



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

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS ISENTOS DE
GLÚTEN DE FARINHA DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill.) DA CULTIVAR BRS 267**

ALICE MARIA DAHMER

ERECHIM, RS – BRASIL
DEZEMBRO/2016

ALICE MARIA DAHMER

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS ISENTOS DE
GLÚTEN DE FARINHA DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill.) DA CULTIVAR BRS 267**

Tese de Doutorado submetido à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus de Erechim, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Doutora em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias.

Orientadoras:

Prof.^a Dr.^a Juliana Steffens

Prof.^a Dr.^a Clarice Steffens

Pesquisadora Dr.^a Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

**ERECHIM, RS-BRASIL
DEZEMBRO/2016**

ALICE MARIA DAHMER

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS ISENTOS DE GLÚTEN DE FARINHA DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill.) DA CULTIVAR BRS 267

Tese de Doutorado submetido à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus de Erechim, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Doutora em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Juliana Steffens
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Clarice Steffens
Orientadora

Pesquisadora Dr.^a Mercedes Concórdia Carrão Panizzi
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Eunice Valduga
URI - Erechim/RS

Prof.^a Dr.^a Natalia Paroul
URI - Erechim/RS

Prof. Dr. Nélío Raniele Ferreira de Paula
IFRO – Colorado do Oeste/RO

Dr.^a Márcia Maria Santin Trentini
Moinho Norte Sul- Erechim/RS

Erechim, dezembro de 2016.

*Ao Mário Sérgio, pelo amor incondicional;
A minha filha Ana Caroline, dádiva de Deus;
Aos meus pais Normélio e Maria e aos meus irmãos,
Aos que lutam incansavelmente por um mundo melhor e seguem seus ideais.*

Dedico.
A Deus ofereço...

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por permitir esta jornada, sabedor das angústias, das alegrias, das lutas e das buscas que permeiam minha vida, sem Tua presença nada seria possível. Mantivestes-me na Tua graça e bondade, em nome de Jesus, “dar-te-ei graças, Senhor, Deus meu, de todo o coração e glorificarei para sempre teu nome”.

Ao meu esposo Mário Sérgio, que compartilha dos meus sonhos, permitindo a escolha do outro, com muito amor e um apoio inquebrantável, o meu mais profundo agradecimento.

“Eis que os filhos são herança do Senhor, e o fruto do ventre o seu galardão.” Frase esta, imagem viva do significado do meu bem maior, as filhas Ana Caroline e Maria Gabriela (*in memoriam*).

Aos meus pais Normélio e Maria Emília, que trilharam seus caminhos com base em princípios sólidos e éticos, pelo exemplo de persistência, caráter, humildade, perseverança, honestidade e fé, que nortearam suas vidas e suas formas de educar os filhos. Aos meus Irmãos, Luís, Carlos, Jorge, Marli e minha alma gêmea Cláudia, pelo caráter, herdado de meus Pais, e pelo modelo de vida.

As minhas orientadoras Professoras Dra. Juliana Steffens e Clarice Steffens, por representarem exemplos de dedicação, profissionalismo e, acima de tudo, amor pelo que fazem. A Pesquisadora Dra. Mercedes Concórdia Carrão Panizzi, pela valorosa orientação e por permitir a contemplação das múltiplas utilidades da soja e de sua infinita sabedoria. Entre amigos, merecidamente chamada de “Rainha da Soja”, título herdado pelo conhecimento e anos de trabalho dedicado a essa leguminosa.

À banca de qualificação e defesa, Vera de Toledo Benassi, Nélio Raniele Ferreira de Paula, Márcia Maria Santin Trentini, Natalia Paroul e Eunice Valduga, pela assistência e contribuições que reverberam na magnitude de qualidade deste trabalho.

Cada dia um novo começo, novos propósitos, novas lutas, novos amigos, esta foi a trajetória que permeou estes quatro anos. Agradecimentos a Ângela, Alana, Marlova, Aline, Elisangela, Rúbia, Nádia, Cindy, Sidiane e Josi, pelo convívio e amizade. São nomes que ficarão na minha história de vida, principalmente, minha amiga, companheira e vizinha Nena (Ângela), carismática, gentil, alegre e com uma sabedoria imensurável, a Aline Ficanha pelas aulas de análise estatística, o grupo, Alana, Rúbia, Aline e Nena pelas mensagens lindas que muitas vezes elevaram o espírito, afagavam as preocupações e inovavam com imagens esplendorosas. Vocês são lindas!

Aos meus Professores do Doutorado, Clarice, Eunice, Geciane, Jamile, Juliana, Mônica e Rogério pelo aprendizado. Ao Professor Cláudio, pelo respeito e simpatia.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Alimentos de Pós-Graduação, as secretárias do Programa, Andréia e Liane, pela assistência e recados; Rositania e Vera, que por tantas vezes me socorreram, Dona Maria e Sr. Osmar que sempre me receberam com carinho, colegas e amigos dos Laboratórios da URI, Débora, Marcieli e Janaína.

À Aline Rigo, Eloise e Júlia pelo auxílio nos trabalhos de laboratório.

Aos meus amigos que longe estão, Ester e família, Sonia, Maria José, Lara, Naninha e família, Rosinha, o nosso grupo de reflexão, que sempre torceram e oraram por mim.

Ao analista da Embrapa Soja, Rodrigo dos Santos Leite, bem como seus estagiários, pela inestimável ajuda nas análises de isoflavonas, ácido graxos e pelos conhecimentos proporcionados.

Aos avaliadores das análises sensoriais pelo apoio.

À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI/Erechim e ao Departamento de Engenharia de Alimentos, pela contribuição à minha formação acadêmica e pela disposição do espaço físico para realização da parte experimental do projeto.

À Embrapa/Soja de Londrina/PR pela ajuda e oportunidade do curso de análises para compostos da soja relacionados com qualidade.

À Embrapa/Trigo de Passo Fundo/RS pelo fornecimento do material para as análises.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRO pela oportunidade de realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, por ter possibilitado e financiado esta pesquisa.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Enquanto estiver vivo, sinta-se vivo.
Se sentir saudades do que fazia, volta a fazê-lo.
Não viva de fotografias amareladas...
Continue, quando todos esperam que desistas.
Não deixe que enferruje o ferro que existe em você.
Faça com que em vez de pena, tenham respeito por você.
Quando não conseguir correr através dos anos, trote.
Quando não conseguir trotar, caminhe.
Quando não conseguir caminhar, use uma bengala.
Mas nunca se detenha. ”*
Madre Teresa de Calcutá

*“Ainda que eu falasse a língua dos homens
e falasse a língua dos anjos, sem amor...
eu nada seria.”*

[I Coríntios 13] - Bíblia

Resumo da Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutora em Engenharia de Alimentos

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS ISENTOS DE GLÚTEN DE FARINHA DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill.) DA CULTIVAR BRS 267

Alice Maria Dahmer

Dezembro/2016

Orientadoras:

Prof.^a Dr.^a Juliana Steffens

Prof.^a Dr.^a Clarice Steffens

Pesquisadora Dr.^a Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

A demanda por produtos saudáveis e funcionais tem possibilitado a aplicação da farinha de soja como ingrediente em biscoitos para melhoria da qualidade nutricional. O presente trabalho teve como objetivo, a partir da elaboração de farinha de soja integral (FSI), a produção de três formulações de biscoitos com diferentes proporções de farinha de soja integral em substituição a fécula de mandioca B1(20:80 m/m), B2 (30:70 m/m) e B3 (40:60 m/m) para pessoas celíacas. Inicialmente, foram realizadas análises físico-químicas do grão *in natura* e das farinhas integral sem branqueamento e branqueada. Em sequência, para o processamento da farinha integral, um tratamento térmico foi realizado através do delineamento composto central rotacional (DCCR), com 11 ensaios, para verificar os efeitos das variáveis tempo (min) e temperatura (°C) sobre o teor do inibidor de tripsina Kunitz e a cor da farinha. O menor teor de inibidor, 2,13 mg.g⁻¹ e a cor menos escura, com luminosidade de 87,11 foi obtida no tratamento a 148,2 °C por 20 min. Desta condição avaliou-se físico-quimicamente a farinha e aplicou-se na elaboração de biscoitos, que foram avaliados física, química, microbiológica e sensorialmente. Os dados foram analisados, principalmente, por meio de análise de variância e teste de Tukey, em nível de 5 % de significância. O resultado da composição físico-química da matéria-prima evidenciou um elevado teor de proteínas e fibras. Na elaboração da farinha de soja integral e integral branqueada observou-se uma diminuição dos índices de dispersibilidade de proteínas e solubilidade de nitrogênio em comparação aos grãos, com redução dos teores de inibidor de tripsina Kunitz e escurecimento da farinha, pelo efeito do processamento térmico, principalmente da farinha de soja integral

branqueada. A farinha de soja obtida da melhor condição de tratamento térmico (148,2 °C por 20 min), apresentou 2,13 mg.g⁻¹ de inibidor de tripsina, 87,11 de luminosidade e cromaticidade a* de 4,47 e b* 22,50, com alto teor de fibras (22,25 g.100g⁻¹), o seu perfil de ácidos graxos indica algumas diferenças significativas quando comparado ao grão e quanto ao teor de carboidratos, ocorreu uma considerável redução na farinha. Os parâmetros físicos dos biscoitos apontam uma maior perda de massa e aumento de espessura em B1, enquanto que B2 apresentou o maior aumento de diâmetro. E quanto ao fator de expansão foi maior (p<0,05) para os biscoitos B2 e B3, enquanto que a cor foi pouco influenciada pelo incremento de farinha de soja nas formulações, diferentemente da textura, o B3 foi o biscoito mais firme. Os parâmetros químicos, umidade, proteínas, lipídios, cinzas e fibras aumentaram significativamente (p<0,05), com a adição de FSI nos biscoitos. Todos os biscoitos apresentaram qualidade microbiológica, segundo os padrões legais. No teste sensorial, realizado por 67 avaliadores, os resultados de aceitação dos biscoitos apresentaram diferença significativa (p<0,05), o B1 apresentou a maior aceitação, enquanto que o B3 foi o menos aceito pelos julgadores, porém, ainda apresentou um índice de aceitabilidade acima de 70 %. Para intenção de compra, as médias dos biscoitos B1 e B2 não diferiram estatisticamente entre si (p>0,05), B1 apresentou intenção positiva de compra com 82,09 % e B2 com 74,63 %. Embora o B3 apresentasse melhor qualidade nutricional, e juntamente ao B2 podem ser considerados alimentos ricos em fibras, obteve o pior índice de aceitação e intenção de compra.

Palavras-chave: Biscoito, Tratamento Térmico, Inibidor de Tripsina, Farinha de Soja Integral.

Abstract of Thesis presented to Food Engineering Program from Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões as a partial fulfillment of the requirements for obtaining the Degree of Doctor in Food Engineering.

**DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF BISCUITS FREE OF GLUTEN
WITH SOY FLOUR (*Glycine max* (L.) Merrill.) CULTIVAR BRS 267**

Alice Maria Dahmer

December/2016

Advisors:

Prof. Dr. Juliana Steffens

Prof. Dr. Clarice Steffens

Researcher Dr. Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

The demand for healthy and functional products has enabled the application of the soy flour as an ingredient in biscuits for improving the nutritional quality. This study aimed, from the preparation of whole soybean flour (WSF), the production of three formulations of biscuits with different proportions of whole soybean flour replacing cassava starch B1 (20:80 m/m), B2 (30:70 m/m) and B3 (40:60 m/m) for celiac people. Initially, physical and chemical analysis of bleached and unbleached whole flours and crude grain were performed. In sequence for processing of whole wheat flour, a heat treatment was carried out by a central composite rotacional design (CCRD) with 11 tests to check the effects of variable time (min) and temperature (°C) on the content kunitz trypsin inhibitor and of the color flour. The lowest inhibitor concentration, 2.13 mg.g⁻¹ and less dark, 87.11, in the treatment of 148.2 °C for 20 min. From this condition it was evaluated physico-chemical the flour and applied on biscuits that were evaluated physical, chemical, microbiological and sensory. Data were analyzed mainly by analysis of variance and Tukey test at the 5 % level of significance. The results of the physico-chemical composition of the raw material showed a high content of protein and fiber. In preparing whole flour and bleached whole soybean there was a decrease in protein dispersibility rates and nitrogen solubility compared to the grains, with reduced content trypsin Kunitz inhibitor and darkening of the flour, by the effect of thermal processing, mainly of whole bleached soy flour. The soy flour obtained from the best thermal treatment condition (148.2 °C for 20 min) showed 2.13 mg.g⁻¹ trypsin inhibitor, 87.11 brightness and

chromaticity a^* of 4.47 and b^* 22.50 with high fiber content (22.25 g.100g⁻¹), its fatty acid profile indicates some significant differences when compared to grain and on the carbohydrate content, there was a considerable reduction in the flour. The physical parameters of the biscuits show a greater weight loss and increased thickness in B1 while B2 showed the largest increase in diameter. As for the expansion factor was greater ($p < 0.05$) for the B2 and B3 biscuits, while the color was slightly affected by soy flour increment in the formulations, different texture, B3 was firmer biscuit. The chemical parameters such as moisture, protein, fat, ash and fiber increased significantly ($p < 0.05$), with the addition of FSI biscuits. All cookies showed microbiological quality, in accordance with legal standards. In the sensory test, performed by 67 evaluators, the acceptance of cookies results showed significant differences ($p < 0.05$), B1 had the highest acceptance, while the B3 was the least accepted by the judges, but also presented an index acceptability above 70 %. To purchase intent, the average of B1 and B2 cookies are not statistically different ($p > 0.05$), B1 showed positive intent to purchase 82,09 % and B2, 74,63 %. Although the B3 present better nutritional quality, and jointly with the B2 can be considered high-fiber foods, it obtained the worst acceptance rate and purchase intent.

Keywords: Biscuit, Thermal Treatment, Trypsin Inhibitors, Whole Soy Flour.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
2 OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GERAL	24
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
3.1 SOJA	25
3.1.1 História	25
3.1.2 Mercado	26
3.1.3 Benefícios da Soja à Saúde	27
3.1.4 Componentes dos Grãos de Soja.....	29
3.1.4.1 Compostos nitrogenados	29
3.1.4.1.1 Proteínas da soja: classificação e composição	29
3.1.4.1.2 Inibidores de proteases.....	31
3.1.4.1.3 Lipoxigenases	32
3.1.4.1.4 Composição dos aminoácidos da soja	34
3.1.4.2 Lipídios	34
3.1.4.3 Carboidratos e fibras.....	35
3.1.4.3.1 Oligossacarídeos	37
3.1.4.4 Minerais	37
3.1.4.5 Isoflavonas	38
3.2 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS	41
3.2.1 Solubilidade das proteínas	41
3.3 DOENÇA CELÍACA.....	43
3.4 FARINHA DE SOJA INTEGRAL	44
3.5 BISCOITOS.....	45
3.6 ANÁLISE SENSORIAL	46
3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.1 MATERIAL.....	49
4.2 MÉTODOS	49
4.2.1 Obtenção da Farinha de Soja	49

4.2.1.1 Farinha de soja integral (FSI)	50
4.2.1.2 Farinha de soja integral branqueada (FSIB)	51
4.2.2 Otimização do Tratamento Térmico na Elaboração de Farinha de Soja Integral	51
4.2.3 Elaboração de Biscoitos	53
4.2.4 Caracterização Físico-Química dos Grãos e da Farinha de Soja	56
4.2.4.1 Composição centesimal	56
4.2.4.2 Determinação do índice de dispersibilidade proteica (IDP)	57
4.2.4.3 Determinação do índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)	57
4.2.4.4 Determinação de ácidos graxos (AG)	58
4.2.4.5 Determinação e quantificação do inibidor de tripsina Kunitz (ITK)	59
4.2.4.6 Determinação e quantificação das isoflavonas	59
4.2.4.7 Cor instrumental	60
4.2.5 Caracterização dos Biscoitos	61
4.2.5.1 Caracterização física	61
4.2.5.2 Caracterização química.....	62
4.2.5.3 Caracterização microbiológica.....	62
4.2.5.4 Caracterização sensorial	62
4.2.6 Análise Estatística	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS GRÃOS E DA FARINHA DE SOJA.....	65
5.1.1 Caracterização Química.....	65
5.1.1.1 Composição centesimal	65
5.1.1.2 Solubilidade proteica	66
5.1.1.3 Isoflavonas	68
5.1.2 Caracterização Física.....	70
5.1.2.1 Cor instrumental.....	70
5.2 EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE A COR E O INIBIDOR DE TRIPSINA NAS FARINHAS	71
5.2.1 Cor Instrumental	73
5.2.2 Inibidor de Tripsina Kunitz das Farinhas	78
5.3 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE SOJA INTEGRAL.....	82
5.3.1 Caracterização Química.....	82
5.3.1.1 Composição centesimal	82

5.3.1.2 Solubilidade proteica	83
5.3.1.3 Composição em ácidos graxos	84
5.4 CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS COM FARINHA DE SOJA OBTIDA NA MELHOR CONDIÇÃO	87
5.4.1 Caracterização Física	87
5.4.1.1 Parâmetros físicos	87
5.4.1.2 Cor instrumental	89
5.4.1.3 Textura instrumental	90
5.4.2 Caracterização Química	91
5.4.2.1 Composição centesimal	91
5.4.3 Avaliação Microbiológica	93
5.4.4 Avaliação Sensorial	94
5.4.4.1 Caracterização dos avaliadores	94
5.4.4.2 Aceitabilidade dos biscoitos	95
5.4.4.3 Análise multivariada dos resultados	98
6 CONCLUSÕES	101
7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	103
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
APÊNDICE A	130
APÊNDICE B	131
APÊNDICE C	132
APÊNDICE D	133
APÊNDICE E	136
APÊNDICE F	138
ANEXO A	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação e composição média das frações proteicas da soja	30
Figura 2: Composição média de aminoácidos essenciais e não essenciais do grão de soja.....	34
Figura 3: Composição média de lipídios do grão de soja	35
Figura 4: Composição média de carboidratos e fibras do grão de soja	36
Figura 5: Composição média de minerais dos grãos de soja.....	38
Figura 6: Estrutura química e classificação das isoflavonas da soja	39
Figura 7: Fluxograma de produção de farinha de soja integral da cultivar BRS 267.....	50
Figura 8: Fluxograma de produção de Farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada com aplicação do DCCR no tratamento térmico	52
Figura 9: Fluxograma de produção de farinha de soja integral do planejamento experimental na melhor condição de temperatura e tempo	53
Figura 10: Fluxograma de produção de biscoitos elaborados com diferentes concentrações de farinha de soja integral.....	55
Figura 11: Superfície de resposta para as variáveis L^* (a), a^* (b) e b^* (c) em função do tempo e temperatura na farinha de soja integral.....	75
Figura 12: Superfície de resposta para as variáveis L^* (a), a^* (b) e b^* (c) em função da temperatura e tempo na farinha de soja integral branqueada	77
Figura 13: Superfície de resposta para inibidor de tripsina Kunitz (mg.g^{-1}) em função da temperatura e tempo em farinha de soja integral (a) e Farinha de soja integral branqueada (b)	80
Figura 14: Perfil dos avaliadores de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	94
Figura 15: Índice de aceitação (%) dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	96
Figura 16: Índice de intenção de compra (%) dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	96
Figura 17: Projeção das amostras de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m) (a) em relação à aceitação pelos consumidores (b), considerando dimensões 1 e 2	97

Figura 18: Análise dos Componentes Principais (ACP) de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)..... 100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis e níveis utilizados no planejamento fatorial completo 2 ² de temperatura e tempo para a produção da Farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada	52
Tabela 2: Ingredientes das formulações de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m).....	54
Tabela 3: Composição centesimal dos grãos (<i>in natura</i> e branqueado) e respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)	65
Tabela 4: Valores dos índices de solubilidade IDP e ISN de grãos (<i>in natura</i> e branqueado) e das respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB).....	67
Tabela 5: Teores de isoflavonas dos grãos (<i>in natura</i> e branqueado) e das respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)	68
Tabela 6: Parâmetros de cor dos grãos (<i>in natura</i> e branqueado) e das respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)	71
Tabela 7: Matriz do planejamento DCCR 2 ² (valores codificados e reais) e respostas em relação a cor (L*, a*, b*) e a atividade do inibidor de tripsina Kunitz (mg.g ⁻¹) para a farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada	72
Tabela 8: Modelos codificados por regressão linear múltipla sobre as respostas dos parâmetros de cor L*, a* e b* do DCCR na farinha de soja integral	74
Tabela 9: Modelos codificados por regressão linear múltipla sobre as respostas dos parâmetros de cor L*, a* e b* do DCCR na farinha de soja integral branqueada.....	76
Tabela 10: Modelos codificados por regressão linear múltipla sobre as respostas do inibidor de tripsina Kunitz do DCCR na farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada	79
Tabela 11: Teores de inibidor de tripsina Kunitz e parâmetros de cor (L*, a* e b*) da farinha de soja integral na temperatura de 148,2 °C e em diferentes condições de tempo (T1, T2, T3 e T4).....	81
Tabela 12: Composição centesimal do grão <i>in natura</i> e da farinha de soja integral (FSI T3) .	82
Tabela 13: Índices de solubilidade IDP e ISN presentes nas farinhas FSI e FSI T3.....	84
Tabela 14: Teor de ácidos graxos presentes no grão <i>in natura</i> e FSI T3.....	84
Tabela 15: Parâmetros físicos dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	87

Tabela 16: Parâmetros da luminosidade (L*) e das coordenadas de cromaticidade (a*) e (b*) dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m).....	89
Tabela 17: Parâmetro de dureza dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	90
Tabela 18: Composição centesimal dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	91
Tabela 19: Parâmetros microbiológicos dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m).....	93
Tabela 20: Valores médios do teste de aceitação e intenção de compra de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m).....	95
Tabela 21: Matriz de correlação de Pearson (n-1) para as variáveis volume específico, fator de expansão, rendimento, textura, aceitação, L*, a*, b*, umidade, proteínas, lipídios, cinzas carboidratos e fibras de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)	98

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

a*	Coordenada vermelho/verde
AACC	<i>American Association of Cereal Chemists</i>
ABIMPI	Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massa Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados
ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Análise de Componentes Principais
AF	Ácido Fítico
AG	Ácido Graxo
AGM	Ácido Graxo Monoinsaturado
AGS	Ácido Graxo Saturado
ANOVA	Análise de Variância
AGPI	Ácido Graxo Poli-insaturado
AGPI-CML	Ácido Graxo Poli-insaturado de cadeia muito longa
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
AOCS	<i>American Oil Chemists' Society</i>
APROSOJA	Associação dos Produtores de Soja do Brasil
b*	Coordenada amarelo/azul
ASA	<i>American Soybean Association</i>
BAPNA	N α -Benzoil-DL-arginina cloridrato de 4-nitroanilida
BBi	<i>Bowman-Birk Inhibitor</i> . Inibidor de Bowman-Birk
BHI	Caldo Infusão de Cérebro e Coração
BS	Ágar Bismuto Sulfito
CAAE	Certificação de Apresentação para Apreciação Ética
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CG	Cromatografia Gasosa
CISOJA	Centro de Inteligência da Soja
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DC	Doença Celíaca

DCCR	Delineamento Composto Central Rotacional
EC	Caldo <i>Escherichia coli</i>
EMAG	Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAN	Fatores Antinutricionais
FAME	<i>Fatty Acid Metil Ester</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FID	<i>Flame Ionization Detector</i>
FSI	Farinha de Soja Integral
FSIA	Farinha de Soja Integral Autoclavada
FSIAF	Farinha de Soja Integral Autoclavada Fermentada
FSIB	Farinha de Soja Integral Branqueada
FSI T3	Farinha de Soja Integral Tratamento 3
HE	Agar Hektoen Entérico
IA	Índice de aceitação
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IC	Índice de Compra
ICP	<i>Inductively Coupled Plasma</i>
ICP-OES	<i>Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry.</i>
IDP	Índice de Dispersibilidade de Proteínas
IP	Inibidores de Protease
IPS	Isolado Proteico de Soja
ISN	Índice de Solubilidade de Nitrogênio
ITK	Inibidor de Tripsina Kunitz
kDa	Kilodaltons
Km	Constante de Michaelis
L*	Luminosidade ou brilho
LANAL	Laboratório de Análise de Alimentos
LOX	Lipoxigenase
LST	Caldo Lauril Sulfato Triptose
MSR	Metodologia de Superfície de Resposta
MPI	Mapa de Preferência Interno

NMP	Número Mais Provável
OES	<i>Atomic Emission Spectrometry</i> . Espectrometria de emissão atômica
PDCAAS	<i>Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score</i> . Escore de Aminoácidos Corrigido pela Digestibilidade Protéica
PUFA	<i>Poly Unsaturated Fatty Acid</i> . Ácidos Graxos Poliinsaturados
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RM	Reação de Maillard
RO	<i>Raffinose Oligosaccharides</i> . Oligossacarídeos de Rafinose
S	Unidades Svedberg
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TFA	Ácido Trifluoroacético
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
VB	Caldo Bile Verde Brilhante
WHO	<i>World Health Organization</i>
XLD	Ágar Xilose – Lisina Desoxicolato

1 INTRODUÇÃO

No âmbito do agronegócio mundial, a produção de soja brasileira consolida-se como uma atividade econômica das mais expressivas e crescente. O crescimento foi consolidado, tanto pela expansão da área de produção, e também, principalmente, pelo aumento da produtividade no campo, resultado do uso intensivo de tecnologias mais eficientes e principalmente pela contribuição de pesquisas que viabilizaram a expansão da fronteira sojícola no País. O Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja, economicamente, é o grupo que contribui com maior participação nas exportações. A previsão de produção de soja para a safra de 2016/2017 é de 101,3 milhões de toneladas, mantendo-se como segundo maior produtor mundial, perdendo apenas para os Estados Unidos (FIESP, 2016).

Com base nessas informações, que evidenciam a grande relevância da soja [*Glycine max* (L.) Merrill.], considerando-se a disponibilidade de matéria-prima, de baixo custo, aliado às suas propriedades funcionais, à presença de compostos bioativos (como as isoflavonas, as quais têm sido largamente estudadas quanto aos seus efeitos biológicos benéficos a saúde humana), ao alto conteúdo proteico de bom valor nutricional, e ainda, a mudança de atitude dos consumidores em relação à soja, ao melhoramento dos processos tecnológicos e aos estudos ancorados qualidade nutricional, têm potencializado e promovido a incorporação da soja à dieta alimentar humana (CARRÃO-PANIZZI, 2000; CARRÃO-PANIZZI, 2006, CARRÃO-PANIZZI et al., 2014; CARPENTIERI-PIPOLO, 2014).

E mais, os programas de melhoramento genético de cultivares de soja perpassam o desempenho agrônomo para focar na disponibilidade de matérias-primas com maior potencial de uso na alimentação humana. Entre os objetivos desses programas estão a melhora do sabor, do aspecto físico dos grãos, aumento do teor de proteína, isoflavonas e carboidratos, a redução de lipídios e fatores antinutricionais, resultando em características especiais que possibilitam a obtenção de produtos de melhor qualidade para uso humano e com elevado valor comercial (CARRÃO-PANIZZI, 2000; CARRÃO-PANIZZI; SILVA, 2009).

Desta forma, estudos também devem ser conduzidos para a caracterização das cultivares de soja melhoradas e da adequada aplicação desses em produtos alimentícios, como no caso da cultivar BRS 267, desenvolvida no Brasil através da Embrapa por melhoramento genético para o consumo específico de humanos.

Atualmente, umas das formas mais simples de inserção da soja na dieta humana é o emprego de sua farinha como ingrediente na fabricação de produtos de panificação, massas, entre outros (BOWLES, 2005; DANTAS et al., 2010). A farinha pela sua qualidade nutricional e funcional representa uma opção para o incremento de biscoitos e é uma excelente opção para biscoitos sem glúten, adequando-se para indivíduos alérgicos, intolerantes ao glúten. Atendendo assim, uma das principais motivações do consumidor em determinados alimentos, que além do seu valor nutritivo trazem benefícios às funções fisiológicas do organismo humano.

Os biscoitos são de grande interesse comercial, o Brasil foi em 2015 o quarto maior mercado (1,228 milhões de toneladas) e o quinto maior consumidor, com um consumo per capita de 6,01 kg ao ano (ABIMAPI, 2016) de biscoitos. Seu consumo ocorre, particularmente, entre crianças e adolescentes (LAROSA et al., 2006).

Mediante o exposto, objetivou-se avaliar a influência da temperatura e do tempo de aquecimento no processo de inativação do inibidor de tripsina Kunitz em farinha de soja integral da cultivar BRS 267, bem como avaliar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do biscoito à base de farinha de soja integral.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar os grãos de soja da cultivar BRS 267, safra 2012/2013; avaliar o efeito do tratamento térmico na produção de farinha e a sua aplicabilidade em biscoitos isentos de glúten.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição centesimal, a solubilidade proteica, a quantificação do inibidor de tripsina Kunitz e de isoflavonas e a coloração nos grãos de soja, na farinha de soja integral com branqueamento e sem branqueamento da cultivar BRS 267;
- Avaliar os efeitos da temperatura e tempo do tratamento térmico sobre a coloração e a o teor de tripsina Kunitz das farinhas de soja integral utilizando a metodologia de planejamento de experimentos;
- Determinar os teores de ácidos graxos, pelo método de cromatografia gasosa (CG), em grãos de soja e da farinha de soja na melhor condição de tratamento térmico;
- Desenvolver formulações de biscoitos com aplicação da farinha de soja integral obtida pelo processo otimizado;
- Avaliar as propriedades físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais dos biscoitos elaborados com diferentes concentrações de farinha de soja integral.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item são apresentados aspectos da história, mercado, benefícios e componentes da soja, conceito de doença celíaca, tipos de farinha de soja integral e sua aplicabilidade em biscoitos e alguns aspectos teóricos da avaliação sensorial.

3.1 SOJA

3.1.1 História

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) é uma cultura, cuja origem se atribui ao continente asiático, da região do rio Yangtsé, na China. A primeira referência como alimento, data de mais de 5.000 anos atrás, citado e descrito pelo imperador chinês Shen-nung, “pai” da agricultura chinesa (APROSOJA, 2014).

No ocidente, a soja foi introduzida na Europa, Inglaterra, França e Alemanha por volta do século XV, com finalidade de ornamentação. As primeiras tentativas de produção na Europa fracassaram, provavelmente, devido a fatores climáticos, ausência de conhecimento sobre a cultura e suas exigências (EMBRAPA, 2004).

Nos Estados Unidos, nos primeiros anos do século XX, iniciou-se o cultivo comercial da soja e na segunda década do mesmo século, quando o teor de óleo e proteína do grão passam a chamar a atenção expandiu-se a industrialização (APROSOJA, 2014), pontuada pela criação de novos cultivares de soja, com teor de óleo mais elevado (EMBRAPA, 2004).

Foi após o final da Primeira Guerra Mundial, em 1919, que o grão de soja se tornou um item de comércio exterior importante. O marco da consolidação da cadeia produtiva da soja em esfera mundial foi em 1921, quando foi fundada a Associação Americana de Soja (ASA) (APROSOJA, 2014).

Embora, haja registros históricos que apontam para cultivos experimentais de soja na Bahia, em 1882, a introdução da soja no Brasil tem o ano de 1901 como marco principal, é quando iniciam os cultivos na Estação Agropecuária de Campinas e a distribuição de sementes para produtores de São Paulo. E, em 1914, é oficialmente introduzida no Rio Grande do Sul (APROSOJA, 2014).

A expansão da cultura de soja no Brasil, começa nos anos de 1970, estabelecendo-se como principal produto do agronegócio nacional, com ampliação da indústria de óleo,

mediada pelo desenvolvimento de tecnologias e pesquisas e principalmente pela demanda internacional pelo grão. Inicialmente, a região sul foi produtora majoritária, porém, atualmente, a região do cerrado estabeleceu-se como maior produtora do país, com o estado do Mato Grosso ocupando a posição de maior produtor nacional (APROSOJA, 2014). As novas fronteiras produtivas de soja resultaram da conjugação de mercados nacional e internacional favoráveis, políticas agrícolas de incentivo ao complexo agroindustrial nacional, desenvolvimento e oferta crescente de modernas tecnologias de produção (CISOJA, 2009; HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

Um dos importantes agentes do dinamismo e evolução da sojicultura brasileira foi a Embrapa, que tem desenvolvido novas cultivares, adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões brasileiras (APROSOJA, 2014; EMBRAPA, 2004). Além do desenvolvimento de cultivares com alta produtividade, com características especiais para utilização na alimentação humana, com diminuição do sabor característico da soja e fatores antinutricionais, com ausência do inibidor de tripsina Kunitz e das lipoxigenases e variação do tamanho da semente e do teor de proteínas ou com melhora do valor nutricional (EMBRAPA, 2010).

A soja que se cultiva é resultado da evolução de sucessivos processos de melhoramento de genótipos ancestrais (EMBRAPA, 2004). A soja é uma planta de grande diversidade genética e morfológica, apresenta-se na natureza com tamanhos de grão, cores e composição química variada (PÍPOLO et al., 2007).

3.1.2 Mercado

No âmbito do agronegócio mundial, a produção de soja consolida-se como uma atividade econômica das mais expressivas e crescentes. O Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

Em 2015, a produção de soja foi de 96,994 milhões de toneladas. O grão de soja contribuiu com um crescimento de vendas de exportação de 18,89 % em relação ao ano anterior, com o embarque de 54,324 milhões de toneladas, o farelo de soja com 14,796 milhões de toneladas e o óleo de soja com 1,665 milhões de toneladas, ambos apresentaram aumento de 7,08 % e 25,57 %, respectivamente, comparado ao ano de 2014. Nesse período, o maior importador da soja brasileira foi a China, com aquisição de 40.925 milhões de

toneladas de grãos, o que corresponde a 75,33 % do total exportado pelo País. Em 2016, já foram exportadas 36, 210 milhões de toneladas de grãos para a China (ABIOVE, 2016).

Para safra de 2016/2017, segundo o levantamento da *United States Department of Agriculture* (USDA) estima-se uma colheita de 101,300 milhões de toneladas de soja, estabelecendo um novo recorde de produção, com um acréscimo de 4,43 %, em relação à safra anterior (FIESP, 2016).

A soja é uma cultura multiusos, altamente adaptável, utilizada em todo o mundo como uma fonte de proteína para consumo humano e animal, bem como para muitos usos industriais. O complexo soja, estabelece interdependência muito grande com outras cadeias produtivas, cadeia de aves, suínos, bovinos e peixes. O farelo de soja, principal produto derivado, é fonte de proteínas na composição de rações (GRANDE; CREN, 2016).

No segmento de comercialização, nas prateleiras dos supermercados existem mais de 200 produtos cuja formulação possui um ou mais ingredientes à base de soja (HIRAKURI et al., 2014). Segundo Fallon, Enig (2000) e Azevedo (2011), 60,0 % dos alimentos processados disponíveis nos supermercados norte-americanos contêm soja. No Brasil, a quantidade de soja invisível consumida via alimentos industrializados aumenta progressivamente, destacando-se o óleo de soja, que alcança 88,0 % do mercado de óleos alimentícios no Brasil.

No que diz respeito ao setor energético, a oleaginosa atendeu a 74,0 % da produção nacional de biodiesel em 2013 (ANP, 2014).

A distribuição da soja em diferentes produtos alimentares é salutar, face à disponibilidade de componentes nutricionais, além de ser fonte de proteínas de excelente qualidade, também é rica em compostos biologicamente ativos, que atuam na prevenção e preservação da saúde humana (CARRÃO-PANIZZI, 2001; FANG et al., 2012).

3.1.3 Benefícios da Soja à Saúde

Os benefícios nutricionais e de saúde da soja têm sido amplamente estudados nas últimas décadas. Estudos epidemiológicos demonstram que populações que consomem dietas ricas em soja e seus produtos têm menor incidência de doenças crônico-degenerativas (CARRÃO-PANIZZI, 2001; FANG et al., 2012).

A funcionalidade da proteína de soja foi reconhecida em 1999 pela FDA (*Food Drug Administration*), órgão de controle de medicamentos e gêneros alimentícios dos Estados Unidos da América (USA, 1999). Após a análise de mais de 50 estudos clínicos, a FDA

aprovou a inclusão nos rótulos de produtos à base de soja, a advertência de que “o consumo diário de 25 g de proteína de soja em dietas com reduzido teor de gorduras saturadas, reduz os riscos com doenças cardiovasculares (PENHA et al., 2007). E ainda, para que possa ser mencionada a alegação de saúde no rótulo, os produtos devem conter no mínimo 6,25 g de proteína de soja por porção, o que representa $\frac{1}{4}$ dos 25 g/dia encontrados pelos pesquisadores, como tendo efeito saudável para o coração (USA, 1999).

No Brasil, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) atualizou em janeiro de 2005 a lista de produtos com alegação de benefícios à saúde. Para a proteína de soja consta a seguinte frase: “o consumo diário de no mínimo 25 g pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado com uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (BRASIL, 2005a).

Para avaliar o valor biológico das proteínas para consumo humano, a Organização Mundial de Saúde (*World Health Organization* -WHO) e o FDA adotaram o índice de digestibilidade protéica corrigida pelo escore de aminoácidos (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* - PDCAAS). Os valores do PDCAAS variam de 0,1 a 1,0. O valor de PDCAAS de 1,0 presentes na proteína, representa 100% dos aminoácidos essenciais necessários a uma criança de cinco anos, (FAO, 2011; MORAIS, 2001). A proteína da farinha de milho possui o PDCAAS de 0,52, a carne bovina de 0,92, enquanto que a caseína, albumina e a proteína isolada de soja alcançam 1,0. A soja é considerada o único vegetal que oferece um perfil protéico completo, provê todos os nove aminoácidos essenciais (HENLEY; KUSTER, 1994).

Os efeitos funcionais da soja dependem isoladamente ou associadamente de alguns componentes da soja, em especial proteínas, isoflavonóides, oligossacarídeos e fibras. Trabalhos realizados por Badger et al. (2002) e Torres et al. (2005) relatam que não somente a proteína da soja, mas a associação entre compostos fitoquímicos e proteína, principalmente as isoflavonas, estão envolvidos no mecanismo de redução da concentração lipídica no plasma, nas implicações em doenças coronarianas e redução na multiplicação celular. Desta forma, as isoflavonas precisariam das proteínas da soja para desempenhar funções no organismo humano e vice-versa.

