

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS

PRISCILA FALCÃO DE MELO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA BARRA DE CEREAL
FUNCIONAL COM DIFERENTES PORCENTAGENS DE FARINHA DE *TEMPEH*
NA FORMULAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2017

PRISCILA FALCÃO DE MELO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA BARRA DE CEREAL
FUNCIONAL COM DIFERENTES PORCENTAGENS DE FARINHA DE *TEMPEH*
NA FORMULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Cristiane Canan

Co - orientador: Prof^a. Dr^a. Eliane Colla

MEDIANEIRA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação Engenharia de Alimentos

PRISCILA FALCÃO DE MELO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA BARRA DE CEREAL
FUNCIONAL COM DIFERENTES PORCENTAGENS DE FARINHA DE *TEMPEH*
NA FORMULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenharia de Alimentos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira.

Profa. Dra. Cristiane Canan
Orientadora

Profa. Dra. Eliane Colla
Co-orientadora

Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin
Membro da Banca

Profa. Dr^a. Elciane Regina Zanatta
Membro da Banca

Priscila Falcão de Melo
Aluna

Medianeira, 6 de novembro de 2017.

*O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Cristiane Canan, pela confiança depositada no meu trabalho, pela dedicação necessária à sua realização e pelos ensinamentos teóricos e práticos transmitidos não apenas no desenvolvimento deste trabalho, mas também ao longo dos 3 anos de iniciação científica.

A todos os professores que compõem o corpo docente do Departamento Acadêmico de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira, os quais contribuíram para a minha formação, em especial as professoras Marines P. Corso, Rosana A. da Silva-Buzanello e Daneysa L. Kalschne.

À professora Dra. Elza Louko Ida da Universidade Estadual de Londrina e suas orientadas pela realização das análises do teor de isoflavonas.

A minha família, pela confiança, motivação e compreensão dos vários momentos de ausência.

E a todos os meus amigos, que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada.

RESUMO

MELO, Priscila Falcão. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA BARRA DE CEREAL FUNCIONAL COM DIFERENTES PORCENTAGENS DE FARINHA DE TEMPEH NA FORMULAÇÃO.** 2017. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O *tempeh* é um alimento típico da Indonésia produzido pela fermentação da soja com o fungo *Rhizopus oligosporus*, consumido como fonte de proteínas e capaz de promover efeitos benéficos a saúde. O objetivo deste trabalho foi elaborar, caracterizar e avaliar a aceitação pelo teste de escala hedônica, de formulações de barra de cereais, rica em isoflavonas, utilizando diferentes porcentagens de farinha de *tempeh* (FT) na formulação. Grãos de soja orgânica foram empregados no preparo do *tempeh*, que foi liofilizado e moído para a obtenção da FT, a qual foi adicionada nas formulações em proporções de 10, 15 e 20 %, sendo que uma formulação foi mantida como controle (sem farinha de *tempeh*). Foram realizadas análises físico-químicas de umidade, lipídios, proteínas, carboidratos, cinzas, pH, atividade de água, medida instrumental de cor, perfil de ácidos graxos e teor de isoflavonas da soja, *tempeh*, FT e barras de cereais. A fermentação com *Rhizopus oligosporus* para a produção de *tempeh* melhorou as características nutricionais da soja pelo aumento do teor de proteínas, diminuição do teor de lipídios com aumento do teor de ácidos graxos poli-insaturados e de isoflavonas agliconas genisteína. A secagem por liofilização do *tempeh* para produção da farinha de *tempeh* permitiu preservar os compostos bioativos, o aroma e a cor brilhante do *tempeh*. A barra de cereal controle foi a preferida, mas as barras com adição de 10 % e 15 % de FT tiveram notas superiores a 5,5 para todos os atributos, indicando boa aceitação. A utilização da farinha de *tempeh* na produção de barras de cereais é viável, por proporcionar a elaboração de um produto que apresenta em sua composição, como diferenciais, um teor mais elevado de nutrientes (especialmente proteína), a presença de isoflavonas agliconas, além de boa aceitação sensorial.

Palavras-chave: Soja; Ácidos graxos; Isoflavonas; Análise sensorial.

ABSTRACT

MELO, Priscila Falcão. **Development and characterization of a functional cereal bar with different percentages of *tempeh* flour in the formulation.** 2017. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

Tempeh is a typical Indonesian food produced by the fermentation of soybean with the fungus *Rhizopus oligosporus*, consumed as a source of proteins and it is capable of promoting beneficial effects on health. The aim of this study was to elaborate, characterize and evaluate the acceptance by the hedonic scale test, of cereal bar formulations, rich in isoflavone using different percentages of *tempeh* flour (FT) in the formulation. Organic soybean were used to prepare *tempeh*, and it was lyophilized and ground to obtain FT. This was added in the formulations in proportions of 10, 15 and 20 %, and a formulation was maintained as control. Physical-chemical moisture analyzes, lipids, proteins, carbohydrates, ashes, pH, water activity, instrumental color measurement, fatty acid profile and isoflavone content of soybean, *tempeh*, FT and cereal bars were performed. The fermentation with *Rhizopus oligosporus* for the production of *tempeh* improved the nutritional characteristics of soybean by increasing the protein content, decreasing the lipid content with increasing content of polyunsaturated fatty acids and isoflavone aglycone genistein. The freeze-drying of the *tempeh* for the production of the *tempeh* flour allowed to preserve the bioactive compounds, the aroma and the bright color of the *tempeh*. The control cereal bar was preferred, but bars with 10 % and 15 % FT addition had scores higher than 5.5 for all attributes, indicating acceptance. The use of *tempeh* flour in the production of cereal bars is viable, for enable the elaboration of a product that presents in its composition, as differentials, a higher content of nutrients (especially protein), the presence of isoflavone aglycone, besides good sensory acceptability.

Keywords: Soybeans. Fatty acid. Isoflavones. Sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Representação geral das formas químicas das isoflavonas da soja.....	6
FIGURA 2 – Mapa de Preferência Interno das barras de cereais.....	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Teor de Isoflavonas de Acordo com a Localização de Plantio da Soja.....	15
TABELA 2 - Ingredientes e Formulação das Barras de Cereais.....	23
TABELA 3 - Caracterização Físico-Química da Soja, do Tempeh e Farinha de Tempeh.....	28
TABELA 4 - Caracterização Físico-Química das Barras de Cereais.....	31
TABELA 5 - Composição de Ácidos Graxos para o Tempeh e a Soja.....	34
TABELA 6 - Distribuição de Isoflavonas na Farinha de Soja (FS), Tempeh e Farinha de Tempeh (FT).....	35
TABELA 7 - Distribuição de Isoflavonas nas Diferentes Formulações de Barra de Cereais.....	36
TABELA 8 - Aceitação Sensorial das Barras de Cereais.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 ALIMENTOS FUNCIONAL	12
3.2 A SOJA.....	13
3.3 ISOFLAVONAS	14
3.4 <i>TEMPEH</i>	16
3.4.1 Composição e Benefícios do <i>Tempeh</i> para a Saúde	16
3.4.2 Processamento do <i>Tempeh</i>	18
3.4.2.1 Descasque	18
3.4.2.2 Hidratação e Cocção.....	18
3.4.2.3 Fermentação	19
3.5 Barra de Cereais	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 MATERIAIS	21
4.2 MÉTODOS	21
4.2.1 Preparo do <i>Tempeh</i>	21
4.2.2 Obtenção das Farinhas	22
4.2.3 Elaboração da Barra de Cereal	22
4.2.4 Análises Físico-químicas.....	23
4.2.5 Determinação do Perfil de Isoflavonas.....	24
4.2.6 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos.....	25
4.2.6 Análise Microbiológica.....	26
4.2.7 Análise Sensorial.....	26
4.2.9 Análise Estatística	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Análises Físico-químicas.....	28
5.2 Perfil de Ácidos Graxos	33
5.3 Perfil de Isoflavonas	34
5.4 Análise Sensorial.....	38
5.4.1 Caracterização da Equipe	38
5.4.2 Aceitação Sensorial.....	39
5.4.3 Mapa de Preferência Interno	41
6 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O segmento de alimentos funcionais está em expansão. Em 2013, o mercado mundial movimentou cerca de US\$ 264 bilhões. A América Latina, sozinha, representa US\$ 45 bilhões ou 17 % do mercado de alimentos e bebidas funcionais, sendo o Brasil responsável por movimentar US\$ 14,6 bilhões deste total. A procura por alimentos funcionais no mesmo ano aumentou 9,9 % no continente (ALIMENTOS..., 2014).

Este crescimento vem chamando a atenção de empresas de grandes portes e de ramos distintos, como as brasileiras Natura, fabricante de cosméticos, Nutrimental e United Mills e das multinacionais Coca-Cola, Herbalife e Danone. Os alimentos funcionais industrializados estão basicamente distribuídos em cinco segmentos: bebidas e produtos lácteos, produtos de confeitaria, produtos de panificação e cereais matinais (SEBRAE, 2009).

