRA, G. F. S.; DELIZA, R.; CENCI, S. A.; GOMES, C. A. O.; GONÇALVES, E. B. Efeito da Temperatura e de Diferentes Atmosferas nas Características Sensoriais do Brócolis Minimamente Processado. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 4, p. 137-145, 2001. DOI: [10.3895/rebrapa.v8n3.3494](https://doi.org/10.3895/rebrapa.v8n3.3494)
- SILVA, E. O.; PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P., SILVA, L. T. Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas. **Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical**, 72 p., 2011. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/Doc139.pdf>
- SILVA, P. S.; SOARES, N. F.; GERALDINE, R. M.; PUSCHMANN, R.; DE OLIVEIRA, E. R.; CARNELOSSI, M. Uso de absorvedor de oxigênio na conservação de folhas de couve minimamente processada. **Revista Ceres**, v.50, n.288, p.191-202, 2003.
- SMITH, J.P.; HOSHINO, J.; ABE, Y. Interactive packaging involving sachet technology. **Active food packaging. Glasgow: Chapman e Hall**, c. 6, p.143-173, 1995. DOI: [chapter/10.1007/978-1-4615-2175-4_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2175-4_6).
- SMITH, W. F. Princípios de ciência e engenharia dos materiais. 3ª edição. Portugal: McGraw-Hill, 1998.
- SOUZA, R. S.; ARBAGE, A. P.; NEUMANN, P. S.; FROEHLICH, J. M.; DIESEL, V.; SILVEIRA, P. R.; SILVA, A. Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, v.38, p.511-517, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200034>

- TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – 4ª edição revisada e ampliada, Campinas – São Paulo, 2011.
- TAVELLA, A. Boas práticas de fabricação para serviços de alimentação. Editora SESI SENAI, 117 p., 2017.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. Análise sensorial dos alimentos. Florianópolis: UFSC, 182 p., 1987.
- TRINDADE, M. A.; VILLANUEVA; N. D. M.; ANTUNES, C; V.; FREIRE, M. T. D. A. Active packaged lamb with oxygen scavenger/carbon dioxide emitter sachet: physical-chemical and microbiological stability during refrigerated storage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.16, n.3, p.216-225, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-67232013005000027>
- VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas., p. 221-262, 1997.
- VASCONCELOS, A. V.; SILVA, M. R. Avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água de pequenos laticínios da região de Francisco Beltrão / PR. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2012.
- VASCONCELOS, M. A. D. S.; MELO F. A. B. D. Conservação de alimentos, 130 p., 2010.
- VERZELETTI, A.; FONTANA, R. C.; SANDRI, I.G. Avaliação da vida de prateleira de cenouras minimamente processadas. **Alimentos e Nutrição**, v.21,n.1, p.87-92, 2010. ISSN 0103-4235
- WIDJONARKO, N.; EDWIN, N. Introduction to Advanced X-ray Diffraction Techniques for Polymeric Thin Films. **Coatings**, v. 6, n. 4, p. 54, 1 nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings6040054>
- YILDIRIM, S.; RÖCKER, B.; PETTERSEN, M. K.; NILSEN-NYGAARD, J.; AYHAN, Z.; RUTKAITE, R. Active packaging applications for food. **Compr Rev Food Sci Food Saf** c.17, n.1, p.165–199, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322>
- ZEUTHEN, P. Safety criteria for minimally processed foods. In: OHLSSON, T.; BENGTTSSON, N. (Eds.). *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*. Cambridge: Woodhead publishing, c. 8, p. 196- 219, 2002.

CAPÍTULO III

3 ELABORAÇÃO DE CONSERVA DOS BROTOS DE SOJA

Resumo: A elaboração de conservas de brotos de soja além de proporcionar a conservação dos brotos agrega valor ao produto, aumenta a diversidade de conservas no mercado e oferece praticidade ao consumidor. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi produzir brotos em conservas e avaliar microbiologicamente (2, 4 e 6 meses), avaliar a composição físico-química (tempo inicial e com 6 meses) e sensorialmente os brotos em conserva. Os brotos em conserva estudados apresentaram pH de 4,45 no tempo inicial e 4,20 após 6 meses em conserva. Os brotos em conserva no tempo inicial e após 6 meses em conserva apresentaram redução nos teores de proteínas (aproximadamente 11%), lipídeos (16,38%) e inibidor de tripsina Kunitz (9,81%). As análises microbiológicas dos brotos em conserva no tempo inicial e após 6 meses em conserva estavam dentro dos padrões microbiológicos de qualidade exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Na análise sensorial os brotos em conserva obtiveram aceitabilidade de 85,55 % e a intenção de compras atingiu média 84,80 %.

Palavras-chave: Brotos em Conserva. Análise Sensorial

3.1 Introdução

As hortaliças são consideradas alimentos perecíveis por apresentarem atividade metabólica elevada, principalmente após a colheita, levando aos processos de deterioração (TERUEL, 2008). Há necessidade de se buscar formas de processamento das hortaliças, visando reduzir as perdas pós-colheita, prolongar o período de consumo e agregar valor ao produto (MELO et al., 2012). As conservas surgem neste contexto com a finalidade de evitar alterações indesejáveis que podem ocorrer em hortaliças após colheita, aumentando o seu período de conservação.

Pode-se denominar hortaliça em conserva, os produtos preparados com tubérculos, raízes, rizomas, bulbos, talos, brotos, folhas, inflorescências, pecíolos, frutos, sementes e cogumelos cultivados, cujas partes comestíveis são envasadas em recipientes de vidro, as partes podem ser, cruas, reidratadas ou pré-cozidas, imergidos ou não em líquido de cobertura adequado, em seguida são submetidas a processamento tecnológico antes ou depois de fechadas hermeticamente nos recipientes utilizados a fim de preservar as características, evitando possíveis alterações (BRASIL, 2002b).