Além da diminuição dos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue (ANDERSON et al., 1999; REYNOLDS et al., 2006; HARLAND; HAFFNER, 2008), a soja e seus derivados possuem atividade anticarcinogênica, em especial, de mama e próstata (ADLERCREUTZ et al., 2000, ADLERCREUTZ, 2003; BROUNS, 2002; HERING; ALVES; BERETTA, 2016; MORAIS, 2001; WADA et al. 2013), estimulação da excreção

de ácidos biliares, efeitos hormonais benéficos, papel preventivo no processo de osteoporose (ESTEVES; MONTEIRO, 2001; POTTER, et al., 1998; SAKTHIVELU et al., 2008). Também, podendo interferir na progressão da insuficiência renal crônica, da doença de Alzheimer, capaz de reduzir a pressão arterial pelo baixo conteúdo de sódio, sendo útil na síndrome de epistaxe crônica e na telangiectasia hereditária familiar porque inibe a angiogênese (MORAIS, 2001).

3.1.4 Componentes dos Grãos de Soja

A composição química e a proporcionalidade entre as partes estruturais da soja são consideravelmente afetadas por uma série de fatores, tais como, a genética das cultivares, condições ambientais, locação, safra de produção, época de plantio, regionalidade e também pelas condições de colheita e armazenamento (FREIRIA et al., 2016; HOECK et al., 2000; KARR-LILIENTHAL et al., 2005; MINUZZI et al., 2009; SANTOS et al., 2007; SILVA, C. E. et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2006; ZORATO et al., 2007). É uma cultura termo e fotossensível e está sujeita a uma gama de alterações fisiológicas e morfológicas, quando as suas exigências não são satisfeitas (ÁVILA; ALBRECHT, 2010; EMBRAPA, 2008).

De maneira geral, o grão de soja é constituído por 8 % de casca, 90 % de cotilédones e 2% de hipocótilo. Em termos de composição química, cerca de 60 % do peso seco do grão é formado pela soma entre as quantidades de óleo e proteína (generalizando, 20 g de óleo e 40 g de proteína), 30 g de glicídios (com a presença dos ácidos graxos linoléico e linolênico), 13 g de água e 5 g de minerais (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998), com 8,8 mg de ferro, 226 mg de cálcio, 546 mg de fósforo e consideráveis teores de vitaminas do complexo B, lecitinas, saponinas, tocoferóis, inibidores de protease e isoflavonas, sendo estas de grande interesse por suas propriedades funcionais (AGUIAR, 2002; ESTEVES; MONTEIRO, 2001; PENTEADO, 2003; SGARBIERI, 1996; ZAKIR; FREITAS, 2015).

3.1.4.1 Compostos nitrogenados

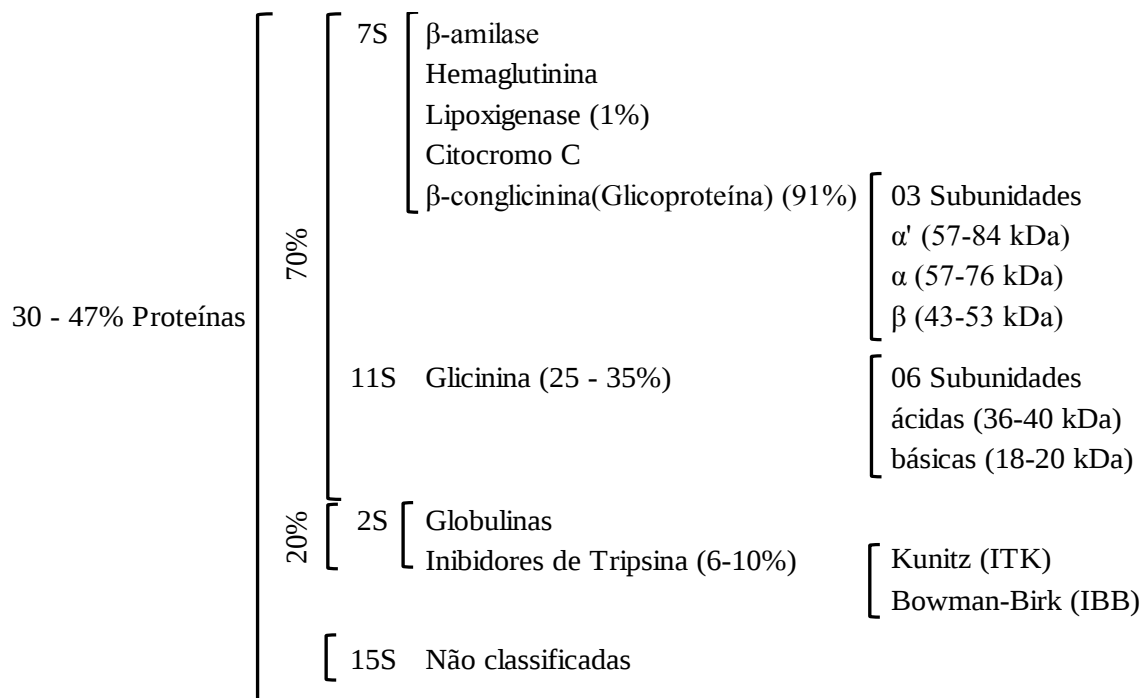
3.1.4.1.1 Proteínas da soja: classificação e composição

As proteínas de soja constituem uma mistura de macromoléculas de tamanho, densidade de carga e estrutura diferentes. A ultracentrifugação separa as proteínas da soja em quatro

frações de sedimentação S (unidades Svedberg, a 20 °C em água) equivalentes a 2, 7, 11 e 15 S (CIABOTTI, 2004).

As frações 7 S e 11 S representam juntas cerca de 70 % das proteínas contidas no grão de soja. A fração 7 S é composta pelas enzimas β -amilase e lipoxigenase, hemaglutinina e citocromo C, e pela globulina conhecida como β -conglucina (glicoproteína de reserva). A globulina 11 S, também conhecida como glicina é proteína de reserva, constituindo cerca de 37 % da proteína da soja. A fração 2 S, que representa cerca de 20 % das proteínas, é composta por proteínas biologicamente ativas, inibidores de tripsina e globulinas. A fração 15 S (globulina 15 S) perfaz cerca de 10 % do total de proteínas (CARRÃO-PANIZZII, et al. 2008, MORAES et al., 2006; PEARSON, 1983; RADOVIC et al., 1999; SGARBIERI, 1996). A quantidade relativa de proteínas é apresentada na Figura 1.

Figura 1: Classificação e composição média das frações proteicas da soja



Fonte: adaptado de Liu (1997), Moraes et al. (2006), Oliveira et al. (2010), Seibel, Beléia (2008), Silva, Silva (2000), Vieira, Cabral e Paula (1999).

A β -conglucina, da fração 7 S, é constituída de subunidades α , α' e β , com pesos moleculares de 84, 72 e 51 kDa, respectivamente, e a glicina, da 11 S, apresenta as subunidades ácidas (36-40 kDa) e básicas (18-20 kDa) (LIU, 1997; RIBLETT et al., 2001).

Devido às diferenças na composição e estrutura, as globulinas 7 e 11 S exibem distinção nas características nutricionais e funcionais (LIU, 1997; RIBLETT et al., 2001). As variações na proporcionalidade entre as frações 7 e 11 S decorrem das diferentes variedades

de soja, das condições de produção e ambiente. Ogawa et al. (1989), Kitamura e Kaizuma (1981) verificaram que, linhagens com variações nos teores das proteínas 7 S compensaram sua perda com o aumento na síntese e deposição das proteínas 11 S (que tem maior conteúdo de metionina), mantendo assim o teor de proteína total. Yaklich (2001) observou que linhagens de soja com alto teor de proteína parecem conter maiores teores de β -conglucina e glicina do que as linhagens normais, e as quantidades relativas dessas duas proteínas e de seus polipeptídeos constituintes variam entre as linhagens.

As proteínas glicina e β -conglucina são as proteínas de reserva presentes em maior quantidade e em menor quantidade temos no grão as lipoxigenases, inibidores de tripsina Kunitz, inibidores de protease de baixa massa molar, lectinas e ureases (MORAES et al., 2006; STECH; CARNEIRO; CARVALHO, 2010).

3.1.4.1.2 Inibidores de proteases

Nos grãos das leguminosas verifica-se a ocorrência natural de inibidores de proteases (IP), que são metabólitos importantes que podem atuar no mecanismo de defesa contra insetos e patógenos, pela capacidade de inibir enzimas digestivas de insetos. Além de participarem da germinação de sementes, desenvolvimento vegetativo e morte celular programada (ROSSI et al., 2010). Estima-se que os inibidores de proteases, da fração 2 S da proteína de soja, constituem 6 % de toda a proteína da soja (NUNES et al., 2001; FANG et al., 2012).

Os inibidores de protease são classificados em duas principais categorias: os de alto peso molecular, com aproximadamente 20.000 kDa, que apresentam duas pontes dissulfeto, 181 resíduos de aminoácidos e possuem especificidade primária para tripsina, especificamente o inibidor de tripsina Kunitz (ITK), e os de peso molecular entre 6.000 e 10.000 kDa, com alta proporção de ligações dissulfeto, 71 resíduos de aminoácidos e capacidade para inibir tripsina e quimotripsina em sítios de ligação independentes, denominado de inibidor de Bowman-Birk (IBB) (BRUNE et al., 2010; LIENER, 1994; SILVA; SILVA, 2000).

Cerca de 80 % da inibição da atividade trípica de grãos de soja é causada pela ação do ITK (BENEVIDES et al., 2011). Em termos percentuais, a soja contém três vezes mais ITK do que IBB (TAN-WILSON, et al., 1985).

Para promover um aumento da qualidade nutricional da soja e utilizá-la como alimento, há necessidade de remover ou inativar os inibidores de proteases, porque o valor nutritivo da soja é afetado de forma negativa pela presença dos mesmos, considerados como

fatores antinutricionais (FAN) (MONTEIRO et al., 2004). O tratamento térmico tem sido utilizado como um método físico para inativação desses fatores, porém, deve ser controlado para evitar a destruição de aminoácidos indispensáveis, não induzir o escurecimento de derivados de soja e reduzir a biodisponibilidade de outros nutrientes (SILVA; CARRÃO-PANIZZI; PRUDÊNCIO, 2009; SILVA; SILVA, 2000).

Embora, os inibidores de proteases, sejam classificados como termolábeis, não são completamente desativados durante um cozimento rápido e podem ocasionar a redução da digestibilidade das proteínas da dieta (FALLON; ENIG, 2000). O ITK é mais sensível ao tratamento térmico do que IBB devido às diferenças de tamanho e número de ligações dissulfeto (SGARBIERI; WHITAKER, 1982). O tratamento térmico de grãos de soja anterior ao seu processamento para produção de farinhas é usual. Entretanto, não existe uma recomendação do melhor tempo e temperatura a serem aplicados aos grãos para inativar e/ou reduzir seus fitoquímicos com ação antinutricional, em detrimento daqueles com efeito funcional, preservando seus nutrientes (MACHADO et al., 2008; MIURA et al., 2001; OLGUIN et al., 2003; RAMOS; LÚQUEZ; EYHERABIDE, 2006). Geralmente, os produtos comerciais de soja, recebem tratamento térmico de forma a apresentarem menos de 20% da atividade inibitória de tripsina da soja *in natura* (LIENER, 1994).

Os inibidores de proteases presentes na soja provocam inibição do crescimento, hipertrofia e hiperplasia pancreática em animais (MIURA et al., 2001). A inibição da proteólise intestinal resulta em aumento de secreção das enzimas digestivas tripsina, quimotripsina e elastase, as quais são eliminadas nas fezes, representando perda endógena importante de aminoácidos sulfurados (BERNO; GUIMARAES-LOPES; CANNIATTI-BRAZACA, 2007; LIENER, 1994, SILVA; SILVA, 2000).

No entanto, efeitos fisiológicos positivos, tais como supressão de carcinogênese e atividade antiinflamatória em diversos estudos *in vitro* e em animais foram associados à presença de produtos de soja na dieta, sendo os inibidores de proteases do tipo BBI os principais implicados (DAN; NG, 2016; KENNEDY, 1994; 1995; KENNEDY; WAN, 2002).

3.1.4.1.3 Lipoxigenases

As lipoxigenases (linoleato: oxigênio oxirredutase; EC 1.13.11.12) (LOX) são compostos da fração 7 S, e nas plantas, estão relacionadas com o crescimento, desenvolvimento, senescência e resposta a ferimentos. Representam um passo inicial na

interação das plantas com patógenos, insetos e ou estresse abiótico (BATISTA et al., 2002; SILVA et al., 2001; VICK; ZIMMERMAN, 1987).

Os grãos de soja constituem a fonte mais rica de LOX, as quais somam cerca de 1 a 2 % do total de proteínas (SILVA et al., 2001), contém três isoenzimas denominadas de lipoxigenase 1 (L-1), lipoxigenase 2 (L-2), lipoxigenase 3a (L-3a) e lipoxigenase 3b (L-3b), estas por serem similares, são denominadas de lipoxigenase 3 (AXEROLD; CHEESBROUGH; LAASKO, 1981; BARROS et al., 2008; LENIS et al., 2010), apresentam 838, 865 e 859 resíduos de aminoácidos, respectivamente (SHIBATA et al., 1988). Diferem entre si em vários aspectos da ação catalítica, tais como, pH ótimo de ação, especificidade para substrato, regioespecificidade, produtos primários e secundários formados e valor de K_m (AXEROLD; CHEESBROUGH; LAASKO, 1981).

As LOX catalisam a adição do oxigênio molecular ao sistema pentadieno dos ácidos graxos poli-insaturados (PUFA). Seus principais substratos são os ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) principalmente, e em menor proporção o araquidônico (C20:4), porém outros ácidos graxos com esta estrutura também são substratos eficazes em diferentes graus; formando hidroperóxidos que por reações subsequentes produzem aldeídos e cetonas de cadeia curta (AXEROLD; CHEESBROUGH; LAASKO, 1981; CHEDEA; JISAKA, 2011). Estes compostos carbonílicos catalisados pelas LOX, tem induzido no ocidente, a restrição ao consumo de produtos derivados de soja. As enzimas normalmente são ativadas durante o processamento e/ou armazenamento onde os grãos danificados liberam as enzimas que em meio aquoso reagem com os substratos (ácidos graxos poliinsaturados) formando os compostos responsáveis pelos sabores característicos de ranço ou de “feijão *in natura*” (*beany flavor*). De acordo com a literatura, o n-hexanal é o composto formado em maior quantidade e o que mais contribui para o aparecimento do sabor de ranço (BARROS et al., 2008; LIU, 1999; GOMES et al., 1989; LENIS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2006).

Todavia, as ações dessas enzimas, podem ser controladas com o processamento adequado dos grãos na manufatura dos produtos. Na obtenção do extrato de soja para a produção do tofu, sugere-se, por exemplo, um tratamento hidrotérmico (imersão em água por 14 min, com temperatura inicial de 97 °C e final 86 °C) (MAIA; ROSSI; CARVALHO, 2006), ou 98 °C por 5 min (CIABOTTI et al., 2006), que seria suficiente para inativação das lipoxigenases. E ainda, Barros et al. (2008), Silva, Carrão-Panizzi e Prudêncio (2009) salientam que, processos para a redução das atividades de LOX diminuem concomitantemente os inibidores de proteases e melhoram a digestibilidade da proteína.

No controle das condições do tratamento térmico para eliminação das LOX no preparo

dos produtos proteicos de soja deve-se levar em consideração uma menor destruição de aminoácidos e diminuição da biodisponibilidade de outros nutrientes com a obtenção de um produto com máximo valor nutricional (MONTEIRO et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2001).

Por outro lado, trabalhos têm sido conduzidos pela Embrapa Soja – Londrina, por meio de programas de melhoramento genético de cultivares mais adaptadas para o consumo humano, com linhagens que apresentam ausência de LOX, podendo assim aumentar a aceitabilidade da soja e de seus produtos. Possibilitando a redução da influência destrutiva de um tratamento térmico mais intenso, processamentos tecnológicos mais econômicos, ou usos diretos (BARROS et al., 2008; CARRÃO-PANIZZI, 2001; MAIA; ROSSI; CARVALHO, 2006).

3.1.4.1.4 Composição dos aminoácidos da soja

A Figura 2 apresenta a composição média das proteínas da soja, onde estão presentes 18 aminoácidos no grão de soja (PIRES et al., 2006). Observa-se uma baixa concentração de metionina e níveis elevados de lisina, leucina e fenilalanina. Segundo Franco (2003), a proteína de soja é limitante apenas em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina).

Figura 2: Composição média de aminoácidos essenciais e não essenciais do grão de soja

Aminoácidos (g/100 g proteína de soja)		
Essenciais	[	Fenilalanina (6,0 - 6,7)
		Leucina (7,1 - 7,9)
		Lisina (5,6 - 6,9)
		Metionina (1,2 - 1,4)
		Isoleucina (3,5 - 4,1)
		Treonina (3,5 - 4,1)
		Triptofano (1,5 - 1,7)
		Valina (4,1 - 4,6)
		]
Não essenciais	[	Ácido aspártico (12,8 - 14,7)
		Ácido glutâmico (18,3 - 23,6)
		Alanina (3,8 - 4,4)
		Arginina (6,8 - 7,4)
		Cisteína (1,0 - 1,5)
		Glicina (3,4 - 3,9)
		Histidina (1,9 - 2,4)
		Prolina (7,5 - 8,7)
		Serina (4,8 - 5,5)
		Tirosina (3,0- 3,5)
		]

Fonte: adaptado de Moraes et al. (2006), Oliveira et al. (2010), Seibel e Beléia (2008), Silva, Carrão-Panizzi e Prudêncio (2006), Vieira, Cabral e Paula (1999).

3.1.4.2 Lipídios

O grão de soja contém quantidade considerável de lipídios, cerca de 18 a 25 %, com o predomínio dos ácidos graxos insaturados sobre os saturados, 15 % de ácidos graxos

saturados e 85 % de ácidos graxos insaturados desses, o ácido linoleico encontra-se em maior concentração (54 %) (Figura 3) (PENALVO; NURMI; ADLERCREUTZ, 2004).

Figura 3: Composição média de lipídios do grão de soja

20 - 25% Lipídios	11 - 15%	Saturados	- Mirístico - Palmítico (8-17%) - Palmitoleico - Esteárico (3 - 30%)
	80 - 87%	Insaturados	- Oleico (25- 60%) - Linoleico (54%) - Linolênico (2 - 15%)
	1 - 3%	Não saponificáveis	- Colesterol - Estimasterol - Campoststerol - Sistosterol - Tocoferóis - Vit A

Fonte: adaptado de Carrão-Panizzi e Mandarino (1998), Evangelista e Regitano-D'Arce (1997), Jorge et al. (2005), Sanibal e Mancini Filho (2002), Silva, C. E. et al. (2010), Vieira, Cabral e Paula (1999).

Estudos mostram que do total de ácidos graxos presentes nos genótipos de soja, o palmítico (C16:0) pode variar em média de 8 a 17 %; o esteárico (C18:0) de 3 a 30 %; o oleico C18:1) de 25 a 60%; o linoleico (C18:2) de 25 a 60%; e o linolênico (C18:3) de 2 a 15 %. Outros ácidos como mirístico, palmitoleico, araquídico, eicosenóico e behênico estão em menor quantidade (HAMMOND; GLAZ, 1989; SILVA, C. E. et al., 2010, VIEIRA; CABRAL; PAULA, 1999), além da presença de 1 a 3% de substâncias não saponificáveis como os esteroides (colesterol, estimasterol, campoststerol e sistosterol), tocoferóis e vitamina A (PAPALEO, 2004). Essa variabilidade observada na composição dos ácidos graxos na soja, segundo Silva, C. E. et al. (2010), é influenciada pela genética da cultivar e das condições ambientais do local de cultivo da soja.

3.1.4.3 Carboidratos e fibras

A soja contém, aproximadamente, 30 % dos carboidratos totais, sendo que destes, 85 % são carboidratos solúveis e 15 % insolúveis. Em sementes de soja madura, os açúcares solúveis, constituem aproximadamente 10 % do peso seco, podendo conter de 15 a 20

diferentes unidades de açúcares (OBENDORF; KOSINA, 2011), segundo Sedyama (2009), principalmente sacarose (60 %), estaquiose (36 %) e rafinose (4 %).

O conteúdo de sacarose no grão de soja é uma importante característica relacionada à sua qualidade. Altos teores de sacarose favorecem o preparo de alimentos, como o extrato de soja, tofu, miso e natto (KUMAR et al., 2010; GEATER et al., 2000). Para Oliveira et al. (2010) maiores teores de sacarose melhoram a qualidade sensorial do extrato de soja devido a sacarose mascarar o sabor adstringente de “feijão *in natura*” e de algumas substâncias presentes na soja, como saponinas e também das isoflavonas que interferem no sabor. Os carboidratos são o segundo componente majoritário no grão de soja, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Composição média de carboidratos e fibras do grão de soja

29 - 30% Carboidratos totais	5,0 - 10,5%	Monossacarídios	Glicose
			Arabinose
	5,0 - 10,5%	Dissacarídio	Frutose (0 - 0,6%)
			Sacarose (2,3 - 8,0%)
	3,0 - 5,1%	Oligossacarídios	Rafinose (0,3 - 1,2%)
			Estaquiose (1,0 - 4,4%)
			Verbascose
	0-1%	Polissacarídio	Amido
	5,2 - 6,4%	Fibras	Pectina
			Hemicelulose (15%)
			Celulose (4%)

Fonte: adaptado de Fernandes, Miguel (2012), Hymowitz (1972), Kawamura (1967), Seibel e Beléia (2008).

Embora o aumento do teor de sacarose na semente de soja seja considerado um avanço na melhoria da qualidade da semente, os teores de rafinose e estaquiose devem permanecer os mais baixos possíveis, pois ambos são responsáveis pela flatulência causada por produtos à base de soja (AO et al., 2009).

As fibras alimentares são macromoléculas de origem vegetal, não disponíveis como fonte de energia porque são resistentes à digestão pelas enzimas do trato gastrointestinal humano e são essencialmente compostas de componentes de parede celular, principalmente hemicelulose, componente majoritário (40 %), pectina (34 %) e celulose (10 %), que têm tido importância devido aos efeitos benéficos à saúde humana, como regulação do trânsito intestinal e prevenção de algumas doenças, incluindo o câncer (KRAUSE, 2012; THARANATHAN; MAHADEVAMMA, 2003; OUHIDA; PÉREZ; GASA, 2002; SEIBEL;

BELÉIA, 2009). Segundo Seibel e Beléia (2009) as propriedades de hidratação das fibras são responsáveis pelos efeitos fisiológicos para o organismo humano, as quais podem ser avaliadas pelo volume de intumescimento e índice de absorção de água.

3.1.4.3.1 Oligossacarídeos

Além da sacarose, que é um dissacarídeo não redutor facilmente hidrolisado em glicose e frutose, os açúcares solúveis do grão de soja possuem a estaquiose e rafinose. A rafinose é um trissacarídeo composto de galactose, glicose e frutose, ligados nesta ordem. Estaquiose é um tetrassacarídeo com estrutura de galactose-galactose-glucose-frutose (BERK, 1992).

A presença de oligossacarídeos não redutores da família da rafinose (RO) (rafinose, estaquiose e verbascose) estão associados a problemas de flatulências em seres humanos e animais monogástricos devido a ausência de enzimas α -1,6- galactosidases, que hidrolisam esses açúcares (BERK, 1992; SUAREZ et al., 1999; VIANA et al., 2007). Em consequência, os RO não digeridos no duodeno alcançam o intestino grosso sendo metabolizados pelas bactérias anaeróbias, *Clostridium* spp. e *Bacteroides* spp., que possuem sistemas enzimáticos que fermentam esses açúcares resultando na liberação de grandes quantidades de CO₂, H₂ e CH₄. Esta produção de gases é conhecida como flatulência intestinal e está associada a cólicas, diarreia, dispepsia e constipação (VIANA et al., 2007).

Embora os oligossacarídeos sejam considerados fatores antinutricionais por causarem problemas de flatulência nos indivíduos, Morais e Silva (1996) afirmaram que eles promovem o desenvolvimento de *Bacillus bifidus* no lúmen intestinal, portanto apresentam potencial prebiótico, sendo utilizados como substrato para o crescimento de bactérias ácido-láticas, os quais inibem o desenvolvimento de bactérias que produzem material putrefativo, reduzindo os riscos de câncer de cólon.

3.1.4.4 Minerais

Os minerais apresentam variabilidade quantitativa em função de influências genéticas, ambientais e condições de cultivo (BHARDWAJ et al., 1999; VIEIRA; CABRAL; PAULA, 1999; TANGO et al., 1983).

Segundo Oliveira (1981) e Yamada et al. (2003), a soja é uma importante fonte de minerais, em especial magnésio (Mg), fósforo (P), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), com destaque para o elevadíssimo teor de potássio (K), conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Composição média de minerais dos grãos de soja

5,24% a 5,57% Cinzas	Minerais (mg/100g amostra seca)	Potássio (1.500,00 - 1.960,00) Sódio (11,70 - 12,10) Magnésio (214 - 260) Fósforo (455 - 504) Ferro (13,40 - 19,20) Cálcio (170 - 314) Mangânes (1,8 - 2,8)
----------------------	---------------------------------	--

Fonte: adaptado de Vieira, Cabral e Paula (1999).

3.1.4.5 Isoflavonas

As isoflavonas são compostos derivados de plantas, constituintes biologicamente ativos, com potenciais propriedades quimiopreventivas, denominados de fitoestrógenos (LAMPE, 2003; NEMITZ et al., 2016). São metabólitos secundários pertencentes ao grupo dos bioflavonóides, sintetizados quase que exclusivamente por plantas da família Leguminosae. Essas substâncias estão presentes em grandes quantidades na soja, grão de bico, feijão e outros legumes (DEVI et al., 2008).

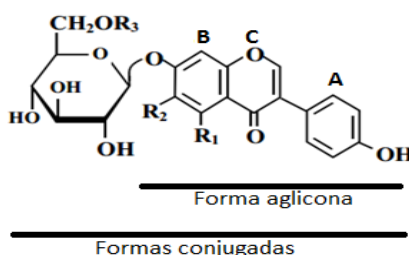
As isoflavonas presentes na soja apresentam quatro formas químicas: agliconas, β -glicosídeos, acetil glicosídeos e malonil glicosídeos sendo que cada uma apresenta-se em três classes: genistina, daidzina e glicitina (Figura 6), totalizando doze isoflavonas (LIU, 1999; WANG; MURPHY, 1994; NEMITZ et al., 2015, 2016; VILLARES et al., 2011).

As isoflavonas são compostos pertencentes ao grupo dos flavonóides, que se caracterizam por apresentar estrutura polifenólica, com dois anéis benzênicos (A e B) ligados a um anel heterocíclico (C). A posição do anel benzênico B é a base para a categorização da classe flavonóides (posição 2) e a classe isoflavonóide (posição 3) (ROSTAGNO et al., 2009).

A quantificação do total de isoflavonas e de suas formas nas sementes de soja vem sendo estudadas por diversos autores, em diferentes lugares do mundo. Esses observaram que, tanto o teor quanto as formas de isoflavonas em sementes de soja variam com as condições ambientais, sendo a temperatura durante o desenvolvimento do grão o fator mais importante (ARAÚJO et al., 1997; CARRÃO-PANIZZI et al., 1999, 2009a; NAKAMURA et al., 2000;

SEGUIN et al., 2007), por exemplo, em regiões mais frias, há produção de maior quantidade de compostos (CARRÃO-PANIZZI et al., 1999, 2009a), como também, em diferentes cultivares (CARRÃO-PANIZZI et al., 2009a), e ainda, conforme a parte morfológica da qual são extraídas (cotilédone, hipocótilo e casca) (SILVA et al., 2012a).

Figura 6: Estrutura química e classificação das isoflavonas da soja



Forma	Nome	Abreviatura	R ₁	R ₂	R ₃
Agliconas	Daidzeína	Da	H	H	
	Genisteína	Ge	OH	H	
	Gliciteína	Gli	OH	OCH ₃	
Conjugadas	Daidzina	Din	H	H	H
	Genistina	Gin	OH	H	H
	Glicitina	Glin	H	OCH ₃	H
	6"-O-Acetildaidzina	Adin	H	H	COCH ₃
	6"-O-Acetilgenistina	Agin	OH	H	COCH ₃
	6"-O-Acetilglicitina	Aglin	H	OCH ₃	COCH ₃
	6"-O-Malonildaizina	Mdin	H	H	COCH ₂ COOH
	6"-O-Malonilgenistina	Mgin	OH	H	COCH ₂ COOH
	6"-O-Malonilglicitina	Mglin	H	OCH ₃	COCH ₂ COOH

Fonte: adaptado de Luthria et al. (2007), Nemitz et al. (2015), Rostagno et al. (2009), Penalvo, Nurmi e Adlercreutz (2004).

Estudos mostraram que a maior concentração de isoflavonas encontra-se no hipocótilo, com valores de 10 a 20 vezes maiores do que nos grãos inteiros (TSUKAMOTO et al., 1995). Kudou et al. (1991) observaram que as isoflavonas não estão presentes nas cascas dos grãos, esta ausência foi confirmada também por Silva, C.E. et al. (2012). E estes autores, ao quantificar as isoflavonas nas estruturas formadoras do grão de soja, observaram uma maior concentração nos hipocótilos.

A soja é composta por cerca de 70 a 80 % de malonil-β-glicosídeos, 5 % de acetil-β-glicosídeos, 25 % β-glicosídeos, e menos de 2 % de agliconas (LEE; LEE, 2009). Porém, o perfil e os teores de isoflavonas encontrados nos alimentos de derivados da soja, dependem

principalmente das condições de processamento, como tratamentos térmicos, hidrólise enzimática e processos fermentativos, sendo todos estes controlados visando à obtenção de um produto final com propriedades nutricionais e funcionais adequadas (CARRÃO-PANIZZI et al., 2009a; GÓES-FAVONI et al., 2004; NAKAMURA et al., 2000). Segundo Lee e Lee (2009) o tratamento térmico convencional diminui derivados de malonil em β -glicosídeos via intraconversão, enquanto que as agliconas têm maior resistência ao calor. Carrão-Panizzi et al. (2009a) observaram que as formas malonil e algumas formas acetil não foram encontrados quando amostras de sementes foram secas durante três dias a 50 °C antes da moagem. A redução das formas malonil também foi observada quando grãos de soja foram submetidos à tratamentos hidrotérmicos (CARRÃO-PANIZZI; SIMÃO; KIKUCHI, 2003; CARRÃO-PANIZZI; GÓES-FAVONI; KIKUCHI, 2004), da mesma forma o processo de fermentação, que aumentou a disponibilidade de isoflavonas agliconas (GÓES-FAVONI; CARRÃO-PANIZZI, BELÉIA, 2010).

A estrutura química das isoflavonas está intimamente relacionada com a atividade biológica. Logo, identificar o perfil das isoflavonas na matriz do alimento é relevante porque pode influenciar na atividade biológica, na biodisponibilidade e nos efeitos fisiológicos (BARBOSA et al., 2006; VITALE et al., 2013). As isoflavonas são absorvidas nas formas agliconas (daidzeína, gliciteína e genisteína), tanto no trato intestinal e na pele, enquanto que as formas glicosídicas precisam ser transformadas em agliconas no organismo para serem absorvidas (NEMITZ et al., 2015; 2016; SETCHELL et al., 2001). Pela ação de enzimas β -glicosidases intestinais as formas conjugadas, são hidrolisadas, liberando as formas bioativas, agliconas, que irão atuar benéficamente no organismo humano (QUEIROZ; NOGUEIRA; SCRAMIN, 2006, VILLARES et al., 2011). Durante o processamento, os grãos de soja são submetidos a diferentes condições que podem favorecer a atuação de β -glicosidases ou promover sua inativação. Quando ocorre a ativação as β -glicosidases endógenas da soja atuam sobre β -glicosídeos convertendo-os em agliconas (GÓES-FAVONI et al., 2004).

As isoflavonas são um grupo de fitohormônios de interesse generalizado, em campos nutricionais, medicinais e cosméticos. Estes compostos são quimicamente semelhantes ao hormônio feminino humano 17- β -estradiol, conferindo vários benefícios sobre o organismo. Podem auxiliar na redução dos sintomas do climatério (CEDERROTH; NEF, 2009; FILIBERTO et al., 2013; LAUDANNA, 2006; SANCHES et al., 2010; STEINBERG et al., 2010; VITALE, 2013), reduzir os riscos de doenças cardiovasculares, de alguns tipos de tipos de cânceres hormônio-dependentes (ADLERCREUTZ, 2003; ANDRADE et al., 2015; JACELDO-SIEGL et al., 2015; WANG; MURPHY, 1994; DONG; QIN, 2011; LIU et al.,

2014), de osteoporose e de diabetes (DUNCAN; PHIPPS; KURZER, 2003; ESTEVES; MONTEIRO, 2001; MANDARINO, 2010; LAUDANNA, 2006).

3.2 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS

A utilização de proteínas de soja, tais como farinha, concentrados e isolados em formulações de produtos alimentares, tem sido crescente, atribuído principalmente, ao seu alto valor nutricional, baixo custo e à sua funcionalidade (BARAC et al., 2004; WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000).

O termo funcionalidade pode ser definido como qualquer propriedade, excetuando-se as nutricionais, que influenciam a utilidade e aceitação de um ingrediente em um alimento. A maior parte das propriedades funcionais afeta o caráter sensorial dos alimentos, especialmente, seus atributos de textura, mas também, tem função no comportamento físico dos sistemas alimentícios durante seu preparo, processamento ou armazenamento (BARAC et al., 2004; DAMODARAN, 2010; KINSELLA, 1979; REGITANO-D'ARCE, 2006).

Em relação às proteínas, são as propriedades físico-químicas que as capacitam para contribuir com as características desejáveis do alimento (BARAC et al., 2004; DAMODARAN, 2010; REGITANO-D'ARCE, 2006; SGARBIERI, 1996). Porém, estas, apresentam múltiplas propriedades físico-químicas, portanto, é difícil definir o papel de cada uma dessas propriedades em relação a uma propriedade funcional determinada, além disso, as proteínas, em alimentos, reagem com outros componentes alimentares, modificando seu comportamento funcional, e ainda, sofrem a influência das condições de processamento (DAMODARAM, 2010).

Entre as propriedades funcionais das proteínas, a solubilidade é de primordial importância, devido à sua influência significativa sobre as outras propriedades funcionais das proteínas (PELEGRINI; GASPARETTO, 2005).

3.2.1 Solubilidade das Proteínas

A solubilidade de uma proteína é uma manifestação termodinâmica do equilíbrio entre interações proteína-proteína e proteína-solvente, decorrentes de ligações que podem ser de natureza hidrofóbicas e iônicas, sendo que a primeira provoca reações proteína-proteína,

resultando em diminuição de solubilidade, enquanto que a segunda promove interações proteína-solvente e resultam em aumento de solubilidade (DAMODARAN, 2010). De forma geral, quanto maior for a solubilidade melhor serão as propriedades funcionais, como a formação de emulsão, espuma e geleificação (PELEGRINE; GASPARETTO, 2005).

Os parâmetros mais utilizados e consistentes para avaliar a solubilidade de proteínas são o índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), ou, em inglês, *nitrogen solubility index* (NSI) e o índice de dispersibilidade de proteína (IDP), ou, em inglês *protein dispesibility index* (PDI) (BATAL et al., 2000; CARRÃO-PANIZZI; CRANCIANINOV; MANDARINO, 2006; DAMODARAM, 2010). Os índices ISN e IDP são usados como guias consistentes em resposta ao processamento térmico (BATAL et al., 2000), apontam efeitos na funcionalidade e são indicações grosseiras para o grau de desnaturação da proteína (JIDEANI, 2011). Quanto maior for a solubilidade, menor será o grau de desnaturação, embora a solubilidade e a desnaturação nem sempre se correlacionem entre si. Valores altos de solubilidade são, às vezes, obtidos a partir de proteínas completamente desnaturadas (WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000).

Segundo Cabral e Modesta (1981), a soja *in natura* apresenta um IDP ou ISN em torno de 90 % e um produto de soja adequadamente processado possui os índices de aproximadamente 20 %.

Wolf (1976) sugere a aplicação da farinha de soja, com diferentes valores de índice de ISN em distintos produtos, levando-se em consideração a relação da funcionalidade e característica desejável no alimento. Segundo o autor, valores de ISN superiores a 85 % tem a sua aplicabilidade em panificação como aditivo clareador de pães, pela ação enzimática das lipoxigenases, valores estabelecidos entre 50 a 60 % tem o seu uso recomendado para pães, bolos, massas doces, biscoitos, macarrão, *donuts*, 25 a 35 % para bebidas, panquecas, *waffles*, molhos, sopas, produtos de salsicharia, alimentos dietéticos, alimentos infantis e entre 10 a 20 % de ISN para o uso em biscoitos, bebidas, cereais e alimentos infantis.

Enquanto que para os valores do IDP, Fulmer (1988) sugere que a farinha de soja desengordurada com em torno 90 % seja utilizada como aditivo clareador no pão branco, na fermentação e produção de isolados de proteína de soja e fibras, 60 a 75 % em biscoitos e misturas de panificação, enriquecimento de massas, alimentos infantis, produtos de carne, cereais matinais e produção isolado proteico de soja (IPS), 30 a 45 % produtos à base de carne e misturas para panificação e 10 a 25 % alimentos infantis, bebidas de proteína, produtos de carne e proteínas hidrolisadas de vegetais.

Os índices de IDP e ISN diminuem com níveis mais elevados de tratamento térmico, o método de ISN resulta em valores mais baixos e tem sido relacionado com IDP pela Equação 1 (LUSAS; RIAZ, 1995).

$$\text{IDP} = 1,07(\text{ISN}) + 1 \quad (1)$$

A solubilidade se correlaciona positivamente com a capacidade emulsificante, valores altos de ISN e IDP são bastante úteis para formar uma emulsão real em produtos cárneos. No entanto, os produtos com baixos valores de ISN e IDP podem ser ainda muito funcionais, apresentando boa absorção de água e de gordura, com efeitos positivos na estabilidade do sistema cárneo. Entretanto, a desnaturação não deve ser invariavelmente associada a aspectos negativos, porque na produção de proteína de soja destinada ao consumo alimentar, a desnaturação é desejável, uma vez que está associada a redução da atividade de fatores antinutricionais e melhoria da digestibilidade das proteínas (DAMODARAN, 2010).