A soja e seus derivados fazem parte dos ingredientes de maior sucesso na fabricação de alimentos funcionais. De fato, estudos recentes apontam uma série de potenciais benefícios para a saúde que podem estar relacionados a componentes da soja (EMBRAPA, 2001).

No cenário mundial e nacional, a soja está inserida economicamente como uma das principais culturas produzidas. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo. Na safra de 2015/16 foram produzidas 95,43 milhões de toneladas, representando 51,2 % de toda a produção brasileira de grãos na mesma época. A cultura da soja é responsável por 57 % da área cultivada do país. Apesar da alta produção, o consumo interno de soja é baixo, estimado em 42,5 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Ou seja, mesmo com a alta produção no país, o brasileiro não possui o hábito do consumo de alimentos à base de soja e para incentivar esse consumo novos produtos vêm sendo elaborados.

Nesse contexto, a fermentação surge como alternativa para novos produtos, pois gera alterações nas propriedades sensoriais e nutricionais dos cereais. No Oriente, a tradicional arte de processamento da soja por fermentação

tem resultado produtos de fácil digestibilidade, nutritivos e saudáveis (STEINKRAUS, 1983).

Dentre os principais alimentos tradicionais fermentados de soja destaca-se *tempeh*. Com alto índice de proteínas (40–50 % em base seca) o *tempeh* é servido como um complemento proteico saboroso e pode substituir a carne ou peixe. Além disso, possui componentes bioativos capazes de promover a saúde. Uma alternativa para utilização do *tempeh* é a elaboração de farinha de *tempeh* rica em proteínas e isoflavonas, para uso como ingrediente alimentício (REYES- MORENO et al., 2004; NOUT; KIERS, 2004).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar uma barra de cereal funcional, rica em isoflavonas, utilizando a farinha de *tempeh* em diferentes proporções.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver a formulação, produzir e caracterizar uma barra de cereal funcional, com alto teor de isoflavonas, utilizando para isso diferentes proporções de farinha de *tempeh* que por sua vez apresenta compostos bioativos, e avaliar a aceitação sensorial deste produto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o *tempeh* de soja;
- Preparar a farinha liofilizada de *tempeh*;
- Elaborar 3 diferentes formulações de barras de cereais utilizando a farinha de *tempeh*;
- Realizar análises físico-químicas de umidade, lipídios, proteínas, carboidratos, cinzas, pH, atividade de água, medida instrumental de cor, perfil de ácidos graxos e teor de isoflavonas da soja, *tempeh*, farinha de *tempeh* e barras de cereais;
- Realizar análise microbiológica e a avaliação sensorial das barras de cereais desenvolvidas;
- Analisar os dados estatisticamente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

O conceito e as pesquisas envolvendo alimentos funcionais teve origem no Japão na década de 80, por meio de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004). E, desde então se tornaram tendências em meio a consumidores cada vez mais exigentes e preocupados com a saúde (RAUD, 2008).

Os alimentos funcionais são alimentos que provêm a oportunidade de combinar produtos comestíveis de alta flexibilidade com moléculas biologicamente ativas. Devem ser encontrados na forma de alimentos convencionais, que se consumidos dentro de uma dieta balanceada produzem benefícios específicos à saúde, tais como a redução do risco de diversas doenças e a manutenção do bem-estar físico e mental (MORAES; COLLA, 2006; WALZEM, 2004).

Esses alimentos ou ingredientes podem ser classificados de dois modos: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas distintas do organismo: no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA et al., 2003).

As substâncias biologicamente ativas encontradas nos alimentos funcionais podem ser classificadas em grupos tais como: probióticos e prebióticos, alimentos sulfurados e nitrogenados, pigmentos e vitaminas, compostos fenólicos, ácidos graxos poli-insaturados e fibras (MORAES; COLLA, 2006).

3.2 A SOJA

A soja é um grão rico em proteínas e lipídios, amplamente difundida devido as diversas formas de utilização em diferentes segmentos. Aproximadamente 90 % da soja utilizada no Brasil é destinada para a alimentação animal ou para a indústria de óleos e gorduras. Em escala bem mais reduzida, a leguminosa é utilizada na obtenção de produtos tradicionais da cultura oriental, como “leite de soja”, *tofu*, *natto*, *misso*, *shoyu* e *tempeh*. Além destas aplicações, a soja surge como matéria prima para produtos de maior valor agregado, empregados como ingredientes funcionais e/ou nutricionais por outras indústrias de alimentos, com farinhas, proteínas texturizadas, concentradas e isoladas (EMBRAPA, 2002).

A composição centesimal dos grãos varia entre as cultivares, de acordo, com as condições ambientais e o local de plantio. Em estudo realizado pela Embrapa Soja (2016) para avaliar a composição centesimal de grãos de soja de oito diferentes cultivares, o teor de proteína variou entre os cultivares de 39,41 a 44,37, lipídios 18,76 a 22,45, carboidratos de 24,89 a 29,68 e minerais de 4,45 a 6,6 g 100 g⁻¹, em base seca.

A soja é um alimento rico em lipídios e por isso muito utilizada para a produção de óleo. Os lipídios presentes na soja madura são constituídos basicamente por seis ácidos graxos: palmítico, esteárico, oleico, linoleico, araquidônico e linolênico. Autores como Liu et al. (2007), destacam a soja como fonte de ácido linoleico, um dos ácidos graxos essenciais que devem estar presentes na alimentação diária.

Comparada com outros vegetais, as proteínas da soja possuem um bom balanço de aminoácidos essenciais, ou seja, aqueles que o organismo não produz e que precisa ser adquirido através da alimentação. A proteína da soja é considerada completa com qualidade equivalente à albumina do ovo (proteína conhecida como padrão ouro, dentro da escala de classificação) podendo ser empregada como fonte única de proteínas, tanto a curto, como em longo prazo (AMARAL, 2006).

Em relação aos minerais a soja é pobre em sódio, o que é favorável para pessoas que sofrem de hipertensão, e ainda, tem um teor elevado de Fe, Cu, Mg, P,

K, Zn; e seu conteúdo pode variar de acordo com diferentes produtos e processos (AMARAL, 2006).

3.3 ISOFLAVONAS

A soja e seus derivados são fontes de compostos fenólicos, sendo que entre os flavonoides predominam as isoflavonas. (LIU, 1999). As isoflavonas podem ser encontradas em quatro formas químicas (Figura 1), as malonil-glicosídicas conjugadas (6"-O-malonildaizina, 6"-O-malonilgenistina, 6"-O-malonilglicitina), acetil-glicosídicas conjugadas (6"-O-acetildaizina, 6"-O-acetilgenistina, 6"-O-acetilglicitina) agliconas (daidzeína, genisteína e gliciteína) e β -glicosídicas (daidzina, genistina e glicitina) completando 12 formas diferentes (LIU, 1999).

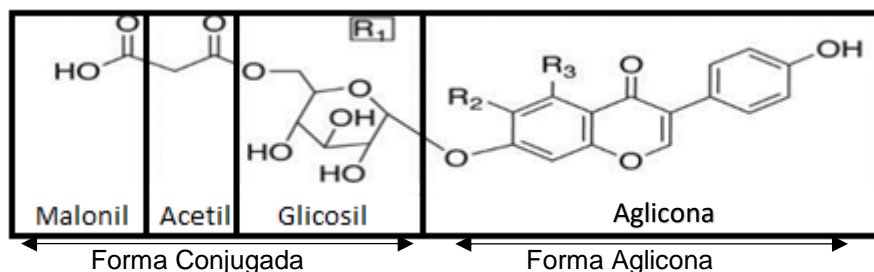


Figura 1: Representação geral das formas químicas das isoflavonas da soja
Fonte: Liu (1999).

De acordo com Bedani e Rossi (2005), as isoflavonas surgem como uma alternativa promissora na prevenção e/ou tratamento de cânceres relacionados ou não com hormônios, doenças cardiovasculares, osteoporose e alívio dos sintomas da menopausa.

O efeito das isoflavonas no organismo é relativo a cada indivíduo e varia de acordo com a imunidade, bactérias intestinais, trânsito intestinal, idade, grupo étnico, dieta e presença ou não de doenças intestinais (SETCHELL, 1998).

A aglicona genisteína é a forma de maior absorção pelo organismo humano. As agliconas são absorvidas diretamente e não são ligadas ao açúcar, enquanto que as formas conjugadas requerem hidrólise para a absorção pelo

organismo. Após a ingestão, as formas conjugadas das isoflavonas são hidrolisadas pelas β -glucosidases de bactérias intestinais, liberando as principais agliconas, daidzeína e genisteína. Essas podem ser absorvidas ou metabolizadas para a produção de metabolitos específicos (SETCHELL, 1998).