Para elaboração de conservas algumas etapas devem ser seguidas: colheita, seleção, lavagem e sanitização, centrifugação, acondicionamento, adição de salmoura, exaustão,

pasteurização, resfriamento e armazenagem (BAUER et al., 2014; OLIVEIRA; CARRÃO-PANIZZI, 2016).

A salmoura é composta basicamente de água, vinagre, açúcar e sal, cujas proporções variam de acordo com a acidez desejada. O líquido de cobertura pode ser vertido quente sobre os brotos previamente acondicionados nas embalagens, a uma temperatura superior a 85°C (KROLOW, 2006).

A etapa de exaustão tem como finalidade a eliminação da maior quantidade possível de ar do interior dos recipientes. O processo de exaustão mais comum nas indústrias consiste no processo a quente, podendo ser descontínuo, por aquecimento em tanques, ou contínuos, empregando-se os túneis de exaustão (BAUER et al., 2014).

O tratamento térmico é realizado para eliminar os microrganismos que causam alterações na cor, no sabor e no aroma dos alimentos e promover o cozimento do produto, melhorando a textura, sendo que para conservas com $\text{pH} \leq 4,5$ é suficiente a aplicação de temperaturas de até 100° C por 10 a 15 min, que pode ser realizado em banho-maria (JORGE, 2002; BAUER et al.,2014).

Concluído o tratamento térmico, as conservas são imediatamente submetidas ao resfriamento que tem como finalidade interromper o cozimento das conservas e minimizar possíveis danos que podem acontecer na cor, sabor, odor e textura (KROLOW, 2006).

As embalagens de vidro devem apresentar lacre nas tampas ou outro dispositivo que garanta a inviolabilidade da embalagem. Os vidros devem ser acondicionados em local limpo, seco, com boa ventilação e temperatura ambiente. Todas as etapas de elaboração de conservas devem seguir exigências constantes no regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação e respeitar o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados (BRASIL, 2002b; BAUER et al.,2014).

Para obter êxito na produção de conservas, durante o processamento alguns parâmetros devem ser levados em consideração: qualidade da matéria-prima usada, aplicação de temperaturas corretas no tratamento térmico, a manipulação correta, sendo imprescindível que os manipuladores tenham conhecimento das boas práticas de fabricação (BPF), bem como o conhecimento para desenvolver o processo de conservação nas temperaturas adequadas (KROLOW, 2006). Segundo Brasil (2002b) e Gomes et al. (2006) para garantir a segurança alimentar das conservas é importante que haja a combinação de procedimentos de acidificação para proporcionar um produto com pH abaixo ou igual a 4,5, e um tratamento térmico brando de modo a não afetar a textura agradável.

As conservas, além de proporcionarem a conservação de hortaliças, também oferecem uma infinidade de produtos que permitem sofisticação, variedade e praticidade. Em relação a praticidade, as conservas permanecem inalteradas por meses, prontas para o consumo e com a garantia de ser um produto saudável. A conservação se deve a acidificação, que é um dos métodos mais antigos utilizados para a inibição do crescimento microbiano (MONTVILLE; MATHEWS, 2005; AZEREDO et al., 2012).

A elaboração de conservas de brotos de soja vem se apresentando como uma boa alternativa para o melhor aproveitamento da matéria-prima e possibilitar a disponibilização desses produtos durante o ano inteiro, proporcionando aos consumidores a diversificação no mercado de conservas. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo produzir brotos em conservas e avaliar o tempo de estocagem (2, 4 e 6 meses), avaliar a composição físico-química (tempo inicial e com 6 meses), microbiologicamente (2, 4 e 6 meses) e sensorialmente os brotos em conserva.

3.2 Material e Métodos

Nesta etapa serão apresentadas as descrições dos materiais e métodos utilizados para obtenção e caracterização dos brotos de soja em conserva.

3.2.1 Produção de brotos de soja em conserva

Os brotos de soja foram produzidos conforme o item 2.2.3. Em seguida pesou-se 40g de brotos, os quais foram acondicionados nos frascos de vidro de 100 mL com tampa metálicas do tipo “twist off” previamente esterilizados de acordo com (MALDONADE, 2009), seguido de adição de cerca de 80 mL da salmoura (a aproximadamente 85°C).

A salmoura utilizada neste estudo foi formulada na concentração de 750 mL de água potável, 250 mL de vinagre de álcool (Koller[®]), 25 g de açúcar refinado (Gasparin[®]), 20 g de sal (Cisne[®]). Primeiramente a água potável foi levado a ebulição por 10 min, após adicionou-se o sal e o açúcar e aqueceu a ebulição por mais 5 min e por último adicionou-se o vinagre e levou-se a ebulição por mais 5 min (KROLOW, 2006). O pH da salmoura foi de 4,45, que é o recomendado pela RDC nº 352, de 23 de dezembro de 2002, na qual a recomendação é o líquido de cobertura deve conter quantidade de ácido necessária para garantir que o pH de equilíbrio no produto final alcance valor igual ou menor que 4,5 (BRASIL, 2002b).

Posteriormente, realizou-se a etapa de exaustão. Nesta etapa os vidros foram colocados ainda abertos por cerca de 10 min em banho-maria (Marconi® modelo MA126) contendo água fervente (FURTADO; SILVA, 2005).

Em seguida, os frascos foram fechados e submetidos ao processo de pasteurização em banho-maria (Marconi® modelo MA126) por aproximadamente 100°C por 30 min (ARAUJO et al., 2014). Posteriormente, os frascos foram removidos do banho-maria, resfriados rapidamente em água corrente e estocados em prateleira, a temperatura ambiente por um período de 180 dias. Neste período os brotos em conserva foram avaliados quanto a composição físico-química no tempo inicial e aos 6 meses e quanto as características microbiológicas no tempo inicial, 2, 4 e 6 meses.