Como a solubilidade proteica está intimamente relacionada aos estados estruturais das proteínas, ela com frequência é usada como medida da intensidade do tratamento térmico e do grau de desnaturação (JIDEANI, 2011). Em geral, a solubilidade da proteína é aumentada com a temperatura entre 40 e 50 °C. Porém, em temperaturas mais elevadas, a proteína é desnaturada, ocorrendo aumento na energia cinética térmica, que ocasiona o desdobramento da proteína (desnaturação), com exposição de grupos não polares, que conduz a agregação e precipitação, ou seja, diminuição da solubilidade da proteína em comparação a estrutura nativa das proteínas, caracterizada por um estado termodinamicamente estável com baixa energia livre e equilíbrio entre interações atrativas e repulsivas (DAMODARAM, 2010; PELEGRINI; GASPARETTO, 2005).

3.3 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia crônica autoimune que afeta cerca de 1 % da população mundial. Caracteriza-se pela intolerância permanente ao consumo de glúten na alimentação, principal fração proteica presente no trigo, no centeio e na aveia (FASANO et al., 2008; FASANO; CATASSI, 2005; SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 2001).

As manifestações clínicas da DC podem variar, dependendo da idade do paciente, duração e extensão da doença e presença de manifestações extra-intestinais (CATASSI et al., 1996; GREEN, 2005; SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999).

A principal manifestação que ocorre devido à ingestão de glúten em pacientes intolerantes é o desenvolvimento de um processo inflamatório que acomete a mucosa do intestino delgado proximal, desencadeando a atrofia total ou subtotal das vilosidades intestinais, com consequente dificuldade para absorção dos nutrientes, entre outros quadros sintomatológicos (CASSELAS et al., 2008; KRAUSE, 2012; SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 2001; SILVA; FURLANETTO, 2010).

A DC não tratada tem alta morbimortalidade, anemia, infertilidade, osteoporose e câncer, principalmente, linfoma intestinal que está entre os riscos de complicação em pacientes sem tratamento (SILVA; FURLANETTO, 2010).

A doença celíaca ainda não tem cura conhecida, e o único tratamento cientificamente comprovado é a estrita observância ao longo da vida para uma dieta livre de glúten. A adesão ao tratamento dietético é muitas vezes difícil, devido à necessidade de mudança nos hábitos alimentares, a aquisição e preparação de produtos que não fazem parte dos hábitos alimentares da família, e a falta de produtos industriais sem glúten. E outro aspecto relevante é o valor nutricional, comumente, os alimentos sem glúten são desenvolvidos a partir de farinhas refinadas e amidos, que não são enriquecidos ou fortificados e, portanto, não possuem a mesma quantidade de nutrientes disponíveis em alimentos correspondentes que contenham glúten (FASANO et al., 2008; GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999; TACK et al., 2010; TRONCONE; AURICCHIO; GRANATA, 2008).

Portanto, desenvolver produtos alimentícios sem glúten, com adequada qualidade sensorial, com potencial para promover melhoras nos cuidados de saúde e na qualidade de vida de pessoas com doença celíaca, representa um importante desafio da ciência e tecnologia de alimentos (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; FASANO et al., 2008).

3.4 FARINHA DE SOJA INTEGRAL

A farinha de soja é um dos produtos mais simples do processamento de soja, com pouca extensão de processos, podendo ocorrer como uma atividade industrial independente, ou uma continuação natural de operações de produtos derivados ou subprodutos (ANDRADE, 2015; DANTAS et al., 2010).

No mercado existem várias apresentações de farinha de soja, por exemplo, a farinha de soja integral, produto obtido por moagem fina da soja integral, com casca, não é submetida a

qualquer processo de extração do óleo (TANGO, 1972), ou farinhas de soja classificadas segundo o teor de lipídios (TRAYNHAM, 2006), como farinha desengordurada, que contém menos do que 1 % de óleo, farinha de soja completa de gordura, contém cerca de 18 a 20 %, farinha de baixo teor de gordura, entre 5 e 6 % de óleo e farinha de soja rica em gordura, produzido por adição de óleo de soja em farinha desengordurada, geralmente ao nível de 15 % (BERK, 1992). Outra classificação é quanto ao tamanho de partículas, ou ainda, pelo índice de solubilidade em nitrogênio (ISN) ou pelo índice de dispersibilidade de proteína (IDP), cujos índices se relacionam com a intensidade do tratamento térmico aplicado na elaboração da farinha. A farinha de soja feita a partir de flocos tostados apresenta níveis de 10 a 20 % de ISN (BERK, 1992).

A principal utilização da farinha de soja integral (FSI) é na indústria de panificação, seja como farinha enzimaticamente ativa, ingrediente opcional, cuja farinha não sofre nenhum tratamento térmico, com um alto valor de ISN (cerca de 80 %), com a finalidade de agente branqueador de farinha de trigo, principalmente pela ação das lipoxigenases (BERK, 1992), ou como farinha de soja inativa, que sofre tratamento térmico com o objetivo de inativação das lipoxigenases, dos inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais (FAN) (ANDRADE, 2015; SILVA, 2013), atuando principalmente como suplemento dietético. A mistura com outras farinhas tem contribuído na melhoria de certas propriedades funcionais de alimentos, além de suprir a necessidade dos consumidores por produtos diversificados e dietoterápicos (DANTAS et al., 2009, 2010; MARIANI et al., 2015; VIEIRA et al., 2015; WANG et al. 2006).

3.5 BISCOITOS

A Anvisa na Resolução RDC nº. 263, de 22 de setembro de 2005, define biscoitos ou bolachas como o produto obtido pela mistura de farinha(s), amido(s) ou fécula(s) com outros ingredientes. Submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podendo apresentar cobertura e recheios, com diferentes formatos e texturas (BRASIL, 2005b). Nos Estados Unidos e na Inglaterra o termo *cookie* é empregado como sinônimo de biscoito (MANLEY, 2011).

O segmento de biscoitos é um setor da panificação de extrema importância para o Brasil, em 2015, foi o quarto maior mercado mundial de biscoitos, com a produção de 1,228 milhões de toneladas e o consumo per capita ao ano foi em torno de 6,01 kg de biscoitos, de

acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massa Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI, 2016).

Por ser consumido habitualmente por grande parte da população, o biscoito revela-se um bom veículo para a inclusão de ingredientes funcionais (ASSIS et al., 2009; GOMES-RUFFI, 2011), a soja constitui-se em um desses ingredientes, devido à presença de compostos bioativos (isoflavonas), sendo inclusive excelente para o enriquecimento protéico, como fonte de aminoácidos essenciais, e de fibras (MARETI; GROSSMANN.; BENASSI, 2010; MARIANI, et al. 2015, VITALI; DRAGOJEVIC; SEBECIC, 2009; GOMES-RUFFI, 2011).

Neste setor promissor, tem-se um nicho de mercado crescente de biscoito “livres de glúten” com um crescimento que se assemelha ao mercado de produtos orgânicos no mundo. Seja por consumidores que possuem a doença celíaca (*have tos*), ou os que se sentem melhor quando retiram o glúten da dieta, mas não são celíacos (*better tos*), ou então, por novo hábito de consumo, os que preferem retirar o glúten da dieta ou reduzir sua quantidade por bem-estar ou são esportistas (*like tos*) e que consideram os produtos sem glúten melhores (*considerers*). Embora a ciência e os órgãos reguladores de nutrição não comprovem os benefícios à restrição de glúten na dieta, o mercado e a prática da restrição é crescente no País (SIMABESP, 2014). Logo, o desafio no desenvolvimento de produtos livres de glúten é formulá-los com características que os tornem aceitáveis ao consumidor.

Na mistura dos ingredientes para formulação dos biscoitos, a farinha de trigo que faz parte da composição de biscoitos convencionais poderá ser substituída pela farinha de soja integral juntamente a fécula de mandioca, eliminando desta forma o glúten, favorecendo um alimento diferenciado para indivíduos que apresentam a doença celíaca (MARETI; GROSSMANN; BENASSI, 2010).

3.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é uma importante ferramenta no desenvolvimento de produtos. Envolve um conjunto de técnicas, elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial, nas várias etapas de seu processo de fabricação. É uma ciência que objetiva estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (DUTCOSKY, 2013; MINIM, 2006).

A NBR 12994 classifica os métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas em discriminativos, descritivos e subjetivos (ABNT, 1993). Os discriminativos estabelecem

diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras e incluem os testes de diferença e sensibilidade. No método descritivo, as amostras são descritas qualitativamente e quantitativamente. E, quanto ao método subjetivo ou afetivo, avalia-se a opinião do consumidor de acordo com a sua preferência e/ou aceitação de um produto (DUTCOSKY, 2013; BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003).

Os testes de aceitação e intenção de compra são utilizados 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 apresentarem igual número de categorias positivas e negativas, além de termos igualmente espaçados (MINIM, 2006).

A escala hedônica expressa o quanto o provador gostou ou desgostou da amostra em avaliação. Este tipo de escala pode variar de 5 a 9 pontos, categoriza a aceitação do consumidor em respostas baseadas em gostar e desgostar. É importante que as escalas possuam número balanceado de categorias e um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”. Esta análise não requer treinamento, uma vez que expressa a opinião individual do consumidor, o indivíduo expressa a sensação percebida de forma globalizada ou em relação a um atributo específico (DUTCOSKY, 2013; QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

Já, o teste de intenção de compra, permite conhecer a intenção de consumo de determinado produto. A análise se refere ao produto como um todo, e não a uma característica específica, visando que o indivíduo responda com base na sua primeira impressão (DUTCOSKY, 2013; QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na revisão bibliográfica apresentada nesta pesquisa, pode-se observar que no âmbito do agronegócio mundial, a produção de soja brasileira consolida-se como uma atividade econômica das mais expressivas e crescente. Como matéria-prima de baixo custo, de alto conteúdo proteico, de bom valor nutricional, aliado às propriedades funcionais pela presença de compostos bioativos, têm potencializado e promovido a incorporação da soja à dieta alimentar humana, pois exercem ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos por meio de suas proteínas e isoflavonas.

Muitos produtos de panificação são usados como veículos para incorporação de nutrientes e compostos bioativos. Entre estes, os biscoitos se destacam pelas facilidades

tecnológicas que propiciam ao comportarem grande variedade de ingredientes e formulações, assim como também grande flexibilidade quanto a matérias-primas e características do produto final.

Portanto, a incorporação da farinha de soja em formulações de biscoitos, é uma excelente estratégia para aumentar o valor nutricional e conferir características funcionais aos produtos isentos de glúten, sem agregar valores elevados ao produto final.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento térmico na produção de farinha e a sua aplicabilidade em biscoitos isentos de glúten com determinação das características físicas, químicas microbiológicas e sensoriais de biscoitos elaborados para pacientes celíacos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Os grãos de soja, *Glycine max* (L.) Merrill, utilizados neste estudo foram da cultivar BRS 267 indicada para consumo humano, da safra 2012/2013, cultivados na macrorregião sojícola 1, em Passo Fundo - RS (BRASIL, 2013) (latitude 28 ° 15' S, longitude 52 ° 24' W de, a 684 m de altitude) (PASINATO; CUNHA, 2014) fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa Trigo.

A amostra foi selecionada a partir dos resultados do trabalho de Rigo (2015), que aponta a cultivar BRS 267, com casca, com maior aporte proteico ($40,30 \text{ g.100g}^{-1}$), quando comparada com a BRS 257 ($38,62 \text{ g.100g}^{-1}$) e Vmax ($36,58 \text{ g.100g}^{-1}$).

A BRS 267 é uma cultivar desenvolvida pela Embrapa Soja destinada à alimentação humana, que apresenta grãos de tamanho acima da média, hilo claro, sabor considerado suave e mais doce, com maior teor de sacarose e de aminoácidos ácido glutâmico e alanina, classificada como cultivar de soja do tipo vegetal (CARRÃO-PANIZZI et al., 2009b; SILVA; CARRÃO-PANIZZI; PRUDÊNCIO, 2009; SILVA, 2009).

4.2 MÉTODOS

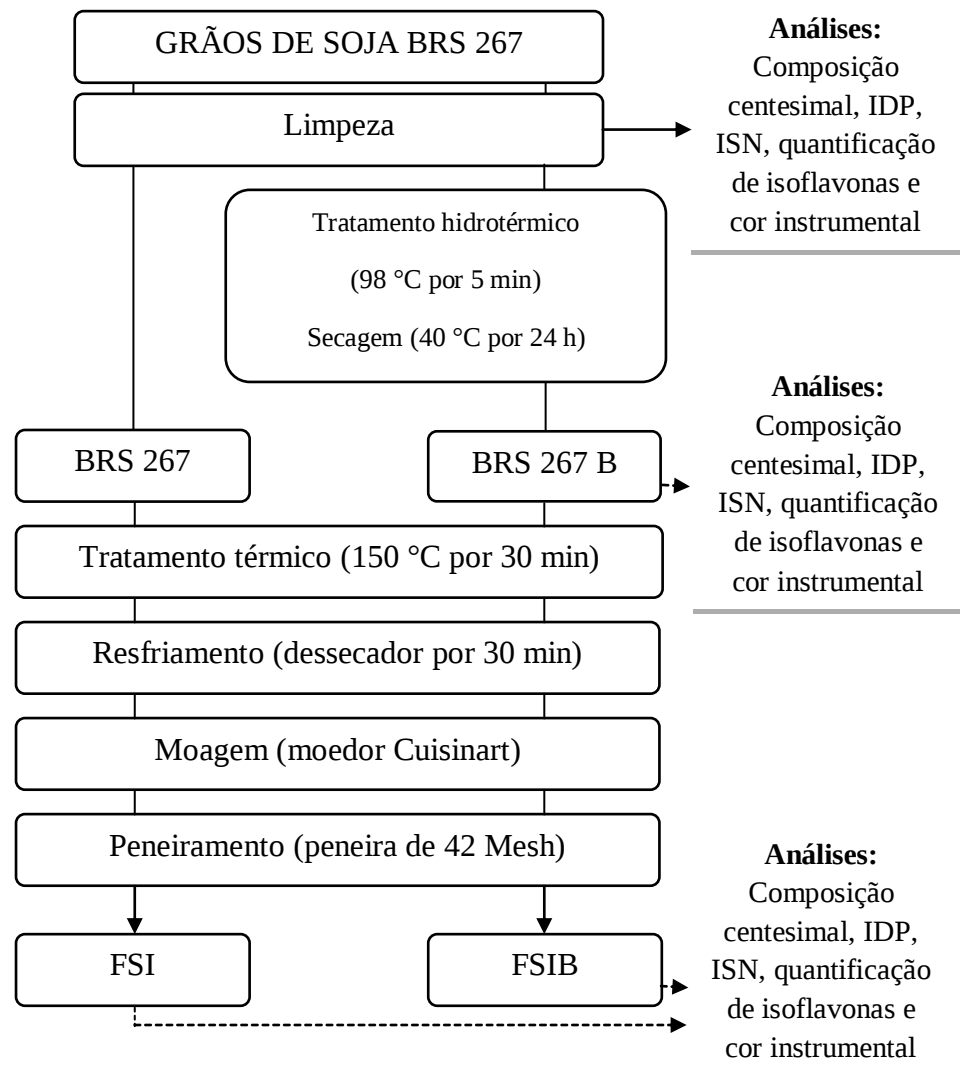
4.2.1 Obtenção da Farinha de Soja

O processo para a obtenção de farinha de soja integral (FSI) e farinha de soja integral branqueada (FSIB) pode ser visualizado pelo fluxograma ilustrado na Figura 7, contendo os principais procedimentos.

Inicialmente realizou-se a limpeza das amostras, com remoção de impurezas, matérias estranhas e grãos quebrados ou imperfeitos através da seleção manual.

A aplicação do tratamento hidrotérmico ou branqueamento visou inativar as enzimas lipoxigenases presentes nos grãos da cultivar BRS 267 (RIGO et al., 2015; CIABOTTI et al., 2007), evitando-se assim a ação destas, a fim de não haver desenvolvimento de sabor desagradável (feijão *in natura* / “*beany flavor*”), porém, este mesmo tratamento não foi aplicado na produção da FSI.

Figura 7: Fluxograma de produção de farinha de soja integral da cultivar BRS 267



Fonte: adaptado de Andrade et al. (2010) e Dantas et al. (2010).

As farinhas integrais são geralmente obtidas pela simples moagem dos grãos, mas, no caso da soja, é necessário que a moagem seja precedida por um tratamento térmico (150 °C por 30 min) para a inativação parcial dos inibidores de proteases, os quais atuam como fatores antinutricionais (FAN), principalmente o inibidor de tripsina Kunitz (ITK).

4.2.1.1 Farinha de soja integral (FSI)

Foi realizado um tratamento térmico para inativação dos FAN (DANTAS et al., 2010; SILVA, C. O. et al., 2010), que consistiu na disposição de uma fina camada de grãos em recipientes de alumínio, os quais foram colocados em uma estufa de circulação de ar (Fanen modelo 320-SE) a 150 °C por 30 min. Após o resfriamento em dessecador, os grãos foram

tritutados em moinho (Cuisinart, modelo DCG-20BKN) e submetidos ao peneiramento manual em peneira de 42 mesh (Bertel) correspondendo a 355 μm , resultando na FSI.

Procedeu-se as avaliações físico-químicas, como a composição centesimal, IDP, ISN, quantificação de isoflavonas e cor instrumental com os grãos *in natura* e da FSI.

4.2.1.2 Farinha de soja integral branqueada (FSIB)

Obteve-se a FSIB a partir de grãos de soja inicialmente submetidos ao branqueamento, por imersão em água a 98 °C por 5 min (CIABOTTI et al., 2007). Após imersão, os grãos foram resfriados em um banho de gelo (banho maria), em bandeja plástica, por aproximadamente 4 min, drenados em um escorredor metálico e acondicionados em recipientes de alumínio, de maneira a formar uma única camada. Posteriormente, os recipientes foram colocados em uma estufa de circulação de ar (Fanen, modelo 320-SE) para a secagem à 40 °C por 24 h, até peso constante, conforme França Neto et al. (2007). Resultados de perda de água (%) durante a secagem estão apresentados na Figura 1 do Apêndice B. Os grãos branqueados e secos foram então, submetidos à etapa de inativação de proteases, com tratamento térmico a 150 °C por 30 min, seguido de moagem, conforme descrito no item 4.2.1.1.

Os grãos branqueados e a FSIB foram submetidos às análises de composição centesimal, IDP, ISN, quantificação de isoflavonas e a cor instrumental.

4.2.2 Otimização do Tratamento Térmico na Elaboração de Farinha de Soja Integral

O tratamento térmico para inativação dos inibidores de proteases visa, principalmente, ITK, o qual deve ser reduzido a valores mínimos, porém, sem comprometer a qualidade de outras características importantes do grão ou de seus derivados. Considerou-se pertinente avaliar no presente trabalho, o efeito de tempo e da temperatura empregados no processo de tratamento térmico sobre a cor das farinhas (FSI e FSIB) e a atividade remanescente do ITK. Estas duas variáveis foram testadas em diferentes níveis (Tabela 1), seguindo um planejamento fatorial completo 2^2 , do tipo composto central rotacional, incluindo quatro pontos fatoriais, quatro pontos axiais e três repetições no ponto central (RODRIGUES; IEMMA, 2009). A variável independente X_1 foi a temperatura (°C) e a variável X_2 foi o tempo (min).

Tabela 1: Variáveis e níveis utilizados no planejamento fatorial completo 2^2 de temperatura e tempo para a produção da Farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada

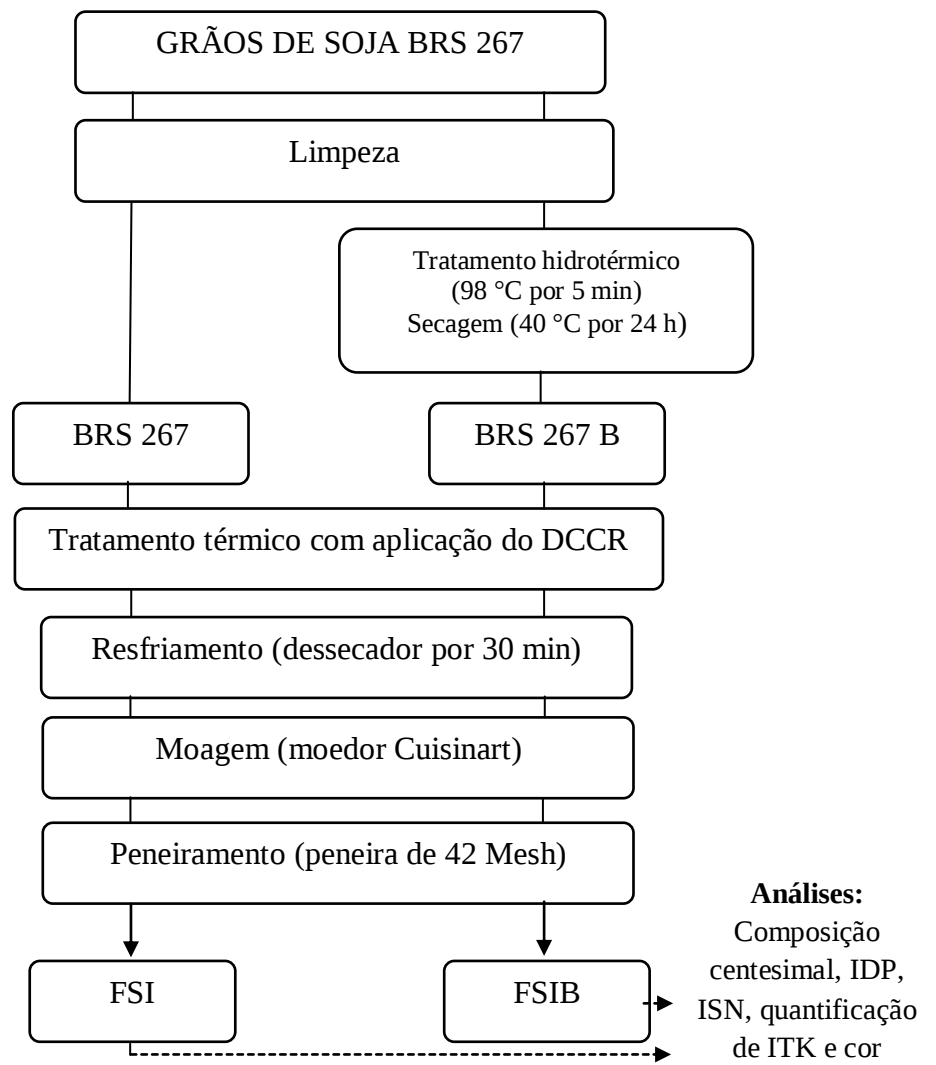
Variáveis independentes	Códigos	Níveis				
		-1,41	-1	0*	+1	+1,41
Temperatura (°C)	X ₁	91,8	100	120	140	148,2
Tempo (min)	X ₂	15,9	20	30	40	44,1

* Triplicata do ponto central.

Fonte: a autora.

O fluxograma da Figura 8 resume as etapas de obtenção da matéria-prima para a aplicação do delineamento composto central rotacional (DCCR), com onze ensaios e a preparação das amostras para as análises de controle do processo.

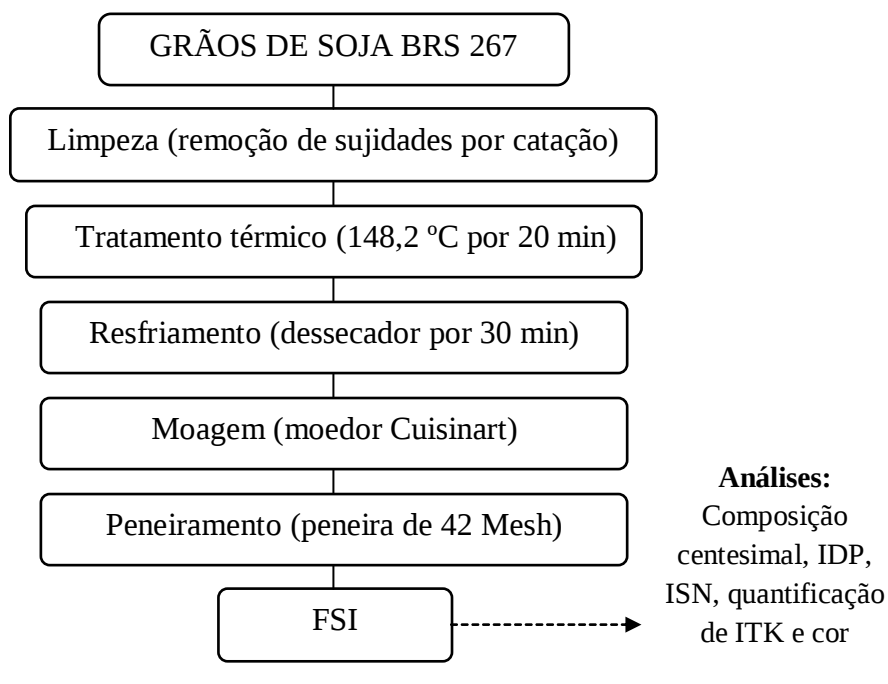
Figura 8: Fluxograma de produção de Farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada com aplicação do DCCR no tratamento térmico



Fonte: a autora.

Para a realização dos ensaios do DCCR, alíquotas de 50,0 g ($\pm 1,0$) de grãos branqueados e não branqueados foram distribuídas uniformemente em placas de Petri (diâmetro de 14 cm) e submetidas ao tratamento térmico. Seguindo-se com o resfriamento das amostras em dessecador até a temperatura ambiente. Obteve-se duas farinhas, a FSI obtida por trituração (moinho Cuisinart, modelo DCG-20BKN) e peneiramento (Bertel, 42 mesh); e a FSIB, que recebeu tratamento hidrotérmico prévio à moagem. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas (polietileno) e armazenadas sob refrigeração (8 a 10 °C), para posterior determinação da cor e da atividade do ITK, resultados que permitiram definir as melhores condições para o processamento da farinha para aplicação em biscoitos.

Figura 9: Fluxograma de produção de farinha de soja integral do planejamento experimental na melhor condição de temperatura e tempo



Fonte: a autora.

A farinha assim obtida foi embalada em sacos de polietileno e armazenada a temperatura ambiente para a elaboração de biscoitos e a fração destinada à determinação da composição centesimal, IDP, ISN e de ácidos graxos foi acondicionada em frascos plásticos identificados e foram mantidos sob refrigeração.

4.2.3 Elaboração de Biscoitos

As formulações de biscoitos foram desenvolvidas no laboratório de Análise Sensorial/URI. Seguiu-se como base uma formulação de biscoitos sugerida por Mandarinó e

Carrão-Panizzi (2005), adaptada para a utilização de açúcar mascavo que junto a outras formulações (Apêndice A), foi submetida à análise sensorial preliminar apresentando a melhor aceitação. A partir da formulação base, foram preparadas três diferentes formulações (B1, B2 e B3), com alteração da proporção de farinha de soja adicionada (Tabela 2).

Tabela 2: Ingredientes das formulações de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécua de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Ingredientes (%)	Biscoitos		
	B1	B2	B3
Farinha de soja	9,28	13,91	18,55
Fécua de mandioca	37,10	32,47	27,83
Açúcar mascavo	21,50	21,50	21,50
Coco ralado	8,00	8,00	8,00
Ovos	11,50	11,50	11,50
Gordura vegetal hidrogenada	10,50	10,50	10,50
Fermento químico	1,12	1,12	1,12
Sal	1,00	1,00	1,00
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: a autora.

Considerando o total de farinha e fécula como 100 %, foram testadas misturas (com relação m/m) entre farinha de soja:fécua de mandioca de 20:80 (B1), 30:70 (B2) e 40:60 (B3) e os demais ingredientes (açúcar mascavo, coco ralado, ovos, gordura vegetal hidrogenada, sal e fermento químico) foram utilizados em quantidades fixas.

Durante o processamento, as três formulações elaboradas apresentaram textura propícia à moldagem, não havendo necessidade de alterar a quantidade dos demais ingredientes.

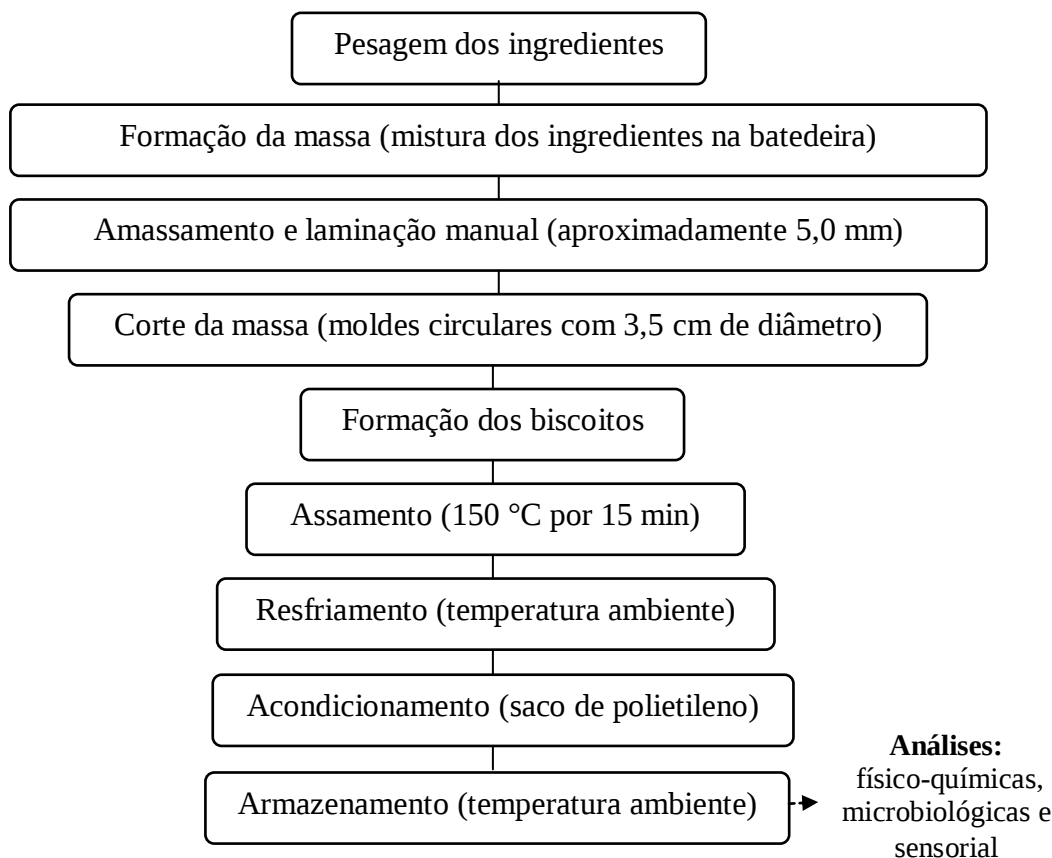
Todos os ingredientes, com exceção da farinha de soja foram adquiridos no comércio da cidade de Erechim, RS. E as formulações foram preparadas segundo o fluxograma da Figura 10.

Os ingredientes foram pesados em balança digital (Marte, modelo AL 500). A massa foi processada em batedeira planetária (Britânia, modelo Orbitale), iniciando com a mistura de ovos e gordura vegetal hidrogenada, em velocidade alta por 2 min (200 rpm); a seguir, foram adicionados sequencialmente os ingredientes secos (açúcar mascavo e coco), misturados por aproximadamente 2 min, e ao final, as farinhas e o fermento químico, previamente homogeneizados, misturados em velocidade baixa (58 rpm) por cerca de 3 min ou até a formação de uma massa homogênea. A massa foi sovada manualmente e dividida em

pequenas porções e aberta sobre um filme plástico com o auxílio de um rolo (até a espessura aproximada de 5 mm) e cortada em discos (3,5 cm de diâmetro). Os discos foram dispostos

Figura 10: Fluxograma de produção de biscoitos elaborados com diferentes concentrações de farinha de soja integral

Diplomata Plus) preaquecido.



Fonte: a autora.

Antes do forneamento dos biscoitos, foram escolhidos aleatoriamente nove unidades de amostras para a realização das medidas físicas (diâmetro, espessura, massa, volume e cor), cujas as medidas foram repetidas após o forneamento.

Após resfriados até a temperatura ambiente (25 °C), os biscoitos foram acondicionados em sacos de polietileno identificados e armazenados em lugar seco e livre da exposição da luz. Para as análises de composição centesimal, retirou-se aleatoriamente nove unidades de amostra de cada formulação, estes foram moídos em moinho refrigerado (TECNAL, modelo TE 631-2) obtendo-se um pó de granulometria fina (355 µm), acondicionado em copos plásticos com tampa e armazenados em câmara fria a temperatura de 4 °C.

4.2.4 Caracterização Físico-Química dos Grãos e da Farinha de Soja

Os grãos de soja *in natura* da cultivar BRS 267 foram previamente selecionados, limpos e moídos conforme descrito no item 4.2.1. Foram determinados os conteúdos de umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos, IDP, ISN, ITK e cor instrumental, conforme itens 4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.4.5 e 4.2.4.7, respectivamente. Para as análises de quantificação de ácidos graxos (Item 4.2.4.3), isoflavonas (Item 4.2.4.6) e fibra alimentar (incluída no item 4.2.4.1) as amostras foram preparadas de acordo com a metodologia para cada análise.

Os grãos branqueados e secos também foram moídos e submetidos às análises de umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos, IDP, ISN e cor instrumental, conforme itens 4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3 e 4.2.4.7, respectivamente. Para as análises de quantificação de isoflavonas (Item 4.2.4.6) as amostras foram preparadas de acordo com a metodologia da análise.

Nas farinhas de soja integral, com e sem branqueamento foram realizadas análises de umidade, proteína, lipídeos, cinzas, carboidratos, IDP, ISN, quantificação das isoflavonas e cor instrumental, conforme descrito nos itens 4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.4.6 e 4.2.4.7, respectivamente.

Para as amostras resultantes da aplicação do DCCR, foram realizadas as análises de ITK e cor instrumental, itens 4.2.4.5 e 4.2.4.7, respectivamente.

E na FSI do DCCR, com menor quantidade de ITK e farinha de cor mais clara (FSI T3), foram realizadas as análises de composição centesimal, com fibra alimentar (Item 4.2.4.1) e quantificação de ácidos graxos (Item 4.2.4.4).

4.2.4.1 Composição centesimal

A determinação de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, foram realizadas no Laboratório de Físico-Química e Bromatologia/URI. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de massa seca, exceto a umidade e fibras.

A umidade foi determinada por secagem direta em estufa com recirculação de ar (Fanem, modelo 320-SE), com aproximadamente 3,0 g de amostra a 105 °C por aproximadamente 4 h e/ou peso constante (IAL, 2008). O resíduo mineral foi determinado por

combustão da matéria orgânica em mufla (Lavoisier, modelo 400C), a 550 °C por 6 h segundo o método 924.05 (AOAC, 2005). Inicialmente a amostra (~5 g) foi pré-carbonizada em chapa de aquecimento (VELP, modelo RC). 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. A determinação do teor de lipídios foi realizada de acordo o método Ac 3-44 (AOCS, 2000), em aparelho de Soxhlet (Nova Ética, modelo NT340), durante 6 h, com éter de petróleo como líquido extrator, com aproximadamente 3,0 g de amostra. Os valores de carboidratos foram obtidos por diferença: 100 g - soma dos demais constituintes (g), considerando que o teor de fibra faz parte dos carboidratos (AOAC, 2005).

A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada pelo Laboratório de Análises de Alimentos LANAL - SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial)/Chapécó, segundo o método enzimático-gravimétrico 991.43 (AOAC, 2003). Realizou-se somente uma leitura e os resultados foram expressos em $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

4.2.4.2 Determinação do índice de dispersibilidade proteica (IDP)

O IDP foi determinado segundo o método Ba 10-65 (AOCS, 1980), destacando-se pela técnica de rápida agitação com uso do homogeneizador (Ultra-Turrax, modelo T18) e centrífuga (MPW, modelo 351R) para extração da proteína dispersível em água, dosada pelo método 960.52 de micro-Kjeldahl (AOAC, 2005).

O valor do IDP é o quociente entre a proteína dispersível em água e a proteína total (Equação 2).

$$\% \text{ IDP} = \frac{P_s \times 100}{P_b} \quad (2)$$

Onde:

P_s = Proteína dispersível

P_b = Proteína bruta (%).

4.2.4.3 Determinação do índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)

O ISN foi determinado conforme o método Ba 11-65 (AOCS, 1980), cuja técnica preconiza a agitação lenta, usando o banho (Nova Ética, modelo 501D) e centrífuga (MPW,

modelo 351R). O filtrado obtido foi utilizado para a determinação de proteína bruta pelo método oficial 920.87 (AOAC, 2005) e determinação do nitrogênio total. O ISN foi calculado pela relação entre o nitrogênio solúvel em água e o nitrogênio total (Equação 3).

$$\% \text{ ISN} = \frac{N_s \times 100}{N_t} \quad (3)$$

Onde:

N_s = Nitrogênio solúvel

N_t = Nitrogênio total (%).

4.2.4.4 Determinação de ácidos graxos (AG)

A determinação do perfil de AG dos grãos de soja BRS 267 *in natura* e FSI foram realizadas com a colaboração do Analista Rodrigo Santos Leite da Embrapa Soja - Londrina/PR.

Os ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa (CG) de acordo com as referências de Abidi et al. (1999), Bannon et al. (1982a, 1982b), Christie (1989) e Rayford et al. (1994).

Utilizou-se um cromatógrafo (Shimadzu Plus, modelo GC-2010), equipado com detector FID (Flame Ionization Detector), com coluna RTX- WAX (comprimento de 30 m, diâmetro interno de 0,25 mm e espessura do filme 0,25 μm).

As temperaturas utilizadas para a análise cromatográfica foram de 170 °C entre 0 e 10 min, seguido de rampa até 220 °C com incrementos de 3 °C.min⁻¹, finalizando com aumento para 250 °C (final da corrida), e retorno a 170 °C em 3 min (reequilíbrio térmico), com detector de ionização de chama de 300 °C e injetor regulado para 250 °C durante toda a análise.

Os fluxos dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min⁻¹ de nitrogênio (N₂), 40 mL.min⁻¹ hidrogênio (H₂) e 450 mL.min⁻¹ de ar sintético. Com injeção de volume de amostra de 2,0 μL e 1,0 μL do padrão FAME (*Fatty Acid Metil Ester*) diluído (Sigma Fame, Mix GLC-30).