A concentração de isoflavonas na soja e em seus derivados é variável e depende de inúmeros fatores. Tsukamoto et al. (2001), compararam o teor de isoflavonas nos países com maior produção do grão, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Teor de Isoflavonas de Acordo com a Localização de Plantio da Soja.

País	Quantidade (mg 100 g⁻¹)
Brasil	140
USA	200
China	250
Norte do Japão	450
Canadá	550

Fonte: Tsukamoto et al. (2001).

Carrão-Panizzi et al. (2009) analisaram grãos de 233 cultivares quanto aos teores de isoflavonas totais e encontraram uma variação, desde 12 até 461 mg isoflavonas 100 g⁻¹ de matéria seca. Apesar do baixo teor de isoflavonas nas sojas brasileiras, novas pesquisas estão sendo desenvolvidas para otimizar o conteúdo nutricional e melhorar as características sensoriais para o consumo humano. A Embrapa Soja desenvolveu, por meio do seu programa de melhoramento genético, algumas cultivares de soja cujas características especiais as tornam adequadas para diferentes utilizações. Dentre elas podem-se destacar a BRS 267 que apresenta sabor mais agradável, maiores teores de proteínas, ácido oleico e isoflavonas agliconas (CARRAO PANIZZI et al., 2012)

3.4 TEMPEH

Entre os diversos alimentos obtidos pela fermentação dos grãos de soja está o *tempeh*, que é tradicionalmente feito pela inoculação dos esporos de culturas puras do fungo *Rhizopus oligosporus* em cotilédones de soja sem a casca (NOUT; KIERS, 2005). Porém, podem-se utilizar várias leguminosas como substratos, desde que possibilitem o crescimento do fungo *Rhizopus oligosporus* (ASTUTI; MELIALA, 2000).

O *tempeh* é um alimento típico da Indonésia, utilizado como complemento ou substituinte da proteína da carne com baixo custo. Aproximadamente 65 % da soja produzida na Indonésia é destinada para a fabricação de *tempeh*. A produção é artesanal, realizada em pequenas lojas que produzem *tempeh* fresco diariamente (NOUT; KIERS; 2005).

Em virtude das propriedades funcionais resultantes da soja, o *tempeh* se tornou ao longo do século XX um produto global, sendo muito consumido por indivíduos vegetarianos ou que necessitam de uma dieta com restrição de carne (HUTKINS, 2006; KUSWANTO, 2005).

A produção de *tempeh* envolve duas fermentações distintas. A primeira fermentação ocorre durante a fase de demolha, é bacteriana, e resulta na acidificação que impede o crescimento de *Bacillus cereus* (NOUT; ROMBOUITS, 1990). A segunda é fúngica e resulta no crescimento do micélio de *Rhizopus oligosporus* nos cotilédones do feijão soja (VARZAKAS, 1998).

3.4.1 Composição e Benefícios do *Tempeh* para a Saúde

O *tempeh* pode ser consumido de diversas formas (frito, cozido, assado e entre outras), deste modo, o valor nutricional do produto varia de acordo com o tipo de preparo antes do consumo (HACHMEISTER; FUNG, 1993). É um alimento com baixo teor de sódio, fonte de proteínas, contém elevadas concentrações de ácidos

graxos essenciais e vitaminas do complexo B, sendo rico em compostos antioxidantes como as isoflavonas (BABU, 2009). Contém aproximadamente 60 % de umidade. Em base seca o mesmo contém entre 48 e 55 % de proteínas, 14 a 24 % de lipídios, 24 a 28 % de carboidratos e 3 % de cinzas, fornecendo aproximadamente 157 calorias por 100 g (WINARNO; REDDY, 1986; LIU 1997).

Em relação ao teor de proteínas, o *tempeh* e os alimentos não fermentados a base de soja possuem o mesmo valor, entretanto, o teor de proteínas solúveis aumenta bruscamente, devido à ação da enzima protease produzida durante a fermentação. Além disso, a qualidade da proteína no *tempeh* é ligeiramente mais elevada. O processo de fermentação não influencia o teor de minerais, mas a solubilidade pode ser aumentada significativamente (ASTUTI, 1994).

Durante o processo fermentativo, as bactérias e leveduras desempenham um papel importante na produção de vitamina B12, sendo o *tempeh* o único produto de origem vegetal que contém tal vitamina (DENTER; BISPING, 1994; OKADA et al.; 1985).

A fermentação reduz os fatores antinutricionais, taninos, fitase e produz ácidos que inibem a produção de bactérias patogênicas, uma particularidade importante na produção de alimentos especiais para grupos como crianças e idosos. Em estudo realizado com crianças desnutridas com diarreia, a reabilitação foi mais rápida quando as crianças foram alimentadas com mingau contendo milho e *tempeh*, do que quando foram alimentadas com mingau contendo milho e leite, além de apresentar proteção contra os efeitos nocivos da infecção por *E.coli* (KIERS et al., 2002; LIU, 2004).

Devido ao alto conteúdo de proteínas da soja, o *tempeh* pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares, pois é livre de gorduras saturadas e possui baixos níveis de colesterol e LDL. O FDA declarou que 25 g de proteína de soja por dia como parte da dieta com baixos níveis de colesterol e gorduras, pode reduzir o risco de doenças coronárias (BABU et al., 2009).

Um dos maiores interesses no *tempeh* são as modificações das isoflavonas da soja. Entre vários alimentos de soja analisados o *tempeh* apresentou maior teor de agliconas (WANG; MURPHY, 1996).

3.4.2 Processamento do *Tempeh*

Existem várias metodologias para o processamento do *tempeh*, diferindo conforme o produtor e a localidade (CRUZ, 2014). Os passos básicos na preparação de *tempeh* incluem descasque, cozimento, inoculação e fermentação.

3.4.2.1 Descasque

O descasque é uma etapa essencial para o preparo do *tempeh* e tem como objetivo facilitar o crescimento do *Rhizopus oligosporus*, deste modo, permitindo o acesso aos nutrientes necessários, uma vez que esse microrganismo não se desenvolve nos grãos com casca.

As cascas podem ser removidas à seco ou de forma úmida. Em pequenas escalas, nas produções artesanais, a remoção é manual após a hidratação dos grãos. Já em escala industrial a soja é aquecida por 10 minutos a 93 °C e as cascas podem ser aspiradas ou separadas por gravidade com auxílio de tecnologias adequadas (WINARNO; REDDY, 1986).

3.4.2.2 Hidratação e cocção

A hidratação é o processo onde os grãos de soja são submersos em água na proporção (1:10 massa/volume) durante 12 – 15 horas a temperatura ambiente. Durante a hidratação os compostos solúveis atuam como substratos para a atividade bacteriana, resultando em acidificação do meio. Para o controle de pH e inibição do crescimento de bactérias indesejáveis, é utilizado ácido láctico ou ácido acético ($\leq 0,5$ %). A inibição do fungo *Rhizopus oligosporus* ocorre em $\text{pH} \leq 3,5$ (STEINKRAUS, 1983).

Durante a etapa de cozimento, que pode variar entre 10 minutos e 3 horas, ocorrem alterações bioquímicas nos grãos de soja. O cozimento promove uma melhor penetração do fungo nos grãos e disponibiliza nutrientes requeridos para a fermentação; inibe as bactérias contaminantes e fatores antinutricionais, contribuindo para a melhora da textura, sabor e aromas. Após o cozimento os grãos são drenados, secos e resfriados a temperatura ambiente para a inoculação do fungo *Rhizopus oligosporus* (WINARNO; REDDY, 1986; NOUT; ROMBOUTS, 1990; LIU, 2004).

O aquecimento promove a conversão das formas de isoflavonas malonil à acetil-glicosídicas pela hidrólise das enzimas β -glicosidases naturalmente presentes na soja ou produzidas pelos microrganismos inoculados, liberando glicose e agliconas (WANG; MURPHY 1996).

3.4.2.3 Fermentação

A etapa de fermentação sofre influência das condições de preparo do *tempeh*, dentre elas, o tempo, temperatura de incubação, pH, presença de oxigênio, quantidade de inóculo e umidade relativa (NOUT; KIERS, 2004). O *Rhizopus oligosporus* é a espécie preferida para a fermentação do *tempeh* de soja, devido ao rápido crescimento a temperaturas entre 30 – 42 °C. Dentre as principais características do fungo estão a alta atividade proteolítica, lipolítica, forte produção de antioxidantes e a incapacidade de fermentar a sacarose (STEINKRAUS et al., 1983; SHARMA; SARBHOY, 1984; LIU, 1997).

Durante a etapa de fermentação, o substrato é degradado pelas enzimas carboidratases (poligalacturonase, endocelulase, xilanase, arabinanase e pequena quantidade de α -D-galactosidase, β -B-galactosidase, β -D-xilosidase, α -L-arabinofuranosidase e α -D- glucosidase), lipases, proteases e fitases. A síntese destas enzimas contribui para o desenvolvimento de textura e aroma agradável ao *tempeh*. O *Rhizopus oligosporus* não produz a enzima α -galactosidase, responsável pela degradação dos oligossacarídeos (estaquiase e rafinose) que causam os

sintomas de flatulência (NOUT; ROMBOUTS, 1990; HACHMEISTER; FUNG, 1993; REHMS; BARZ, 1995).