3.2.2 Determinações analíticas

Nos brotos em conservas foram realizadas as seguintes análises: pH, umidade, proteína, minerais totais, lipídios, quantificação da atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática, ácido fítico e componentes minerais, no tempo inicial e 6 meses armazenados.

Para a determinação do pH da salmoura e dos brotos em conserva, foram utilizados 10 g da amostra, no caso dos brotos em conserva, foram macerados com o auxílio de um graal e pistilo, e transferida para um béquer contendo 100 mL de água destilada, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). A leitura do pH foi realizada em um pHmetro digital (Digimed®, modelo DM-22).

As demais análises foram realizadas conforme descrito nos itens: As análises foram realizadas conforme descrito nos itens: 1.2.6.1, 1.2.6.2, 1.2.6.3, 1.2.6.4, 1.2.6.5, 1.2.6.6, 1.2.6.7 e 1.2.6.8. Para a realização das análises os brotos foram congelados a -86 °C em ultrafreezer Indrel@ (modelo IUT 355D), liofilizados a aproximadamente -40 °C em liofilizador Edwards® (modelo Modulyo), por 48 h, moídos em moedor Cuisinart® (modelo DCG-20BKN). Estes foram colocados em frascos plásticos com tampa e mantidos sob refrigeração a aproximadamente 8°C.

3.2.3 Análise microbiológica

As análises microbiológicas consistiram na Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 45 °C, contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva e pesquisa de *Salmonella* sp., conforme estabelecido pela Resolução (RDC) 12/2001 da Agência Nacional

de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). Estas análises foram realizadas nos brotos em conservas nos tempos de 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento.

3.2.4 Análise sensorial

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (URI-Erechim), com registro na Plataforma Brasil sob o número CAAE 98627918.4.0000.5351.

A avaliação da aceitabilidade dos brotos em conservas foi realizada aos 90 dias de armazenamento, no Laboratório de Análise Sensorial/URI, de acordo com as metodologias citadas no 2.2.54. Os avaliadores receberam a amostra juntamente com a ficha de avaliação sensorial (Apêndice 5) e o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 6).

3.2.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de t-student, a nível de 95% de confiança, utilizando o *software Statistica 5.0*.

3.3 Resultados e Discussões

3.3.1 Características dos brotos em conserva

A Figura 3.1 apresenta o aspecto visual dos brotos antes e após a pasteurização. Durante a pasteurização ocorrem alterações na coloração de legumes, visto que isto é normal devido a aplicação de temperatura. Subprocessamento resulta em deterioração microbiológica do produto, enquanto tratamento térmico severo pode causar perda da qualidade e escurecimento excessivo (GOMES; SILVA, 2000). A segurança alimentar pode ser amplamente alcançada com o tratamento térmico, porém, quanto a qualidade do produto, podem ocorrer alterações desagradáveis, podendo afetar negativamente as características organolépticas do alimento, como a cor, o aroma e a textura (SALGADO, 2016).

De acordo com a Resolução RDC nº. 352, de 23 de dezembro de 2002 (BRASIL, 2002b) a etapa do tratamento térmico de hortaliças em conserva é muito importante e tem como objetivos eliminar microrganismos patogênicos, toxinas e enzimas que causam alterações nos alimentos, e melhorar a textura. Para as hortaliças ácidas ou passíveis de acidificação, como é o caso do broto, que possuem baixa acidez, um tratamento térmico

brando, usando temperaturas de pasteurização inferiores a 100 °C é aplicado, sendo eficiente para este tipo de hortaliça.

Levando em consideração a similaridade da natureza e do processamento do produto, os brotos de soja em conserva foram enquadrados no grupo 4 (outros vegetais), de acordo com a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, que descreve os padrões microbiológicos para vegetais em salmoura, temperados ou não, condimentados ou não, não comercialmente estéreis (BRASIL, 2001).

Figura 3.1 - Brotos de soja em conserva antes (a) e após (b) a pasteurização.



Fonte: O autor (2019).

Os valores de umidade dos brotos em conserva liofilizados no tempo inicial e após 6 meses de armazenamento foram padronizados em 5,80% e 5,62% (extrato seco de 94,20% e 94,38%), respectivamente, para as análises de proteínas, lipídeos, cinzas inibidor de tripsina Kunitz, ácido fítico e minerais.

Na Tabela 3.1 estão apresentados os teores de umidade, pH, sólidos solúveis, proteína, minerais, lipídeos, ácido fítico, atividade do inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática, componentes minerais dos brotos em conserva. Observou-se, ao analisar o teor de umidade, dos brotos em conserva no tempo inicial e 6 meses armazenados não apresentaram diferença, os teores de umidade encontrados foram 84,32% e 84,98%, respectivamente. Porém comparando com o broto *in natura* apresentaram diferenças, sendo que o teor de umidade encontrado nos brotos *in natura* foi 82,58%. Esta diferença entre brotos *in natura* e em conserva pode ser explicada, pois após o acondicionamento e processamento ocorre o estabelecimento do equilíbrio dinâmico entre os brotos e a salmoura já que a água é um dos componentes mais abundantes em hortaliças (TERUEL, 2008).

Pode-se observar pH de 4,45 no tempo inicial e 4,20 após 6 meses em conserva. Essa diferença de pH, embora não significativo do tempo inicial e após 6 meses em conserva é normal pois isso ocorre devido as trocas que ocorrem entre o alimento e a salmoura. De

acordo com Raupp et al. (2008), o desenvolvimento de conservas acidificadas seguras ao consumo humano requer a aplicação conjunta de procedimentos de tratamento térmico e acidificação. Um procedimento de acidificação bem realizado deve resultar em um pH no produto abaixo ou igual a 4,5. O valor de pH encontrado neste trabalho está dentro do valor recomendado para produtos de vegetais não esterilizados com líquido de cobertura acidificado (BRASIL, 2005).

Tabela 3.1- Teores de umidade, pH, proteína, minerais, lipídeos, ácido fólico, inibidor de tripsina Kunitz, atividade ureática, e componentes minerais dos brotos em conserva.