A amostra foi quantificada de acordo com padrão externo, e a curva de calibração foi realizada com um mix FAME de concentração conhecida. Os resultados foram expressos em % do total de ácidos graxos, a partir de nove repetições.

4.2.4.5 Determinação e quantificação do inibidor de tripsina Kunitz (ITK)

Os níveis de ITK foram quantificados de acordo com a adaptação da metodologia desenvolvida por Kakade et al. (1974), no Laboratório de Instrumentação Analítica II / URI.

Inicialmente, as amostras de soja foram moídas em moedor (Cuisinart, modelo DCG-20BKN) e desengorduradas a frio, com hexano, por 16 h, sob agitação constante, em agitador magnético (Velp Scientifica). Seguidas de filtração à vácuo.

A partir de 1,0 g de farinha desengordurada, realizou-se a extração do inibidor em hidróxido de sódio (NaOH 0,01 M). Da suspensão obtida, removeu-se alíquotas de 2 mL para determinação da atividade e quantificação.

A atividade inibitória foi realizada por meio de ensaio enzimático com tripsina bovina de pâncreas (Sigma) e o substrato benzoil-DL-arginina-*p*-nitroanilida (BAPNA) (Sigma, pureza ≥ 98 %). E a quantificação ITK foi determinada no espectrofotômetro (Spectro Vision, modelo DB-1880S) com o comprimento de onda igual a 410 nm.

Os resultados foram expressos em mg.g^{-1} por g de amostra desengordurada, de acordo com a Equação 4.

$$\text{ITK mg.g}^{-1} = \frac{\text{Abs padrão} - \text{abs amostra}}{38 \times \text{massa da amostra}} \times 2500 \quad (4)$$

Onde:

ITK = Inibidor de tripsina Kunitz

Abs = Absorbância

4.2.4.6 Determinação e quantificação das isoflavonas

A extração, quantificação e identificação de isoflavonas dos grãos de soja *in natura*, branqueados, não branqueados, da FSI e FSIB, foram realizadas na Embrapa Soja– Centro Nacional de Pesquisa da Soja em Londrina/PR.

A análise quantitativa das isoflavonas foram determinadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), segundo a metodologia descrita por Berhow (2002). A extração das isoflavonas foi a partir da farinha de soja desengordurada de acordo com a metodologia preconizada por Carrão-Panizzi, Góes-Favoni e Kikuchi (2002). Foi pesado 0,1 g de farinha de soja desengordurada na qual foram adicionados 4,0 mL da solução de extração (70 % de etanol e ácido acético 0,1 %). Os tubos contendo essa mistura foram agitados em agitador de

tubos tipo Vortex por uma hora a 25 °C com intervalos de agitação de 15 min. Em seguida os tubos foram transferidos para um equipamento de ultrassom (Unique, modelo USC 5.000), por um período de 30 min. Alíquotas de 1,5 mL dos extratos das amostras foram centrifugadas (Eppendorf, modelo 5417R) por 15 min a 21.000 g na temperatura de 5 °C. O sobrenadante foi filtrado por membrana de 0,45 µm (Millipore, Billerica, MA, EUA).

Alíquotas de 20 µL foram injetados em cromatógrafo líquido (Waters, modelo PDA 996), equipado com detector de arranjo de fotodiodos (modelo TM 996), com temperatura controlada para 25 °C. E para a separação das isoflavonas foi utilizada uma coluna de fase reversa C-18 (YMC-Pack ODS-AM) 25 mm X 4.6 mm e com partículas de 5,0 µm de diâmetro.

Para separação das isoflavonas foi utilizado o sistema de gradiente binário. O tempo total de análise foi de 60 min e o fluxo do solvente foi de 1 mL. min⁻¹. Todos os reagentes utilizados na extração e na quantificação possuíam grau HPLC.

Para a identificação e quantificação foram utilizadas curvas de calibração de padrões externos (Sigma-Aldrich) de isoflavonas, com concentrações conhecidas. Os resultados foram expressos em mg.100g⁻¹.

4.2.4.7 Cor instrumental

A cor dos grãos de soja *in natura*, branqueados, FSI, FSIB e os onze ensaios de FSI e FSIB gerados pelos dois delineamentos experimentais foram determinadas em colorímetro (Minolta Chroma Meter, modelo CR-400), no sistema de cor CIELAB, com os três componentes, L* (luminosidade ou brilho) cujo valor varia entre zero (preto) e 100 (branco), e as coordenadas de cromaticidade a* e b* que variam de -a* (verde) até +a* (vermelho), e de -b* (azul) até +b* (amarelo) (MINOLTA, 2006).

O ajuste do equipamento foi realizado previamente de acordo com as instruções do fabricante ($y = 93,10$, $x = 0,3158$, $y = 0,3321$). Com ângulo do observador de 10 ° e iluminante D65 (SILVA, 2004).

As leituras foram realizadas no Laboratório de Instrumentação Analítica/URI, com as amostras dispostas em placa de Petri (6 cm de diâmetro), tomando-se três medidas em três pontos da placa.

4.2.5 Caracterização dos Biscoitos

4.2.5.1 Caracterização física

As determinações de massa, diâmetro, espessura, volume, volume específico e fator de expansão dos biscoitos foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial/URI, seguindo os procedimentos descritos no macrométodo 10-50D, antes e após o forneamento. As médias para as análises foram calculadas com dados coletados com nove biscoitos provenientes de uma mesma batelada de cozimento (AACC, 2000).

A massa foi determinada por pesagem, em balança eletrônica (Marte, AL-500) e expressa em gramas. O diâmetro foi determinado com régua de escala milimetrada, expresso em centímetros. A espessura foi determinada com paquímetro (MPT Microprecis, modelo C-258) e expressa em centímetros. Foram determinadas as diferenças de massa, diâmetro espessura a partir das leituras antes e após cocção (VIEIRA et al., 2015). O fator de expansão ($\text{cm} \cdot \text{cm}^{-1}$) foi calculado pela razão entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos após o forneamento. O volume específico ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) foi calculado pela relação entre o volume aparente (determinado pelo método de deslocamento de painço) e o massa dos biscoitos após o forneamento (SILVA; SILVA; CHANG, 1998). Para determinação do deslocamento de sementes de painço, o biscoito analisado foi colocado no centro de uma placa de Petri e abaixo de um funil de vidro apoiado em tripé. As sementes de painço foram despejadas através do funil e recolhidas abaixo até o transbordamento na placa de Petri, previamente tarada com semente de painço. Em seguida a cápsula foi nivelada com o auxílio de uma régua e o volume do painço presente na cápsula medido através de proveta, sem a presença do biscoito. A determinação do volume específico foi realizada com nove repetições, sendo calculado conforme a Equação 5 (SILVA; SILVA; CHANG, 1998).

$$\text{Volume específico (cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}) = \frac{\text{volume do biscoito}}{\text{massa do biscoito}} \quad (5)$$

$$\text{Volume do biscoito (cm}^3) = \text{vol. placa} - \text{vol. da placa com o biscoito}$$

A partir da massa pré e pós-cocção dos biscoitos também poderá ser calculado o rendimento do produto, segundo a Equação 6 (FREITAS; VALENTE; CRUZ, 2014)

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{massa pós - cocção}}{\text{massa pré - cocção}} \times 100 \quad (6)$$

Para a determinação da cor dos biscoitos foram tomadas para cada biscoito, a média de três repetições, em regiões distintas e analisadas três unidades de biscoitos, depois do

forneamento, conforme item 4.2.4.7.

A avaliação instrumental quanto à dureza foi realizada no vigésimo quarto dia após o processamento, pelo Laboratório de Análises de Alimentos LANAL - SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial)/Chapecó. Os resultados foram expressos em g e representaram a média aritmética de 3 determinações de força de ruptura.

4.2.5.2 Caracterização química

As análises químicas dos biscoitos foram realizadas no Laboratório de Físico-Química e Bromatologia/URI. Os biscoitos foram triturados em liquidificador (Walita, modelo RI 1765), conservadas sob refrigeração até a submissão às análises do conteúdo de umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos e fibras, segundo as normas descritas no item 4.2.4.1. Com exceção das fibras todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.2.5.3 Caracterização microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas após o quinto dia de processamento dos biscoitos no Laboratório de Microbiologia/URI. Avaliaram-se os parâmetros estabelecidos pela RDC n.º 12 da Anvisa (BRASIL, 2001), que determina a contagem de Coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. para bolachas e biscoitos. Para a contagem de Coliformes a 45 °C empregou-se o método 996.24, para *Staphylococcus* coagulase positiva o método 975.55 e *Salmonella* sp. pelo método de 967.26 descritos pela AOAC (2005).

4.2.5.4 Caracterização sensorial

A avaliação da aceitabilidade dos biscoitos formulados com os diferentes percentuais de farinha de soja (B1, B2 e B3) foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial/URI a partir do quinto dia após a elaboração das amostras.

Participaram 67 avaliadores, não treinados, alunos, docentes e funcionários da Instituição, na faixa etária de 18 a 50 anos, de ambos os sexos. O teste foi conduzido em cabines individuais iluminadas com lâmpadas de luz branca. Cada avaliador recebeu em prato branco descartável três biscoitos, com peso aproximado de 9 g, distribuídos de forma

balanceada e identificados com códigos de três dígitos, acompanhado de água mineral para minimizar o efeito residual entre uma amostra e outra, juntamente com a ficha de avaliação sensorial (Apêndice C).

Para determinar a aceitabilidade dos biscoitos utilizou-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, que variou entre os termos gostei muitíssimo (9) e desgostei muitíssimo (1) (DUTCOSKY, 2013) e para a intenção de compra foi utilizada a escala de cinco pontos, que variou de certamente compraria (5) a certamente não compraria (1) (SANTOS et al., 2015).

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 isentos de glúten 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 biscoitos foi adotada a Equação 7:

$$IA \text{ ou } IC = 100 \times \frac{\text{Média}}{\text{Maior nota}} \quad (7)$$

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.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI (RS), registrado na Plataforma Brasil por meio do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 03496312.1.0000.521, Anexo A, em cumprimento aos termos da Resolução nº.196 (10/10/1996) do Conselho Nacional de Saúde.

4.2.6 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa *Excel* e software *Statistica* da *StatSoft* versão 5.0 e *XLSTAT* (ADDINSOFT, 2007).

Foram calculadas as médias e desvio-padrão para os resultados da composição centesimal, IDP, ISN, ácidos graxos, ITK e isoflavonas dos grãos *in natura*, branqueados, para as farinhas FSI, FSIB e a FSI T3, farinha obtida nas condições de menor ITK e cor mais clara, por metodologia de superfície de resposta. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey (HSB -

Tukey Honest Significant Difference) ou teste de Student, com o critério de significância estatística de $p < 0,05$, com exceção para os carboidratos e fibra alimentar total e apresentados por tabelas.

O ITK e cor instrumental resultante da aplicação do DCCR na FSI e FSIB foram avaliados por ANOVA e geradas as superfícies de resposta. A comparação entre os resultados dos planejamentos experimentais, das amostras independentes (FSI e FSIB), foi feita pelo teste t-Student ($p < 0,05$). As tabelas referentes às análises de variância seguem expostas nos Apêndices (D, E e F) deste trabalho.

Os resultados das análises físicas, químicas e das respostas sensoriais referentes à aceitação das três amostras de biscoitos foram submetidas à ANOVA e comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$), a metodologia do mapa de preferência interno e a análise multivariada, através da Análise de Componentes Principais (ACP).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS GRÃOS E DA FARINHA DE SOJA

5.1.1 Caracterização Química

5.1.1.1 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal dos grãos de soja *in natura* e branqueado e das farinhas FSI e FSIB, da cultivar BRS 267, estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3: Composição centesimal dos grãos (*in natura* e branqueado) e respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)

Composição centesimal (g.100g ⁻¹)	Amostras			
	Grãos		Farinhas	
	<i>In natura</i>	Branqueado	FSI	FSIB
Umidade ¹	8,46 ^{Aa} ± 0,26	7,85 ^{Aa} ± 0,31	2,69 ^{Ba} ± 0,18	3,04 ^{Ba} ± 0,19
Proteínas ²	42,36 ^{Aa} ± 0,39	42,14 ^{Aa} ± 0,17	42,75 ^{Aa} ± 0,39	43,02 ^{Aa} ± 0,12
Lipídios ²	15,50 ^{Ba} ± 0,67	17,33 ^{Ba} ± 0,81	20,34 ^{ABa} ± 0,91	21,93 ^{Aa} ± 0,74
Cinzas ²	5,52 ^{Aa} ± 0,45	5,63 ^{Aa} ± 0,04	5,60 ^{Aa} ± 0,71	5,29 ^{Aa} ± 0,24
Carboidratos ^{2,3}	36,61 ^{Aa} ± 0,74	34,57 ^{Bb} ± 0,52	31,31 ^{Ca} ± 0,82	29,77 ^{Ca} ± 0,85

Médias (n=3) ± desvio padrão seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); Médias de três repetições ± desvio padrão, entre as mesmas amostras (grão e farinha), seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05); ¹Resultados expressos em matéria integral; ²Resultados expressos em matéria seca; ³Calculado por diferença [100 – (proteína + cinzas + lipídios + fibra alimentar total)].

Fonte: a autora.

Observa-se na Tabela 3 que o processo de branqueamento aplicado ao grão com o objetivo de inativação das lipoxigenases presentes na cultivar de soja BRS 267, não influenciou os valores médios de composição da umidade, proteína e cinzas em comparação ao grão *in natura*.

Os valores experimentais encontrados foram diferentes dos descritos na literatura, o conteúdo total de proteínas dos grãos *in natura* foi superior aos valores encontrados nos trabalhos de Benassi, Benassi e Prudêncio (2011), que obtiveram um valor de proteína de 38,47 g.100g⁻¹, Alves et al. (2011, 2012) encontraram 39,41 g.100g⁻¹ e Bavia et al. (2012) relataram o teor de proteína de 36,69 g.100g⁻¹, porém inferior ao valor reportado por Felberg et al. (2013), que encontrou 44,5 g.100g (em grão descorticado). E em relação aos lipídios, o

resultado também diferiu daqueles observados pelos autores, porém, estes têm sido superiores aos valores deste trabalho, Bavia et al. (2012) obtiveram $23,94 \text{ g.100g}^{-1}$, Alves et al. (2011, 2012) $20,03 \text{ g.100g}^{-1}$, Benassi, Benassi e Prudêncio (2011) $18,55 \text{ g.100g}^{-1}$ e Felberg et al. (2013) $23,05 \text{ g.100g}^{-1}$, da mesma forma com relação as cinzas, que foram da ordem de 6 a 7 %.

A alta variabilidade dos compostos químicos dos grãos de soja *in natura* deste trabalho com a literatura possivelmente seja em decorrência às diferentes safras do cultivar, das condições ambientais e local de plantio (MORAIS; SILVA, 1996; ROCHA, 1996; SILVA, 2005; SANTOS et al., 2010c), ou ainda, pelo método analítico utilizado e a forma de preparação da amostra, como o descasque do grão (FELBERG et al. 2013).

Os parâmetros da composição centesimal não diferiram ($p > 0,05$) entre a FSI e a FSIB, porém, ao relacionar os resultados com as amostras de grãos houve um acréscimo no conteúdo lipídios da FSIB. Observa-se também uma redução no teor de carboidratos das FSI e FSIB (11,77 a 16,11 %) em relação ao do grão *in natura*, possivelmente por reações de Maillard (RM) e caramelização durante o processo de torração e provavelmente devido à solubilização de açúcares na imersão em água no processo de branqueamento para a FSIB.

Leite (2013) analisando a farinha integral submetida a um tratamento térmico mais suave (50°C por 24 h), obteve resultados de proteína e lipídios de $40,56$ e $20,43 \text{ g.100g}^{-1}$, respectivamente, muito próximos aos deste trabalho e o teor de cinzas ultrapassou o valor de 7 %, superior ao presente trabalho (Tabela 3). Na produção de farinha pelo processo de fermentação, associado a torra e liofilização, obteve um incremento nos valores de proteínas e lipídios em detrimento dos carboidratos, nutriente consumido pelo processo fermentativo. Este fenômeno também foi observado por Silva, L. H. et al. (2012). Portanto, diferentes processos utilizados na obtenção da farinha de soja poderão afetar os constituintes significativamente, enquanto que processos similares não são determinantes na alteração, desde que os parâmetros de tratamento sejam similares.

5.1.1.2 Solubilidade proteica

O índice de dispersibilidade de proteína (IDP) e o índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) são usados para avaliar a solubilidade de proteínas (WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000; SILVA et al., 2008) e os efeitos do tratamento térmico aplicado, e mediante os resultados definir as aplicações tecnológicas dos produtos proteicos (BATALL et al., 2000;

CARRÃO-PANIZZI; CRANCIANINOV; MANDARINO, 2006; FERNANDES et.al., 2003; SILVA et al., 2008). Embora, as diminuições destes índices de solubilidade influenciam no desempenho das proteínas nos sistemas alimentares, por vezes desfavoravelmente, no caso da soja, tratamentos térmicos se fazem necessários para inativação de fatores antinutricionais.

O tratamento térmico usado para o processamento das farinhas provoca a desnaturação das proteínas, que medem, respectivamente, a quantidade de proteína dispersível e de nitrogênio solúvel em comparação com a proteína total, sendo estes índices expressos em porcentagem (CABRAL; MODESTA, 1981; KINSELLA, 1976). A determinação do ISN e IDP foi realizada nos grãos *in natura*, nos grãos submetidos ao tratamento hidrotérmico, bem como nas FSI e FSIB, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Valores dos índices de solubilidade IDP e ISN de grãos (*in natura* e branqueado) e das respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)

Índices de solubilidade (%)	Amostras			
	Grãos		Farinhas	
	<i>In natura</i>	Branqueado	FSI	FSIB
IDP	79,78 ^a ± 0,48	45,68 ^b ± 0,65	7,51 ^c ± 0,06	8,54 ^c ± 0,01
ISN	63,58 ^a ± 0,52	28,93 ^b ± 0,08	8,57 ^c ± 0,07	8,54 ^c ± 0,03

Médias (n=3) ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: a autora.

Verifica-se que o IDP e ISN diminuíram significativamente (p<0,05) com os tratamentos térmicos aplicados, em decorrência do processo de desnaturação. Pela ação do branqueamento nos grãos, ocorreram reduções do IDP de 42,74 % e do ISN de 45,50 %. No tratamento pelo calor seco, nas farinhas, ocorreram reduções de IDP de aproximadamente 90 % e o ISN em torno de 87 %.

Relacionando-se os índices de solubilidade do grão de soja *in natura* com os valores registrados por Silva et al. (2008), com a mesma cultivar deste trabalho, constatarem valores de IDP de 75,71 % e ISN de 74,25 %, diferentes deste trabalho. A divergência de valores de IDP e ISN com os observados na literatura, segundo Carrão-Panizzi et al (2006), são influenciadas por temperaturas elevadas, no período de enchimento dos grãos, o qual tem efeito na desnaturação de parte das proteínas.

Os valores de IDP e ISN da farinha de soja deste trabalho são bem inferiores aos observados por Caprita, Caprita, Cretescu (2010) e Batal et al. (2000). Caprita, Caprita, Cretescu (2010) encontraram o IDP da ordem de 20 % e ISN de aproximadamente 60 %, com

tratamento de calor seco de 120 °C com o tempo final de 30 min e Batal et al. (2000), com a autoclavagem, obtiveram a variação do IDP de 76 para 24 % após o tempo de 36 min. A extensão da desnaturação depende das condições de processamento e da temperatura. Logo, quanto mais intenso o tratamento térmico maior a desnaturação. Quanto maior for a solubilidade, menor será o grau de desnaturação, embora a solubilidade e a desnaturação nem sempre se correlacionem entre si (WANG; FERNANDES; CABRAL, 2000).

5.1.1.3 Isoflavonas

Verifica-se que o teor e perfil de isoflavonas podem ser sensivelmente afetados pelas condições de processamento, conforme é mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Teores de isoflavonas dos grãos (*in natura* e branqueado) e das respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)

Isoflavonas (mg.100g ⁻¹)	Amostras			
	Grãos		Farinhas	
	<i>In natura</i>	Branqueado	FSI	FSIB
Agliconas	8,24 ^d ± 0,05	28,88 ^b ± 0,06	17,71 ^c ± 0,12	40,84 ^a ± 0,11
Glicosídeos	68,94 ^c ± 0,44	52,60 ^d ± 0,56	204,51 ^a ± 0,11	105,83 ^b ± 0,01
Acetil glicosídeos	ND	ND	67,01 ^b ± 0,53	132,57 ^a ± 0,43
Malonil glicosídeos	256,87 ^a ± 0,66	209,26 ^b ± 1,46	ND	ND
Total	333,64 ^a ± 1,05	290,74 ^b ± 2,08	289,23 ^b ± 0,47	279,17 ^c ± 0,55

Média (n=3) ± desvio padrão seguida de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

ND= Não detectada.

Fonte: a autora.

No grão *in natura*, as formas malonil glicosídeos são predominantes e representam 76,99 % do total de isoflavonas, enquanto que as formas agliconas apresentam-se em baixa concentração, somente 2,47 % do total de isoflavonas. Observa-se a ausência das formas acetil. A predominância das formas glicosídicas e o baixo percentual de formas agliconas nos grãos *in natura* está de acordo com Lee et al. (2004), que afirmam que a soja não processada é composta por cerca de 70 a 80 % de malonil-β-glicosídeos, 5 % de acetil-β-glicosídeos, 25 % β- glicosídeos, e menos de 2 % agliconas. A justificativa de Coward et al. (1998), para a ausência das formas acetil no grão *in natura*, é que esses só se formam após tratamento térmico.

O grão branqueado (98 °C por 5 min) manteve a ausência das formas acetil, porém, observou-se o aumento significativo (p<0,05) de 3,51 % das formas agliconas e verificou-se

que a concentração total de isoflavonas sofreu redução significativa de 12,85 %. Rossi et al. (2004), ao submeter os grãos ao cozimento a 95 °C por 7 min, observaram perdas de isoflavonas totais da ordem de 38,62 %. Perdas inferiores às de Rossi et al. (2004) e deste trabalho, foram observadas por Jackson et al. (2002), na preparação de tofu, ao submeter o grão ao cozimento a 98 °C por 2 min, somente 4,31 % de isoflavonas foram perdidos, este fato pode ser explicado em parte pela hidratação do grão, diluindo a concentração original e, em parte, pela migração dessas isoflavonas para a água de cozimento, cuja solubilidade aumenta com a temperatura e tempo do tratamento.

Quanto a ausência das formas acetil no branqueamento e sua presença em tratamento por calor seco, Coward et al. (1998) justifica que nos processos que envolvem calor e baixa disponibilidade de água os conjugados acetil são produzidos a partir da clivagem do grupo carboxila de conjugados malonil, diferentemente, quando da submissão dos grãos ao calor úmido, não ocorre a formação das formas acetil isoflavonas. A ocorrência destes dois eventos pode ser observada nos resultados deste trabalho (Tabela 5), no branqueamento dos grãos estão ausentes as formas acetil e na obtenção da farinha estão ausentes as formas malonil, comportamento este, confirmado em muitos trabalhos científicos (ANDRADE et al., 2016; CARRÃO-PANIZZI; SIMÃO; KIKUCHI, 2003; GENOVESE, DAVILA, LAJOLO, 2006; LEE; LEE, 2009; GÓES-FAVONI et al., 2004, 2010; UZZAN; LABUZA, 2004; VILLARES et al., 2011; YUAN et al., 2009).

Em produtos processados de soja, tanto a concentração e o perfil das isoflavonas são alterados pelos diferentes tratamentos aplicados. Os tratamentos térmicos e os procedimentos aquosos são considerados como fatores significantes nesse aspecto (ROSSI et al., 2004). Vale ressaltar, que o tratamento térmico para a elaboração das farinhas FSI e FSIB promoveu um aumento nos teores de agliconas (em torno de 2 e 5 vezes, respectivamente). Este aumento pode ser benéfico, uma vez são formas altamente biodisponíveis (CARRÃO-PANIZZI; SIMÃO; KIKUCHI, 2003, LUI et al., 2003; VILLARES et al., 2011).

Um fator preponderante do grau de conversão é a intensidade do tratamento, no estudo realizado por Andrade et al. (2016), observaram que o tratamento a 200 °C por 20 min resultou numa maior conversão das formas malonil para acetil e o aumento de 3,5 vezes a formação de agliconas.

O processo de transformação da soja em FSI e FSIB ocasionou a redução de 13,31 % e 16,17 % de isoflavonas totais, respectivamente. Nota-se que, tanto nos grãos branqueados e nas farinhas as quantidades totais de isoflavonas sofreram redução, possivelmente, por migração da isoflavonas para a água de cozimento, alterações físicas, químicas e por perdas

causadas pelos tratamentos (ROSSI et al., 2004; VILLARES et al., 2011). Estas perdas foram inferiores aos relatados por Lee e Lee (2009), que com o tratamento de 200 °C por 21 min obtiveram perdas de isoflavonas totais em torno de 25 %.

Comparando-se os resultados dos teores de isoflavonas totais dos grãos *in natura* deste trabalho às informações descritas na literatura, constata-se que existe uma grande variação de dados, por exemplo, os valores de isoflavonas totais obtidos por Galão et al. (2010) em grãos cultivados em Londrina foram de 271,82 mg.100g⁻¹ e grãos cultivados em Ponta Grossa foram de 319,14 mg.100g⁻¹, enquanto que Silva, C. E. et al. (2012) obtiveram 165,26 mg.100 g⁻¹ (em matéria seca) e os valores reportados por Alves et al. (2012) foram de 148,73 mg.100 g⁻¹, em Londrina, todos inferiores ao deste trabalho (Tabela 5).

A natureza e a quantidade das isoflavonas dos grãos de soja podem variar amplamente porque a sua síntese e acúmulo são afetados por fatores ambientais e genéticos. Os resultados apontam que a soja cultivada em baixas latitudes, geralmente com temperaturas médias mais elevadas, tendem a ter teores de isoflavonas menores, enquanto que baixas temperaturas, juntamente com precipitação tardia, aumentam as concentrações de isoflavonas, as maiores concentrações de isoflavonas foram observadas em regiões que apresentaram as menores temperaturas médias (15,8 a 25,4 °C) durante o período de enchimento de grãos (ÁVILA; ALBRECH, 2010; CARRÃO-PANIZZI et al. 2009a; VILLARES et al., 2011).

Goes- Favoni et al. (2004), analisando o conteúdo de isoflavonas em 5 tipos de farinhas de soja comerciais, obtiveram valores que variaram de 65 a 168 mg.100g⁻¹. Valores estes, inferiores ao encontrado no presente trabalho (Tabela 5).

5.1.2 Caracterização Física

5.1.2.1 Cor instrumental

A Tabela 6 apresenta as médias dos parâmetros de cor L*, a* e b* dos grãos (*in natura* e branqueado) e das farinhas (FSI e FSIB) da cultivar BRS 267. Ao analisar os valores médios dos parâmetros colorimétricos observa-se que a claridade ou luminosidade (L*) das amostras diferem significativamente (p<0,05), com a FSIB com L* menor, portanto resultando em farinha mais escura. Segundo Zilic et al. (2006), elevados valores de tempo e temperatura influenciam negativamente a variável L*, sugerindo uma maior formação de pigmentos, provavelmente devido a um processo de caramelização de açúcares ou à reação de Maillard, a

qual ocorre quando açúcares redutores são aquecidos na presença de proteínas, numa sequência de eventos que resultam no escurecimento dos produtos alimentícios.

Os valores negativos de a^* implicam em coloração esverdeada nos grãos *in natura*, mas pelo tratamento térmico (branqueamento e calor seco) ocorre o deslocamento para valores positivos e crescentes, com formação da cor vermelha. Da mesma forma para os valores de b^* , que com o tratamento térmico para a produção da farinha, os valores de b^* aumentam, o que corresponde a uma coloração amarelada.

Tabela 6: Parâmetros de cor dos grãos (*in natura* e branqueado) e das respectivas farinhas, farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada (FSI e FSIB)

Parâmetros de cor	Amostras			
	Grãos		Farinhas	
	<i>In natura</i>	Branqueado	FSI	FSIB
L^*	$90,32^a \pm 0,42$	$80,92^b \pm 0,35$	$75,50^c \pm 0,03$	$64,26^d \pm 0,04$
a^*	$-0,54^d \pm 0,11$	$0,35^c \pm 0,01$	$6,63^b \pm 0,05$	$10,84^a \pm 0,04$
b^*	$21,92^d \pm 0,36$	$23,37^c \pm 0,01$	$26,35^b \pm 0,10$	$31,27^a \pm 0,03$

Médias (n=3) $\pm$ desvio padrão seguida de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); L^* : luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a^* : coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b^* : coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+).

Fonte: a autora.

A FSIB apresentou o parâmetro de cor L^* menor, a^* e b^* maiores em comparação a FSI, resultando em uma farinha mais escura com a intensificação da cromaticidade vermelha e amarela. Silva, L. H. et al. (2012) realizaram uma análise comparativa dos parâmetros colorimétricos de três farinhas, FSI, FSIA (farinha de soja integral autoclavada) e FSIAF (farinha de soja autoclavada fermentada) e observaram que a FSIA e principalmente a FSIAF apresentaram uma cor mais escura (L^* menor) e tiveram um aumento nas coordenadas a^* e b^* , com intensificação da tonalidade vermelha e amarela. Embora a FSIAF apresentasse a maior redução de L^* , esse valor foi superior aos deste trabalho (Tabela 6).

A redução de L^* , que caracteriza uma cor mais escura da farinha, principalmente da FSIB, poderia limitar a escolha pelo consumidor e também a sua utilização como ingrediente em diversas formulações de produtos (GIESE, 2000).

5.2 EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE A COR E O INIBIDOR DE TRIPSINA NAS FARINHAS

As combinações entre as variáveis independentes (temperatura e tempo) para cada um dos tratamentos, bem como os resultados obtidos das variáveis respostas (cor e teor de ITK) podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7: Matriz do planejamento DCCR 2² (valores codificados e reais) e respostas em relação a cor (L*, a*, b*) e a atividade do inibidor de tripsina Kunitz (mg.g⁻¹) para a farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada

Ensaios	Variáveis Independentes		Variáveis Dependentes							
	Temperatura (°C)	Tempo (min)	FSI				FSIB			
			Parâmetros de cor			Inibidor de tripsina (mg.g ⁻¹)	Parâmetros de cor			Inibidor de tripsina (mg.g ⁻¹)
			L*	a*	b*		L*	a*	b*	
Grão <i>in natura</i>	-	-	90,32	-0,54	21,63	16,57	90,32	-0,54	21,63	16,57
1	100(-1)	20(-1)	88,52 ^a	-0,59 ^a	17,84 ^b	16,25 ^a	88,05 ^b	-0,82 ^b	21,89 ^a	4,11 ^b
			± 0,19	± 0,00	± 0,21	± 0,36	± 0,18	± 0,06	± 0,50	± 0,80
2	140(+1)	20(-1)	85,94 ^a	1,64 ^b	18,54 ^b	5,37 ^b	77,51 ^b	6,00 ^a	27,92 ^a	1,32 ^b
			± 0,21	± 0,08	± 0,40	± 0,43	± 0,10	± 0,04	± 0,08	± 0,26
3	100(-1)	40(+1)	89,80 ^a	-0,73 ^b	17,22 ^b	13,74 ^a	87,70 ^b	-0,03 ^a	21,82 ^a	3,42 ^b
			± 0,21	± 0,08	± 0,42	± 0,53	± 0,09	± 0,04	± 0,06	± 0,41
4	140(+1)	40(+1)	83,63 ^a	3,14 ^b	21,16 ^b	5,67 ^a	68,01 ^b	10,13 ^a	31,06 ^a	1,23 ^b
			± 0,22	± 0,13	± 0,43	± 0,61	± 0,02	± 0,08	± 0,06	± 0,69
5	91,80(-1,41)	30(0)	88,51 ^a	-0,64 ^a	18,99 ^b	14,29 ^a	88,16 ^a	-0,83 ^b	21,51 ^a	4,72 ^b
			± 0,33	± 0,10	± 0,60	± 0,29	± 0,07	± 0,03	± 0,13	± 0,56
6	148,20(+1,41)	30(0)	79,79 ^a	4,53 ^b	22,78 ^b	1,56 ^b	69,08 ^b	9,72 ^a	31,15 ^a	2,48 ^a
			± 0,48	± 0,26	± 0,78	± 0,42	± 0,09	± 0,05	± 0,18	± 0,13
7	120 (0)	15,90(-1,41)	89,18 ^a	-0,43 ^b	17,85 ^b	14,41 ^a	86,65 ^b	0,92 ^a	22,52 ^a	1,43 ^b
			± 0,30	± 0,04	± 0,19	± 0,41	± 0,08	± 0,02	± 0,09	± 0,13
8	120 (0)	44,10(+1,4)	88,31 ^a	0,40 ^b	18,34 ^b	9,03 ^a	82,90 ^b	3,96 ^a	25,44 ^a	1,39 ^b
			± 0,08	± 0,04	± 0,51	± 0,79	± 0,09	± 0,04	± 0,03	± 0,80
9	120 (0)	30(0)	88,57 ^a	0,21 ^b	17,58 ^b	11,23 ^a	84,01 ^b	3,12 ^a	24,05 ^a	0,67 ^b
			± 0,13	± 0,03	± 0,10	± 0,29	± 0,07	± 0,02	± 0,05	± 0,67
10	120 (0)	30(0)	88,76 ^a	0,42 ^b	17,84 ^b	13,94 ^a	85,00 ^b	2,43 ^a	23,97 ^a	0,68 ^b
			± 0,15	± 0,06	± 0,56	± 0,41	± 0,10	± 0,04	± 0,04	± 0,68
11	120 (0)	30(0)	87,98 ^a	0,38 ^b	17,95 ^b	13,36 ^a	84,47 ^b	2,62 ^a	23,46 ^a	0,65 ^b
			± 0,14	± 0,04	± 0,35	± 0,14	± 0,10	± 0,00	± 0,06	± 0,15

Médias (n=3) ± desvio padrão, seguidas de mesma letra nas linhas, para os mesmos parâmetros (FSI e FSIB) não diferem entre si pelo teste de Student (p<0,05);

L*: luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a*: coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*: coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+).

Fonte:

a

autora.

5.2.1 Cor Instrumental

As coordenadas de cor, como luminosidade L^* (amostra mais clara ou mais escura), a^* (diferença do vermelho e do verde) e b^* (diferença do azul e do amarelo), foram determinadas nos grãos *in natura* e nos 11 ensaios do tratamento térmico para a produção de FSI e FSIB.

O valor de L^* para as farinhas foi mais baixo que o obtido para os grãos *in natura* (mostrado como referência padrão, na primeira linha da Tabela 7), uma vez que ocorre o escurecimento devido ao(s) tratamento(s) térmico(s) aplicado(s). Observa-se que a faixa de variação de L^* foi mais estreita para FSI (79,79 a 89,80) do que para FSIB (68,01 a 88,16) e o valor de L^* da FSI foi sempre estatisticamente maior que o da FSIB, para o mesmo tratamento. Com exceção do tratamento 5, onde foi empregada uma temperatura de torra mais baixa (91,8 °C), por um tempo não superior a 30 min, observa-se que L^* de FSI e FSIB foram similares ($p < 0,05$). Na FSIB aplicou-se o tratamento hidrotérmico, o que possivelmente favoreceu as reações escurecimento.

O parâmetro a^* mostrou uma tendência de aumento e apresentou valores positivos com o tratamento térmico, indicando tonalidade avermelhada crescente. Quando se compara FSI e FSIB, principalmente esta última, em seus tratamentos 4 e 6, nos quais foi empregada temperatura de torra superior (140 e 148,2 °C, respectivamente) por, no mínimo 30 min observa-se os maiores valores de a^* .

Quanto ao parâmetro b^* , os valores encontrados para FSI foram sempre inferiores aos de FSIB, para um mesmo tratamento, o que indica que o aquecimento prévio dos grãos influenciou na obtenção de uma farinha com tonalidade mais amarelada, valores mais altos também observados nos tratamentos 4 e 6, para ambas as farinhas.

Avaliando estatisticamente os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* da FSI, (Tabela 1D, Apêndice D) verificou-se que foi possível validar os modelos pela Análise de Variância (ANOVA) (Tabela 2D, Apêndice D) obtendo-se os coeficientes de correlação de 0,98, 0,99 e 0,97, para L^* , a^* e b^* , respectivamente, permitindo inferir que os modelos reparametrizados ajustam-se aos dados experimentais (Tabela 8). Os valores de F calculados foram significativos, para L^* 6,99, para a^* 23,53 e para b^* 3,28 vezes maiores que o F tabelado, permitindo a construção das superfícies de resposta para L^* , a^* e b^* apresentadas na Figura 11 (a, b e c), respectivamente.

Observa-se que as condições de temperatura e tempo do tratamento térmico influenciaram significativamente os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) com variação nos valores de luminosidade, intensidade do amarelo e do vermelho da FSI.

Tabela 8: Modelos codificados por regressão linear múltipla sobre as respostas dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* do DCCR na farinha de soja integral

Parâmetros de cor	Modelos codificados
L^*	$88,19 - 2,646x_1 - 1,90x_1^2 - 0,90x_1x_2$
a^*	$0,34 + 1,68x_1 + 0,78x_1^2 + 0,32x_2 - 0,20x_2^2 + 0,41x_1x_2$
b^*	$17,79 + 1,25x_1 + 1,35x_1^2 + 0,34x_2 + 0,81x_1x_2$

L^* : luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a^* : coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b^* : coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+); Onde: x_1 é a temperatura (°C) e x_2 é o tempo (min).

Fonte: a autora.

A superfície de resposta da Figura 11 (a) indica que os menores valores de L^* foram obtidas nas condições de temperatura e tempo superiores, isto significa uma cor mais escura da farinha de soja. A variável temperatura exerceu maior influência no processo, uma vez que no valor de 148,2 °C e no tempo próximo a 20 min entra-se na faixa de menor L^* , independente do tempo utilizado. Valores maiores de L^* são observados em temperatura intermediárias entre 100 a 120 °C, também em qualquer tempo estabelecido.