Em estudo realizado por Winarno (1989), foi obtido *tempeh* com boas características sensoriais em 30 horas de fermentação a 32 °C. Após 48 horas ocorreu rápida deterioração do produto, com formação de forte cheiro de amônia, escurecimento e colapso da textura.

3.5 Barra de Cereais

A preferência por alimentos saudáveis e ao mesmo tempo de fácil consumo tem aumentado consideravelmente. E, nesse cenário as barras cereais adquiriram grande espaço no mercado, exigindo das indústrias a busca por novos ingredientes e formulações, visando produtos com características sensoriais e nutricionais capazes de propiciar benefícios à saúde (FREITAS et al., 2005; BOWER; WHITTEN, 2001; PEUCKERT et al., 2010)

Segundo Murphy (1995), as barras de cereais são produtos multicomponentes, elaboradas, principalmente, com cereais, castanhas e frutas. A combinação e a compactação de seus ingredientes devem garantir a textura, o aroma, o sabor, a umidade e as propriedades físicas desejadas, maximizando a vida de prateleira do produto.

Atualmente, existe uma grande variedade de sabores, texturas, aromas e funcionalidades de barras de cereais. Além das barras duras e crocantes (*hard and crunchy*), têm-se as macias e mastigáveis (*soft and chewy*) (MURPHY, 1995), doces e também as salgadas, com ou sem recobrimento. É possível o enriquecimento com fibras e a incorporação de frutas com propriedades antioxidantes (TEEN, 2008; VIERHILE, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

A farinha de *tempeh* foi obtida a partir da fermentação dos grãos de soja orgânica (Certificado 53/2016, Rede de Agroecologia Ecovida, Marechal Candido Rondon - PR) pelo microrganismo *Rhizopus oligosporus* que foi adquirido pelo INTSOY (International Soybean Program, University of Illinois, EUA).

Os demais ingredientes e reagentes foram obtidos de outras procedências comerciais e de grau analítico para análise.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Preparo do *Tempeh*

O *tempeh* foi preparado conforme método descrito por Borges (2013), com modificações. Foram utilizados 100 g de cotilédones de soja selecionados para a remoção dos grãos danificados e hidratados com água na proporção (1:10 massa/volume) por 18 horas a temperatura ambiente. O descasque das amostras foi realizado manualmente com o auxílio de peneiras.

Após o descasque, efetuou-se a cocção dos grãos por 45 minutos com 1,5 L de água e 12,5 mL de vinagre branco de álcool (4 % de acidez), sem pressão. Em seguida, os cotilédones foram drenados, secos, resfriados a 25 °C e inoculados com fermento do fungo *Rhizopus oligosporus*, na proporção de 100:0,7 (soja/fermento). Os cotilédones inoculados foram acondicionados em embalagens de polipropileno (20 x 15 cm) perfurados a cada centímetro quadrado, selados com fita adesiva e então armazenados em estufa (Quimis, modelo q313m) a 30 °C.

Para aumentar a umidade relativa durante a fermentação, foram colocados dentro da estufa recipientes com água. Considerou-se o tempo de 40 h como final do processo fermentativo, parâmetro este determinado por testes preliminares.

4.2.2 Obtenção da Farinha de *Tempeh*

A farinha de *tempeh* (FT) foi produzida a partir da liofilização do *tempeh* por 24 horas com temperatura de aquecimento de 40 °C e pressão menor que 0,5 mbar (Labconco, FreeZone 6L) seguida do processo de moagem em moinho de facas (modelo SL31).

4.2.3 Elaboração da Barra de Cereal

A farinha de *tempeh* foi utilizada na elaboração de três formulações de barras de cereais denominadas de B, C e D, sendo que nestas formulações a farinha de *tempeh* substituiu totalmente a aveia em flocos e parcialmente a granola. Uma amostra sem adição de farinha de *tempeh* foi mantida como controle (A). As barras de cereais foram elaboradas a partir de testes preliminares até a obtenção das melhores formulações, apresentadas na Tabela 2.

Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica, misturados em um recipiente de inox até que a massa adquirisse consistência semelhante a uma barra de cereal. Em seguida a massa foi transferida para formas retangulares de aço inox, armazenadas em geladeira por no mínimo 4 horas (5 a 8 °C) e cortadas com molde (20 mm x 20 mm x 10 mm).

Tabela 2 - Ingredientes e formulação das barras de cereais.

Ingredientes (%)	Formulações			
	A Controle	B 10 %*	C 15 %*	D 20 %*
Castanha (picada)	7,32	7,32	7,32	7,32
Damasco (picado)	9,15	9,15	9,15	9,15
Farinha de <i>tempeh</i>	0,00	10,00	15,00	20,00
Maltodextrina	12,82	12,89	12,83	12,87
Granola	13,73	17,39	12,45	7,41
Flocos de arroz	14,65	14,65	14,65	14,65
Xarope de glicose	28,38	28,38	28,38	28,38
Essência de laranja	0,22	0,22	0,22	0,22
Aveia em flocos	13,73	0,00	0,00	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

*Porcentagem de farinha de *tempeh* adicionada.

Fonte: Autoria Própria, (2017).

4.2.4 Análises Físico-químicas

Para a realização das análises físico-químicas foi necessário moer a soja em moinho de facas (modelo SL31, Solab, Piracicaba) para obtenção de uma farinha, semelhante a farinha de *tempeh* e as barras de cereais foram trituradas manualmente.

Determinou-se a umidade (105 °C), lipídios (extrator MARCONI, modelo MA419), proteínas (bloco digestor TECNAL, modelo 040125 e controlador de temperatura TECNAL, modelo TE-007MP), cinzas (mufla JUNG) e pH (HANNA, modelo pHmetro de Bancada pH 21) conforme metodologias do IAL (2008). O carboidrato total foi calculado pela diferença de 100 com a umidade, lipídio, proteína e cinza (KAMINSKI et al., 2013).

A atividade de água a 25 °C foi determinada em equipamento (Aqualab, 4TE. Os parâmetros de cor luminosidade (L*), saturação da cor (chroma, C*) tonalidade cromática (hue - h₀), foram determinados utilizando o colorímetro (Konica

Minolta, CR400) com esfera de integração e ângulo de visão de 45° e iluminante D. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

4.2.5 Determinação do Perfil de Isoflavonas

As amostras (soja, *tempeh*, FT e barras de cereais) foram desengorduradas com hexano (1:10, p/v) por 1 h à temperatura ambiente sob agitação (305 rpm, mesa agitadora orbital Marconi, MA 140/CFT, Brasil).

Para a extração das isoflavonas foi utilizada 200 mg de amostra com 8,0 mL de solvente extrator (água, etanol e acetona, 1:1:1, v/v/v) (YOSHIARA et al., 2012) por 1 hora à temperatura ambiente e agitação em vórtex a cada 15 minutos e foi realizada em triplicata. Após, as amostras foram colocadas em banho ultrassônico à temperatura ambiente por 15 minutos, centrifugadas a 2100 rpm por 15 minutos a 4 °C (Eppendorf 5804R) e o sobrenadante filtrado (membrana hidrofílica, 0,22 µm, Millex-GV, PVDF).

A separação e quantificação das diferentes formas das isoflavonas foram realizadas por cromatografia líquida de ultra eficiência (CLUE), conforme descrito por Handa et al. (2014). Foram injetadas alíquotas de 1,4 µL automaticamente no cromatógrafo líquido UPLC® (Waters). Foi utilizada a coluna do tipo de fase reversa (modelo ACQUITY-UPLC BEH C18, Waters) com tamanho de partícula de 1,7 µm e dimensão de 21 mm x 50 mm. Foi aplicado o gradiente não linear usando como fase móvel A água acidificada com ácido fórmico 0,4 % (peso/volume) e como fase móvel B acetonitrila com fluxo de 0,3 mL min⁻¹ a 27 °C. O gradiente não linear (rampa 7, Empower 3 software, Waters) foi iniciado com 95 % de eluente A e 5 % do eluente B. A identificação de cada forma química de isoflavonas nos cromatogramas foi feita por comparação dos espectros de absorção UV e tempos de retenção dos seus respectivos padrões. A quantificação das isoflavonas foi realizada por meio de calibração externa com as soluções padrões de daidzina, genistina, glicitina, malonil daidzina, malonil genistina, malonil glicitina, acetil daidzina, acetil genistina, acetil

glicitina, gliciteína e genisteína e daidzeína (0,1; 0,05; 0,01; 0,005; 0,001 e 0,0005 mg mL⁻¹)

4.2.6 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos

Os lipídios foram extraídos de acordo com a metodologia de Bligh & Dyer (1959) com algumas modificações. As amostras foram trituradas e 15 g foram coletadas para realização da extração, com correção da umidade para 80 %. Foram adicionados à amostra 30 mL de metanol e homogeneizados com bastão de vidro, seguido da adição de 15 mL de clorofórmio e agitação magnética por 5 min. Após, 15 mL de clorofórmio foram adicionados mantendo-se a agitação por 2 min. Em seguida, 15 mL de água destilada foram adicionados e a agitação magnética manteve-se por mais 5 min. O homogenato foi filtrado em um funil de Büchner com papel filtro, sob vácuo, sendo o resíduo enxaguado com 20 mL de clorofórmio e também filtrado. O filtrado foi transferido para um funil de separação e acrescentado de solução saturada de NaCl, equivalente a 1/5 do volume filtrado. Após a separação das fases, a fase inferior contendo clorofórmio e matéria graxa foi recolhida em um balão volumétrico de fundo chato e levado a um evaporador rotativo (Fisatom, 801) a temperatura de 33-34 °C para remoção do solvente.