Características físico-químicas		Broto em conserva (tempo inicial)	Broto em conserva (6 meses)
Umidade (g.100 g ⁻¹)		84,32 ^a (±0,37)	84,98 ^a (±0,43)
pH		4,45 ^a (±0,67)	4,20 ^a (±0,50)
Proteína (g.100 g ⁻¹)		47,73 ^a (±0,20)	42,39 ^b (±0,38)
Minerais (g.100 g ⁻¹)		4,89 ^a (±0,32)	4,86 ^a (±0,17)
Lipídios (g.100 g ⁻¹)		11,66 ^a (±0,28)	9,75 ^b (±0,20)
Ácido Fólico (g.100g ⁻¹)		1,26 ^a (±0,15)	1,30 ^a (±0,20)
Inibidor de Tripsina Kunitz (mg IT.g ⁻¹)		10,49 ^a (±0,20)	9,46 ^b (±0,14)
Atividade Ureática (Valores em pH)		0,24 ^a (±0,32)	0,22 ^a (±0,41)
Componentes Minerais	Ca (g.Kg ⁻¹)	145,22 ^a (±0,24)	144,93 ^a (±0,36)
	Mg (g.Kg ⁻¹)	118,56 ^a (±0,28)	118,75 ^a (±0,26)
	K (g.Kg ⁻¹)	543,97 ^a (±0,81)	542,37 ^a (±0,11)
	Zn (mg.Kg ⁻¹)	1,23 ^a (±0,33)	1,28 ^a (±0,36)
	Cu (mg.Kg ⁻¹)	0,53 ^a (±0,21)	0,52 ^a (±0,41)
	Fe (mg.Kg ⁻¹)	14,74 ^a (±0,36)	15,05 ^a (±0,27)
	Mn (mg.Kg ⁻¹)	0,72 ^a (±0,34)	0,71 ^a (±0,05)

Média (três repetições) ± Desvio Padrão seguidas de letras iguais minúsculas na linha indica não haver diferença significativa a nível de 5% (teste de t-student).

Fonte: O autor (2019).

Observou-se que ocorreram mudanças significativas ($p < 0,05$) nos teores de proteínas de (47,73 g.100 g⁻¹ no tempo inicial e 42,39 g.100 g⁻¹ após 6 meses armazenados), ou seja, reduzindo aproximadamente 11%. Prasadi; Ranjani (2017), também observaram redução

significativa ($p < 0,05$) nos teores de proteína em conservas de brotos de feijão mungo, a redução foi de 26,76% para 24,64% após etapa de pasteurização.

Os teores de lipídeos encontrados foram de 11,66 g.100 g⁻¹ e 9,75 g.100 g⁻¹ tempo inicial e 6 meses armazenados, apresentando uma redução ($p < 0,05$) de 16,38% 6 meses armazenados. Os teores de inibidor de tripsina kunitz (10,49 para 9,46 mg IT.g⁻¹, tempo inicial e 6 meses armazenados, respectivamente), reduzindo 9,81%. Resultados similares foram encontrados por Langaro et al. (2016), os quais estudaram conservas de soja tipo hortaliça, os mesmos observaram que os teores de lipídios reduziram de 5,88% para 3,44%, aos 7 e 28 dias de armazenamento, respectivamente. E para os teores de proteína, a variação foi de 37,75% para 32,66% aos 7 e 28 dias de armazenamento, respectivamente. Essa redução pode ser explicada, pelo fato de que a adição de sal e açúcar na água torna o meio mais concentrando, provocando a lixiviação de constituintes dos tecidos vegetais, pelo processo de osmose. Não ocorreram alterações significativas ($p > 0,05$) nos teores de minerais totais, ácido fítico e componentes minerais após 6 meses.

Quanto a atividade ureática observou-se que nos brotos de soja em conserva (tempo inicial e 6 meses) estes apresentaram valores de 0,24 e 0,22, respectivamente, não apresentando diferença significativa. Porém quando comparado com a semente e o broto *in natura* (Tabela 1.2) apresentou uma redução bem significativa de aproximadamente 90% e 86,50%, respectivamente. De acordo com Carvalho (2006) é possível reduzir e até inativar os fatores antinutricionais, através do aquecimento, pelo simples fato da maioria dessas substâncias serem termolábeis, sendo assim a redução da atividade ureática nos brotos em conserva pode ter ocorrido por ser aplicado a etapa de pasteurização nas conservas de brotos.

De acordo com Lima et al. (2015) processamentos que utilizam a elevação da temperatura são capazes de reduzir o efeito dos fatores antinutricionais na soja, dentre eles podem-se citar a tostagem, micronização, extrusão e cozimento, a eficiência desses tratamentos está no tempo e intensidade de aquecimento, bem como sua associação com outras formas físico-químicas de tratamentos como umidade e pressão.

3.3.2 Avaliação microbiológica dos brotos em conserva

Os resultados da contagem de Coliformes a 45 °C (NMP.g⁻¹), *Staphylococcus* coagulase positiva (UFC. g⁻¹) e *Salmonella* sp. encontram-se na Tabela 3.2. As análises microbiológicas dos brotos em conserva foram realizadas com o intuito de verificar se os

mesmos apresentam conformidade quanto aos padrões da legislação vigente, da Resolução RDC nº. 12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Tabela 3.2- Qualidade microbiológica dos brotos de soja em conserva.

Tempo (meses)	<i>Salmonella</i> sp	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	Coliformes a 45°C
0	Ausência	< 10 UFC.g ⁻¹	< 3 NMP.g ⁻¹
2	Ausência	< 10 UFC.g ⁻¹	< 3 NMP.g ⁻¹
4	Ausência	< 10 UFC.g ⁻¹	< 3 NMP.g ⁻¹
6	Ausência	< 10 UFC.g ⁻¹	< 3 NMP.g ⁻¹
RDC nº 12 (BRASIL, 2001)	Ausência (25 g)	5 x 10 ² UFC.g ⁻¹	1,0 x 10 ² NMP.g ⁻¹

Fonte: O autor (2019).