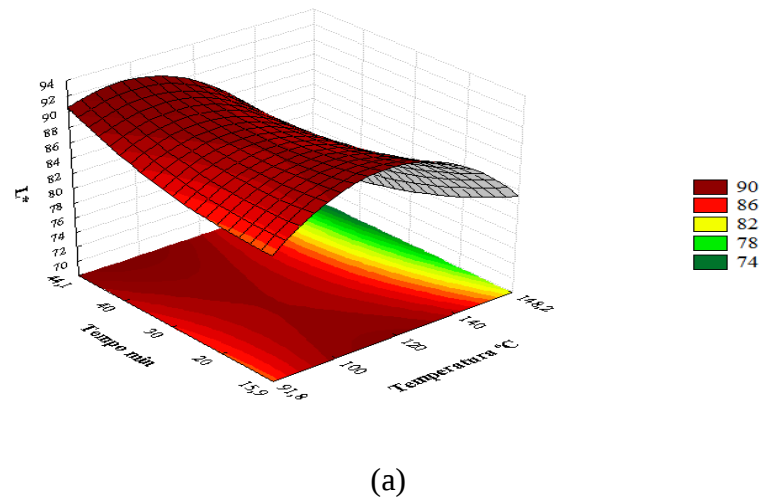
Observando-se a Figura 11 (b), tonalidades mais vermelhas foram obtidas em tempos e temperatura maiores, temperaturas menores que 130 °C em qualquer tempo ocorrem valores menores de a^* . A componente cromaticidade a^* apresentou valores na região do verde (valores negativos) em temperatura e tempos menores.

Na Figura 11 (b), verifica-se que maiores temperaturas e tempos tendem a aumentar a cromaticidade b^* com intensificação da cor amarela, enquanto que em temperaturas intermediárias menor o parâmetro de cor b^* , significando farinha com menor intensidade da cor amarela.

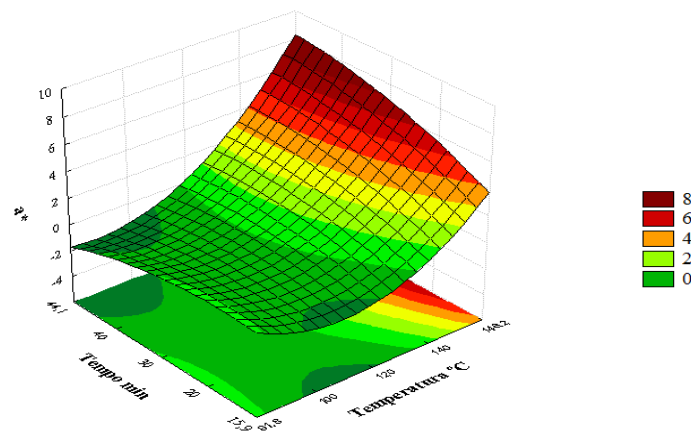
No trabalho de Giaretta (2014), na determinação de parâmetros de cor do *Kinako*, da aplicação de um delineamento fatorial, as maiores repostas para L^* foram obtidas nas condições de temperatura e tempo inferiores a 178,7 °C e 13,9 min, respectivamente. E para a cromaticidade a^* e b^* observou a intensificação destes parâmetros em temperaturas e tempos maiores, eventos similares ocorridos neste trabalho. Porém, nas áreas definidas nas superfícies de resposta apresentadas, observa-se respostas mais intensas de escurecimento e intensificação de cor vermelha e amarela da farinha, decorrente de maiores limites nas

variáveis independentes (temperatura e tempo) usados pelo autor, resultados superiores aos deste trabalho.

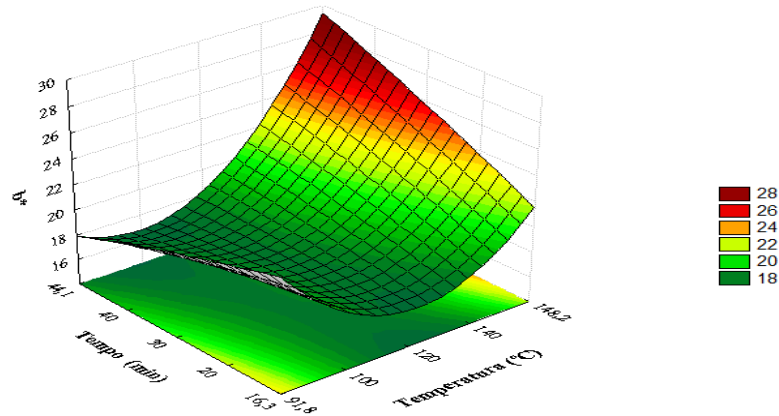
Figura 11: Superfície de resposta para as variáveis L^* (a), a^* (b) e b^* (c) em função do tempo e temperatura na farinha de soja integral



(a)



(b)



(c)

Fonte: a autora.

Silva, L.H. et al. (2012) conduziram um estudo com seis amostras de farinha de soja (fermentadas ou não), no qual concluíram que as amostras apresentaram pouca variação nos valores de luminosidade, intensidade do vermelho e amarelo (L^* , a^* e b^* , respectivamente), embora tenha ocorrido uma redução dos parâmetros de L^* e um aumento de a^* e b^* . A menor resposta de L^* foi de 77,79, próximo ao valor de menor L^* deste trabalho para FSI, valor bastante superior ao da FSIB. A maior resposta de L^* apontada pelos autores foi 85,50. Para os valores de a^* obtiveram a variação de 0,93 a 5,24 e para b^* 22, 80 a 27,39. Na análise de uma farinha de soja comercial tostada, Baiano et al. (2011), obtiveram valores de 80,22, 0,25 e 22,12, para o L^* , a^* e b^* , respectivamente. No trabalho de Shin et al. (2013), a farinha de soja torrada a 140 °C por 30 min apresentou valores de L^* , a^* e b^* de 89,96, -0,82 e 20,76, respectivamente, valores estes comparáveis aos valores obtidos neste trabalho em condições de temperatura e tempos inferiores.

Os resultados dos parâmetros de cor da FSIB foram tratados estatisticamente (Tabela 1E, Apêndice E). A Tabela 9 apresenta os modelos codificados para os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) da FSIB, de acordo com o DCCR. Os modelos foram validados pela Análise de Variância (Tabela 2E, Apêndice E) com os coeficientes de correlação de 0,99 para todos os parâmetros e F calculado de 12,97, 26,67 e 20,87 vezes superior ao valor de F tabelado para a cor L^* , a^* e b^* , respectivamente. Permitindo a construção de superfícies de respostas, para L^* , a^* e b^* na Figura 12 (a), (b) e (c), respectivamente.

Tabela 9: Modelos codificados por regressão linear múltipla sobre as respostas dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* do DCCR na farinha de soja integral branqueada

Parâmetros de cor	Modelos codificados
L^*	$84,50 - 7,16x_1 - 3,30x_1^2 - 1,90x_2 - 2,29x_1x_2$
a^*	$2,72 + 3,99x_1 + 0,96x_1^2 + 1,15x_2 + 0,84x_1x_2$
b^*	$23,82 + 3,62x_1 + 1,39x_1^2 + 0,90x_2 + 0,80x_1x_2$

L^* : luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a^* : coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b^* : coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+);

Onde: x_1 é a temperatura (°C) e x_2 é o tempo (min).

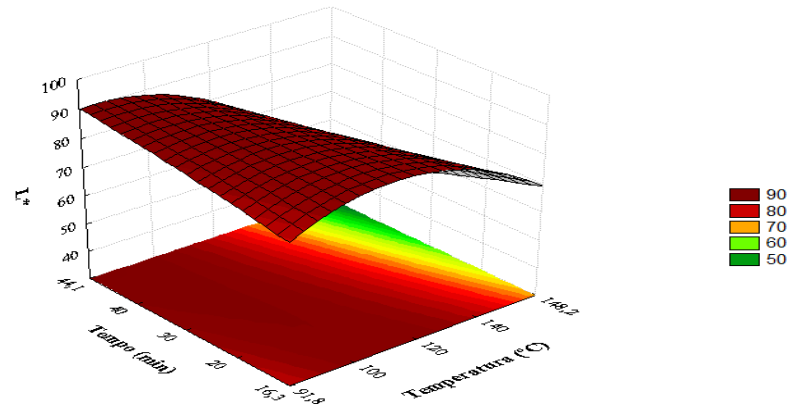
Fonte: a autora.

A superfície de resposta da Figura 12 (a) indica que, as menores respostas para L^* foram obtidas nas condições de temperatura e tempo superiores. Isto significa que, elevados valores de tempo e temperatura influenciam negativamente esta variável, revelando o quão longe da cor branca a farinha se encontra. Em relação a cromaticidade a^* , Figura 12 (b), verifica-se valores crescentes que tendem à coloração vermelha. E a Figura 12 (c), da cromaticidade b^* , tende a aumentar em maiores tempos e temperaturas com intensificação da

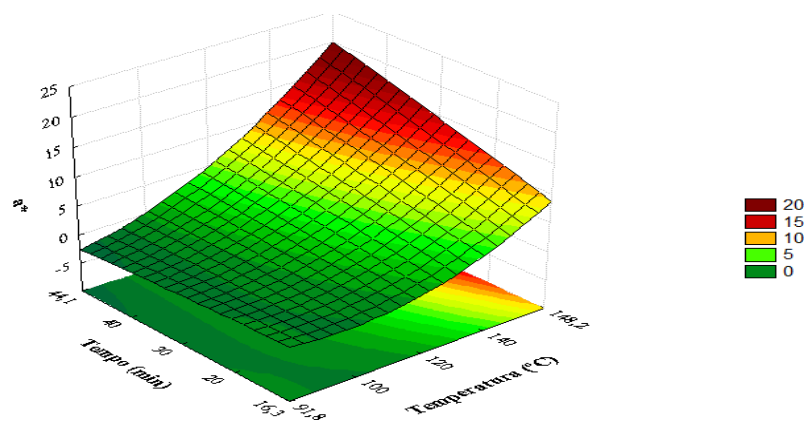
coloração amarela.

Comparando-se os resultados dos parâmetros de cor das FSI e FSIB deste trabalho, a farinha mais escura e com maior intensidade vermelha e amarela foi a FSIB.

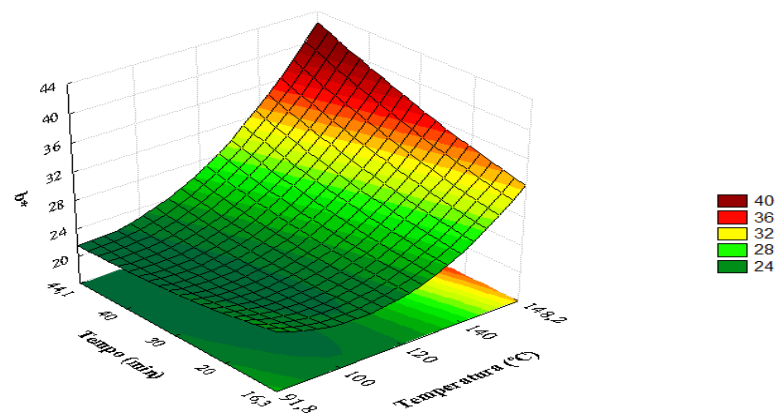
Figura 12: Superfície de resposta para as variáveis L^* (a), a^* (b) e b^* (c) em função da temperatura e tempo na farinha de soja integral branqueada



(a)



(b)



(c)

Fonte: a autora.

Embora não se tenha parâmetros de avaliação de coloração de farinha de soja que permitam discriminar a qualidade ou fixação de identidade do produto comercial, os processamentos para a produção da mesma, devem ser conduzidos de maneira que se mantenha uma aproximação da coloração natural ou redução da coloração indesejável, por exemplo uma luminosidade muito baixa, que possa induzir um produto final com cor excessivamente escura que restrinja seu uso em produtos derivados. Por outro lado, este escurecimento ocorre às expensas de nutrientes reduzindo a qualidade nutricional e sensorial, porém o tratamento térmico deverá ser adequado para reduzir os fatores antinutricionais ao nível adequado. Logo

5.2.2 Inibidor de Tripsina Kunitz das Farinhas

Comparando as farinhas com o grão *in natura*, observa-se que a torra provocou uma diminuição do teor de ITK (Tabela 7), com maior expressividade de redução na FSIB (entre 71,52 e 96,07 %), resultado da etapa adicional de tratamento. Na FSI, o valor mais baixo foi obtido no tratamento 6, onde se empregou a temperatura máxima (148,2 °C), enquanto na FSIB, os menores valores foram obtidos nos tratamentos 9 a 11, com média de redução de 95,98 % de ITK. A associação do branqueamento dos grãos e o tratamento pelo calor promoveu aumento da eficiência da redução de ITK, neste caso, os tratamentos por calor seco poderão ser mais brandos. Este fenômeno corrobora a afirmação de White et al. (2000) e Miura et al. (2005), que a transferência de calor é mais eficiente na soja com alto teor de umidade, provavelmente, devido à melhor condutividade de calor através da água.

Embora, a redução no teor do ITK das farinhas tenha sido considerável, não foi tão efetivo quanto os resultados obtidos por Carvalho et al. (2002) e Galão et al. (2014a) com o aquecimento da soja em água a 100 °C durante 30 min, dos resultados de Cardoso et al. (2007) e Mendes et al. (2007), que submeteram a soja à autoclavagem a 120 °C durante 18 min e Machado et al. (2008), com o tratamento de 121 °C durante 10 min, que obtiveram a completa inativação do ITK, possivelmente pela eficiência do calor úmido e pelo tempo de tratamento. Porém, Carvalho et al. (2013) demonstrou a mesma eficiência do calor seco, com o tratamento de 150 °C durante 30 min, com a completa inativação do ITK, o que não foi observado neste trabalho.

Em geral, a inativação do ITK pelo calor, depende do binômio tempo x temperatura, porém, a sua estabilidade térmica é bastante variada, podendo sofrer a influência, entre outros

fatores, da temperatura, duração e formas de aquecimento, do tamanho das partículas, do conteúdo de umidade e da conformação estrutural do inibidor e níveis de inibidor. Podendo ocorrer, pela ação do calor, a complexação dos inibidores com os componentes do grão, não sendo, portanto, eliminados. Desta forma, ainda não existe consenso sobre as condições de aquecimento mais adequadas para a inativação dos ITK (CARVALHO et al., 2002).

Sabendo-se que os produtos de soja destinados ao consumo humano devem passar por tratamento térmico suficiente para inativar pelo menos 80 % da atividade do ITK (CARDOSO et al., 2007; CRANCIANINOV et al., 2005; JIAO et al., 1992), conclui-se que todos os tratamentos que resultaram em teor de ITK inferiores a $3,3 \text{ mg.g}^{-1}$ poderiam ser considerados adequados, para tanto na obtenção da FSI, somente o tratamento do ensaio 6 ($1,56 \text{ mg.g}^{-1}$) seria adequado e na FSIB atendem este percentual os ensaios 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

Os resultados dos parâmetros de ITK da FSI e FSIB foram tratados estatisticamente (Tabela 1F, Apêndice F). A Tabela 10 apresenta os modelos codificados que descrevem o fator antinutricional para FSI e FSIB em função da temperatura e tempo, os quais exerceram influência significativa negativa ($p < 0,05$) dentro das faixas estudadas.

Os modelos foram validados pela Análise de Variância (Tabela 2F, Apêndice F) com os coeficientes de correlação de 0,99 e 0,98 e F calculado de 8,71 e 5,19 vezes superior ao valor de F tabelado para o ITK da FSI e FSIB, respectivamente. Assim foi possível construir as superfícies de resposta para ITK, conforme Figura 13 ((a) para FSI e (b) para FSIB).

Tabela 10: Modelos codificados por regressão linear múltipla sobre as respostas do inibidor de tripsina Kunitz do DCCR na farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada

ITK (mg.g^{-1})	Modelos codificados
FSI	$12,84 - 4,63x_1 - 2,36x_1^2 - 1,23x_2$
FSIB	$0,67 - 1,02x_1 + 1,48x_1^2 - 0,10x_2 + 0,37x_2^2 + 0,15x_1x_2$

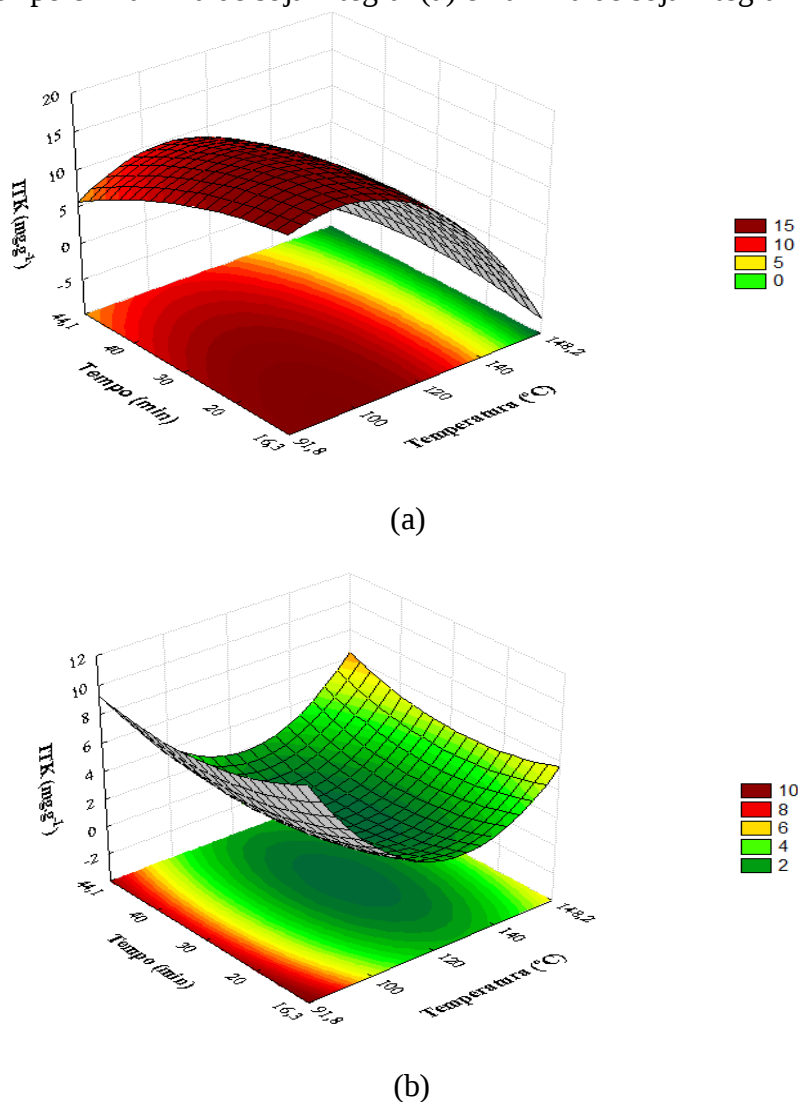
ITK: inibidor de tripsina Kunitz, FSI: farinha de soja integral e FSIB: farinha de soja integral branqueada; Onde: x_1 é a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e x_2 é o tempo (min).

Fonte: a autora.

Verifica-se que as menores respostas de ITK para FSI (Figura 13 a) foram obtidas nas condições de temperatura maiores (acima de 140°C), precisamente na temperatura de $148,2^{\circ}\text{C}$ obtém-se o menor ITK.

Na Figura 13 (b) da FSIB houve uma tendência de menor teor do ITK em valores intermediários de temperatura e tempo, correspondendo ao ponto central (ensaios 9, 10 e 11) com aplicação de 120°C por 30 min. Esta temperatura e tempo seria estrategicamente o melhor tratamento para a produção da farinha de soja.

Figura 13: Superfície de resposta para inibidor de tripsina Kunitz (mg.g^{-1}) em função da temperatura e tempo em farinha de soja integral (a) e Farinha de soja integral branqueada (b)



Fonte: a autora.

Embora, a aplicação do branqueamento promovesse uma inativação do ITK com menores limites das variáveis temperatura e tempo do tratamento térmico para níveis desejáveis, tem-se a desvantagem de uma maior demanda de processos e equipamentos e uma maior dependência de água na realização do branqueamento, portanto, a produção de FSI apresenta um fluxo de viabilidade e facilidade maior para produção em escala doméstica, ou pequenas unidades fabris.

Para a avaliação da redução do ITK em função do tempo (10, 15, 20 e 30 min) por calor seco, da FSI, fixou-se a temperatura em $148,2^{\circ}\text{C}$. Observa-se que a redução foi tempo-dependente, de forma geral, tempos de aquecimento maiores, apresentaram conteúdos de inibidores de tripsina significativamente menores, porém, na faixa de tempo de 20 a 30 min, assim como 10 a 15 min não houve diferença significativa ($p < 0,05$), conforme Tabela 11.

Tabela 11: Teores de inibidor de tripsina Kunitz e parâmetros de cor (L*, a* e b*) da farinha de soja integral na temperatura de 148,2 °C e em diferentes condições de tempo (T1, T2, T3 e T4)

FSI a 148,2 °C					
Tratamentos	Tempo de aquecimento (min)	Inibidor de tripsina (mg.g ⁻¹)	Parâmetros de Cor		
			L*	a*	b*
T1	10	5,61 ^a ± 0,61	90,83 ^a ± 0,05	2,36 ^c ± 0,04	21,42 ^b ± 0,08
T2	15	4,02 ^a ± 0,04	89,78 ^b ± 0,10	3,00 ^b ± 0,01	19,93 ^c ± 0,05
T3	20	2,13 ^b ± 0,69	87,11 ^c ± 0,36	4,47 ^a ± 0,12	22,50 ^{ab} ± 0,34
T4	30	1,56 ^b ± 0,09	79,79 ^d ± 0,48	4,54 ^a ± 0,26	22,78 ^a ± 0,89

Médias de três repetições ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); L*: luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a*: coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*: coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+).

Fonte: a autora.

Observou-se uma diminuição significativa do parâmetro de cor L* à medida que a tempo de tratamento aumentava, resultando em uma farinha mais escura. E, quanto a cromaticidade a* (tonalidade vermelha) e a cromaticidade b* (tonalidade amarela) não deferiram entre a faixa de tempo de 20 a 30 min.

Os resultados apontam que o tratamento de 148,2 °C por 20 a 30 min apresenta os menores valores de ITK, contudo no tempo de 20 min o parâmetro de cor L* apresenta-se maior, portanto, tem-se uma farinha de soja mais clara, desejável para aplicação em produtos de panificação.

Desta forma, o tratamento térmico de 148,2 °C por 20 min foi considerado a melhor condição para a produção da farinha de soja integral para aplicação em biscoitos, denominada de farinha de soja integral do tratamento 3 - FSI T3.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE SOJA INTEGRAL

5.3.1 Caracterização Química

5.3.1.1 Composição centesimal

A melhor condição experimental do tratamento térmico para a farinha de soja foi de 148,2 °C por 20 min (FSI T3). A partir desta farinha, realizou-se as análises de composição centesimal e o teor de fibra alimentar, dados apresentados na Tabela 12, os valores de IDP e ISN, da Tabela 13 e a composição dos ácidos graxos, dados da Tabela 14. A composição centesimal e os ácidos graxos da FSI T3, foram comparados com os dados do grão *in natura* e os índices de solubilidade foram comparados com a FSI.

Conforme a Tabela 12, a FSI T3 apresentou similaridade no conteúdo de lipídios e cinzas e melhora no conteúdo de proteínas quando comparado ao grão *in natura*. Embora os carboidratos tenham sido calculados pela diferença dos outros constituintes, uma redução do valor sugere que ocorrem perdas pelo tratamento aplicado. A diminuição da concentração de carboidratos possivelmente aumentou o teor de proteínas. É possível também, a ocorrência do processo de caramelização de forma mais intensa que as reações de Maillard (RM). Porém, durante o processo de tratamento térmico ocorreu a formação de compostos voláteis, pelo aroma percebido.

Tabela 12: Composição centesimal do grão *in natura* e da farinha de soja integral (FSI T3)

Composição centesimal (g.100g ⁻¹)	Amostras	
	Grão <i>in natura</i>	FSI T3
Umidade ¹	8,46 ^a ± 0,26	3,83 ^b ± 0,07
Proteínas ²	42,36 ^b ± 0,39	46,12 ^a ± 0,15
Lipídios ²	15,50 ^a ± 0,67	16,31 ^a ± 0,22
Cinzas ²	5,52 ^a ± 0,45	5,59 ^a ± 0,09
Carboidratos ^{2,3}	36,61 ^a ± 0,74	31,97 ^b ± 0,46
FAT ^{2,4}	22,72	22,25

Médias (n=3) ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Student (p<0,05); ¹Resultados expressos em matéria integral; ²Resultados expressos em matéria seca; ³Resultados calculados por diferença [100 – (umidade + proteína + lipídeos + cinzas)], incluindo a fração de fibra bruta; ⁴ Resultado de uma única leitura.

Fonte: a autora.

Relacionando-se os resultados de dados químicos da FSI e FSIB, apresentados anteriormente, com a FSIB T3, esta apresentou maior teor de proteína em detrimento ao teor

de lipídios. Essas variações da composição química sugerem que o tratamento térmico aplicado possivelmente tenha reduzido as perdas de proteínas, ou, a composição tenha sido afetada pelo período de armazenamento ou diferente lote de amostra, embora apresentem mesma localidade e época de cultivo.

Os valores quantificados para fibra alimentar do grão *in natura* e para a FSI T3 foram muito próximos, sugerindo que o tratamento térmico não afetou as fibras. Tanto os grãos *in natura* quanto a FSI T3, poderão ser utilizados como fontes de fibras, uma vez que apresentam 22,72 e 22,25 g.100g⁻¹ de fibras, respectivamente. Para atender a alegação de alimento com propriedades funcionais da Portaria nº. 27, de 1998 (BRASIL, 1998) da ANVISA, atualizada em 14 de março de 2016 (BRASIL, 2016), seria necessário a ingestão mínima de 11,23 g de FSI T3 para atender a quantidade do produto pronto para consumo que forneça no mínimo 2,5 g de fibras, segundo a legislação.

Os valores de fibras totais dos grãos de soja deste trabalho foram superiores aos estudos de Silva et al. (2006) e Vieira et al. (2015) que relataram 9,31 g.100g⁻¹ e 10,56 g.100g⁻¹, respectivamente. Enquanto que, os valores de fibras encontrados por Gonçalves et al. (2014), em duas cultivares, foram de 26,64 g.100g⁻¹ e 27,13 g.100g⁻¹ e o valor reportado por Yoshida et al. (2014) foi de 25,93 g.100g⁻¹, foram superiores aos deste trabalho (Tabela 12).

O teor de proteínas da farinha de soja foi superior a média determinada por Ribeiro (2014) (36,20 g.100g⁻¹, mesmo em base úmida), enquanto que a média de cinzas foi próxima (4,45 g.100g⁻¹ em base úmida) e a de carboidratos e lipídios foram superiores (29,46 g.100g⁻¹ e 17,84 g.100g⁻¹, respectivamente).

Berno; Guimarães-Lopes e Canniatti-Brazaca (2007) encontraram o valor de fibra alimentar de 9,73 g.100g⁻¹ em grãos de soja descascados, tostados e moídos, enquanto que Ribeiro (2014) obteve 18,80 g.100g⁻¹ em farinha integral de soja, todos os valores são inferiores aos valores relatados no presente estudo. Observa-se que a casca de soja tem contribuído com o teor de fibras na farinha.

5.3.1.2 Solubilidade proteica

A Tabela 13 apresenta os resultados do ISN e IDP da FSI e da FSIB T3. Embora os resultados da FSI tenham sido apresentados anteriormente na Tabela 4, considera-se adequado uma comparação com os resultados da FSI T3.

Tabela 13: Índices de solubilidade IDP e ISN presentes nas farinhas FSI e FSI T3

Índices de solubilidade (%)	Farinhas	
	FSI	FSI T3
IDP	7,51 ^b ± 0,06	16,11 ^a ± 0,71
ISN	8,57 ^b ± 0,07	24,16 ^a ± 0,07

Médias (n=3) ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Student (p<0,05).

Fonte: a autora.

Verifica-se que, tanto o IDP e ISN aumentaram significativamente (p<0,05) para a FSI T3, o que sugere um tratamento mais adequado daquele da FSI, um aumento dos valores de IDP e ISN indicam uma menor desnaturação proteica e também uma melhor funcionalidade e valor nutricional das proteínas.

5.3.1.3 Composição em ácidos graxos

A Tabela 14 apresenta a composição dos ácidos graxos encontrados no grão de soja *in natura* e na FSIB T3.

Tabela 14: Teor de ácidos graxos presentes no grão *in natura* e FSI T3

Ácidos Graxos (%)	Amostras	
	Grão	Farinha
	<i>In natura</i>	FSI T3
AG saturados (AGS)		
Palmítico (C16:0)	13,08 ^b ± 0,05	13,30 ^a ± 0,08
Estéárico (C18:0)	3,73 ^a ± 0,01	3,71 ^b ± 0,01
Araquídico (C20:0)	0,36 ^b ± 0,01	0,37 ^a ± 0,01
Total	17,17 ^b ± 0,05	17,37 ^a ± 0,08
AG monoinsaturado (AGMI)		
Oleico (C18:1)	18,67 ^a ± 0,16	18,13 ^b ± 0,20
AG poli-insaturados (AGPI)		
Linoleico (C18:2n-6)	54,81 ^a ± 0,13	54,85 ^a ± 0,10
Linolênico (C18:3n-3)	9,35 ^b ± 0,06	9,63 ^a ± 0,05
Total	64,16 ^b ± 0,17	64,49 ^a ± 0,15
Razão		
AGPI/AGS	3,74 ^a ± 0,02	3,71 ^b ± 0,01
n-6/n-3	5,86 ^a ± 0,02	5,69 ^b ± 0,02

Média (n=9) ± desvio padrão seguida de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Student (p<0,05).

Fonte: a autora.

Na análise do perfil de ácidos graxos dos grãos *in natura* e da FSI T3 foram encontradas diferenças significativas (p<0,05), exceto para o ácido graxo linoleico que não sofreu alterações. O tratamento térmico afetou o perfil de ácidos com o aumento da

porcentagem de ácidos graxos saturados e ácidos graxos poli-insaturados e diminuição da porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados e as razões de AGPI/AGS e n-6/n-3. Embora as reduções tenham sido estatisticamente significativas, em termos de valores absolutos não houve alteração, ficando os teores de ácidos graxos dentro do padrão conhecido para soja.

Os ácidos graxos insaturados representam cerca de 82 % do total de ácidos graxos dos grãos de soja *in natura* e da FSI T3. Dos AGS, o ácido palmítico foi predominante, enquanto que dos AGPI o significativo foi o ácido linoleico, que juntamente o linolênico, representam cerca de 64 % dos ácidos graxos do grão e da farinha. Os AGPI são considerados essenciais ao organismo e possuem vantagens nutricionais como precursores de ácidos graxos de cadeia muito longa (AGPI-CML n-6 e n-3, representadas pelos ácidos linoleico e linolênico respectivamente). Estão associados à melhoria do desempenho do cérebro, do coração e do sistema imunológico do organismo humano, exercem efeitos supressores no surgimento de doenças cardiovasculares, inflamatórias e do câncer (MARTIN et al., 2006; MARTINS et al., 2008, NOVACK, 2014; SIMOPOULOS, 2006; 2008). Também apresentam desvantagens devido à facilidade para sofrer com o processo oxidativo, podendo comprometer a estabilidade do alimento (MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009).

Embora os AGPI sejam extremamente relevantes na dieta e desempenham funções importantes no organismo, é necessário um equilíbrio na ingestão de n-6 e n-3. Elevadas concentrações do precursor de n-6 ou n-3, ou a alteração da relação entre eles, n-6/n-3, poderão induzir desordens orgânicas, o consumo excessivo de n-6 e baixo de n-3 leva ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, inflamatórias, câncer, osteoporose, e doenças autoimunes, enquanto que, o aumento nos níveis de n-3 e a redução de n-6 exercem efeito supressor dessas patologias (SIMOPOULOS, 2006, 2008), porque os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia (MARTINS et al., 2006). Segundo Martins et al. (2006) há uma tendência de convergência, em trabalhos científicos, da razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 para o intervalo de 4:1 a 5:1, para diminuição dos riscos à saúde, limite este próximo ao encontrado neste trabalho, 5,86 % do grão e para a farinha, 5,69 %. Estes valores são intermediários aos observados por Galão et al. (2014), para o grão de soja BRS 267 produzido em Londrina obtiveram 6,77 % e em Ponta Grossa foi de 4,73 %.

Outro indicador para avaliar o valor nutricional de óleos e gorduras refere-se a razão entre ácidos graxos insaturados /ácidos graxos saturados (AGPI/AGS), cujo ideal, de uma dieta saudável seja superior a 0,45 (WOOD et al., 2002), valores reduzidos têm sido considerados como indesejáveis à dieta, por sua potencialidade na indução do aumento de

colesterol sanguíneo. Kang et al. (2005) sugerem uma razão (AGPI/AGS) mínima de aproximadamente 1,0 a 1,5 para redução do risco de doenças cardiovasculares. Neste estudo, os valores para a razão de AGPI/AGS foram de 3,74 para os grãos *in natura* e 3,71 para a FSI T3, portanto, estes podem ser considerados alimentos saudáveis porque a razão é superior a 0,45. Realizando os cálculos dos valores obtidos por Galão et al. (2014b) em grãos analisados em Londrina e Ponta Grossa, obtiveram valores próximos a 4,00 %, superiores ao deste trabalho.

O perfil de ácidos graxos, da cultivar BRS 267, produzidos em Londrina e Ponta Grossa, no estudo de Galão et al. (2014b), apresentam valores muito próximos dos valores encontrados neste trabalho. Nos grãos de soja originados do experimento em Londrina obtiveram 11,07 % de AGS palmítico, 3,19 % de AGS esteárico e 0,17 % AGS Araquídico, 16,86 % de AGMI oleico, 56,19 % de AGPI linoleico e 11,89 % de AGPI linolênico. E nos grãos do experimento realizado em Ponta Grossa obtiveram 12,00 % de AGS palmítico, 3,65 % de AGS esteárico e 0,01 % AGS Araquídico, 20,15 % de AGMI oleico, 56,46 % de AGPI linoleico e 6,63 % de AGPI linolênico. Silva, C. E. et al. (2010), obtiveram 11,72 % de AGS palmítico, 3,24 % de AGS esteárico, 23,17 % de AGMI oleico, 54,30 % de AGPI linoleico e 6,63 % de AGPI linolênico.

Comparando os resultados dos ácidos graxos da FSI T3 com *Kinako*, da cultivar BRS 257 de Giaretta (2014), observa-se valores próximos aos obtidos neste trabalho, 12,84 % de AGS palmítico, 3,67 % de AGS esteárico, 19,15 % de AGMI oleico, 55,95 % de AGPI linoleico e 8,02 % de AGPI linolênico. E as razões de AGPI/AGS e n-6/n-3 foram 3,79 % e 6,98 % respectivamente, esta, bem superior a razão deste trabalho.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS COM FARINHA DE SOJA OBTIDA NA MELHOR CONDIÇÃO

5.4.1 Caracterização Física

5.4.1.1 Parâmetros físicos

Foi avaliada a influência de diferentes proporções de FSI T3 (doravante FSI) em substituição à fécula de mandioca sobre a massa, diâmetro, espessura, expansão e o volume específico em formulações de biscoitos (B1, B2 e B3). Alguns parâmetros dimensionais foram determinados pela variação de medidas antes e após o forneamento dos biscoitos resultando nos valores de redução de massa, aumento do diâmetro aumento da espessura, fator de expansão e volume específico, apresentados na Tabela 15.

Tabela 15: Parâmetros físicos dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Parâmetros físicos	Biscoitos		
	B1	B2	B3
Massa pós-cocção (g)	8,45 ^{ab} ± 0,22	8,60 ^a ± 0,27	8,20 ^b ± 0,21
Redução de massa (g)	1,24 ^a ± 0,01	1,05 ^b ± 0,02	1,04 ^b ± 0,02
Diâmetro pós-cocção (cm)	3,86 ^b ± 0,08	3,94 ^a ± 0,08	3,79 ^b ± 0,03
Aumento do diâmetro (cm)	0,35 ^b ± 0,08	0,44 ^a ± 0,08	0,29 ^b ± 0,03
Espessura pós-cocção (cm)	1,09 ^a ± 0,03	0,99 ^b ± 0,02	0,91 ^c ± 0,05
Aumento da espessura (cm)	0,59 ^a ± 0,03	0,42 ^b ± 0,02	0,41 ^b ± 0,01
Fator de expansão (cm.cm ⁻¹)	3,55 ^b ± 0,11	3,99 ^a ± 0,12	4,19 ^a ± 0,03
Volume específico (cm ³ .g ⁻¹)	2,14 ^a ± 0,19	2,10 ^a ± 0,05	2,13 ^a ± 0,02
Rendimento (%)	87,16 ^c ± 0,29	89,14 ^a ± 0,54	88,62 ^b ± 0,15

Médias (n=9) ± desvio padrão seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: a autora.

De forma geral, observa-se que o biscoito B1(farinha de soja integral:fécula de mandioca 20:80 m/m) apresentou maior redução de massa e maior aumento de espessura, enquanto que o biscoito B2 (farinha de soja integral:fécula de mandioca 30:70 m/m) apresentou o maior aumento de diâmetro e o fator de expansão foi maior e similar para os biscoitos B2 e B3 (farinha de soja integral:fécula de mandioca 60:40 m/m).

A variação de massa antes e após o forneamento dos biscoitos fornece a perda de massa no assamento. A menor redução de massa foi observada nos biscoitos com maior

concentração de FSI (B2 e B3). Como a redução de massa pode ser decorrente da perda de umidade, a capacidade de retenção de água pelos ingredientes no biscoito, influencia em maior ou menor grau esta redução. Segundo Mauro, Silva e Freitas (2010), as fibras são determinantes na capacidade de retenção de água por serem higroscópicas, portanto, limitam a taxa de evaporação de água no processo de assamento. Assim como neste estudo, em biscoitos sem glúten, Vieira et al. (2015) com a adição de um mix de farinhas, ricas em fibras (amaranto, quinoa e soja), à fécula de mandioca, verificaram uma redução da massa de 0,94 a 1,08 g.