A hidrólise e transesterificação dos ácidos graxos foram realizadas de acordo com o método 5509 da ISO (1978). Em 100 mg da matéria graxa foram adicionados 2 mL de n-heptano, submetidos a uma agitação vigorosa até a completa solubilização dos lipídios. Em seguida, 2 mL de solução KOH/metanol 2 Mol L⁻¹ foi adicionada e novamente submetida a agitação. A solução permaneceu em repouso até completa separação das fases. A fase superior, contendo n-heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos foi extraída com o auxílio de um pipetador automático e transferida para um vial âmbar e armazenado a -18 °C até o momento da análise.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram quantificados utilizando-se um cromatógrafo a gás com detector de ionização em chama (PerkinElmer, Clarus 680 GC) e coluna capilar de sílica fundida (100 m x 0,25 mm) com 0,25 µm de

cianopropilpolisiloxano CP 7420. A rampa de temperatura da coluna foi programada em: 80 °C por 1 min; 20 °C min⁻¹ até 160 °C; 1 °C min⁻¹ até 198 °C, 5 °C min⁻¹ até 250 °C e mantido por 1,6 min. O detector e o injetor foram mantidos a 250 °C e 240 °C, respectivamente, usando-se um split de 1/150. O fluxo dos gases foi de 1,1 mL min⁻¹ para o gás de arraste (He) e de 40 e 400 mL min⁻¹ para os gases da chama, H₂ e ar sintético, respectivamente. A identificação dos ácidos graxos foi baseada em padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME, Sigma-Aldrich). A área dos picos foi determinada por integrador acoplado ao cromatógrafo gasoso. Os resultados foram expressos como percentagens relativas dos ácidos graxos identificados

4.2.6 Análise Microbiológica

As análises realizadas foram as exigidas pela Resolução – RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), sendo: *Bacillus cereus*, Coliformes a 45 °C, e pesquisa de *Salmonella sp.* As análises microbiológicas seguiram os procedimentos descritos pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

4.2.7 Análise Sensorial

Os testes sensoriais foram autorizados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Faculdade Integrado - Campo Mourão (CAAE: 64104117.4.0000.0092; Parecer: 1902699). Os 135 avaliadores foram previamente informados sobre a análise sensorial e responderam um questionário sócio demográfico e sobre hábitos de consumo.

Os testes sensoriais foram conduzidos no Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR, Câmpus Medianeira em cabines individuais sob luz branca. As

barras de cereais (\cong 15 g cada) foram servidas individualmente em copos transparentes de 50 mL codificados com três dígitos aleatórios e randomizados. Os consumidores foram orientados a limpar o palato com água antes e entre as avaliações das amostras. A escala hedônica híbrida de 10 cm ancorada com os termos onde 0 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei/nem desgostei, 10 = gostei extremamente (VILLANUEVA; PETENATE; SILVA, 2005) foi utilizada para avaliar a aceitação dos atributos cor, aparência, textura, sabor e impressão global. As amostras foram apresentadas de forma monádica seguindo-se um delineamento experimental em blocos balanceados e casualizados.

4.2.9 Análise Estatística

Os dados foram analisados por ANOVA considerando as amostras e os consumidores como fonte de variação e teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o programa Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007). O mapa de preferência interno foi gerado com uso da escala multidimensional e análise de *cluster* empregando o programa *Senstools* versão 2.3.28 (OP & P PRODUCT RESEARCH, 1998).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico-químicas

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da caracterização físico-química das amostras de soja orgânica, *tempeh* e farinha de *tempeh* (FT).

Tabela 3: Caracterização físico-química da soja, *tempeh* e farinha de *tempeh*

Análises	Amostras		
	Soja	<i>Tempeh</i>	Farinha de <i>tempeh</i>
Umidade (g 100 g ⁻¹)	10,04 ^b ±0,10	64,84 ^a ±0,20	2,93 ^c ±0,06
Proteína (g 100 g ⁻¹ b.s.)	41,00 ^c ±0,62	55,26 ^a ±0,37	51,28 ^b ±0,82
Lipídios (g 100 g ⁻¹ b.s.)	23,20 ^b ±0,26	11,19 ^c ±1,23	25,00 ^a ±0,26
Cinzas (g 100 g ⁻¹ b.s.)	5,59 ^a ±0,00	3,32 ^b ±0,00	3,01 ^b ±0,01
Carboidratos (g 100 g ⁻¹ b.s.)	30,06 ^a ±0,020	29,93 ^a ±0,75	20,70 ^b ±1,08
Atividade de água	0,731 ^b ±0,002	0,989 ^a ±0,000	0,581 ^c ±0,020
pH	6,92 ^a ±0,02	6,54 ^c ±0,01	6,53 ^c ±0,01
L*	50,19 ^b ±0,31	47,64 ^c ±0,22	58,84 ^a ±0,68
C*	26,47 ^a ±0,12	26,26 ^a ±0,08	23,12 ^b ±0,10
h ₀	178,48 ^b ±0,00	178,47 ^c ±0,00	178,58 ^a ±0,00

Média ± desvio padrão (n = 3) seguidas de letras sobrescritas diferentes nas mesmas linhas indicam diferença significativa (p<0,05).

Fonte: A autoria Própria (2017)

Conforme apresentado na Tabela 3, o teor de proteínas e lipídios encontrados na soja está próximo ao descrito pela Embrapa Soja (2016) que analisou oito diferentes cultivares de soja e encontrou de 39,41 a 44,37 e 18,76 a 22,45 g 100 g⁻¹ em base seca, respectivamente.

O conteúdo de proteínas e lipídios da soja pode ser influenciado pelas condições genéticas e climáticas. A temperatura do ar durante a formação de grãos é o fator ambiental mais crítico que afeta o conteúdo final de lipídios e proteínas. No

entanto, outros fatores afetam essas características, como umidade, intensidade da luz e chuvas (CARRÃO-PANIZZI et al., 2009).

Marques et al. (2011) analisaram sete cultivares de soja em três épocas de semeaduras e observaram que o teor de proteínas das diferentes cultivares variou entre 38,63 e 43,8 % e os lipídios de 19,56 a 23,0 %; e concluíram que o genótipo influencia no teor de proteínas e lipídios, porém a época de semeadura e consequentemente a temperatura do ar, afetaram apenas o conteúdo de proteínas.

Ao comparar os resultados obtidos para a composição centesimal da soja em relação ao *tempeh*, observou-se o aumento de 35 % de proteínas e a redução de 40,6 % no teor de cinzas. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) de perdas de cinzas do *tempeh* para a FT, o que indica que o processo de liofilização conservou esses compostos.

A hidratação e a cocção durante o processamento resultaram na perda de substâncias solúveis, como açúcares e minerais, o que pode explicar o aumento das proteínas (FERREIRA et al., 2011).

É possível verificar a redução do teor de lipídios da soja para o *tempeh*. Esse fato é justificado por Astuti e Meliala (2000) que afirmaram que durante a fermentação a enzima lipase hidrolisa o triacilglicerol em ácidos graxos livres que são utilizados como fonte de energia para o microrganismo *Rhizopus oligosporus*, resultando em um menor conteúdo de lipídios no *tempeh*.

Ferreira et al. (2001) encontraram resultados semelhantes para a composição química do *tempeh* utilizando grãos das cultivares BR 36 e IAS 5. No entanto, Haron et al. (2009), observaram para o *tempeh* 65 % de umidade média, 17,5 % de proteínas, 9,2 % de lipídios, 7,6 % de carboidratos e 0,6 % de cinzas. As diferenças observadas no presente estudo podem estar relacionadas com os diferentes métodos de análise ou para a expressão de dados experimentais em base seca, que se concentra os componentes.