Os resultados das características microbiológicas dos brotos em conserva analisados encontravam-se de acordo com os padrões de identidade e qualidade preconizados pela legislação vigente. Os resultados dos Coliformes a 45 °C e os *Staphylococcus* coagulase positiva apresentaram limites inferiores ao limite máximo estabelecido pela legislação. E ainda, atendem a legislação quanto a ausência de *Salmonella* sp.

3.3.3 Avaliação Sensorial dos brotos em conserva

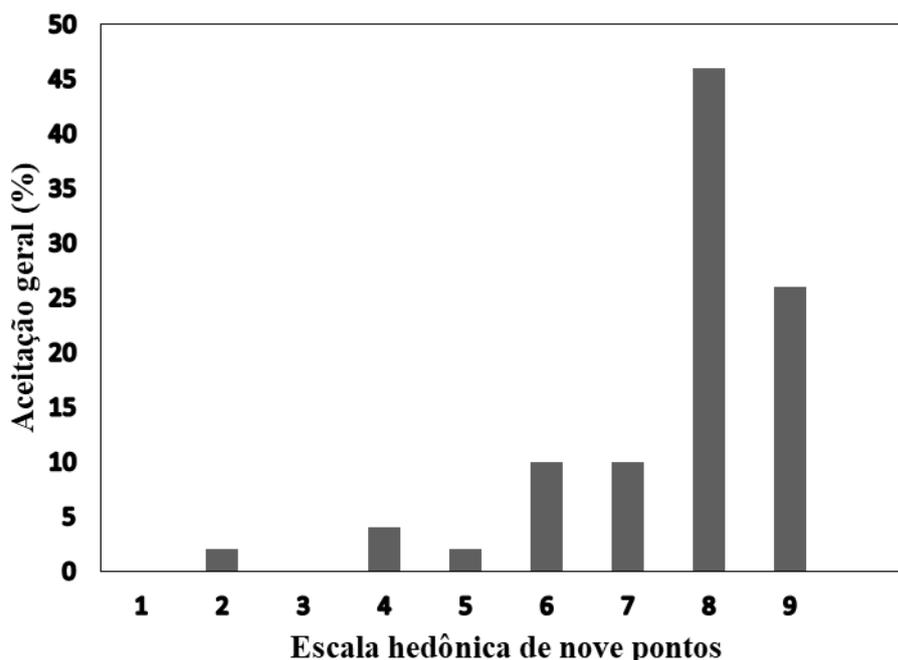
3.3.3.1 Aceitabilidade dos brotos em conserva

Na análise sensorial do broto de soja em conserva os resultados obtidos para aceitação dos mesmos, apresentou média 7,76 “Gostei moderadamente”.

O índice de aceitabilidade do broto de soja em conserva foi de 85,55 % (aceitação geral de 92%) ou seja, o produto pode ser considerado bem aceito sensorialmente. Mendonça et al. (2017) avaliaram a aceitação geral de broto de soja em conserva e obtiveram índice de aceitabilidade 76,7 %.

Na Figura 3.2 pode-se verificar a frequência das respostas obtidas para aceitação. Observou-se que a maioria dos resultados se encontra nas notas 8 e 9.

Figura 3.2- Histograma de frequência para aceitação global (%) dos brotos em conserva, 90 dias armazenados.



Fonte: O autor (2019).

Quanto a intenção de compra do produto, 84,80% dos provadores comprariam, indicando, assim, um possível novo nicho de mercado, no entanto vale a pena ressaltar que não se avaliou o possível custo deste produto para tal afirmação.

3.4 Conclusões

Os brotos em conserva estudados apresentaram pH de 4,45 no tempo inicial e 4,20 após 6 meses em conserva, estes valores de pH garantem que o procedimento de acidificação foi bem realizado.

Os brotos em conserva no tempo inicial e após 6 meses em conserva apresentaram redução nos teores de proteínas, lipídeos e inibidor de tripsina Kunitz e não apresentaram alterações nos teores de minerais totais, ácido fítico, atividade ureática e componentes minerais.

As análises microbiológicas dos brotos em conserva no tempo inicial e após 6 meses em conserva estavam dentro dos padrões microbiológicos de qualidade exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Na análise sensorial os brotos em conserva alcançaram médias desejáveis quanto ao índice de aceitação (85,55%) e a intenção de compras (84,80%).

A elaboração de brotos em conserva é uma alternativa para o melhor aproveitamento das matérias-primas de origem vegetal, que possibilitará a disponibilização desses produtos durante o ano inteiro, promovendo diversificação no mercado de conservas.

3.5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Projeto Universal -471593/2012-5), FAPERGS, CAPES (Fonte de financiamento 001), URI Erechim pela infraestrutura e suporte financeiro.

3.6 Referências

- ARAUJO, E. M.; CHAAR, J. M.; MARQUES, J. D. O. Salada em conserva elaborada com hortaliças regionais amazônicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.5, p.527–532, Campina Grande, PB, 2014.
- AZEREDO, H. M. C.; DE BRITO, E. S.; BRUNO, L. M. Princípios dos métodos de conservação de alimentos, 129p, 2012.
- BAUER, V. R. P.; WALLY, A. P.; PETER, M. Z. **Tecnologia de frutas e hortaliças**. IFSUL, 126p., 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Resolução RDC nº. 12, de 02/01/2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U. Poder Executivo, p. 45-53, 2001.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Resolução RDC nº 352, de 23 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/ industrializadores de frutas e ou hortaliças em conserva. Diário Oficial da União, 2002b.
- CARVALHO, A.D. 2006. **Digestibilidade de dietas e metabolismo em frangos de corte e suínos alimentados com soja integral processada..** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, 102p, 2006.
- FURTADO, A. A. L.; DA SILVA, F. T. **Manual de processamento de conserva de pimenta**. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Documents (INFOTECA-E), 2005.
- GOMES, C. A. O.; SILVA, F. **Recomendações técnicas para o processamento de conservas de cogumelos comestíveis**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 2000.
- GOMES, M.; VALLE, J. D.; RAUPP, D. D. S.; CHAIMSOHN, F. P.; BORSATO, A. V. Processamento de conservas de palmito caulinar de pupunha contendo diferentes graus de acidez. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.569-574, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000300025>
- IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, São Paulo: IMESP, 3 ed., v.1, 1985.