Outro aspecto influenciado pelo teor de fibras seria o fator de expansão, que segundo Freitas, Valente e Cruz (2014), biscoitos elaborados com alto teor de fibras, geralmente, apresentam diminuição do fator de expansão, contudo, não ocorreu este fenômeno neste trabalho, como pode ser observado nos biscoitos B2 e B3, com maior adição de FSI, consequentemente maior teor de fibras, apresentaram fator de expansão similares, porém maior que B1. A FSI, além do alto teor de fibras, apresenta um teor bastante elevado de proteínas, que devem ter influenciado a interação água e fibras, embora, os resultados do trabalho de Seibel e Beléia (2009) indicarem que as fibras alimentares apresentam as melhores propriedades de hidratação. Porém, as alterações percebidas nos biscoitos, pela adição de maior quantidade de FSI promovem mudanças nas propriedades físicas da fibra, que alteram as propriedades tecnológicas observadas. Por exemplo, observa-se que, com a substituição de 40 % da fécula de mandioca por FSI, tem-se uma matriz alimentar que estabelece modificação no comportamento físico esperado, uma vez que o aumento da quantidade de fibras, pela capacidade de retenção de água, sugere uma menor perda de água. Porém, ao comparar com o biscoito B2, com menor proporção de FSI, e menor teor de fibras perdeu significativamente ($p < 0,05$) a mesma quantidade de umidade que o B3.

É importante destacar que os biscoitos B1, B2 e B3 não diferiram significativamente ($p > 0,05$) quanto ao volume, porém diferiram ($p < 0,05$) quanto ao rendimento, sendo que o melhor rendimento foi observado no biscoito B2. Este resultado sugere que a adição de até 30% de farinha de soja foi considerada positiva para o parâmetro rendimento, um indicador de qualidade para ser utilizado pelas indústrias de alimentos.

Mariani et al. (2015) realizaram quatro diferentes tratamentos na elaboração de biscoitos, com a substituição da farinha de trigo com o objetivo de eliminação do glúten, usando ingredientes alternativos (farinha de soja, farinha de arroz e farelo de soja), sendo que obtiveram resultados de redução de peso pós-cocção de 1,42 a 1,90 g, superiores ao deste trabalho (Tabela 15) e o aumento do diâmetro e espessura pós-cocção foram pouco

expressivos e divergiram dos valores encontrados neste trabalho. Enquanto, Larosa et al. (2006) encontraram valores médios de 40 mm para o aumento do diâmetro de biscoitos, elaborados com farinha de *okara*, próximo ao diâmetro deste trabalho. E ainda, observaram maior fator de expansão e menor espessura, corroborando com Pons et al. (2007), que ao elaborarem biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja, observaram que a espessura diminuiu e o fator de expansão aumentou significativamente com o aumento de farinha de soja na formulação.

5.4.1.2 Cor instrumental

Os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) dos biscoitos (B1, B2 e B3) elaborados com diferentes proporções de farinha de soja integral podem ser visualizados na Tabela 16. Quanto ao parâmetro de cor L^* , B1 não difere ($p < 0,05$) de B2 e B3, nota-se que o B3, com maior teor de FSI, apresenta o menor L^* , porém não difere de B1, com menor teor de FSI, indicando biscoitos de cor mais escura. O B2 apresenta a luminosidade maior, portanto uma cor mais clara.

Tabela 16: Parâmetros da luminosidade (L^*) e das coordenadas de cromaticidade (a^*) e (b^*) dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Parâmetros de cor	Biscoitos					
	B1		B2		B3	
L^*	64,31 ^{ab}	±	64,57 ^a	±	63,45 ^b	±
a^*	5,72 ^a ± 0,70		7,10 ^a ± 0,56		5,70 ^a ± 0,47	
b^*	23,71 ^c ± 0,25		26,31 ^a		24,90 ^b	

Médias (n=3) ± desvio padrão seguida de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); L^* : luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a^* : coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b^* : coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+).

Fonte: a autora.

A tonalidade avermelhada, parâmetro a^* não é influenciada pela concentração da FSI nos biscoitos, porque a^* não difere ($p > 0,05$) entre os biscoitos, diferentemente da tonalidade amarela, b^* , que difere entre as amostras ($p < 0,05$).

Os resultados de Pons et al. (2007), com o aumento na quantidade de farinha de soja nos biscoitos, apontam uma diminuição gradativa no parâmetro cor L^* e aumento na cor b^* , ou seja, houve diminuição na luminosidade do biscoito e aumento na cor amarela, respectivamente. Neste trabalho, o biscoito B3 não segue este comportamento previsto da

diminuição da luminosidade em função de aumento do teor de FSI, observou-se anteriormente que nos parâmetros dimensionais as correlações empíricas não se mantinham entre as propriedades químicas, isto sugere que há uma modificação das relações estabelecidas e/ou os papéis de cada constituinte, definidos pela composição química.

Nos ingredientes utilizados para este trabalho, vale ressaltar, a contribuição de menor luminosidade do açúcar mascavo, porém, sua proporção manteve-se fixa em todas as formulações. O outro aspecto que poderia interferir nos parâmetros de cor, refere-se ao forneamento (tempo x temperatura), porém o processo foi conduzido com a fixação de tempo e temperatura.

5.4.1.3 Textura instrumental

A textura dos biscoitos está relacionada com a força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra. As análises de dureza foram realizadas no vigésimo quarto dia após a data de fabricação, com as amostras mantidas em ambiente de temperatura controlada e embalagens sem interação com o ambiente externo.

Para o parâmetro textura, da Tabela 17, observa-se que os valores apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) para todas as amostras de biscoitos (B1, B2 e B3), com valores crescentes de dureza com o aumento das concentrações de FSI.

Tabela 17: Parâmetro de dureza dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Parâmetro	Biscoitos		
	B1	B2	B3
Dureza (g)	3673,16 ^c ± 807,50	4680,66 ^b ± 320,53	5000,00 ^a ± 345,90

Média (n=3) ± desvio padrão seguida de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: a autora.

Larosa et al. (2006) na determinação de textura de biscoitos doces, obtiveram 8348 g para o biscoito com adição de 40 % de farinha de *okara* em substituição a farinha de trigo, 5233 g para o biscoito controle, sem adição de farinha de soja, e a amostra menos dura foi o biscoito comercial, com 3486 g, somente esta textura foi inferior aos resultados deste trabalho. De acordo com os autores, as diferenças encontradas podem ter sido influenciadas pela composição das fórmulas, provavelmente pela presença de fibras. Porém, McWaters et al. (2003) atribuem a textura mais dura em biscoitos ao aumento do conteúdo de proteína e

sua interação durante o desenvolvimento da massa e seu assamento. Ambas as justificativas são pertinentes ao resultado deste trabalho.

5.4.2 Caracterização Química

5.4.2.1 Composição centesimal

Estudos mostram que a utilização de farinhas de oleaginosas em produtos de panificação tem melhorado a qualidade nutricional destes tipos de produtos. Analisando os dados relativos à composição centesimal das formulações dos biscoitos (B1, B2 e B3), da Tabela 18, nota-se que a medida que aumenta o teor de FSI, aumenta significativamente ($p < 0,05$) a umidade, proteínas, cinzas, lipídios e fibra alimentar, enquanto o teor de carboidratos digeríveis diminuiu, resultado que poderia ser esperado, uma vez que foi reduzida a quantidade de fécula de mandioca na formulação, produto rico em carboidratos.

Tabela 18: Composição centesimal dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Composição centesimal (g.100g ⁻¹)	Biscoito		
	B1	B2	B3
Umidade ¹	4,70 ^c ± 0,02	5,76 ^b ± 0,09	6,08 ^a ± 0,07
Proteínas ²	7,66 ^c ± 0,26	9,70 ^b ± 0,15	12,21 ^a ± 0,04
Lipídios ²	18,26 ^b ± 0,32	19,49 ^a ± 0,11	19,72 ^a ± 0,41
Cinzas ²	1,58 ^c ± 0,03	1,89 ^b ± 0,04	2,27 ^a ± 0,04
Carboidratos ^{2,3}	72,50 ^a ± 0,59	68,92 ^b ± 0,24	65,80 ^c ± 0,42
FAT ^{2,4}	1,00	3,27	4,61

Média (n=3) ±desvio padrão seguida de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹Resultados expressos em matéria integral; ²Resultados expressos em matéria seca; ³Calculado por diferença [100 – (proteína + lipídeos + cinzas + fibra alimentar total)]; ⁴Resultado de uma única; FAT: fibra alimentar total.

Fonte: a autora.

O conteúdo de umidade diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os biscoitos, variando de 4,70 a 6,08 g.100g⁻¹. A Resolução nº 12, de 1978, da Anvisa (BRASIL, 1978) prevê que o biscoito deve apresentar no máximo 14 % p.p⁻¹ de umidade, o que permite afirmar que a amostra analisada está dentro das especificações exigidas pela legislação. Nesta mesma Resolução o valor estabelecido para o resíduo mineral é de no máximo 3 % p.p⁻¹, neste trabalho o valor variou de 1,58 a 2,27 g.100g⁻¹, portanto também está conforme a legislação. Como detalhado anteriormente, os constituintes podem ser responsáveis pelos

resultados do conteúdo de umidade nos biscoitos, são principalmente as proteínas e fibras, pela capacidade funcional de retenção de água (SOARES JÚNIOR et al., 2009). Esta característica química que interfere na absorção de água durante o processamento do biscoito pode ser determinante uma vez que o tempo/temperatura de assamento foi igual para todas as formulações.

Assim, como neste estudo, Vieira et al. (2015), na elaboração de biscoitos sem glúten, com a adição de um mix de farinhas ricas em fibras (amaranto, quinoa e soja) à fécula de mandioca, verificaram que a adição de farinhas ricas em fibras resultou em maior umidade, de $2,38 \text{ g.100g}^{-1}$ e $3,60 \text{ g.100g}^{-1}$, porém índices inferiores aos deste trabalho. Ribeiro e Seibel (2016) elaboraram biscoitos adicionando à fécula de mandioca outra farinha (ou trigo, ou quinoa, ou soja e ou linhaça), o biscoito com farinha de soja obteve um valor de umidade de $9,20 \text{ g.100g}^{-1}$, enquanto que as médias das umidades das três formulações deste trabalho foram inferiores. As médias reportadas por estes autores para cinzas ($1,55 \text{ g.100g}^{-1}$) e lipídios ($17,97 \text{ g.100g}^{-1}$) foram menores. O teor de proteína ($8,69 \text{ g.100g}^{-1}$) foi próximo a B1 e B3.

Utilizando farinha de soja de três cultivares orgânicas para alimentação humana e uma comercial, na elaboração de biscoitos, Santos et al. (2010b) encontraram a variação dos teores de $4,41$ a $7,42 \text{ g.100g}^{-1}$ para umidade, $7,81$ a $9,23 \text{ g.100g}^{-1}$ em base seca para proteínas, $22,13$ a $28,01 \text{ g.100g}^{-1}$ para lipídios e $1,02$ a $1,24 \text{ g.100g}^{-1}$ para cinzas, cujo teor foi menor nos biscoitos analisados nesta pesquisa, enquanto que os teores de lipídios, carboidratos e proteínas foram semelhantes.

Os dados do conteúdo de fibras alimentares das formulações dos biscoitos permitem afirmar que maiores concentrações de FSI incrementaram o teor de fibras totais, com o melhor resultado para o B3. De acordo com a legislação vigente, todas as formulações adicionadas das diferentes farinhas de oleaginosas são consideradas fonte de fibras. Porém, a Portaria nº. 27, de 1998, da Anvisa (BRASIL, 1998), estabelece que um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando apresenta no mínimo 3 % de fibras. Assim, comparando os resultados do presente estudo com as referências da legislação nacional, os biscoitos elaborados com concentrações de 30 % (B2) e 40 % (B3) de farinha de soja integral podem ser considerados como boas fontes de fibra alimentar. B3 possui cerca de 29,06 % mais fibras em sua composição que o biscoito B2 e 78,30 % em relação a B1, enquanto que B2 possui 30,58 % mais fibras que o biscoito B1.

O teor de fibras, das três formulações de biscoitos pesquisadas, foi inferior ao valor reportado por Vieira et al. (2015) e Ribeiro e Seibel (2016) que encontram $10,56 \text{ g.100g}^{-1}$ e $10,92 \text{ g.100g}^{-1}$ de fibra alimentar em biscoitos com farinha de soja, respectivamente. Segundo

Cunha et al. (2007), biscoitos tradicionais, não formulados com farinha de soja, apresentam em torno de $2 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de fibra alimentar, superior ao valor quantificado na amostra B1. Por outro lado, nas formulações experimentais deve-se considerar a fonte de fibras oriundas do coco, que é um ingrediente que também contribui para o aumento da fibra total, com uma média de $9,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de fibras totais (BRASIL, 2005a).

5.4.3 Avaliação Microbiológica

As análises microbiológicas dos biscoitos (B1, B2 e B3) 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), e com a finalidade de atestar a segurança das amostras. Os resultados da contagem de Coliformes a 45°C ($\text{NMP} \cdot \text{g}^{-1}$), *Staphylococcus* coagulase positiva ($\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$) e *Salmonella* sp. encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19: Parâmetros microbiológicos dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Parâmetros microbiológicos	Biscoitos			RDC
	B1	B2	B3	
Coliformes a 45°C ($\text{NMP} \cdot \text{g}^{-1}$)	0	0	0	10
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva ($\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$)	$1,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$	$5,0 \times 10^2$
<i>Salmonella</i> sp. (25 g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

RDC Nº.12: Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos (BRASIL, 2001); $\text{NMP} \cdot \text{g}^{-1}$: número mais provável por grama, $\text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$: unidade formadora de colônia por grama.

Fonte: a autora.

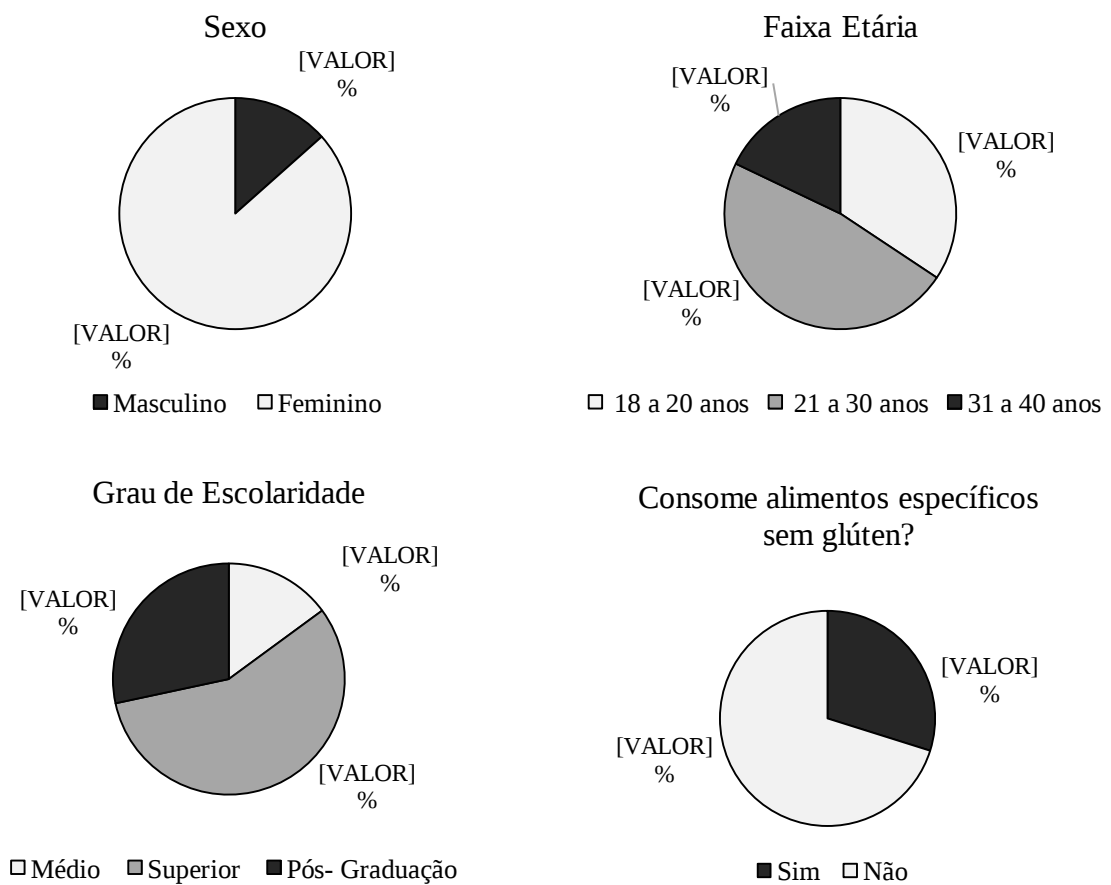
Os resultados das características microbiológicas dos biscoitos B1, B2 e B3 analisados encontravam-se de acordo com os padrões de identidade e qualidade preconizados pela legislação vigente. Os resultados dos Coliformes a 45°C e os *Staphylococcus* coagulase positiva apresentaram limites inferiores ao limite máximo estabelecido pela legislação. E ainda, atendem a legislação quanto a ausência de *Salmonella* sp.

5.4.4 Avaliação Sensorial

5.4.4.1 Caracterização dos avaliadores

A avaliação da aceitabilidade sensorial e intenção de compra das amostras de biscoitos foi realizada por 67 julgadores não treinados. A maioria dos avaliadores pertenciam ao sexo feminino (86,57 %) e 13,43 % do sexo masculino, principalmente jovens, na faixa etária de 21 a 30 anos (47,76 %), seguido pelas faixas etária de 18 a 20 anos (34,33 %) e 31 a 40 anos (17,91 %). Com alta escolaridade (56,72 % com 3º grau completo e 28,36 % com Pós-Graduação) e somente 29,85 % dos provadores declararam-se como consumidores de alimentos sem glúten, conforme pode ser visualizado na Figura 14, que apresenta um perfil dos avaliadores de biscoitos que participaram deste trabalho, segundo as respostas das questões referenciadas na ficha de avaliação sensorial dos biscoitos (Apêndice C).

Figura 14: Perfil dos avaliadores de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)



Fonte: a autora.

5.4.4.2 Aceitabilidade dos biscoitos

Os resultados da avaliação da aceitabilidade sensorial e da intenção de compra das três formulações de biscoitos encontram-se na Tabela 20.

Os resultados de aceitação dos biscoitos (B1, B2 e B3) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), com variação de 7,82 a 6,93 o que corresponde na escala de “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”. Percebe que com o aumento de adição de FSI diminui a média de aceitação, o B3 é o biscoito menos aceito pelos julgadores.

As médias para intenção de compra, variaram de 4,19 a 3,58 (Tabela 20) significando que “provavelmente compraria” e “talvez compraria”. Não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$) as médias para os biscoitos B1 e B2.

Tabela 20: Valores médios do teste de aceitação e intenção de compra de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Termos hedônicos	Biscoitos		
	B1	B2	B3
Aceitação ¹	7,82 ^a ± 1,07	7,37 ^b ± 1,23	6,93 ^c ± 1,37
Intenção de compra ²	4,19 ^a ± 0,82	3,99 ^a ± 0,99	3,58 ^b ± 1,0

Médias (n=67) ± desvio padrão, seguida de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹Escala de aceitação: 1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo; ²Escala de intenção de compra: 1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria.

Fonte: a autora.

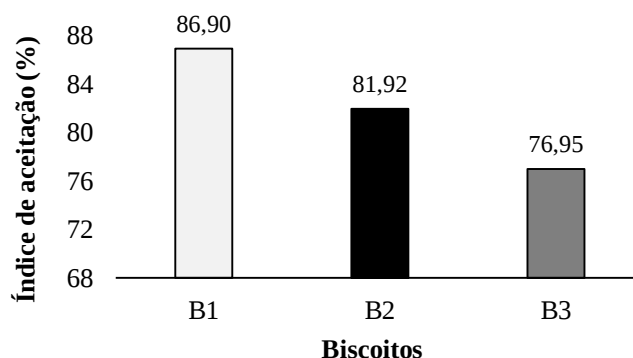
Como visto anteriormente, a composição centesimal do biscoito B3 aponta para um maior conteúdo proteico, de fibras e cinzas, em decorrência do maior conteúdo de farinha de soja adicionada na formulação, indicando uma melhor qualidade nutricional, porém obteve o menor índice de aceitação e intenção de compra. Estes resultados demonstram que o consumidor ainda apresenta restrições ao consumo de derivados de soja.

Behrens e Silva (2004) sugerem que, além de melhorias nos aspectos sensoriais de produtos à base de soja, deverá haver a comunicação dos benefícios do consumo de soja para a saúde humana, a fim de aumentar as expectativas positivas nos consumidores e estimular a compra e consumo.

O índice de aceitação, da Figura 15, aponta que todas as formulações de biscoitos (B1, B2 e B3) apresentaram boa aceitabilidade com IA (%) maior que 70 %, limite proposto por Dutcosky (2007). O biscoito B3, apresentou o menor índice de aceitação, com 76,95 %. Santos et al. (2010b) elaborou quatro formulações de biscoitos usando diferentes cultivares

para a obtenção da farinha de soja e obteve um índice de aceitação entre 86,3 a 74,2 %, receptividade muito boa.

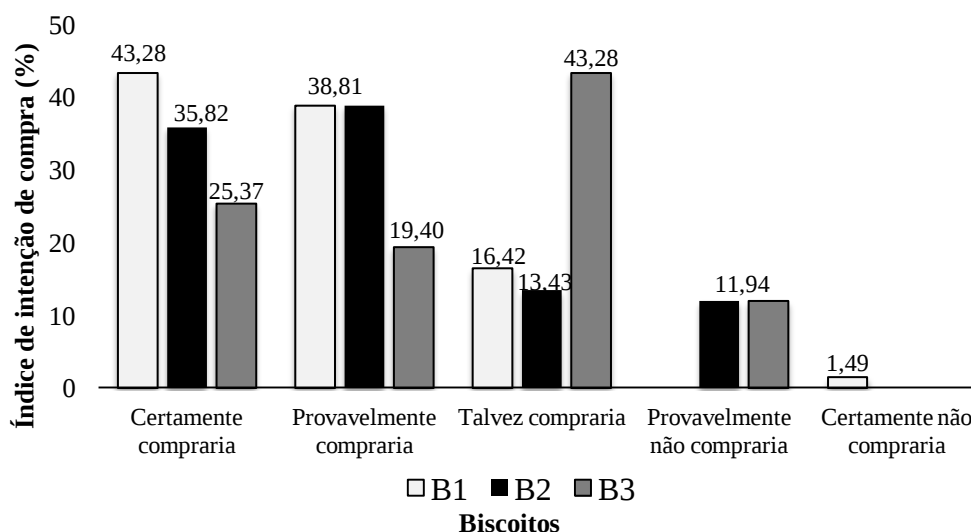
Figura 15: Índice de aceitação (%) dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)



Fonte: a autora.

O índice de intenção de compra (IC), na Figura 16, demonstra que os biscoitos B1 têm 82,09 % de intenção positiva de compra (43,28 % certamente compraria, e 38,81 % possivelmente compraria), B2 com 74,63 % de intenção de compra (35,82 % certamente compraria, e 38,81 % possivelmente compraria) e B3 apresenta intenção positiva de compra de somente de 44,77 %, que segundo Dutcosky (2007), seria considerado insatisfatório, quando estabelece um índice de compra ≥ 70 %. Diferentemente de Santos et al. (2010b), que obtiveram uma intenção positiva de compra de 95 % de biscoitos elaborados com farinha de soja orgânica.

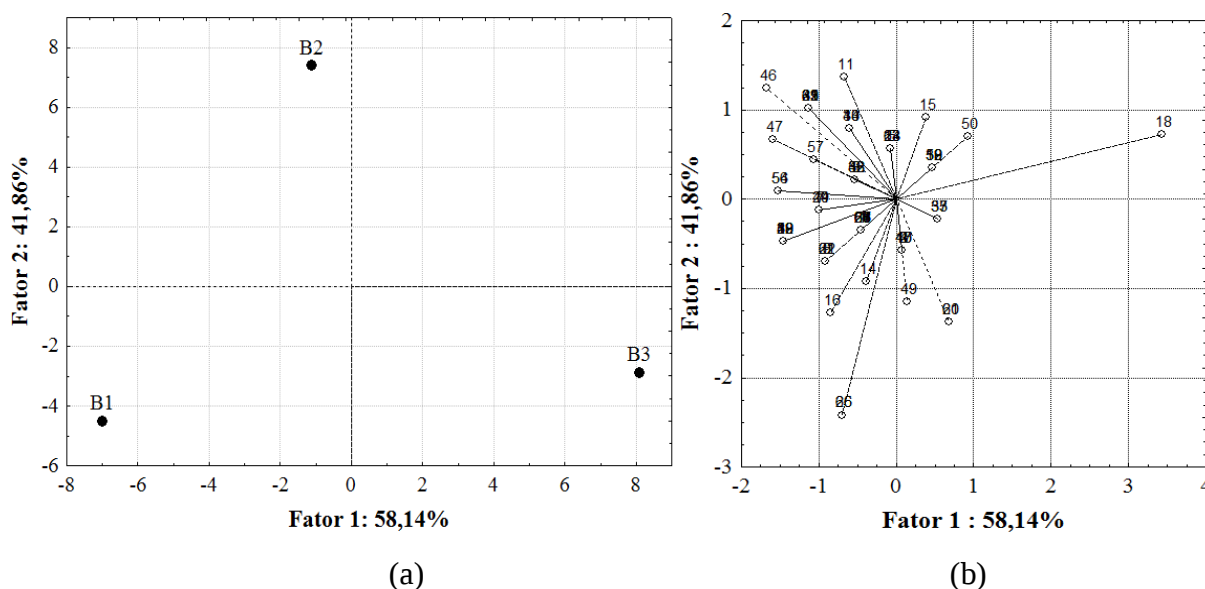
Figura 16: Índice de intenção de compra (%) dos biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)



Fonte: a autora.

Com a finalidade de analisar os dados afetivos, levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor, e não somente a média do grupo de consumidores que avaliaram os produtos, foi aplicado o mapa de preferência interno. Os dados de aceitação foram organizados numa matriz de amostras em linhas e os consumidores em colunas e submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP) a partir da matriz de covariâncias (DUTCOSKI, 2013). Os resultados foram expressos em um gráfico de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, as projeções dos consumidores (representados por pontos), caracterizados por vetores a partir da origem (Figura 17 a) e das amostras (expressos por B1, B2 e B3) em relação aos dois primeiros componentes (Figura 17 b).

Figura 17: Projeção das amostras de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m) (a) em relação à aceitação pelos consumidores (b), considerando dimensões 1 e 2



Fonte: a autora.

Houve uma separação espacial das amostras, sugerindo a existência de três grupos de acordo com a aceitação das mesmas (Figura 17 a). Neste estudo, a primeira e a segunda dimensões geradas explicam conjuntamente cerca de 100 % da variabilidade das respostas. Para a grande maioria dos consumidores houve correlação positiva com o primeiro componente principal, indicando que atribuíram notas mais elevadas para as amostras de B1, seguida da amostra B2 e o B3.

Em síntese, as médias de avaliação foram superiores a 6,95, em escala hedônica de nove pontos, significa alta aceitabilidade. O biscoito B1 foi o preferido entre os membros avaliadores, sucedido por B2 e B3. A aceitação dos biscoitos foi confirmada também pela atitude de compra, em que 82,09 % opinaram que comprariam o B1 e 74,63 % o B2.

5.4.4.3 Análise multivariada dos resultados

A Tabela 21 e Figura 18 apresentam a correlação de Pearson (n-1) e análise dos componentes principais (ACP) das variáveis físicas, físico-químicas e sensoriais das formulações de biscoito sem glúten, respectivamente.

Tabela 21: Matriz de correlação de Pearson (n-1) para as variáveis volume específico, fator de expansão, rendimento, textura, aceitação, L*, a*, b*, umidade, proteínas, lipídios, cinzas carboidratos e fibras de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)

Variáveis	Aceitação	Volume Específico	Fator de Expansão	Rendimento	Textura	L*	a*	b*	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos	Fibras
Aceitação	1,000													
Volume Específico	0,165	1,000												
Fator de Expansão	-0,872*	0,143	1,000											
Rendimento	-0,719*	-0,131	0,836*	1,000										
Textura	-0,781*	-0,432	0,726*	0,824*	1,000									
L*	0,530	-0,058	-0,520	-0,088	-0,317	1,000								
a*	-0,024	-0,400	0,119	0,475	0,163	0,326	1,000							
b*	-0,469	-0,264	0,576	0,885*	0,581	0,219	0,780*	1,000						
Umidade	-0,916*	-0,059	0,963*	0,895*	0,801*	-0,435	0,235	0,686*	1,000					
Proteínas	-0,943*	0,005	0,934*	0,719*	0,781*	-0,660*	-0,081	0,387	0,931*	1,000				
Lipídios	-0,914*	-0,184	0,891*	0,902*	0,875*	-0,271	0,206	0,710*	0,940*	0,859*	1,000			
Cinzas	-0,924*	-0,012	0,921*	0,699*	0,767*	-0,680*	-0,078	0,373	0,925*	0,995*	0,832*	1,000		
Carboidratos	0,960*	0,044	-0,948*	-0,782*	-0,825*	0,584	0,012	-0,476	-0,959*	-0,992*	-0,915*	-0,983*	1,000	
Fibras	-0,939*	-0,045	0,959*	0,828*	0,802*	-0,537	0,112	0,564	0,984*	0,976*	0,907*	0,974*	-0,986*	1,000

* Correlação significativa ($p < 0,05$).

De acordo com a matriz de correlação de Pearson (n-1), apresentada na Tabela 21, que mostra o inter-relacionamento das variáveis, verifica-se uma alta correlação das características físicas (fator de expansão, rendimento e textura) e da composição centesimal (umidade, proteína lipídios, carboidratos e fibras) com a aceitação dos biscoitos. Porém, destas correlações significativas, somente os carboidratos apresentam correlações positivas com a aceitação dos biscoitos. Desta forma, pode-se observar que a medida que diminuem os carboidratos, menor a aceitação dos biscoitos.

O volume específico foi a característica física que não apresentou correlação significativa com as demais variáveis, diferentemente das características químicas (umidade, proteína, lipídios, carboidratos e fibras), que apresentaram correlação significativa entre as variáveis.

Os valores do fator de expansão apontaram para ocorrência de correlações positivas e significativas entre o rendimento, textura, umidade, proteínas, lipídios, cinzas e as fibras do biscoitos e correlação negativa significativa com os carboidratos.

Em relação a textura dos biscoitos, os valores da matriz mostraram correlação positiva e significativa entre a umidade, proteínas, lipídios, cinzas e as fibras e correlação negativa e significativa com os carboidratos.

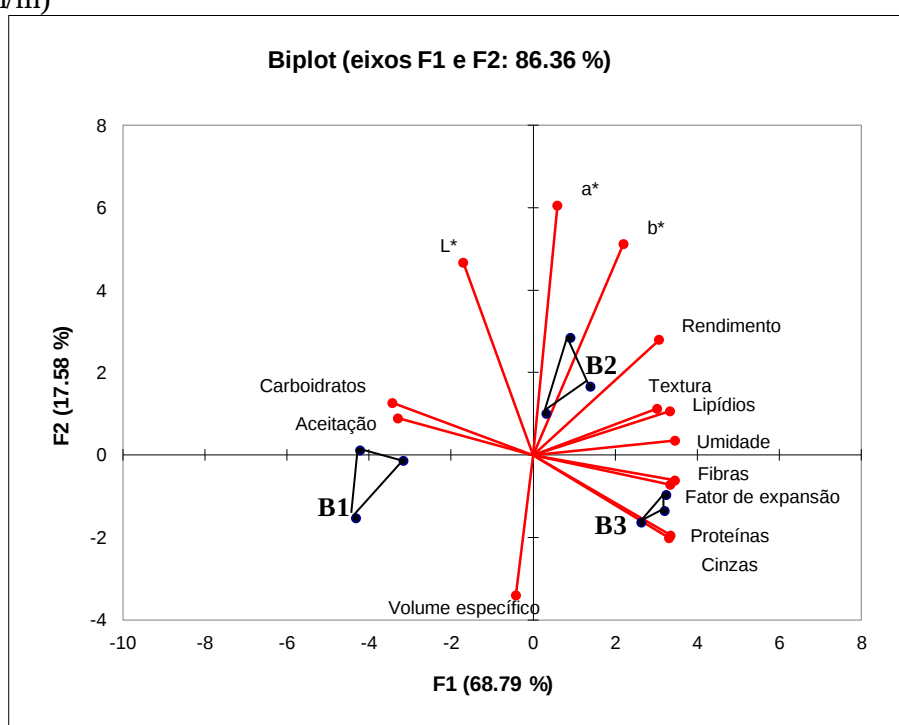
Já em relação a cor instrumental dos biscoitos, os valores de L* da matriz mostraram correlação negativa e significativa entre a proteína e cinzas, um comportamento esperado pelo com o aumento da adição de farinha de soja integral. A cromaticidade a * aponta uma correlação positiva significativa com a cromaticidade b*, com indicação de respostas de intensificação da cor vermelha e também amarela dos biscoitos. Enquanto que a cromaticidade b * também mostrou uma correlação positiva com a umidade.

Embora os valores dos carboidratos indiquem uma correlação positiva significativa com aceitação sensorial dos biscoitos, esta variável apresenta uma correlação negativa significativa com as proteínas, lipídios, cinzas e fibras. E ainda, a medida que os valores de carboidratos diminuem ocorre o aumento da dureza, do fator de expansão e rendimento dos biscoitos, comportamento similar revelado na Análise dos Componentes Principais (ACP).

No gráfico (Figura 18) da ACP, as variáveis são representadas como vetores, os quais caracterizam as amostras/formulações que se localizam próximas a eles. Quanto mais longo o vetor, melhor a explicação da variabilidade entre as amostras/formulações. As amostras (formulações) são representadas por triângulos (B1, B2 e B3), sendo cada vértice uma repetição. Observa-se que houve boa discriminação entre as formulações, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma nos gráficos. E ainda, algumas variáveis estão

sobrepostas umas às outras, possivelmente apresentam alta correlação positiva entre si, com a mesma representatividade no gráfico, por exemplo proteínas e cinzas. Enquanto que vetores paralelos em sentidos opostos representam correlação negativa. É possível sugerir a correlação linear negativa entre carboidratos e as proteínas, cinzas, fator de expansão e fibras. Outro fato importante, é que algumas variáveis estão mais próximas ao círculo unitário. Isso mostra que estas possuem uma maior contribuição, em relação às variáveis que estão mais afastadas.

Figura 18: Análise dos Componentes Principais (ACP) de biscoitos com diferentes concentrações de farinha de soja integral:fécula de mandioca (B1 20:80 m/m; B2 30:70 m/m; B3 40:60 m/m)



Fonte: a autora.

O biscoito B1 caracterizou-se pela aceitação e pela maior quantidade de carboidratos. A amostra B3 caracterizou-se pela intensidade de proteínas, fibras, cinzas, lipídios, umidade e fator de expansão, enquanto que a posição da amostra B2 sugere a existência de características intermediárias em relação as amostras julgadas.

6 CONCLUSÕES

Os processos de elaboração da farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada afetaram o teor total de isoflavonas e os parâmetros de cor das farinhas. A Farinha de soja integral apresentou 289,23 mg.100g⁻¹ e a farinha de soja integral branqueada apresentou 279,17 mg.100g⁻¹ de isoflavonas totais, com redução de 13,31 e 16,17 % respectivamente, em relação ao grão *in natura*. A farinha de soja integral branqueada apresentou o parâmetro de cor L* menor e a* e b* maiores em comparação a farinha de soja integral, resultando uma farinha mais escura e uma intensificação da cromaticidade vermelha e amarela.

A utilização do delineamento composto central rotacional para a avaliação do tratamento térmico na produção da farinha de soja integral a partir da cultivar BRS, apresentou a melhor condição em 148,2 °C por 20 min, com menor teor de inibidor de tripsina Kunitz (2,13 mg.g⁻¹) e maior L* (87,11), cor mais clara da farinha, quando comparado com o tempo de 30 min e a* e b* sem diferença significativa. Com denominação de farinha de soja integral do tratamento 3 - FSI T3:

- caracteriza-se como um produto de baixa umidade, alto teor de proteínas e com alto teor de fibra alimentar;
- a elaboração da FSI T3 promoveu redução do teor de carboidratos;
- a elaboração da FSI T3 promoveu uma melhora nos índices de solubilidade proteica (índice de dispersibilidade de proteína IDP) e Índice de solubilidade de nitrogênio ISN);
- a razão entre os ácidos graxos poliinsaturados da família n-6/n-3 foi de 5,86, próximo ao intervalo considerado adequado nutricionalmente de 4 a 5 %.
- a razão entre os ácidos graxos poliinsaturados e os ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) apontam para alimentos considerados saudáveis tanto para os grãos *in natura* e quanto para a FSI T3, com valores correspondentes a 3,74 e 3,71 respectivamente, valor superior a razão mínima estabelecida (1,0 a 1,5) como adequada nutricionalmente.

Quanto à caracterização dos biscoitos, os parâmetros avaliados apresentaram diferenças significativas com o incremento das proporções da farinha de soja integral:

- nos parâmetros físicos: o B1 apresentou a maior redução de massa, maior espessura pós-cocção, aumento da espessura e menor rendimento, o B2 apresentou o maior diâmetro pós-cocção e maior rendimento, o B3 apresentou a menor espessura. E os

biscoitos não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) quanto ao volume específico;

- quanto a cor dos biscoitos, os biscoitos B1 e B2 foram os mais claros (L^* maior), a cromaticidade a^* (intensidade do vermelho) não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) entre os biscoitos e a cromaticidade b^* apresentou diferença significativa ($p<0,05$) entre os biscoitos, com maior intensidade do amarelo o B2 (a^* maior);
- o biscoito de maior dureza foi B3, seguido por B2 e mais macio foi o B1;
- os resultados químicos obtidos para os biscoitos, sugerem viabilidade na utilização da farinha de soja integral como ingrediente alimentício para a agregação de nutrientes, principalmente proteínas e fibras. Nutricionalmente, o B2 e B3 podem ser considerados como alimentos fonte de fibra alimentar conforme legislação;
- os resultados das características microbiológicas dos biscoitos encontravam-se de acordo com os padrões de identidade e qualidade preconizados pela legislação vigente;
- no teste sensorial, realizado por 67 avaliadores, os resultados de aceitação dos biscoitos apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), o B1 apresentou a maior aceitação (7,82), o que corresponde na escala “gostei moderadamente” enquanto que o B3 foi o menos aceito pelos julgadores, o índice de aceitabilidade estabeleceu-se entre 86,90 a 76,95 %. Os biscoitos estudados apresentaram bons índices de aceitação;
- Todas as formulações alcançaram médias desejáveis quanto à intenção de compra com médias maiores e sem diferença significativa ($p<0,05$) para B1 e B2 (82,09 % e 74,63 %, respectivamente). Sendo assim, os biscoitos se mostraram como produtos promissores para serem inseridos no mercado.