Leite (2013) analisou três diferentes cultivares de soja utilizados na produção de farinha de *tempeh* liofilizado, o teor de lipídios encontrado variou entre 21,45 a 26,11, proteínas de 50,39 a 59,30, cinzas 3,21 a 4,0, umidade 3,01 a 3,29 e carboidratos 13,05 a 19,69 g 100 g⁻¹, em base seca.

O pH determinado para o *tempeh* foi de 6,54, próximo à neutralidade. Portanto, houve uma redução significativa ($p < 0,05$) do pH do *tempeh* ao comparar com a soja utilizada para a inoculação com o *Rizophus oligosporus* (pH 6,92 para a soja). Segundo Suhet e Fioreze (2011), a redução do pH durante a fermentação pelo *Rizophus oligosporus* está relacionada com a taxa de consumo de açúcares, com consequente produção de ácidos pelo microrganismo.

Apesar de possuírem definições distintas, a atividade de água se relaciona com o teor de umidade. Do ponto de vista microbiológico, a atividade de água (A_w) é um parâmetro crucial, definido como a água disponível para o desenvolvimento do microrganismo (SOUSA, 2009). Obteve-se no *tempeh* atividade de água de 0,989, enquanto que a soja e a farinha de *tempeh* obtiveram valores significativamente menores ($p < 0,05$) (Tabela 3). Esta maior atividade de água se deve a etapa de hidratação que a soja é submetida antes da inoculação do *Rizophus oligosporus* para possibilitar seu desenvolvimento.

Houve redução da luminosidade (L^*) com o processo de fermentação comparando-se a soja e o *tempeh*, enquanto a farinha de *tempeh* teve uma cor mais clara que as demais, conforme Tabela 3. O valor de C^* não teve alterações significativas da soja para o *tempeh*, o que significa que não houve aumento da intensidade da cor cinza. De forma contrária, a farinha de *tempeh* teve C^* inferior à soja e ao *tempeh*, indicando menor intensidade de cinza na proporção da cor. Um h^* próximo de 178 para todas as amostras indica que essas tinham características de cor que iam da tonalidade amarela para a verde. Os resultados obtidos para a caracterização físico-química das barras de cereais elaboradas estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Caracterização físico-química das barras de cereais

Análises	Formulações			
	A Controle	B 10 %*	C 15 %*	D 20 %*
Umidade (g 100 g ⁻¹)	11,70 ^b ±0,35	12,61 ^{ab} ±0,48	13,27 ^a ±0,39	12,38 ^b ±0,50
Proteína (g 100 g ⁻¹ b.s.)	6,24 ^d ±0,58	9,22 ^c ±0,11	11,02 ^b ±0,29	12,31 ^a ±0,34
Lipídios (g 100 g ⁻¹ b.s.)	1,81 ^d ±0,16	4,52 ^c ±0,52	6,39 ^b ±0,40	8,09 ^a ±0,12
Cinzas (g 100 g ⁻¹ b.s.)	1,35 ^a ±0,04	0,88 ^b ±0,03	1,12 ^{ab} ±0,08	1,30 ^a ±0,08
Carboidratos (g 100 g ⁻¹ b.s.)	78,86 ^a ±0,46	72,88 ^b ±0,78	68,35 ^c ±0,76	65,02 ^d ±0,68
Atividade de água	0,683 ^a ±0,001	0,663 ^b ±0,004	0,643 ^c ±0,003	0,650 ^c ±0,006
pH	5,39 ^d ±0,01	5,53 ^c ±0,01	5,83 ^b ±0,04	5,95 ^a ±0,03
L*	35,62 ^b ±1,91	41,74 ^a ±1,97	45,18 ^a ±0,66	45,43 ^a ±0,38
C*	22,17 ^b ±1,50	25,57 ^a ±1,59	27,09 ^a ±1,45	28,58 ^a ±2,23
h ₀	1,40 ^b ±0,02	1,52 ^a ±0,02	1,52 ^a ±0,04	1,53 ^a ±0,02

*Porcentagem de farinha de *tempeh* adicionada. Média ± desvio padrão (n = 3) seguidas de letras sobrescritas diferentes nas na mesma linha indicam diferença significativa (p<0,05).

Fonte: Autoria Própria (2017).

Todas as formulações de barra de cereais produzidas apresentaram conteúdo de umidade relativamente baixo, entre 11,7 e 13,27 g 100 g⁻¹, valor este que está de acordo com a legislação Vigente. Segundo a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), a umidade de produtos de cereais deve ser inferior a 15,0 %. Outro aspecto importante é que o teor de umidade está dentro de parâmetros que permitem a manutenção da crocância (SARANTÓPOULOS et al., 2001); ao mesmo tempo que não favorece a proliferação microbiana, uma vez que além da baixa umidade o produto contém açúcar o que contribui para a redução da atividade de água. Resultado similar de umidade foi encontrado por Baú et al. (2010), que relataram umidade de 12,5 g 100 g⁻¹ em barras de cereais produzidas com proteína texturizada de soja, *kinako* e albumina.

As quatro amostras estudadas de barras de cereais apresentaram diferença significativa (p<0,05) na composição centesimal, demonstrando comportamento crescente da formulação (A) à formulação (D), para proteína e lipídios, e comportamento decrescente para carboidratos. Isso porque a diferença entre as formulações foi o teor adicionado de FT, granola e granola com aveia (para

a controle). A medida que aumentava a proporção de FT e diminuía dos outros constituintes, aumentava as substâncias em que a FT apresentou maiores teores.

As formulações com adição de FT B, C e D apresentaram de 9,22 a 12,31 g 100 g⁻¹ de proteína, teor relativamente superior e desejável em relação aos produtos encontrados no mercado. Rodrigues (2013) que, ao analisar a rotulagem de oito barras de cereais comerciais da cidade de Campinas – SP, obteve valores de 3,6 a 8,1 g 100 g⁻¹ de proteínas. Brito et al. (2004), ao quantificarem proteínas em barras de cereais comercializadas em Recife-PE, encontraram valores próximos a 4 %, resultado esse inferior ao presente estudo. No entanto, Freitas e Moretti (2006) ao formular uma barra de cereal de elevado teor proteico e vitamínico, obteve um produto com 12,31 % de proteínas, utilizando base de proteína de soja texturizada, gérmen de trigo e aveia.

Nas formulações B, C e D o teor de lipídios variou de 4,52 a 8,09 g 100 g⁻¹ enquanto que na formulação padrão (A) a concentração foi de 1,81 g 100 g⁻¹. O que é justificável uma vez que a farinha de *tempeh* tem como matéria prima a soja que é um alimento rico em lipídios. As formulações com adição de FT obtiveram concentrações de carboidratos (72,88 a 65,02) g 100 g⁻¹ inferiores ao encontrados na barra padrão (78,86 g 100 g⁻¹). Rodrigues (2013) encontrou 3,2 a 16 g 100 g⁻¹ para lipídios e de 55 a 82 g 100 g⁻¹ para carboidratos.

Todas as formulações apresentaram A_w com valores abaixo de 0,7 indicando baixa probabilidade de sofrer ação de qualquer tipo de bactéria, uma vez que o valor mínimo de A_w requerido para crescimento é de 0,75 (SILVA, 2000). Gomes e Montenegro (2006) atribuem a maciez e a mastigabilidade das barras de cereais à baixa A_w .

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) quanto a luminosidade (L^*), saturação da cor (chroma, C^*) e tonalidade cromática (hue - h_0) entre as formulações com FT e a padrão (Tabela 4). As barras tiveram um aumento da luminosidade proporcional a porcentagem de FT. Verificou-se também que a adição de FT aumenta o valor de C^* , ou seja, aumenta a intensidade de cinza na proporção da cor das barras de cereais. Um h_0 entre 1,40 e 1,53 indica que as amostras tinham uma tonalidade que ia do vermelho sentido ao amarelo, característica de barras de cereais.

5.2 Perfil de ácidos graxos

Embora tenham sido observadas alterações no teor de lipídios durante a fermentação com *Rhizopus oligosporus*, poucos autores relataram influência da fermentação no perfil de ácidos graxos. A soma de ácidos graxos saturados foi menor ($p < 0,05$) para o *tempeh* (10,54 %) do que para a soja (14,76 %), que pode ser confirmada pelas porcentagens relativas de ácidos palmíticos e esteáricos, conforme Tabela 5.

Em relação ao total de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) o *tempeh* obteve melhores resultados (61,19 %), corroborando com as porcentagens relativas mais altas de ácidos linoleicos, γ -linolênicos e eicosenóicos. O que pode estar relacionado a uma forte atividade da lipase durante a fermentação por *Rhizopus oligosporus* resultando na hidrólise do triacilglicerol, o que é um fator positivo para o uso do *tempeh* na alimentação.

Os ácidos graxos poliinsaturados desempenham funções importantes na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos. São necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Além disso, participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo (YEHUDA et al., 2002; YODIM et al., 2000).