- JORGE, J. T. Processamento de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. (Eds.) Resfriamento de frutas e hortaliças. EMBRAPA **Informação Tecnológica**, Brasília, DF, p. 411-428, 2002.
- KROLOW, A. C. R. **Hortaliças em conserva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
- LIMA, C. B.; COSTA, F. G. P.; LUDKE, J. V.; DE LIMA JÚNIOR, D. M.; DE ALBUQUERQUE MARIZ, T. M.; PEREIRA, A. A.; DE ALMEIDA, A. C. A. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n. 4,p. 24-33, 2015.
- MALDONADE, I. R. **Pepinos em conserva**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2009.
- MELO, J. M. M. C.; GUILHOME, P. D.; NASCIMENTO; K. O.; BARBOSA JR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J. Aspectos microbiológicos e informação nutricional de molho de tomate orgânico oriundo da agricultura familiar. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, 2012.
- MENDONÇA, G., SILVA, M., BENASSI, V., OLIVEIRA, M. Aceitação sensorial de brotos de soja em conserva. In Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE), v.3, p.280-299, 2017.
- MONTVILLE, T.J.; MATHEWS, K.R. Food microbiology: an introduction. American Society for Microbiology. Washington: **AMS Press**, 19-20, 2005.
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Tecnologia para produção de brotos de soja. Comunicado técnico, 6 p., 2016.
- SALGADO, J. **Alimentos funcionais**. Oficina de Textos, 256p., 2016.
- TERUEL, B. J. M. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. Revista Brasileira de Agrociência, v.14, p.199-220, 2008.

CONCLUSÕES

O protótipo implementado para a produção de brotos apresentou resultados viáveis para a produção dos mesmos. Através do processamento dos brotos foi possível obter diferentes produtos com alto índice de aceitabilidade pelos consumidores.

O processo de germinação alterou a composição físico-química e fatores antinutricionais, aumentando o valor nutricional da soja, o que torna os brotos mais atrativos.

Na análise das propriedades ópticas das embalagens utilizadas (E1, E2 e E3) observou-se elevada transmitância e claridade e baixo Haze.

Durante a estocagem dos brotos minimamente processados nas 3 embalagens, nenhuma apresentando contaminação microbiológica durante a estocagem, porém a que apresentou melhores resultados visuais foi a de poli(tereftalato de etileno) – PET (E1), com e sem sachê absorvedor de oxigênio.

No processamento de brotos em conserva, nos 6 meses de estocagem, não foram observadas alterações físico-químicas e microbiológicas.

Na análise sensorial dos brotos minimamente processados e dos brotos em conserva, foi observado um alto índice de aceitação, de aproximadamente 75% e 85%, respectivamente.

Sendo assim, a elaboração de produtos a base de brotos de soja é uma alternativa para o aproveitamento das matérias-primas de origem vegetal, que além de agregar valor ao produto, possibilita a disponibilização destes produtos durante o ano inteiro, devido ao protótipo de produção construído.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar a viabilidade econômica dos brotos minimamente processados e em conserva.
- Avaliar o volume de oxigênio dentro das embalagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; MOREIRA, J. U. V. **Melhoramento de Soja para Alimentação Humana na Embrapa Trigo** – Safra Agrícola 2011/2012. Passo Fundo/RS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Trigo. ISSN 1516-5582, p. 27 – 31, 2012.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SILVA, J. B. **Soja na alimentação humana: Qualidade na produção de grãos com valor agregado**. In: Congresso de la soja del Mercosur – MERCOSOJA, Rosário, Asociaciós de la Cadena de la Soja Argentina (ACSOJA), p.1-3, 2011.
- CARPENTIERI-PIPOLO, V. **Celeste: nova linhagem de soja livre de lipoxigenase e inibidor de tripsina Kunitz**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. Resumos expandidos...Londrina: Embrapa Soja. (Embrapa Soja. Documentos, 353), p. 129-130, 2014.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Grãos, Safra 2008/2009 sétimo levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 12 de junho, 2017.
- GU, E. J.; KIM, D. W.; JANG, G. J.; SONG, S. H.; LEE, J. I.; LEE, S. B.; KIM, H. J. Mass-based metabolomic analysis of soybean sprouts during germination. **Food chemistry**, p. 311-319, 2017.
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Tecnologia para produção de brotos de soja. Comunicado técnico, 6 p., 2016.
- PERKINS, E.G. Composition of soybeans and soybeans products. In: ERICKSON, D. R. (Ed.). Practical handbook of soybean processing and utilization. **Champaign: AOCS Press**, p. 9-28, 1995.
- SILVA, E.O.; BASTOS, M.S.R.; ALVES, R.E.; SOARES, N.F.F.; PUSCHMANN, R. **Segurança microbiológica em frutas e hortaliças minimamente processadas**. In: Anais do I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brasil, v. 1, p.37- 46, 2006.
- TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – 4ª edição revisada e ampliada, Campinas – São Paulo, 2011.
- VIEIRA, R. F.; LOPES, J. D. S. **Produção de brotos comestíveis: Feijão Moyashi, Alfafa, Trevo, Rabanete e Brócolis**. Viçosa, CPT, 108 p., 2001.
- YOKOMIZO, G. K.; DUARTE, J. B.; VELLO, N. A. Correlações fenotípicas entre tamanho de grãos e outros caracteres em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2235-2241, 2000.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Ficha de avaliação sensorial dos brotos minimamente processados (MP).