A elaboração dos biscoitos experimentais utilizando farinha de soja foi viável do ponto de vista tecnológico e nutricional, possuindo propriedades funcionais que possibilitam seu consumo por portadores da doença celíaca.

7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Diversos trabalhos futuros podem ser apontados:

Conduzir estudos de cultivares de soja de outras regiões como no centro-oeste e norte do País.

Uma vez comprovada a qualidade nutricional da farinha de soja, estudar novas aplicações da farinha em outros produtos de panificação como bolos, massa e barras de cereais, ou o uso de um mix de farinhas.

Melhorar as características sensoriais e nutricionais dos biscoitos desenvolvidos para viabilizar o consumo, com uso de especiarias e fortificação de fibras com frutas secas ou semente de oleaginosas.

Analisar a viabilidade econômica da produção de biscoitos desenvolvidos.

Realizar ensaios com a comparação de processos de tratamento para destruição de fatores antinutricionais que possam ser conduzidos em pequena escala ou doméstica, como por exemplo o uso de forno de microondas.

Aprofundar a caracterização físico-química dos biscoitos com a realização de análises minerais e a presença de isoflavonas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDI, S. L.; LIST, G. R.; RENNICK, K. A. Effect of genetic modification on the distribution of minor constituents in canola oil. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 76, n. 4, p. 463-467, 1999.
- ADDINSOFT. XLSTAT statistical analysis software. Version 2007. Disponível em: <www.xlstat.com>. Acesso em: 07 de dez. 2016.
- ADLERCREUTZ, H. Phytoestrogens and breast cancer. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v. 83, n. 1-5, p. 113-118, 2003.
- ADLERCREUTZ, H.; HONJO, H.; HIGASHI, A.; FOTSIS, T.; HÄMÄLÄINEN, E.; HASEGAWA, T.; OKADA, H. Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogens in Japanese men and women consuming a traditional Japanese diet. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 6, p. 1093-1100, 1991.
- ADLERCREUTZ, H.; MAZUR, W.; BARTELS, P.; ELOMAA, V.; WATANABE, S.; WAHALA, K.; LANSTROM, M.; LUNDIN, E.; BERGH, A.; DAMBER, J. E.; AMAN, P.; WIDMARK, A.; JOHANSSON, A.; ZHANG, J. X.; HALLMANS, G. Phytoestrogens and prostate disease. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 3, p. 658S-659S, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. ANP. **Boletim Mensal do Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2014.
- AGUIAR, C. L. Isoflavonas de soja e propriedades biológicas. **Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 323-334, 2002.
- ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T.; LEITE, R. S.; SEIBEL, N. F. Composição centesimal de grãos de soja de oito diferentes cultivares. VI JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA. Londrina. **Resumos...**2011. Embrapa Soja. Documentos, 328. ISSN 2176-2937.
- ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; SEIBEL, N. F. Composição centesimal, teores de isoflavonas e inibidor de tripsina em cultivares de soja especiais para a alimentação humana. IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Cuiabá. **Resumos...** 2012. Cuiabá, MT, 2012.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. (10-50D). 10. ed. 2.v. Saint Paul: AACC, 2000.
- AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. AOCS. **Official and tentative methods of the American Oil Chemist's Society**. 3.ed. Champaign: AOCS, 1980.
- ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; WASHNOCK, C. S. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 70, n. 3, p. 464s-474s, 1999.

- ANDRADE, C. M.; BIANCHINI, F. J.; REY, F. M.; FONSECA, M. J. V.; TOLOI, M. R. T. (2015). Effects of an aglycone-rich biotransformed soybean extract in human endothelial cells. **Climacteric**, v.18, n. 4, p. 651-655, 2015.
- ANDRADE, G. F.; DANTAS, M. I. S.; PIOVESAN, N. D.; NUNES, R. M.; BARROS, E. G. COSTA, N. M. B.; MARTINO, H. S. D. Tratamento térmico adequado proporciona melhoria da qualidade nutricional de farinhas de soja elaboradas a partir de novos cultivares destinados à alimentação humana. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 537-544, 2010.
- ANDRADE, J. C. **Efeitos dos parâmetros de processamento térmico de farinha de soja integral sobre a conversão de isoflavonas e inativação dos inibidores de tripsina**. 72 f. Dissertação (Mestrado em ciências de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, 2015.
- ANDRADE, J. C.; MANDARINO, J. M. G.; KUROSZAWA, L. E.; IDA, E. I. The Effect of thermal treatment of whole soybean flour on the conversion of isoflavones and inactivation of trypsin inhibitors. **Food Chemistry**, v. 194, n. 1, p. 1095-1101, 2016.
- AO, T.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; FORD, M. J.; PIERCE, J. L.; DAWSON, K. A. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 88, n.1, p.111-117, 2009.
- ARAÚJO, J. M. A.; CARLOS, J. C. S.; SEDYAMA, C. S. Isoflavonas em grãos de soja: importância da atividade de β -glicosidase na formação do sabor amargo e adstringente. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 137-141, 1997.
- ASSIS, L. M.; ZAVAREZE, E. R.; RADÜNZ, A. L.; DIAS, Á. R. G.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parbolizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, n. 1, v. 20, p. 15-24, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. ABIOVE. Coordenadoria de Economia e Estatística. **Relatório de Exportações do Complexo Soja**. Set, 2016. Disponível em:
< <http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>. Acesso em: 20 set. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 1414**. Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 12806**: análise sensorial dos alimentos e bebidas - terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 12992**: metodologia de análise sensorial dos alimentos e bebidas – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE ESTADO DE MATO GROSSO. APROSOJA. **História da Soja**. Disponível em < <http://www.aprosoja.com.br/sobre-a-soja/a-historia-da-soja> > Acesso em: 12 nov. 2014.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSA ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS. ABIMAPI. **Dados estatísticos**. São Paulo: ABIMAPI. 2016. Disponível em: <<http://abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>> 12 out. 2016.
- 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.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Total, insoluble and soluble dietary fiber in food-Enzymatic-Gravimetric MES-TRIS Buffer. (method 991.43), 17th ed. Gaithersburg, Maryland, 2003.
- ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 1-2, p. 15 - 29, 2010.
- AXELROD, B.; CHEESBROUGH, T. M.; LAASKO, S. Lipoxygenase from soybean. **Methods in Enzymology**, v.71, p. 441- 451, 1981.
- AZEVEDO, E. Riscos e controvérsias na construção do conceito de alimento saudável: caso da soja. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 781-788, 2011.
- BADGER, T. M.; RONIS, M. J. J.; HAKKAK, R.; ROWLANDS, J. C.; KOROURIAN, S. The health consequences of early soy consumption. **The Journal of Nutrition**. v. 132, n. 3, p. 559S-565S, 2002.
- BAIANO, A.; LAMACCHIA, C.; FARES, C.; TERRACONE, C.; LA NOTTE, E. Cooking behaviour and acceptability of composite pasta made of semolina and toasted or partially defatted soy flour. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 1226-1232, 2011.
- BANNON, C. D.; BREEN, G. J.; CRASKE, J. D.; HAI, N. T.; HARPER, N. L.; O'ROURKE, K. L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. III. Literature review of and investigations into the development of rapid procedures for the methoxide-catalysed methanol of fats and oils. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 247, n. 1, p. 71 89, 1982a.
- BANNON, C. D.; CRASKE, J. D.; HAI, N. T.; HARPER, N. L.; O'ROURKE, K. L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability: II. Methylation of fats and oils with boron trifluoride-methanol. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 247, n. 1, p. 63 69, 1982b.
- BARAC, M. B.; STANOJEVIĆ, S. P.; JOVANOVIĆ, S. T.; PEŠIĆ, M. B. Soy protein modification - a review. **Acta Periodica Technologica**, v. 35, n. 1, p. 3-16, 2004.
- BARBOSA, A. C. L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Teores de isoflavonas e capacidade antioxidante da soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p. 921-926, 2006.
- BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil Alimentos**, n. 18, jan./fev. 2003.

- BARROS, J. G. A.; MORAES, R. M. A.; PIOVESAN, N. D.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Efeito do inibidor de protease Kunitz sobre níveis de lipoxigenases em sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1126-1132, 2008.
- BATAL, A. B.; DOUGLAS, M. W.; ENGRAM, A. E.; Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n.11, p. 1592-1596, 2000.
- BATISTA, R. B.; OLIVEIRA, M. G. A.; PIRES, C. V.; PIOVESAN, N. D.; REZENDE, S. T.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica e cinética de lipoxigenases de plantas de soja submetidas à aplicação de ácidos graxos poliinsaturados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p.1517-1524, 2002.
- BAVIA, A. C. F.; SILVA, C. E.; FERREIRA, M. P. LEITE, R. S.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Chemical composition of tempeh from soybean cultivars specially developed for human consumption. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 613-620, set. 2012.
- BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 431-439, 2004.
- BENASSI, V. T.; BENASSI, M. T.; PRUDENCIO, S. H. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, supl.1, p. 1901-1914, 2011.
- BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.
- BERHOW, M. A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, B. S.; MANTHEY, J. A. **Flavonoids in the living cell**. New York: Klusher Academic. 2002. p. 61-76.
- BERK, Z. **Technology of production of edible flours and protein products from soybeans**. Charper 1. FAO Agricultural services bulletin no. 97. 1992. ISBN 92-5-103118-5. p.187.
- BERNO, L. I.; GUIMARÃES-LOPES, T. G.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação da composição centesimal, digestibilidade e atividade inibitória de tripsina em produtos derivados de soja (*Glycine max*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p.277-282, jul./set., 2007.
- BORGES, S. V.; BONILHA, C. C.; MANCINI, M. C. Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Cucurbita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 317-321, 2009.
- BOWLES, S. **Utilização do subproduto da obtenção de extrato aquoso de soja – okara em pães do tipo francês**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.
- 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, de 10 de jan. 2001, Seção I, p. 45-53.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. In: Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. **IX- Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas.** 2005a. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. In: Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. **IX Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas.** Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em: 29 de out. 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Portaria nº. 27, de 13/01/1998. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 16 de jan. 1998.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Resolução nº. 12, de 24 /07/1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. CNNPA. Aprova as normas técnicas especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 jul. 1978.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº. 263 de 22/ 09/2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, 23 set. 2005b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº. 72, de 8/07/2013. Aprova o Zoneamento agrícola para a cultura de soja no estado do Rio Grande do Sul, ano-safra 2013/2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jul. 2013. Seção 1, p. 180. Disponível em: <<http://anexosportal.datalegis.inf.br/arquivos/1196595.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- BROUNS, F. Soja isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. **Food Research International**, v. 35, n. 2-3, p. 187-193, 2002.
- BRUNE, M. F. S. S.; PINTO, M. O.; PELUZIO, M. C. G.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Avaliação bioquímico-nutricional de uma linhagem de soja livre do inibidor de tripsina Kunitz e de lectinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 657-663, 2010.
- CABRAL, L. C.; MODESTA, R. C. D. **Soja na alimentação humana**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CTAA, 1981 .p. 54 (EMBRAPA. CTAA. Documentos, 1).
- CAPRITA, A.; CAPRITA, R.; CRETESCU, I. Protein solubility as quality index for processed soybean. **Animal Science and Biotechnologies**, Romania, v.43, n.1, p.375-378, 2010.
- CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, M. G. A.; MENDES, F. Q.; PIRES, C. V.; RIBEIRO, F. R.; SANT'ANA, R. C. O.; MOREIRA, M. A. Atividade de inibidores de proteases em

- linhagens de soja geneticamente melhoradas. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.1, p.19-26, 2007.
- 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, 2014. P. 129-130. (Embrapa Soja. Documentos, 353).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Apresentação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BENEFÍCIOS DA SOJA PARA A SAÚDE HUMANA, 1., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. (Embrapa Soja. Documentos, 169).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Melhoramento genético da soja para obtenção de cultivares mais adequadas para o consumo humano. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 15, n. 2, p. 330-340, 2000.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Qualidade da produção de soja no Brasil e as perspectivas para grãos com valor agregado In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 3., 2006, Rosário. Mercosoja 2006: conferencias plenarias, foros, **Workshops**. Rosário: Asociación de la Cadena de Soja Argentina, 2006. p. 288-291.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BELÉIA, A. D. P.; KITAMURA, K.; OLIVEIRA, M. C. N. Effects of genetics and environment on isoflavone content of soybean from different regions of Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1788-1795, 1999.
- 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, 2009a.
- 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 2013/2014. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). Soja: resultados de pesquisa 2013/2014. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. p. 21-24. (Embrapa Trigo. Documentos online, 151).
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; CRANCIANINOV, W. S.; MANDARINO, J. M. G. Índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) e índice de dispersibilidade de proteína (IDP), em cultivares de soja em cultivares de soja produzidas em Londrina e Ponta Grossa, PR. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2006, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 132-133.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; GÓES-FAVONI, S. P.; KIKUCHI, A. Extraction time for soybean isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology: An International Journal**, Curitiba, v.45, n. 4, p. 515-518, 2002.
- CARRAO-PANIZZI, M. C.; GOES-FAVONI, S. P.; KIKUCHI, A. Hydrothermal treatments in the development of isoflavone aglycones in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) grains. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.2 , p. 225-232, 2004. ISSN 1516-8913.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; KWANYUEN, P.; ERHAN, S. Z.; LOPES, I. O. N. Genetic variation and environmental effects on beta-conglycinin and glycinin content in Brazilian

- soybean cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1105-1114, 2008
- CARRÃO-PANIZZU, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja**: potencial de uso na dieta Brasileira. Londrina: Embrapa CNPSo, 1998. 16 p. (EMBRAPA CNPSo. Documentos, 113).
- CARRÃO-PANIZZU, M. C.; SILVA, J. B. Soja na alimentação humana: qualidade na produção de grãos com valor agregado. In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5., 2011, Rosário. Mercosoja 2011: conferencias plenarias, foros, **Workshops**. Rosário: Asociación de la Cadena de Soja Argentina, 2011. p. 1-3.
- CARRAO-PANIZZU, M. C.; SIMÃO, A. S.; KIKUCHI, A. Efeitos de genótipos, ambientes e de tratamentos hidrotérmicos na concentração de isoflavonas agliconas em grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 897-902, 2003.
- CARRÃO-PANIZZU, M. C.; PÍPOLO, A. E.; MANDARINO, J. M. G.; ARANTES, N. E.; GARCIA, A.; BENASSI, V. T.; ARIAS, C. A.; KASTER, M.; OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, M. Á.; TOLEDO, J. F. F.; MOREIRA, J. U. V.; CARNEIRO, G. E. S. Breeding specialty soybean cultivars for processing and value-added utilization at Embrapa in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE - WSRC, 8., 2009, Beijing. Developing a global soy blueprint for a safe secure and sustainable supply: proceedings. Beijing. **Proceedings**... Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences: Institute of Crop Science, 2009b. CD-ROM.
- CARVALHO, A. W.; NATAL, D. I. G.; SILVA, C. O.; DANTAS, M. I. S.; BARROS, E. G.; RIBEIRO, S. M. R.; COSTA, N. M. B.; MARTINO, H. S. D. Heat-treatment reduces anti-nutritional phytochemicals and maintains protein quality in genetically improved hulled soybean flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 2, p. 310-315, 2013.
- CARVALHO, M. R. B.; KIRSCHNIK, P. G.; PAIVA, K. C.; AIURA, F. S. Evaluation of trypsin inhibitors activity after enzymatic digestion in heat-treated soybean. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 67-272, 2002.
- CASELLAS, F.; RODRIGO, L.; VIVANCOS, J. L.; RUESTRA, S.; PANTIGA, C.; BAUDET, J.S.; JUNQUERA, F.; DIVI, V. P.; ABADIA, C.; PAPO, M.; GELABERT. J.; MALAGELADA, J. R. Factors impact health-related quality of life in adults with cealic disease: a multicenter study. **World Journal of Gastroenterology**, v.14, n.1, p. 46-52, jan. 2008.
- CATASSI, C.; FABIANI, E.; RÄTSCH, I. M.; COPPA, G. V.; GIORG, P. L.; PIERDOMENICO. R.; ALESSANDRINI, S.; IWANEJKO, G.; DOMENICI, R.; MEI, E.; MIANO, A.; MARAN, M.; BOTTARO, G.; SPINA, M.; DOTTI, M.; MONTANELLI, A.; BARBATO, M.; VIOLA, F.; LAZZARI, R.; VALLINI, M.; GUARISO, G.; PLEBANI, M.; CATALDO, F.; TRAVERSO, G.; VENTURA, A. The coeliac iceberg in Italy. A multicentre antigliadin antibodies screening for celiac disease in school-age subjects. **Acta Paediatrica**, v. 412, Suppl., p. 29-35, 1996.
- CEDERROTH, C. R.; NEF, S. Soy, phytoestrogens and metabolism: a review. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 304, n.1-2, p. 30-42, 2009.

- CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA SOJA. CISOJA. Sobre soja – **Histórico**, 2009. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=historico>>. Acesso em: 20 dez. 2013.
- CHANG, Y. K. Alimentos funcionais e aplicação tecnológica: padaria da saúde e centro de pesquisas em tecnologia de extrusão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE OS BENEFÍCIOS DA SOJA PARA A SAÚDE HUMANA, 1., 2001, Londrina, **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 41-45, 2001. (Embrapa Soja. Documentos, 169).
- CHEDEA, V. S.; JISAKA, M. **Inhibition of soybean lipoxygenases** –structural and activity models for the lipoxygenase isoenzymes Family. Cap 6. IN. Prof. Dora Krezhova (Ed.) Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products, p. 109 - ISBN 978-953-307-533-4, Oct, 2011. Disponível em: < <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/22600.pdf>> Acesso em: 13 nov. 2014.
- CHRISTIE, W.W. **Gas chromatography and lipids**. A practical guide. The oil Press, Ayr. Scotland, 1989.
- CIABOTTI, S. **Aspectos químicos, físico-químicos e sensorial de extratos de soja e tofus obtidos dos cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase**. 2004. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG, 2004.
- CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out., 2006.
- CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; PINHEIRO, A. C. M.; CLEMENTE, P. R.; LIMA, M. A. C. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 643-648, jul./set., 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n. 3. Brasília: Conab, 2015.
- COWARD, L.; SMITH, M.; KIRK, M.; BARNES, S. Chemical modification of isoflavones in soyfoods during cooking and processing. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. suppl, p. 1486S–1491S, 1998.
- CRANCIANINOV, W. S.; SANTANA, A. C.; FREITAS, A. M.; MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T. Determinação do inibidor de tripsina de Kunitz em soja *in natura* e tratada de cultivares brasileiras. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 2005, Londrina. **Resumos expandidos**. Londrina: Embrapa Soja, p. 173-175, 2005.
- CUNHA, M. A. A.; PERIN, C.; SANGALLI, R.; DIAS, C. A.; BEUX, S. Produção de biscoitos com subproduto de soja (okara). **Synergismus Scyentifica**, UTFPR, Pato Branco, n. 2, p. 1-4, 2007.
- DAMODARAN, S. Aminoácidos, peptídeos e proteínas. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; OWEN, R. F. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

- DANTAS, M. I. S.; ANDRADE, G. F.; NEWTON, D. P.; MARTINO, H. S. D. Farinhas mistas de trigo e de soja agregam valor nutricional e sensorial em pães. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 209-214, 2009.
- DANTAS, M. I. S.; SILVA, M. G.; PINTO, C. R. R.; PEREIRA, C. A. S.; MINIM, V. P. R.; BITTENCOURT, M. C. B. Farinhas de soja sem lipoxigenase agregam valor sensorial em bolos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p.141-144, 2010.
- DAN, X.; NG, T. B. Two legume defense proteins suppress the mobility of nasopharyngeal carcinoma cells. **Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry**, n. 1, p. 1-7, 2016.
- DEVI, M. K. A.; GONDI, M.; SAKTHIVELU, G.; GIRIDHAR, P.; RAJASEKARAN, T.; RAVISSHANKAR, G.A. Functional attributes of soybean seeds and products, with reference to isoflavone content and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v.114, n. 3, p. 771-776, 2008.
- DONG, J. Y.; QIN, L. Q. Soy isoflavones consumption and risk of breast cancer incidence or recurrence: a meta-analysis of prospective studies. **Breast Cancer Research and Treatment**, v. 125, n. 2, p. 315-323, 2011.
- DUNCAN, A. M.; PHIPPS, W. R.; KURZER, M. S. Phyto-oestrogens. **Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolismo**, v. 17, n. 2, p. 253-271, 2003.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: 2ºed. Champagnat, p. 141, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **A Soja no Brasil**. Tecnologias de produção de soja região central do Brasil. Sistema de produção, n. 1, 2004. Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 27 dez. 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Cultivares de soja** - regiões sul e central do Brasil 2010/2011. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2010. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/FolhetoSoja.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil – 2008. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p. (Sistemas de Produção, 12).
- ESTEVES, E. A.; MONTEIRO, J. B. R. Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. **Revista de Nutrição**, v.14, n.1, p.43-52, 2001.
- EVANGELISTA, C. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Análise espectrofotométrica da ação das lipoxigenases em grãos de soja macerados em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 270-274, 1997.
- FALLON S.; ENIG M. G. Tragedy and hope: the third international soy symposium. **Nexus Magazine**, v. 7, n. 3, p. 66-72, 2000.

- FANG, E. F.; LEUNG, H. H.; FANG, Y.; NG, T. B. The health benefits of soybeans and Bowman-Birk inhibitor concentrate. **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 1, n. 8, p. 1-3, 2012.
- FASANO, A.; ARAYA, M.; BHATNAGAR, S.; CAMERON, D.; CATASSI, C.; DIRKS, M.; MEARIN, M. L.; ORTIGOSA, L.; PHILLIPS, A. Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 47, n. 2, p. 214-219, 2008.
- FASANO, A; CATASSI, C. Coeliac disease in children. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v. 19, n.3, p. 467- 478, 2005.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. Boletim Informativo - **Safrá Mundial de Soja**. 5º Levantamento do USD: Departamento do Agronegócio – DEAGRO/FIESP. Boletim Soja set, 2016.
- FELBERG, I.; PEREIRA, J. N.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; OLIVEIRA, D. R.; GODOY, R. L. O.; FREITAS, S. C.; PACHECO, S.; CUNHA, C. P.; BORGES, E. Avaliação da composição centesimal e dos teores de isoflavonas de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) especiais para alimentação humana. In: AMERICAS: INTERNACIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN UTILIZATION, 2013, Bento Gonçalves. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- FERNANDES, G. R.; MIGUEL, D. P. Detecção dos açúcares da soja. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v. 2, 2012.
- FERNANDES, M. S.; WANG, S. H.; ASCHERI, J. L. R.; OLIVEIRA, M. F.; COSTA, S. A. J. Efeito da temperatura de extrusão na absorção de água, solubilidade e dispersibilidade da farinha pré-cozida de milho-soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 234-239, 2003.
- FILIBERTO, A. C.; MUMFORD, S.L.; POLLACK, A. Z.; ZHANG, C.; YEUNG, E.H.; PERKINS, N. J.; SCHISTERMAN, E. F. Habitual dietary isoflavone intake is associated with decreased C-reactive protein concentrations among healthy premenopausal women. **The Journal of Nutrition**, v. 143, n. 6, p. 900–906, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. Food and nutrition. **Dietary protein quality evaluation in human nutrition**. Report of an FAO Expert Consultation. Auckland, New Zealand, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf> ISBN 978-92-5-107417-6>. Acesso em: 25 dez. 2014.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes. **Circular Técnica nº. 40**, Londrina/PR, ISSN 1516-7860, março, 2007.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.
- FREIRIA, G. H.; LIMA, W. F.; LEITE, R. S.; MANDARINO, J. M. G.; SILVA, J. B.; PRETE, C. E. C. Productivity and chemical composition of food-type soybeans sown on different dates. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 3, p. 371-377, 2016.

- FREITAS, J. C.; VALENTE, D. R.; CRUZ, S. P. Caracterização física, química e sensorial de biscoitos confeccionados com farinha de semente de abóbora (FSA) e farinha de semente de baru (FSB) para celíacos. **Demetra: Food, Nutrition & Health/Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 9, n. 4, 2014.
- FULMER, R. W. The preparation and properties of defatted soy flours and their products. In: APPLEWHITE, T. H. (Ed.). **Proceedings of the World Congress on vegetable protein utilization in human foods and animal feedstuffs**. Champaign, AOCS, 1988, p. 55-61.
- GALÃO, O. F.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; CLAUS, T.; VISENTAINER, V. J. Kunitz trypsin inhibitor and phytic acid levels in conventional and genetically modified soybean seeds from Londrina and Ponta Grossa, South Brazil. **Acta Scientiarum Technology**, v. 36, n. 4, p. 727-731, 2014a.
- GALÃO, O. F.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; SANTOS JÚNIOR, O. O.; MARUYAMA, S. A.; FIGUEIREDO, L. C.; BONAFE, E. G. VISENTAINER, J. V. Differences of fatty acid composition in brazilian genetic and conventional soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) grown in different regions. **Food Research International**, v. 62, p. 589-594, 2014b.
- GALÃO, O. F.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. L. Teor de isoflavonas em vinte cultivares de soja semeadas em Londrina e Ponta Grossa. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA. 5. Londrina, **Resumos...Londrina: Embrapa Soja**, 2010. 149 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.323) p. 127-129.
- GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 3-3, p. 143- 152, 2004.
- GEATER, C. W.; FEHR, W. R.; WILSON, L. A. Soybean seed traits influence natto quality. **Crop Science**, v.40, p.1529-1534, 2000.
- GENOVESE, M. I.; DAVILA, J.; LAJOLO, F. M. Isoflavones in processed soybean products from Ecuador. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 853-859, 2006.
- GIAMI, S. Y. Chemical composition and nutritional attributes of selected newly developed lines of soybean. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 14, p. 1735-1739, 2002.
- GIARETTA, D. **Produção de farinha de kinako a partir de variedade de soja BRS 257 e desenvolvimento e caracterização de pão de forma com kinako e chia (*Salvia hispânica*)**. 2014. 134f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Pato Branco, PR, 2014.
- GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technology**, Chicago, v. 54, n. 2, p. 62-63, 2000.
- GÓES-FAVONI, S. P.; BELÉIA, A. D. P.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. Isoflavones in commercial soy food. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 24, n.4, p. 582-586, 2004.

- GÓES-FAVONI.; CARRÃO-PANIZZI, M.C., BELÉIA, A. Changes in isoflavone in soybean cotyledons soaked in different volumes of water. **Food Chemistry**, v.119, n. 4, p.1605-1612, 2010.
- GOMES, J. C.; OLIVEIRA, S. A. M.; COELHO, D. T.; MOREIRA, M. A. Extrato solúvel de soja: sabor e teor de hexanal. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 32, n. 4, p. 665-686, 1989.
- GOMES-RUFFI, C. R. **Desenvolvimento e avaliação tecnológica de biscoito tipo cracker com incremento no teor de proteínas e de fibras pela incorporação de derivados de soja**. 155f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas / Campinas, SP, 2011.
- GONÇALVES, L. C. ANDRADE, A. P. C.; RIBEIRO, G. P.; SEIBEL, N. F. Composição química e propriedades tecnológicas de duas cultivares de soja. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v.3, n.1, p. 33-40, 2014.
- GRANDE, S. C.; CREN, E. C. Demanda de proteínas vegetais: potencialidades e o diferencial dos farelos de macaúba (revisão) **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, v. 2, n. 3, p. 190-214, 2016.
- GREEN, P. H. The many faces of celiac disease: clinical presentation of celiac disease in the adult population. **Gastroenterology**, v. 128, n. 4 Suppl.1, p. 74S-78S, 2005.
- HAMMOND, E. G.; GLATZ, B. A. Biotechnology applied to fats and oils. In: KING, R. CHEETHAM, P. S. J. (Ed.) **Developments in Food Biotechnology**, v. 2 p. 173-217. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- HARLAND, J. I.; HAFFNER T. A. Systematic review, meta-analysis and regression of randomised controlled trials reporting an association between an intake of circa 25 g soya protein per day and blood cholesterol. **Atherosclerosis**, v. 200, n. 1, p. 13-27, 2008.
- HENLEY, B. C.; KUSTER, J. M. Protein quality evaluation by protein digestibility-corrected amino acid scoring. **Food Technology**, Chicago v. 48, n. 4, p. 74-78, 1994.
- HERING, G. L.; ALVES, A. A.; BERETTA, A. L. R. Z. Phytoestrogens: involvement in breast cancer hormone dependent. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 7, p. 104-120, 2016.
- HIRAKURI, M. H.; CASTRO, C.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Indicadores de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 70, jul. 2014. (Embrapa Soja. Documentos, 351). ISSN 2176-2937.
- HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 70, jun. 2014. (Embrapa Soja. Documentos, 349). ISSN 2176-2937.
- HOECK, J. A.; FEHR, W. R.; MUHRPHY, P. A.; WELKE, G. A. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean. **Crop Science**, v. 40, n. 1, p. 48-51, 2000.

- HYMOWITZ, T., COLLINS, F. I., PANCZNER, J. e WALKER, W. M., Relationship between the content of oil, protein and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, v. 64, p. 613-616, 1972.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 21-22.
- JACELDO-SIEGL, K.; GATTO, N.; BEESON, L.; FRASER, G. Intake of Soy Isoflavones Reduces Breast Cancer Incidence among Women in North America. **The FASEB Journal**, v. 29, n.1 Suppl, p. 406-5, 2015.
- JACKSON, C. J.; DINI, J. P.; LAVANDIER, C.; RUPASINGHE, H. P. V.; FAULKNER, H.; POYSA, V.; BUZZELL, D.; DE DEGRANDIS, S. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochemistry**, v. 37, n. 10, p. 1117-1123, 2002.
- JIAO, J.; YEE, B. C.; KOBREHEL, K.; BUCHANAN, B. B. Effect of thioredoxin-linked reduction on the activity and stability of the Kunitz and Bowman-Birk soybean trypsin inhibitor proteins. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, n. 12, p. 2333-2336, 1992.
- JIDEANI, V. A. Functional properties of soybean food ingredients in food systems. In: NG, T. B. **Soybean** - biochemistry, chemistry and physiology. 2011. p. 345-366.
- JORGE, N.; SOARES, B. B. P.; LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p.947-951, 2005.
- KAKADE, M. L.; RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.51, n. 3, p. 376-382, mai./Jun, 1974.
- KANG, M. J.; SHIN, M. S.; PARK, J. N.; LEE, S S. The effects of polyunsaturated:saturated fatty acids ratios and peroxidisability index values of dietary fats on serum lipid profiles and hepatic enzyme activities in rats. **British Journal of Nutrition**, v. 94, n. 4; p. 526-532, 2005.
- KARR-LILIENTHAL. L. K.; KADZEREB, 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, 2005.
- KAWAMURA, S. Review of PL 480 work on soybean carbohydrates. In: INTERNACIONAL CONFERENCE OF SOYBEAN PROTEIN FOODS. Peoria, Illinois, 1996. **Proceedings**, Washington DC, U.S. Department of Agriculture, 1967. p. 249-54.
- KENNEDY, A. R. Prevention of Carcinogenesis by Protease Inhibitors. **Cancer Research**, v. 54, n. 7, p. 1999S-2005S, 1994.
- KENNEDY, A. R. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. **Journal of Nutrition**, v.125, p. 733S-743S, 1995.

- KENNEDY, A. R.; WAN, X. S. Effects of the Bowman-Birk inhibitor on growth, invasion, and clonogenic survival of human prostate epithelial cells and prostate cancer cells. **The Prostate**, v. 50, n. 2, p. 125-133, 2002.
- KINSELLA, A. R. Functional properties of soy proteins. **Journal of American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 56, n. 3, p. 242-258, 1979.
- KITAMURA, K.; KAIZUMA, N. Mutant strains with low level of subunits of 7S globulin in soybean (*Glycine max* Merr.) seed. **Japanese Journal of Breeding**, v.31, n. 4, p.353-359, 1981.
- KRAUSE. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. (Eds.) 13 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- KUDOU, S.; FLEURY, Y.; WELTI, D.; MAGNOLATO, D.; UCHIDA, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Malonyl isoflavone glycosides in soybean seeds (*Glycine max* Merrill). **Agricultural and Biological Chemistry**, Japão, v. 55, n. 9, p. 2227-2233, 1991. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1271/bbb1961.55.2227>>. Acesso em: 12 dez. 2014.
- KUMAR, V.; RANI, A.; GOYAL, L.; DIXIT, A. K.; MANJAYA, J. G.; DEV, J.; SWAMY, M. Sucrose and raffinose family oligosaccharides (RFOs) in soybean seeds as influenced by genotype and growing location. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 5081-5085, 2010.
- LAMPE, J. W. Isoflavonoid and lignan phytoestrogens as dietary biomarkers. **The Journal of Nutrition**. v. 133, n. 3, p. 956s-964s, 2003.
- LAROSA, G.; ROSSI, E. A.; BARBOSA, J. C.; CARVALHO, M. R. B. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de *okara*. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 17, n. 2, p. 151-157, 2006.
- LAUDANNA, E. Propriedades funcionais da soja. Soja na alimentação humana e animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 230, p. 15-18, jan./fev. 2006.
- LEE, J. H.; RENITA, R. J. M.; FIORITTO, S. K. St.; MARTIN, S. J. S.; VODOVOTZ, Y. Isoflavone characterization and antioxidant activity of Ohio soybean. **Journal of Agricultural of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 9, p. 2647-2651, 2004.
- LEE, S. W.; LEE J. H. Effects of oven-drying, roasting, and explosive puffing process on isoflavone distributions in soybeans. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 316–320, 2009.
- LENIS, J. M.; GILLMAN, J. D.; LEE, J. D.; SHANNON, J. G.; BILYEU, K. D. Soybean seed lipoxygenase genes: molecular characterization and development of molecular marker assays. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 120, n. 6, p. 1139-1149, Apr., 2010. doi: 10.1007 / s00122-009-1241-9.
- LIENER, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994.
- LEITE, R. S. **Farinha de tempeh liofilizado ou torrado na formulação de biscoitos de coco em substituição parcial à farinha de soja: elaboração e caracterização**. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

- LIU, K. Chemistry and nutritional value of soybean components. In: LIU, K. **Soybeans: Chemistry, Technology and Utilization**. New York: Chapman & Hall, 1997. p. 25-99. cap. 2.
- LIU, K. Current constraints in soybean food utilization and efforts to overcome them. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, 6., 1999, Chicago. **Proceedings...** Champaign: Superior Printing, 1999. p. 409-418.
- LUI, M. C. Y.; AGUIAR, C. L.; ALENCAR, S. M.; SCAMPARINI, A. R. P.; PARK, Y. K. Isoflavones in soy protein isolate and soy protein concentrate. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 23, supl., p. 206-212, dez. 2003.
- LIU, Z.; HO, S. C.; CHEN, Y. M.; HO, S.; TO, K.; TOMLINSON, B.; WOO, J. Whole soy, but not purified daidzein, had a favorable effect on improvement of cardiovascular risks: A 6-month randomized, double-blind, and placebo-controlled trial in equol-producing postmenopausal women. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 58, n. 4, p. 709-717, 2014.
- LUSAS, E. W.; RIAZ, M. N. Soy protein products: processing and use. **The Journal of Nutrition**, v. 125, n. 3S, p. 573S-580S. 1995.
- LUTHRIA, D. L.; BISWAS, R.; NATARAJAN, S. Comparison of extraction solvents and techniques used for the assay of isoflavones from soybean. Analytical, Nutritional and Clinical Methods. **Food Chemistry**, v. 105, n. 1, p. 325-333, 2007.
- MACHADO, F. P. P.; QUEIRÓZ, J. H.; OLIVEIRA, M. G. A.; PIOVESAN, N. D.; PELUZIO, M. C. G.; COSTA, N. M. B. Effects of heating on protein quality of soybean flour devoid of Kunitz inhibitor and lectin. **Food Chemistry**, v. 107, n.2, p. 649-655, 2008.
- MAIA, M. J. L.; ROSSI, E. A.; CARVALHO, M. R. B. Quality and yield of the soymilk of the production unit of soy derivatives - UNISOJA - FCF - Ar/ UNESP. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 65-72, jan./mar. 2006.
- MANDARINO, J. M. G. Compostos Antinutricionais da Soja: Caracterização e Propriedades Funcionais. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. (Ed.). **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos**. Rio de Janeiro: Rubio, 2010. p. 177-192.
- MANDARINO J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI M. C. Documentos 136: A soja na cozinha. Londrina: Embrapa Soja; 2005.
- MANLEY, D. Setting the scene: history and positin of biscuits. In: **Manley's technology of biscuits, crackers and cookies**. 5 ed. Woodhead Publishing, 2011.
- MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 878-883, 2010.
- MARTINO, H. S. D.; ANDRADE, G. F.; DANTAS, M. I. S.; SILVA, M. G.; PIOVESAN, N. D.; MOREIRA, M. A. Efeito do tratamento térmico na preservação de características nutricionais de novas variedades de soja destinadas à alimentação humana. **Nutrire**, v. 32, n. Supl, p. 58-58, 2007.