Tabela 5: Composição de ácidos graxos (os ácidos graxos são expressos em % do total de ácidos graxos) para o *tempeh* e a soja

Ácido graxo	<i>Tempeh</i>	Soja	p-valor
16:0	7,73 ^b ± 0,29	10,53 ^a ± 0,05	0,0002
16:1	0,07 ^a ± 0,01	0,07 ^a ± 0,01	0,3982
18:0	2,54 ^b ± 0,04	4,06 ^a ± 0,01	<0,0001
18:1n-9c	23,76 ^a ± 0,43	23,05 ^a ± 0,01	0,0032
18:2n-6t	0,04 ^a ± 0,04	0,05 ^a ± 0,01	<0,0001
18:2n-6c	59,93 ^a ± 0,12	55,99 ^b ± 0,01	0,0001
18:3n-6	0,76 ^a ± 0,03	0,00 ^b ± 0,00	<0,0001
20:1n-9	4,44 ^b ± 0,07	5,47 ^a ± 0,01	0,0002
18:3n-3	0,20 ^a ± 0,01	0,24 ^a ± 0,00	<0,0001
20:4n-6 (AA)	0,26 ^b ± 0,01	0,37 ^a ± 0,00	0,0006
24:0	0,26 ^a ± 0,01	0,17 ^b ± 0,00	0,0001
Σ SFA	10,54 ^b ± 0,33	14,76 ^a ± 0,04	0,0001
Σ MUFA	28,28 ^a ± 0,36	28,59 ^a ± 0,02	0,0148
Σ PUFA	61,19 ^a ± 0,15	56,65 ^b ± 0,01	0,0001
Σ n-6	60,24 ^a ± 0,16	56,41 ^b ± 0,01	0,0001
Σ n-3	0,20 ^a ± 0,01	0,24 ^a ± 0,00	<0,0001
n-6/n-3	306,45 ^a ± 8,41	235,04 ^b ± 0,06	0,0001

Letras sobrescritas diferentes nas linhas indicam diferença significativa (p<0,05).

Fonte: Autoria própria.

5.3 Perfil de Isoflavonas

A Tabela 6 apresenta o conteúdo de isoflavonas nas diferentes formas para a soja, *tempeh* e farinha de *tempeh*. Os resultados foram expressos em μmol de isoflavonas por grama de amostra, em base seca.

Tabela 6: Distribuição de isoflavonas na soja, *tempeh* e farinha de *tempeh* (FT) em $\mu\text{mol g}^{-1}$

Forma química		Soja*	<i>Tempeh</i> *	FT*
Malonil-glicosídicas conjugadas	Malonil daidzina	0,39 ^a ± 0,06	N.d.	N.d.
	Malonil glicitina	0,19 ^a ± 0,03	N.d.	N.d.
	Malonil genistina	0,53 ^a ± 0,02	0,05 ^c ± 0,00	0,12 ^b ± 0,02
Acetil-glicosídicas conjugadas	Acetil daidzina	N.d.	N.d.	N.d.
	Acetil glicitina	N.d.	N.d.	N.d.
	Acetil genistina	N.d.	N.d.	0,01 ^a ± 0,01
Agliconas	Daidzeína	0,06^c ± 0,02	0,15^b ± 0,01	0,28^a ± 0,04
	Gliciteína	N.d.	N.d.	0,05^a ± 0,01
	Genisteína	0,05^c ± 0,00	0,39^b ± 0,01	0,45^a ± 0,04
Total de isoflavonas		1,22 ^a ± 0,08	0,59 ^c ± 0,01	0,91 ^b ± 0,09

*Valores em base seca ($\mu\text{mol g}^{-1}$).

N.d: não detectado. As isoflavonas (β -glicosídicas) daidzina, genistina e glicitina não foram detectadas em nenhum ensaio.

Fonte: A autoria própria (2017).

O conteúdo de isoflavonas totais da soja foi de $1,22 \mu\text{mol g}^{-1}$ em base seca. Wang e Murphy (1994) encontraram uma variação no teor total de isoflavonas de $2,62$ a $8,97 \mu\text{mol g}^{-1}$ em diferentes cultivares de soja. A concentração de isoflavonas na soja e em seus derivados é variável e depende de inúmeros fatores, tais como o tipo de alimento e processamento que o mesmo passa, a variedade da soja, o ano de colheita e a localização geográfica do cultivo (WANG; MURPHY, 1994). Além disso, a carga de patógenos na estação de crescimento da soja também afeta a concentração de isoflavonas em sementes (WEGULO et al., 2005), já que as mesmas desempenham um papel importante na resposta de defesa da soja em relação ao patógeno (YOO et al., 2013). O que pode justificar o baixo teor de isoflavonas totais, uma vez que a soja utilizada nesse trabalho é um alimento orgânico.

Não foram detectadas as isoflavonas do tipo acetil-glicosídicas, confirmando a ausência descrita na maioria das cultivares de soja brasileira (BRITZ et al., 2011). Por outro lado, 91 % das isoflavonas totais presente na soja são do tipo malonil-glicosídicas.

Durante o processo fermentativo houve uma perda de aproximadamente 52 % no teor total de isoflavonas. As condições de processamento da soja podem provocar alterações no teor total e no perfil das isoflavonas presentes (NAKAMURA, TSUJI e TONOGAI, 2000). Um estudo de balanço de massa no processamento de soja para obtenção de diversos produtos (WANG; MURPHY, 1996), mostrou que as perdas de isoflavonas no *tempeh* foram cerca de 10 % na maceração e 60 % no cozimento.

Por outro lado, foram encontrados apenas traços de isoflavonas agliconas na soja, enquanto que o *tempeh* apresentou 91,5 % de isoflavonas agliconas (0,54 $\mu\text{mol g}^{-1}$), destes 66 % são do tipo genisteína (0,39 $\mu\text{mol g}^{-1}$), de acordo com a Tabela 6. Nakajima et al. (2005) encontraram resultados semelhantes de genisteína para o *tempeh* produzido com soja amarela e preta, 0,25 e 0,34 $\mu\text{mol g}^{-1}$ em base seca, respectivamente. Estes resultados confirmam o efeito benéfico da fermentação da soja pelo *Rhizopus oligosporus* na produção do *tempeh*

As isoflavonas também são conhecidas por sua atividade anticancerígena (mama, próstata e cólon), a qual é mais acentuada nas formas agliconas que glicosiladas (SETCHELL, 2000). Estudos indicam que as isoflavonas agliconas são mais benéficas para a saúde humana e a genisteína é a forma de maior absorção pelo organismo humano quando comparada a outras isoflavonas (MESSINA, 2000).

Ganzarolli e Benassi (2015) encontraram resultados superiores de aglicona genisteína (0,17 e 1,46 $\mu\text{mol g}^{-1}$, em base seca) para a soja e farinha de *tempeh*, respectivamente. A predominância das formas agliconas, após a fermentação e liofilização, reforça a vantagem da utilização da farinha de *tempeh* como alternativa à farinha de soja (LEITE, 2013).

Tabela 7: Distribuição de isoflavonas nas diferentes formulações de barra de cereais

Forma química	Formulações**				
	A Controle	B 10 %*	C 15 %*	D 20 %*	
Malonil-glicosídicas conjugadas	Malonildaizina	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
	Malonilglicitina	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
	Malonilgenistina	N.d.	0,03 ^b ± 0,00	0,04 ^b ± 0,00	0,07 ^a ± 0,01

Acetil-glicosídicas conjugadas	Acetildaidzina	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
	Acetilglicitina	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
	Acetigenistina	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
Agliconas	Daidzeína	N.d.	0,09 ^c ± 0,00	0,12 ^b ± 0,00	0,19 ^a ± 0,00
	Gliciteína	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.
	Genisteína	N.d.	0,16 ^c ± 0,01	0,21 ^b ± 0,00	0,31 ^a ± 0,01
Total de isoflavonas		N.d.	0,27 ^c ±0,01	0,37 ^b ±0,00	0,57 ^a ±0,02

*Porcentagem de farinha de *tempeh* adicionada.

** Valores em base seca ($\mu\text{mol g}^{-1}$)

N.d.: não detectado. As isoflavonas (β -glicosídicas) daidzina, genistina e glicitina não foram detectadas em nenhum ensaio.

Fonte: Aatoria Própria (2017).

De acordo com a Tabela 7, os resultados para as isoflavonas encontradas nas diferentes formulações evidenciaram um substancial aumento no teor destes compostos quando empregadas farinhas de *tempeh*, comprovando uma melhoria funcional, devido às isoflavonas agliconas genisteína presentes em maior concentração. Existe um interesse crescente em enriquecer produtos com a isoflavona aglicona de soja devido à sua alta bioatividade (CHEN et al., 2013).