TESTE DE ACEITAÇÃO

Por favor, responda primeiramente as questões abaixo e depois, avalie o produto de acordo com sua preferência, tendo como base a escala hedônica e de intenção de compra disponibilizados a seguir:

I) Dados pessoais:

Sexo:	Idade:	Escolaridade:
() Masculino	() 18 a 20 anos	() 1º grau incompleto
() Feminino	() 21 a 30 anos	() 1º grau completo
	() 31 a 40 anos	() 2º grau incompleto
	() 41 a 50 anos	() 2º grau completo
	() > 50 anos	() Superior
		() Pós graduação

II) Consumo:

Consome alimentos de soja e seus derivados? () sim () não.

Você está recebendo amostras de brotos minimamente processados. Por favor, deguste e avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou do produto:

9- Gostei muitíssimo

8- Gostei muito

7- Gostei moderadamente

6- Gostei ligeiramente

5- Nem gostei / nem desgostei

4- Desgostei ligeiramente

3- Desgostei moderadamente

2- Desgostei muito

1-Desgostei muitíssimo

Amostra n°

Pontuação

III) Intenção de compra:

Indique a intenção de compra dos brotos minimamente processados, utilizando a escala abaixo:

5- Certamente compraria

4- Provavelmente compraria

3- Talvez compraria

2-Provavelmente não compraria

1- Certamente não compraria

Amostra n°

Pontuação

Apêndice 2 – Termo de consentimento livre e esclarecido – Brotos minimamente processados.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Keli Cristina Cantelli, aluna do Doutorado em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada – Câmpus de Erechim estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada: **“BROTOS DE SOJA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA PRODUÇÃO, ELABORAÇÃO DE CONSERVAS E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS PARA BROTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS”**.

O objetivo será construir protótipo para produção de brotos de soja da cultivar BRS 216, a partir dos quais produzir conservas e avaliar diferentes embalagens em brotos minimamente processados a fim de aumentar a vida de prateleira e avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais dos brotos minimamente processados e em conserva. Os dados serão coletados individualmente através de questionário, de análise sensorial utilizando o teste de aceitação. Cada participante será conduzido a uma cabine individual onde receberá 1 amostra de broto minimamente processado, juntamente com uma ficha de avaliação. Após provar os produtos os participantes preencherão a ficha conforme o seu parecer. As amostras não representam riscos à saúde dos participantes, pois serão realizadas análises microbiológicas antes da análise sensorial.

No decorrer e após a pesquisa será mantido o sigilo das informações obtidas e/ou qualquer dado que possa permitir identificação do participante, garantindo-lhes o anonimato. Posteriormente estes dados poderão ser utilizados para elaboração de artigos e divulgação nos meios científicos e apresentação em eventos.

Fica claro que não existirão despesas ou compensações pessoais para os participantes em qualquer fase de estudo e ocorrendo alguma dúvida em relação ao mesmo, poderão entrar em contato pelo telefone (54)35209000 ou keli.cantelli@hotmail.com

Eu, _____,
 RG _____ fui esclarecido (a) sobre a pesquisa “Brotos de soja da cultivar BRS 216: construção do protótipo para produção, elaboração de conservas e avaliação de diferentes tipos de embalagens em brotos minimamente processados”. Aceito participar voluntariamente e concordo que meus dados sejam utilizados na realização e publicação da mesma.

Erechim, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do Orientador

Jamile Zeni

RG:1078251236

Email: jamilezeni@uricer.edu.br

Fone : (54)