- MARIANI, M.; OLIVEIRA, V. R. D.; FACCIN, R.; RIOS, A. D. O.; VENZKE, J. G. (2015). Elaboration and evaluation of gluten-free cookies made with rice bran and rice and soy flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 1, p. 70-78, 2015.
- MARQUES, A. C.; VALENTE, T. B.; ROSA, C. S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e como possíveis consequências para o organismo humano. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 2, p.283-293, 2009.
- MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Caminas, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.
- MARTINS, M. B.; SUAIDEN, A. S.; PIOTTO, R. F; BARBOSA, M. Properties of Omega-3 polyunsaturated fatty acids obtained of fish oil and flaxseed oil. **Revista do Instituto de Ciências e Saúde**, v. 26, n. 2, p. 153-156, 2008.
- MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas - SP v. 30, n. 3, p. 719-728, 2010.
- MCWATTERS, K. H.; OUEDRAOGO, J. B.; RESURRECCION, A. V.; HUNG, Y. C.; PHILLIPS, R. D. Physical and sensory characteristics of sugar cookies containing a mixture of fonio (*Digitaria exilis*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) flours. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 38, n. 4, p. 403-410, 2003.
- MENDES, F. Q.; ALMEIDA OLIVEIRA, M. G.; CARDOSO, L. R.; COSTA, N. M. B.; SANTANA, R. D. C. O. Digestibilidade protéica e caracterização bromatológica de linhagens de soja com ausência ou presença do inibidor de tripsina Kunitz e das isozimas lipoxigenases. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, 2007.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores** 3. Ed. Viçosa: UFV, 2006.
- MINOLTA. **The Essentials of Imaging, Manual Guide**. [sl]: Minolta Co. Ltd., 2006. p. 18-21.
- 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, 2009.
- MIURA, E. M. Y.; BINOTTI, M. A. R.; CAMARGO, D. S.; MIZUBUTI, I. Y.; IDA, E. I. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor Kunitz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 51, n. 2, jun. 2001.
- MIURA, E. M. Y.; SILVA, R. S. S. F.; MIZUBUTI, I. Y.; IDA, E. I. Cinética de inativação de inibidores de tripsina e de insolubilização de proteínas de diferentes cultivares de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1659-1665, 2005.
- MONTEIRO, M. R. P. L.; COSTA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. G. A.; PIRES, C. V.; MOREIRA, M. A. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de

- tripsina Kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. **Revista de Nutrição**, Campinas, n. 17, v. 2, p. 195-205, abr./jun. 2004.
- MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 725-729, 2006.
- MORAIS, Á. A. C. Usos da soja em medicina. In: I Simpósio Brasileiro sobre os Benefícios da Soja para a Saúde Humana. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 15-18, out. 2001. (Documentos 169. ISSN 1516-781X. Out. 2001).
- MORAIS, Á. A. C.; SILVA, A. L. **Soja: suas aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica Ltda, 1996. 259 p.
- MORETTO, E. ; FETT, R.. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela, 1999.
- MOURA, N.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUZA, M. C.; DIAS, C. T. S. Composição de cultivares de soja submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 151-160, 2007.
- NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y. Determination of the levels of isoflavonoids in soybeans and soy-derived foods and estimation of isoflavonoids in the Japanese daily intake. **Journal of AOAC International**, v. 8, n. 3, p. 635-650, 2000.
- NEMITZ, M. C.; ARGENTA, D. F.; KOESTER, L. S.; BASSANI, V. L.; VON POSER, G. L.; TEIXEIRA, H. F. (2016). The international scenario of patents concerning isoflavones. **Trends in Food Science & Technology**, v. 49, p. 85-95, 2016.
- NEMITZ, M. C.; MORAES, R. C.; KOESTER, L. S.; BASSANI, V. L.; VON POSER, G. L.; TEIXEIRA, H. F. Bioactive soy isoflavones: extraction and purification procedures, potential dermal use and nanotechnology-based delivery systems. **Phytochemistry Reviews**, v.14. n. 5, p. 849–869, 2015.
- NOVACK, M. M. E. Eficácia do ácido linoléico conjugado (CLA) na saúde humana. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** (Fechada para submissões por tempo indeterminado), v. 18, p. 36-46, 2014.
- NUNES, R. V.; BUTERI, C. B.; NUNES, C. G. V.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, p. 235-269, 2001.
- OBENDORF, R. L.; KOSINA, S. M. Soluble carbohydrates in soybean. Charper 13. In: TZI-BUN NG (Ed.). **Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology**. p. 201- 229, 2011. ISBN 978-953-307-219-7, DOI: 10.5772/1952, 2011. p. 654.
- OGAWA, T.; TAYAMA, E.; KITAMURA, K.; KAIZUMA, N. Genetic improvement of seed storage proteins using three variant alleles of 7S globulin subunits in soybean (*Glycine max* L.). **Japanese Journal of Breeding**, v.39, n. 2, p.137-147, 1989.
- OLGUIN, M. C.; HISANO, N.; D’OTTAVIO, A. E.; ZINGALE, M. I.; REVELANT, G. C.; CALDERARI, S. A. Nutritional and antinutritional aspects of an Argentinian soy flour assessed on weanling rats. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, n. 4, p. 441-449, 2003.

- OLIVEIRA, D. A. D.; PIOVESAN, N. D.; JOSÉ, I. C.; BARROS, E. G. D.; DIAS, D. C. F. D. S.; MOREIRA, M. A. Lipoxygenases, linolenic acid content and quality of soybean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 30-35, 2006.
- OLIVEIRA, M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; CAMPOS FILHO, P. J.; VICENTINI, M. B. Quantificação dos teores de açúcares, oligossacarídeos e amido em genótipos/cultivares de soja (*Glycine Max* (L) Merrill) especiais utilizados para alimentação humana. **Brazilian Journal and Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 23-29, jan./mar. 2010.
- OUHIDA, I.; PÉREZ, J. F.; GASA, J. Soybean (*Glycine max*) cell wall composition and availability to feed enzymes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 7, p. 1933-1938, 2002.
- PAPALEO, V. T. **As propriedades da proteína de soja na alimentação humana**. 2004. 60f. Monografia (Qualidade em alimentos) - Universidade de Brasília, Centro de Excelência em Turismo, Brasília: UnB/CET, 2004.
- PARK, Y. K.; AGUIAR, C. L.; ALENCAR, S. M.; SCAMPARINI, A. R. P. Avaliação do teor de isoflavonas em soja Brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 156-160, 2001.
- PASINATO, A.; CUNHA, G. R. Análise agrometeorológica da safra de soja 2013/2014, em Passo Fundo, RS. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2013/2014**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. P. 11-20. (Embrapa Trigo. Documentos online, 151. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1004508>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- PEARSON, A. M. Soy proteins. In: HUDSON, B. J. F. **Development food proteins** – 2 v. 1. London: Applied Science Publishers LTD, p. 67-108, 1983.
- PELEGRINE, D. H. G.; GASPARETTO, C. A. Whey proteins solubility as function of temperature and pH. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 77-80, 2005.
- PENALVO, J. L.; NURMI, T.; ADLERCREUTZ, H. A simplified HPLC method for total isoflavones in soy products. Analytical, nutritional and clinical methods. **Food Chemistry**, v. 87, p. 297-305, 2004.
- PENHA, L. A. O.; FONSECA, I. C. B.; MANDARINO, J.M.; BENASSI, V. T. A soja como alimento: valor nutricional, benefícios para a saúde e cultivo orgânico. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 91-102, 2007. ISSN: 19839774.
- PENTEADO, F. J. M. **Consumo de soja e derivados por mulheres no climatério como terapia de reposição hormonal**. 2003. 103f. Monografia do Curso de Nutrição, Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2003.
- PÍPOLO, A. E.; ARIAS, C. A. A.; CARNEIRO, G. E. S.; TOLEDO, J. F. F.; OLIVEIRA, M. F.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; KASTER, M.; ABDELNOOR, R. V.; MOREIRA, J. U. V. **Desenvolvimento de germoplasma e cultivares de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja Circular Técnica nº 52).

- PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.179-187, 2006.
- POTTER, S. M.; BAUM, J. A.; TENG, H. Y.; STILLMAN, R. J.; SHAY, N. F.; ERDMAN, J. W. Soy protein and isoflavones: their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 68, n. 6, p. 1375s–1379s 1998.
- PONS, G.; GRAMINHO, L. F; MIRANDA, M. Z ; MELLADO, M. S .Características físicas de biscoitos tipo *cookie* contendo diferentes níveis de farinha de soja. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 7., 2007, Campinas. Ciência e tecnologia de alimentos em benefício da sociedade: ligando a agricultura à saúde: **Resumos**. [Campinas]: FEA: UNICAMP: sbCTA, 2007.
- QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: FURG, 2006. 268p.
- QUEIROZ, S. C. N.; NOGUEIRA, R. T.; SCRAMIN, S. **Importância dos fitoestrógenos, presentes na soja, para a saúde humana**. Jaguariúna: Embrapa - Meio Ambiente, 2006.
- RADOVIC, R. S.; MAKSIMOVIC, R. V.; VARKONJI- GASIC, I. E.; SAVIC, P. A. 2 S albumin from buckwheat seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemical**, v. 47, n. 4, p. 1467-1470, 1999.
- RAMOS, N.; LÚQUEZ, J.; EYHERABIDE, G. Calidad de la harina de soja sometida a distintos tratamientos térmicos para inactivar los factores antinutricionales. **Tecnología de Procesos**, p.681-683, 2006.
- RAYFORD, W. E.; THOMAS, D. I.; ELAM, L. M.; WALKER, S.M. Analytical chemical support soybean uniform test analysis, USDA, **Agricultural Research Service**, Midwest Area, NCAUR, Peoria, p. 17-26, 1994.
- REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Produtos protéicos de soja. In: OETTEREE, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. São Paulo: Manole, 2006. p. 355-398.
- REYNOLDS, K.; CHIN, A.; LEE, K. A.; NGUYEN, A.; BUJNOWSKI, D.; ELE, J. A meta-analysis of the effect of soy protein supplementation on serum lipids. **American Journal of Cardiology**, v. 98, n. 5, p. 633-640, 2006.
- RIBEIRO, G. P. **Elaboração e caracterização de farinhas de quinoa, linhaça dourada e soja para aplicação em biscoitos doce sabor coco**. Trabalho de Conclusão (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, 2014.
- RIBEIRO, Geovana Piveta; SEIBEL, Neusa Fátima; "Farinhas de Quinoa, de Linhaça Dourada e de Soja em Biscoitos Doce Sabor Coco", p. 113-138. In: OLIVEIRA, A. F.; STORTO, L. J. **Tópicos em Ciência e Tecnologia de Alimentos**: resultados de pesquisas acadêmicas – v. 1. São Paulo: Blucher, 2016.
- RIBLETT A. L.; HERALD T. J.; SCHMIDT K. A.; TILLEY K. A. Characterization of β -conglycinin and glycinin soy protein fractions from four selected soybean genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4983-4989, 2001.

- RIGO, A. A.; DAHMER, A. M.; STEFFENS, C.; STEFFENS, J. Characterization of soybean cultivars genetically improved for human consumption. **International Journal of Food Engineering**, v.1, n.1, p. 1-7, 2015.
- ROCHA, V. S. Cultura. In: _____. **Soja: suas aplicações**. Rio de Janeiro: Medsi, 1996. p. 29-66.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos & otimização de processos**. 2. ed. Campinas, SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009.
- ROSSI, E. A.; ROSIER, I.; SETCHELL, K. D. R.; CARLOS, I. Z.; VENDRAMINI, R. C.; ADDALLA, L.; TALARICO, V. H.; MINTO, D. F. Quantificação de isoflavonas nas diversas etapas do processamento do “iogurte” de soja. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 93-99, 2004.
- ROSTAGNO, M. A.; VILLARES, A.; GUILLAMÓN, A.; GARCÍA-LAFUENTE, A.; MARTÍNEZ, J. A. Review: sample preparation for the analysis of isoflavones from soybeans and soy foods. **Journal of Chromatography**, v.1216, n.1, p. 2-29, 2009.
- SAKTHIVELU, G.; AKITHA DEVI, M. K.; GIRIDHAR, P.; RAJASEKARAN, T.; RAVISHANKAR, G. A.; NIKOLOVA, M. T.; ANGELOV, G. B.; TODOROVA, R. M.; KOSTURKOVA, G. P. Isoflavone composition, phenol content, and antioxidant activity of soybean seeds from India and Bulgaria. **Journal Agricultura and Food Chemistry**, v. 56, n. 6, p. 2090-2095, 2008.
- SANCHES, T. R.; GOMES, A. B.; LOPES, V. A.; COSTA, L. R. L. G.; MOSCA, L. N. Evaluation of the climateric symptoms in postmenopausal women after menopause and use of isolated soy protein. **Journal of Health Sciences Institute**, v. 28, n. 2, p. 169-73, 2010.
- SANIBAL, E. A. A.; MANCINI FILHO, J. Perfil de ácidos graxos trans de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 27-31, 2004.
- 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.
- 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.
- SANTOS, H. M. C.; OLIVEIRA, M. A.; OLIVEIRA, A. F.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; LEITE, R. S.; OLIVEIRA, G. B. A.; MOREIRA, A. A.; SILVA, C. E. Desenvolvimento e caracterização físico-química de biscoitos com farinha de soja orgânica de cultivares especiais para a alimentação humana. In: V JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA. 2010, Londrina. **Resumos...**Londrina: Embrapa Soja, 2010a. p. 79-82. (Embrapa Soja. Documentos, 323).
- SANTOS, H. M. C.; OLIVEIRA, M. A.; OLIVEIRA, A. F.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; OLIVEIRA, G. B. A.; LEITE, R. S.; MOREIRA, A. A.; SILVA, C. E. Análise sensorial de biscoitos com farinha de soja orgânica de cultivares especiais para a alimentação humana. In: V JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA

- SOJA. 2010, Londrina. **Resumos...**Londrina: Embrapa Soja, 2010b p. 84-86. (Embrapa Soja. Documentos, 232).
- SANTOS, H. M. C.; OLIVEIRA, M. A.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, G. B. A. Composição centesimal das cultivares de soja BRS 232, BRS 257 e BRS 258 cultivadas em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão, v. 1 n. 2, jul./dez. p. 07-10, 2010c.
- SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 244-257, 1999.
- SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v. 77. n. 2, mar./abr., 2001.
- SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, Paraná: Mecenas, 2009. 314 p.
- SEGUIN, P. P.; BODO, R.; AL-TAWAHA, A. M. Soybean isoflavones: factors affecting concentrations in seeds. In: ACHARYA, S.N.; THOMAS, J. E. (Ed.). **Advances in Medicinal Plant Research**. Trivandrum: Research Signpost, 2007. p. 65-80.
- SEIBEL, N. F.; ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; LEITE, R. S. Brazilian soybean varieties for human use. In: El-Shemy Há (Ed). **Soybean bio-active compounds**. Croatia: InTech; 2013. p.475-93, 2013.
- SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 113-122, abr./jun. 2009.
- SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. P. Carboidratos das fibras de cotilédones e proteínas de produtos derivados de soja (*Glycine max* (L.) Merril). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 607-613, jul./set., 2008.
- SETCHELL, K. D. R.; BROWN, N. M.; DESAI, P.; ZIMMER-NECHEMIAS, L.; WOLFE, B. E.; BRASHEAR, W. T.; KIRSCHNER, A. S.; CASSIDY, A.; HEUBI, J. E. Bioavailability of pure isoflavones in healthy humans and analysis of commercial soy isoflavone supplements. **Journal of Nutrition**, v. 131, n. 4, p. 1362S-1375S, 2001.
- SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos**: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 520 p.
- SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. Physical, chemical, and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. **Advances in Food Research**, New York, v. 28, p. 93-166, 1982.
- SHIBATA, D.; STECZKO, J.; DIXON, J. E.; ANDREWS, P. C.; HERMODSON, M.; AXELROD, B. Primary structure of soybean lipoxygenase L-2. **Journal of Biological Chemistry**, v. 263, n. 14, p. 6816-6821, may, 1988.

- SHIN, D. J.; KIM, W.; KIM, Y. Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. **Food Chemistry**, v. 141, p. 517– 523, 2013.
- SILVA, C. E.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; MÔNACO, A. P. A. Isoflavone contents of whole soybeans and their components, obtained from different cultivars (*Glycine max* (L.) Merrill). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 150-156, 2012.
- SILVA, C. E.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A.; LEITE, R. S.; OLIVEIRA, G. B. A.; MOREIRA, A. A.; SANTOS, H. M. C.; MÔNACO, A. P. A. **Avaliação de ácidos graxos da soja: grão inteiro, casca, cotilédones e hipocótilo**. Embrapa Soja. Documentos, 323, Embrapa Soja, 2010. p.31-34. (Embrapa Soja. Documentos, 323).
- 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 proteica de novos cultivares de soja destinados à alimentação humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.23, n. 3, p. 389-397, 2010.
- SILVA, G. B. **Colorimetria - Propagação de erros e cálculo da incerteza de medição nos resultados espectrofotométricos**. 2004. 93f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Pontifícia Universidade Católica. PUC/Rio, Rio de Janeiro, 2004.
- SILVA, J. B. **Características de cultivares de soja convencionais e para consumo humano: análises físicas, químicas e sensoriais (sentidos humanos e sensores eletrônicos)**. 2009. 189f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.
- SILVA, J. B. **Caracterização química, físico-química e sensorial de extrato de soja em pó**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.
- SILVA, J. B.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; PRUDÊNCIO, S. H. Chemical and physical composition of grain type and food type soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.7, p. 777-784, 2009.
- SILVA, L. H.; COSTA, P. F. P.; NOMIYAMA, G. W.; SOUZA, I. P.; CHANG, Y. K. Physicochemical and technological characterization of whole soybean flour fermented by *Aspergillus oryzae*. **Journal of Food Techonlogy**, Brazilian, v. 15, n. 4, p. 300-306, out./dez. 2012.
- SILVA, M. D. **Efeitos dos processamentos da soja sobre o desempenho de frangos de corte**. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.
- SILVA, M. D.; OLIVEIRA, M. G. A.; LANNA, A. C.; PIRES, C. V.; PIOVESAN, N. D.; JOSÉ, I. C.; BATISTA, B. R.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização da via das lipoxigenases em plantas de soja resistentes e susceptíveis a *Diaphorte phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, agente causal do cancro-da-haste. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 316-329, 2001.

- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2000.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P.; CHANG, Y. K. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo *cookie* e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 25-34, 1998.
- SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B.; LEITE, O. S. M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p.571-576, 2006.
- SILVA, S. O.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, G. B. A.; SILVA, J. B.; CAMPOS-FILHO, P. J.; MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Composição centesimal e solubilidade da proteína de cultivares de soja especiais para alimentação humana no processamento de extrato solúvel de soja. In: III JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 2008, Londrina. **Resumos expandidos...**Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 135-1140.
- SILVA, T. S. G.; FURLANETTO, T. W. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. **Revista da Associação médica Brasileira**, São Paulo v. 56, n. 1, p. 122-126, 2010.
- SIMOPOULOS, A. P. The importance of the Omega-6/Omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, v. 233, n. 6, p. 674-688, 2008.
- SIMOUPoulos, A. P. Evolutionary aspects of diet, the Omega-6/ Omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.60, p. 502- 507, 2006.
- SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS E BISCOITOS NO ESTADO DE SÃO PAULO. SIMABESP. Disponível em: <<http://www.simabesp.org.br/estat.asp>>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M.; GEBIN, P. F. C.; JUNQUEIRA, T. L.; GOMES, V. A.; LACERDA, D. B. C. L. Qualidade de Pães com farelo de arroz torrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 636-641, 2009.
- STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p.255-262, 2010.
- STEINBERG, F. M.; MURRAY, M. J.; LEWIS, R. D.; CRAMER, M. A.; AMATO, P.; YOUNG, R. L.; BARNES, S.; KONZELMANN, K. L.; FISCHER, J. G.; ELLIS, K. J.; SHYPAILO, R. J.; KENNARD, J. F.; SMITH, E. O' BRIAN; WONG, W. W. Clinical outcomes of a 2-y soy isoflavone supplementation in menopausal women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 2, p. 356-360, 2010.
- SUAREZ, F. L.; SPRINGFIELD, J.; FURNE, J. K.; LOHRMANN, T.; KERR, P. S.; LEVITT, M. D. Gas production in humans ingesting a soybean flour derived from beans

- naturally low in oligosaccharides. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 1, p. 135-139, 1999.
- TACK, G. J.; VERBEEK, W. H. M.; SCHREURS, M. W. J.; MULDER, C. J. J. The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. **Nature - Gastroenterology and Hepatology**, v. 7, n. 4, p. 204-213, 2010.
- TANGO, J. S. Farinhas de soja integral. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.29, p.21-45, mar. 1972.
- TANGO, J. S.; TURATTI, J. M.; SILVA, M. T. C.; SHIROSE, I.; YOTSUYANAGI, K. Influência do local de plantio no teor e características do óleo de algumas cultivares de soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 4, p. 355-374, out./dez. 1983.
- TAN-WILSON, A. L. COSGRIFF, S. E. DUGGAN, M. C.; OBACH, R. S. WILSON, K. A. Bowman-Birk proteinase isoinhibitor complements of soybean strains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 33, n. 3, p. 389-393, 1985.
- THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S. Grain legumes - a boon to human nutrition. **Trends in Food Science & Technology**, v. 14, n. 12, p. 507-518, 2003.
- TRAYNHAM, T. L. **Evaluation of extruded-expelled low-fat soybean flour in flour blends and the effects on bread and dough development**. 2006. 96f. Dissertation (Dissertation of Doctor of Philosophy) - Food Science and Technology. Iowa State University. 2006.
- TORRES, N.; TORRE-VILLALVAZO, I.; TOVAR, A. R. Regulation of lipid metabolism by soy protein and its implication in diseases mediated by lipid disorders. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, n. 6, p. 365-373, 2005.
- TRONCONE, R.; AURICCHIO, R.; GRANATA, V. Issues related to gluten free diet in coeliac disease. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, n. 11, n. 3 p. 329-333, 2008.
- TSUKAMOTO, C.; SHIMADA, S.; IGITA, K.; KUDOU, S.; KOKUBUN, M.; OKUBO, K.; KITAMURA, K. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 5, p. 1184-1192, 1995.
- UNITED STATES OF AMERICA. USA Food and Drug Administration. FDA, Food Labeling: Health claims; soy protein and coronary heart disease. **Federal Register**, v. 64, n. 206, p. 57600-57733, 1999.
- UZZAN M.; LABUZA, T. P. Critical issues in R & D of soy isoflavone-enriched foods and dietary supplements. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 3, p. 77-86, 2004.
- VASCONCELOS, I. M.; MAIA, A. A. B.; SIEBRA, E. A.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. F. U.; MELO, V. M. M.; CARLINI, C. R.; CASTELAR, L. I. M. Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. **Journal of Nutrition and Biochemistry**, v. 12, n. 1, p. 55-62, 2001.

- VASCONCELOS, I. M.; CAMPELLO, C. C.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U.; SOUZA, D. O. B.; MAIA, F. M. M. Brazilian soybean *Glycine max* (L.) Merr. cultivars adapted to low latitude regions: seed composition and content of bioactive proteins. **Revista Brasileira de Botânica** [online], São Paulo, v.29, n.4 p. 617-625, 2006.
- VIANA, P. A.; REZENDE, S. T.; FALKOSKI, D. L.; LEITE, T. A.; JOSÉ, I. C.; MOREIRA, M. A.; GUIMARÃES, V. M. Hidrolysis of oligosaccharides in soybean products by *Debaryomyces hansenii* UFV-1 agalactosidases. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 331-337, 2007.
- VICK, B. A.; ZIMMERMAN, D. C. Oxidative systems for modification of fatty acids: the lipoxygenase pathway. In: STUMPF, P. K.; CONN, E. E. (Ed.). **The Biochemistry of Plants**, a comprehensive treatise v. 9. New York: Academic Press, 1987. p. 54-85.
- VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; PAULA, A. C. O. Proximate composition and amino acid, and fatty acid and mineral contents of six soybean cultivars for human consumption. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p.1277-1283, 1999.
- VIEIRA, J. C.; MONTENEGRO, F. M.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciência Rural**, 2010, v. 40, n.12, p. 2574-2579, 2010.
- VIEIRA, T. S.; FREITAS, F. V.; SILVA, L. A. A.; BARBOSA, W. M.; SILVA, E. M. M. Effect of wheat flour substitution on the development of gluten-free cookies. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 285-292, 2015.
- VILLARES, A.; ROSTAGNO, M. A.; GARCÍA-LAFUENTE, A.; GUILLAMÓN, E.; MARTÍNEZ, J. A. Content and profile of isoflavones in soy-based foods as a function of the production process. **Food Bioprocess Technology**, v. 4, n. 1, p. 27–38, 2011.
- VITALI, D. DRAGOJEVIĆ, I. V.; ŠEBEČIĆ, B. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. **Food Chemistry**, v. 114, n. 4, p. 1462-1469, 2009.
- VITALE, D. C.; PIAZZA, C. MELILLI, B.; DRAGO, F.; SALOMONE, S. Isoflavones: Estrogenic activity, biological effect and bioavailability. **Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics**, v. 38, n. 1, p. 15-25, 2013.
- WADA, K.; NAKAMURA, K.; TAMAI, Y.; TSUJI, M.; KAWACHI, T.; HORI, A.; TANABASHI, S.; MATSUSHITA, S.; TOKIMITSU, N.; NAGATA, C. (2013). Soy isoflavone intake and breast cancer risk in Japan: from the Takayama study. **International Journal of Cancer**, v. 133, n. 4, p. 952–960, 2013.
- WANG, H.; MURPHY, P. A. Isoflavone content in commercial soybean foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 42, n. 8, p. 1666-1673, 1994.
- WANG, S. H. **Tratamento de grão de soja com radiação de microondas e seus efeitos no sabor, extração, e algumas propriedades nutricionais de leite de soja**. 1986. 138f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) - Faculdade Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual e Campinas, Campinas, 1986.
- WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis

- desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2000.
- WANG, S. H.; ROCHA, G. O.; NASCIMENTO, T. P.; ASCHERI, J. L. R. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 475- 481, abr./jun. 2006.
- WHITE, C. E., CAMPBELL, D. R, McDOWELL, R. Effects of dry matter content on trypsin inhibitors and urease activity in heat-treated soya beans fed weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 87, n. 1-2, p. 105-115, 2000.
- WOLF, W. J. Chemistry and technology of soybean. In: POMERANZ, Y. (Ed.). **Advance Cereal Science and Technology**. Saint Paul: AACC, 1976. v. 9, p. 325-377.
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.J.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.
- YAKLICH, R. W. β -Conglycinin and glycinin in high protein soybean seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n. 2, p.729-735, 2001.
- YAMADA, L. T. P.; BARCELOS, M. F. P.; SOUSA, R. V.; LIMA, A. L. Composição química e conteúdo de ferro solúvel em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n.2, p. 406-413, 2003. ISSN 1413-7054.
- YOSHIDA, B. Y.; PEREIRA, D. G.; CASTILHO, S. P. G.; SEIBEL, N. F. Produção e caracterização de cookies contendo farinha de okara. **Brazilian Journal of Food Nutrition**, Araraquara, v. 25, n. 1, p. 49-54, 2014.
- YUAN, J. P., LIU, Y. B.; PENG, J.; WANG, J. H.; LIU, X. Changes of isoflavone profile in the hypocotyls and cotyledons of soybeans during dry heating and germination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v. 57, n. 19, p. 9002-9010. 2009.
- ZAKIR, M. M.; FREITAS, I. R. Benefícios à saúde humana do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados da soja. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n.3, p.107-116, 2015.
- ZILIC, S. M.; BOZÓVIC, I. N.; SAVIC, S.; SOBAJIC, S. Heat processing of soybean kernel and its effect on lysine availability and protein solubility. Central European, **Journal of Biology**, Poland, v.1, n. 4, p. 572-583, 2006.
- ZORATO, M. F.; PESKE, S. T.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J. B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 11 - 19, 2007.

APÊNDICE A

A.1: Formulações de biscoitos sem glúten com a adição de farinha de soja integral

Tabela 1A: Ingredientes das formulações de biscoitos (F1, F2, F3 e F4) com adição de farinha de soja integral

Ingredientes	Formulações de biscoitos			
	F1	F2	F3	F4
Farinha de soja (g)	150,0	150,0	150,0	150,0
Fécula de mandioca (g)	600,0	450,0	300,0	600,0
Farinha de milho (g)	120,0	-	-	120,0
Açúcar (g)	240,0	160,0	-	240,0
Açúcar mascavo (g)	-	-	225,0	-
Óleo (g)	-	10,0	-	-
Coco ralado congelado (g)	-	100,0	-	-
Coco ralado seco	-	-	80,0	-
Manteiga (g)	-	-	-	100,0
Margarina (g)	100,0	100,0	100,0	-

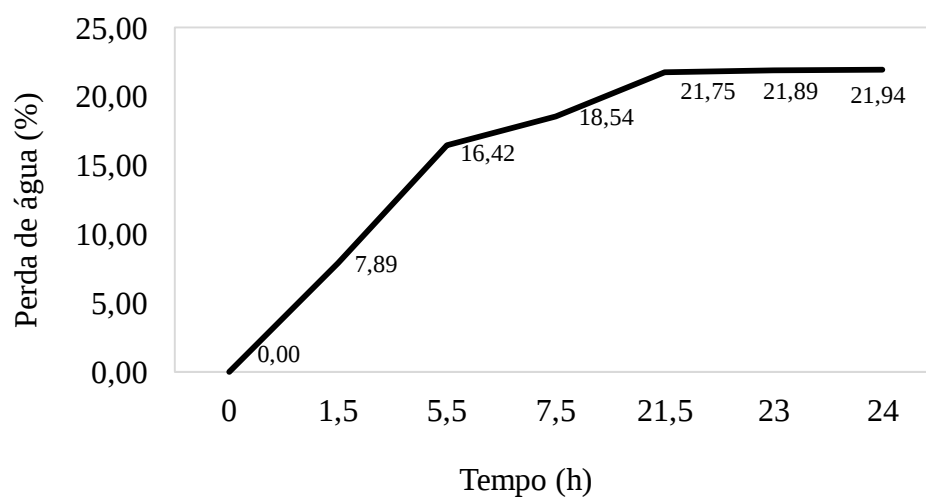
Ovos (unidades)	3,0	2,0	2,0	3,0
Fermento químico (g)	-	-	10,0	10,0

Fonte: a autora.

APÊNDICE B

B.1: Perda de água dos grãos de soja BRS 267 branqueados

Figura 1B: Perda de água (%) à 40 °C por 24 h dos grãos de soja branqueados da cultivar BRS 267



Fonte: a autora.

APÊNDICE C

C.1: Ficha de avaliação sensorial dos biscoitos

TESTE DE ACEITAÇÃO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, com o nº CAAE 43328715.3.0000.5351.

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:

- () Feminino
() Masculino

Idade:

- () 18 a 20 anos
() 21 a 30 anos
() 31 a 40 anos
() 41 a 50 anos
() > 50 anos

Escolaridade:

- () 1º grau incompleto
() 1º grau completo
() 2º grau incompleto
() 2º grau completo
() superior
() pós-graduação

II) Consumo:

Consome alimentos isentos de glúten () sim () não.

Você está recebendo três amostras codificadas de biscoitos. Por favor, deguste e avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada 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 nº

Pontuação

III) Intenção de compra:

Indique a intenção de compra do biscoito, utilizando a escala abaixo:

5- Certamente compraria

4- Provavelmente compraria

3- Talvez compraria

2- Provavelmente não compraria

1- Certamente não compraria

Amostra nº

Pontuação

Obrigada pela colaboração!!!

APÊNDICE D

D.1: Resultados estatísticos do planejamento da cor na farinha de soja integral

Tabela 1D: Coeficiente de regressão, erro padrão, valor de t e grau de significância estatística (p) do DCCR para o parâmetro de cor L*, a* e b* em farinha de soja integral

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	p-valor
Parâmetro de cor L*				
Média	88,19	0,19	470,46	0,0001
Temperatura (L)*	-2,64	0,11	-22,95	0,0019
Temperatura (Q) *	-1,90	0,14	-13,85	0,0052
Tempo (L)	-0,28	0,11	-2,46	0,1330
Tempo (Q)	0,41	0,14	3,00	0,0955
Temperatura x Tempo*	-0,90	0,16	-5,53	0,0312
Parâmetro de cor a*				
Média	0,34	0,06	5,24	0,0346
Temperatura (L) *	1,68	0,04	42,52	0,0006
Temperatura (Q) *	0,78	0,05	16,61	0,0036
Tempo (L) *	0,32	0,04	8,03	0,0151
Tempo (Q) *	-0,20	0,05	-4,31	0,0498
Temperatura x Tempo*	0,41	0,06	7,35	0,0180
Parâmetro de cor b*				
Média	17,79	0,11	162,21	0,0001
Temperatura (L) *	1,25	0,07	18,61	0,0029
Temperatura (Q) *	1,35	0,08	16,83	0,0035
Tempo (L) *	0,34	0,07	5,01	0,0375
Tempo (Q)	-0,05	0,08	-0,65	0,5839
Temperatura x Tempo*	0,81	0,09	8,53	0,0135

* Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$); L*: luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a*: coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*: coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+). L: linear, Q: quadrático.

Fonte: a autora.

Tabela 2D: Análise de variância do modelo ajustado para os parâmetros de cor L*, a* e b* na farinha de soja integral do DDCR

Parâmetros de cor	Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor Fcalc
L*	Regressão	85,31	5	17,06	35,28
	Resíduo	2,42	5	0,48	
	Total	87,72	10		
a*	Regressão	28,52	5	5,70	118,84
	Resíduo	0,24	5	0,05	
	Total	28,76	10		
b*	Regressão	27,48	5	5,50	16,58
	Resíduo	1,66	5	0,33	
	Total	29,13	10		

L*: luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a*: coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*: coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+).

$F_{\text{tab}(5; 5; 0,05)} = 5,05$ e Coeficiente de correlação de $L^*=0,99$, $a^*=0,99$ e $b^*=0,97$.

Fonte: a autora.

APÊNDICE E

E.1: Resultados estatísticos do planejamento da cor na farinha de soja integral branqueada

Tabela 1E: Coeficiente de regressão, erro padrão, valor de t e grau de significância estatística (p) do DCCR para o parâmetro de cor L*, a* e b* na farinha de soja integral branqueada

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	p-valor
Parâmetro de cor L*				
Média	84,50	0,29	295,43	0,0001
Temperatura (L)*	-7,16	0,18	-40,83	0,0006
Temperatura (Q)*	-3,30	0,21	-15,76	0,0040
Tempo (L)*	-1,90	0,18	-10,82	0,0084
Tempo (Q)	-0,20	0,21	-0,97	0,4328
Temperatura x Tempo*	-2,29	0,25	-9,23	0,0115
Parâmetro de cor a*				
Média	2,72	0,21	13,23	0,0057
Temperatura (L)*	3,99	0,13	31,63	0,0010
Temperatura (Q)*	0,96	0,15	6,39	0,0236
Tempo (L)*	1,15	0,13	9,15	0,0117
Tempo (Q)	-0,05	0,15	-0,32	0,7777
Temperatura x Tempo*	0,84	0,18	4,69	0,0427
Parâmetro de cor b*				
Média	23,82	0,18	128,94	0,0001
Temperatura (L)*	3,62	0,11	31,93	0,0010
Temperatura (Q)*	1,39	0,14	10,27	0,0094
Tempo (L)*	0,90	0,11	7,95	0,0155
Tempo (Q)	0,21	0,14	1,53	0,2666
Temperatura x Tempo*	0,80	0,16	5,01	0,0375

* Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$); L*: luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a*: coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*: coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+); L: linear, Q: quadrático.

Fonte: a autora.

Tabela 2E: Análise de variância do modelo ajustado para os parâmetros de cor L*, a* e b* na e farinha de soja integral branqueada do DDCR

Parâmetros de cor	Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor Fcalc
L*	Regressão	523,41	5	104,68	65,48
	Resíduo	7,99	5	1,60	
	Total	531,40	10		
a*	Regressão	146,38	5	29,28	134,70
	Resíduo	1,09	5	0,22	
	Total	147,47	10		
b*	Regressão	124,53	5	24,91	105,38
	Resíduo	1,18	5	0,24	
	Total	125,71	10		

L*: luminosidade ou brilho, varia do preto (0) ao branco (100), a*: coordenada de cromaticidade que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*: coordenada de cromaticidade que varia do azul (-) ao amarelo (+);

$F_{\text{tab}(5; 5; 0,05)} = 5,05$; e Coeficiente de correlação de L*, a* e b*=0,99.

Fonte: a autora.

APÊNDICE F

F.1: Resultados estatísticos do planejamento do inibidor de tripsina Kunitz na farinha de soja integral e farinha de soja integral branqueada

Tabela 1F: Coeficiente de regressão, erro padrão, valor de t e grau de significância estatística (p) do DCCR para o teor de inibidor de tripsina Kunitz na farinha de soja integral (FSI) e farinha de soja integral branqueada (FSIB)

Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(2)	p-valor
FSI				
Média	12,84	0,74	17,32	0,0001
Temperatura (L)*	-4,63	0,45	-10,18	0,0002
Temperatura (Q)*	-2,36	0,54	-4,35	0,0004
Tempo (L)*	-1,23	0,45	-2,70	0,0427
Tempo (Q)	-0,45	0,54	-0,83	0,4444
Temperatura x Tempo	0,70	0,64	1,09	0,3237
FSIB				
Média	0,67	0,01	75,59	0,0002
Temperatura (L)*	-1,02	0,01	-188,65	0,0001
Temperatura (Q)*	1,48	0,01	228,77	0,0001
Tempo (L)*	-0,10	0,01	-19,39	0,0026
Tempo (Q)*	0,37	0,01	58,09	0,0003
Temperatura x Tempo*	0,15	0,01	19,64	0,0026

*Fatores estatisticamente significativos ($p < 0,05$);

$F_{\text{tab}}(5;5;0;0,05) = 5,05$.

Fonte: a autora.

Tabela 2F: Análise de variância do modelo ajustado para o teor de inibidor de tripsina Kunitz (mg.g^{-1}) da farinha de soja integral (FSI) e farinha de soja integral branqueada (FSIB) do DCCR

Fator antinutricional	Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Valor Fcalc
FSI	Regressão	216,23	5	43,25	26,23
	Resíduo	8,24	5	1,65	
	Total	224,47	10		
FSIB	Regressão	20,71	5	4,14	44,00
	Resíduo	0,47	5	0,09	
	Total	21,18	10		

$F_{\text{tab}}(5;5;0;0,05) = 5,05$ e Coeficiente de correlação de FSI=0,98 e FSIB=0,99.

Fonte: a autora.

ANEXO A

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA URI

UNIVERSIDADE REGIONAL
INTEGRADA DO ALTO DO
URUGUAI E DAS MISSÕES -



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Elaboração e caracterização de biscoito com farinha de soja isento de glúten

Pesquisador: ALICE MARIA DAHMER

Versão: 3

CAAE: 43328715.3.0000.5351

Instituição Proponente: Universidade Reg. Int. do Alto do Uruguai e das Missões - URI - Campus Erechim

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 023281/2015

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DETALHAMENTO

Título do Projeto de Pesquisa:

Elaboração e caracterização de biscoito com farinha de soja isento de glúten

Número do CAAE:

43328715.3.0000.5351

Número do Parecer:

1119767

Quem Assinou o Parecer:

CLAODOMIR ANTONIO MARTINAZZO

Pesquisador Responsável:

ALICE MARIA DAHMER

Data Início do Cronograma: Data Fim do Cronograma: Contato Público:

01/09/2015

31/01/2016

ALICE MARIA DAHMER