Assinatura do Pesquisador

Keli Cristina Cantelli

RG: 1094586474

Email: keli.cantelli@hotmail.com

3520-9000- ramal

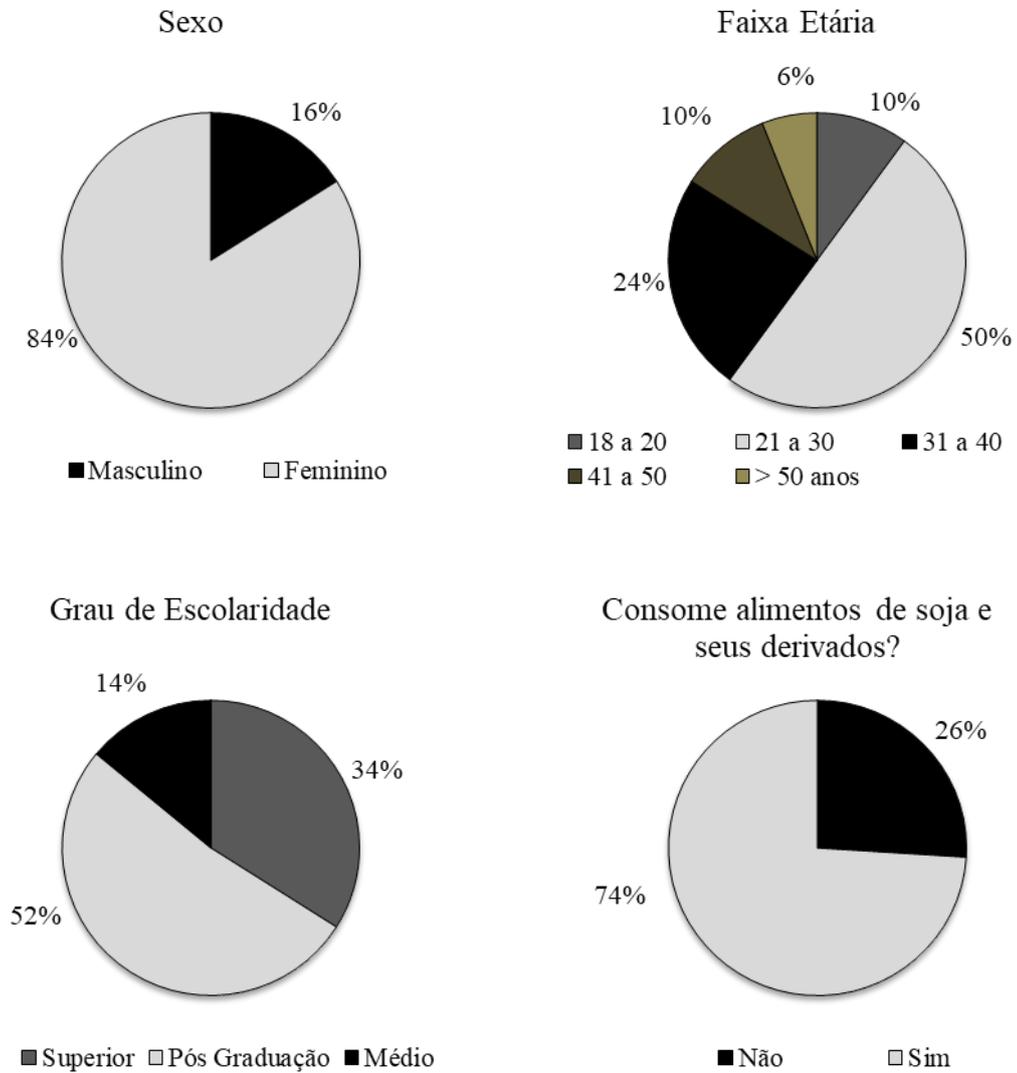
9135

Apêndice 3 – Volume de oxigênio absorvido (cm³) pelos sachês nos diferentes tempos de armazenamento dos brotos MP (3, 6, 9 e 12 dias) nas embalagens de E1, E2 e E3.

Tempo (dias)	Volume de O₂ absorvido (cm³)		
	E1	E2	E3
3	6	16,60	7,08
6	34,68	39,68	10,66
9	38,65	55,57	34,90
12	26,61	26,61	26,53

Fonte: O autor (2019).

Apêndice 4 - Perfil dos avaliadores da análise sensorial, sexo, faixa etária, grau de escolaridade e consumo de alimentos de soja e seus derivados.



Fonte: O autor (2019).

Apêndice 5 - Ficha de avaliação sensorial dos brotos em conserva.

TESTE DE ACEITAÇÃO

Por favor, responda primeiramente as questões abaixo e depois, avalie o produto de acordo com sua preferência, tendo como base a escala hedônica e de intenção de compra disponibilizados a seguir:

I) Dados pessoais:

Sexo:	Idade:	Escolaridade:
() Masculino	() 18 a 20 anos	() 1º grau incompleto
() Feminino	() 21 a 30 anos	() 1º grau completo
	() 31 a 40 anos	() 2º grau incompleto
	() 41 a 50 anos	() 2º grau completo
	() > 50 anos	() Superior
		() Pós graduação

II) Consumo:

Consome alimentos de soja e seus derivados? () sim () não.

Você está recebendo amostras de brotos em conserva. Por favor, deguste e avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou do produto:

9- Gostei muitíssimo

8- Gostei muito

7- Gostei moderadamente

6- Gostei ligeiramente

5- Nem gostei / nem desgostei

4- Desgostei ligeiramente

3- Desgostei moderadamente

2- Desgostei muito

1-Desgostei muitíssimo

Amostra n°

Pontuação

III) Intenção de compra:

Indique a intenção de compra dos brotos em conserva, utilizando a escala abaixo:

5- Certamente compraria

4- Provavelmente compraria

3- Talvez compraria

2-Provavelmente não compraria

1- Certamente não comprar

Amostra n°

Pontuação

Apêndice 6 – Termo de consentimento livre e esclarecido – Brotos em conserva.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Keli Cristina Cantelli, aluna do Doutorado em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada – Campus de Erechim estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada: **“BROTOS DE SOJA: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA PRODUÇÃO, ELABORAÇÃO DE CONSERVAS E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS PARA BROTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS”**.

O objetivo foi construir um protótipo para produção de brotos de soja da cultivar BRS 216, a partir dos quais foram produzidos brotos em conserva a fim de aumentar a vida de prateleira e avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais dos brotos minimamente processados e em conserva. Os dados serão coletados individualmente através de questionário, de análise sensorial utilizando o teste de aceitação. Cada participante será conduzido a uma cabine individual onde receberá 1 amostra de brotos em conserva, juntamente com uma ficha de avaliação. Após provar os produtos os participantes preencherão a ficha conforme o seu parecer. As amostras não representam riscos à saúde dos participantes, pois serão realizadas análises microbiológicas antes da análise sensorial.

No decorrer e após a pesquisa será mantido o sigilo das informações obtidas e/ou qualquer dado que possa permitir identificação do participante, garantindo-lhes o anonimato. Posteriormente estes dados poderão ser utilizados para elaboração de artigos e divulgação nos meios científicos e apresentação em eventos.

Fica claro que não existirão despesas ou compensações pessoais para os participantes em qualquer fase de estudo e ocorrendo alguma dúvida em relação ao mesmo, poderão entrar em contato pelo telefone (54)35209000 ou keli.cantelli@hotmail.com

Eu, _____,
 RG _____ fui esclarecido (a) sobre a pesquisa “Brotos de soja da cultivar BRS 216: construção de protótipo para produção, elaboração de conservas e avaliação de diferentes tipos de embalagens em brotos minimamente processados”. Aceito participar voluntariamente e concordo que meus dados sejam utilizados na realização e publicação da mesma.

Erechim, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do participante: _____

 Assinatura do Orientador

Jamile Zeni

RG:1078251236

Email: jamilezeni@uricer.edu.br

Fone : (54) 3520-9000- ramal 9135

 Assinatura do Pesquisador

Keli Cristina Cantelli

RG: 1094586474

Email: keli.cantelli@hotmail.com