Muitos artigos trazem apenas o teor de isoflavonas total que deve ser ingerido diariamente para promover benefícios à saúde e há muitos resultados controversos quanto a estes valores. O teor de isoflavonas ingerido por adultos no Japão e China pode chegar em algumas cidades a aproximadamente 40 mg/d, enquanto na Europa e Estados Unidos este teor não ultrapassa a 3 mg/d (MESSINA, 2010). A Food and Drug Administration (FDA), recomenda a ingestão diária de 30-60 mg de isoflavonas totais para mulheres e homens (ADLERCREUTZ et al., 2000). A recomendação de fabricantes de suplementos nutricionais à base de soja de acordo com os rótulos varia entre 20 e 100 mg de isoflavonas totais por dia (GENOVESE et al., 2003).

Outros autores salientam que as isoflavonas agliconas é que são absorvidas diretamente, enquanto que as formas conjugadas requerem hidrólise para a absorção pelo organismo. Khaodhiar et al. (2011) observaram que doses de

40 a 60 mg/d durante 12 semanas de agliconas daidzeína reduziram os sintomas da menopausa entre mulheres de 38 e 60 anos. Um estudo italiano avaliou os efeitos da ingestão de 54 mg/d de genisteína por mulheres pós-menopáusicas e foi possível constatar a melhora da qualidade de vida e a diminuição dos sintomas depressivos (ATTERITANO et al., 2014).

5.4 Análise Sensorial

5.4.1 Caracterização da equipe

A equipe de provadores (72 mulheres e 63 homens) com idade predominante entre 18 e 25 anos (88 %) e a maioria com ensino médio completo (91 %). Eram estudantes (76 %) e profissionais assalariados, liberais ou funcionários públicos (24 %), em sua maioria consumidores de barra de cereais (75 % consumiam ocasionalmente, 18 % consumiam uma vez ou mais na semana, enquanto 7 % não consumiam).

Da população estudada, 36 % afirmou consumir ocasionalmente alimentos funcionais, 25 % de 1 a 3 vezes na semana, 15 % diariamente e 24 % afirmou não consumir esses produtos. Há vários fatores que podem influenciar no consumo de alimentos funcionais, podendo citar fatores internos, tais como: motivação para a compra, os aprendizados, a personalidade de cada pessoa; assim como fatores externos, como a classe social, família e cultura (MEDEIROS; CRUZ, 2006). Além disso, o conhecimento sobre os benefícios proporcionados pelos alimentos funcionais, a busca por uma melhora na qualidade de vida e a presença de enfermidades, como diabetes e hipertensão, influenciam na escolha por esses alimentos (WANSINK et al., 2005; LANDSTRÖM et al., 2007). Pozzo (2014), identificou os consumidores de alimentos funcionais como tendenciosamente mais velho (adultos acima de 40 anos ou idosos), com algum problema de saúde (próprio

ou de familiares), onde os alimentos incidiriam na minimização das enfermidades sofridas ou com preocupação a respeito da longevidade.

Dentre os alimentos funcionais mais consumidos destacaram-se os cereais (56 %, sendo que 31 % indicaram a granola e 31 % a aveia), iogurte (17 %), frutas e verduras (16 %) e outros (11 %).

Em relação ao consumo de produtos de soja, 44 % indicaram nunca consumir, 38 % afirmaram consumir ocasionalmente e 19 % 1 vez na semana ou mais. Não houve diferença significativa entre gênero e consumo de alimentos à base de soja. Em estudo realizado com mulheres na cidade de Campinas, Amaral (2006) identificou que 39,9 % do total da mostra nunca consomem alimentos à base de soja e o principal motivo (54 % das respostas) o preço dos produtos, seguidos por não gostarem (33,6 %), falta de hábito (25 %), por não saberem preparar (14 %), por falta de tempo (9 %) e apenas 3,2 % por serem alérgicas a essa leguminosa.

Dentre os derivados da soja mais consumidos, destacaram-se o leite ou suco de soja (41 %), azeite (29 %), proteína texturizada (14 %), *shoyu* (7 %) e outros (10 %). Em relação ao *tempeh*, 83 % afirmaram não conhecer o produto, 13 % já ouviram falar e apenas 4 % já consumiram.

Bedani e Rossi (2005) ao analisarem os motivos para o não consumo de soja e seus produtos derivados na cidade de Araraquara, observaram que a maioria dos indivíduos entrevistados (36,3 %) não consome tais produtos por não gostarem, 30,8 % devido à falta de hábito, 21,5 % por falta de oportunidade em provar esses produtos e 8,5 % em virtude do preço. Segundo Amaral (2006), quanto maior a idade, maior o tempo e a frequência de uso de produtos a base de soja.

5.4.2 Aceitação sensorial

A formulação A (controle) foi a mais aceita de acordo com os atributos da Tabela 8, porém, entre as formulações B e C não houve diferença significativa, indicando a possibilidade da adição de até 15 % de FT. Entre as formulações C e D

também não houve diferença significativa, porém, a formulação D, com 20 % de FT, teve menor aceitação diferindo significativamente ($p < 0,05$).

No caso dos atributos sabor e impressão global das formulações B, C e D o desvio padrão foi maior em comparação à formulação A. Isso indica que na aceitação da barra controle (A) houve um maior consenso entre os provadores e, no caso a grande maioria gostou. Entretanto, as barras com 10 % e 15 % de adição de FT são formulações que se destacaram do ponto de vista da aceitação sensorial além disso, contêm 0,16 e 0,21 $\mu\text{mol g}^{-1}$ de isoflavonas agliconas genisteína, respectivamente, enquanto que a soja apresentou 0,05 $\mu\text{mol g}^{-1}$ deste constituinte.

A soja é um alimento com sabor característico (amargo e adstringente) e a falta de hábito no consumo desse produto pode causar estranheza e baixa aceitação. Vale ressaltar que 44 % dos avaliadores disseram nunca consumir esses produtos.

Tabela 8: Aceitação sensorial das barras de cereais.

Atributos avaliados	Formulações			
	(A)	(B)	(C)	(D)
Cor	7,6 ^a ± 1,9	6,9 ^b ± 2,1	6,5 ^{bc} ± 2,1	6,1 ^c ± 2,2
Aparência	7,6 ^a ± 2,0	6,7 ^b ± 2,2	6,4 ^{bc} ± 2,2	5,9 ^c ± 2,2
Textura	7,3 ^a ± 2,0	7,0 ^{ab} ± 2,1	6,8 ^b ± 2,0	6,2 ^c ± 2,1
Sabor	8,1 ^a ± 1,8	5,8 ^b ± 2,6	5,5 ^{bc} ± 2,5	5,1 ^c ± 2,6
Impressão global	7,6 ^a ± 1,6	6,3 ^b ± 2,1	5,9 ^{bc} ± 2,1	5,6 ^c ± 2,1

Média ± desvio padrão (n = 135) seguidas de letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Aatoria Própria (2017).

O *tempeh* é um derivado da soja com conteúdo considerável de isoflavonas (BORGES et al., 2016), as quais são reconhecidas pelo sabor amargo (SILVA et al., 2010; ARAÚJO et al., 1997) que conferem aos alimentos. Quando solicitados sobre os atributos menos apreciados para a formulação B, 36,7 % dos provadores indicaram o sabor e, mais 15,1 % indicaram especificamente o sabor amargo. Na amostra contendo 15 % de FT 36,9 % indicaram o sabor e 17,4 % o sabor amargo. Na amostra com 20 %, um total de 40,8 % não apreciou o sabor. Segundo os consumidores de barra de cereais o sabor é um dos atributos que mais

influencia a escolha do produto no momento da compra (DEGASPARI; MOTTIN; BLINDER, 2009).

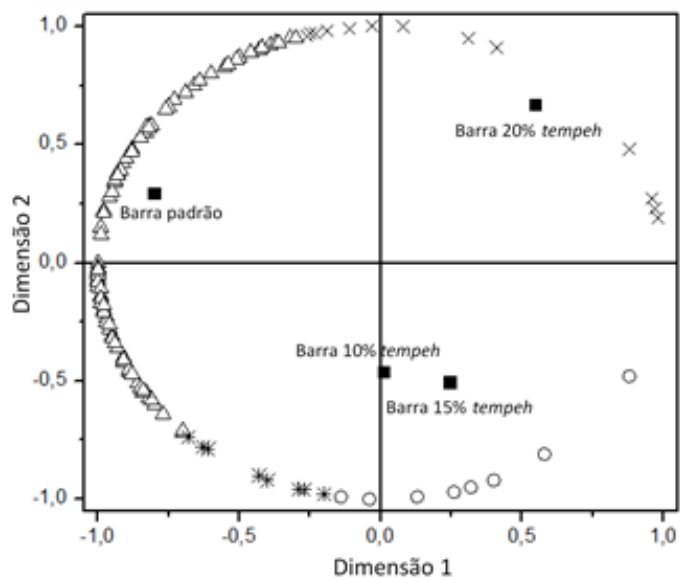
Em estudo realizado com mulheres na cidade de Campinas, Amaral (2006) observou que o consumo de isoflavona de soja (hormônio vegetal) é utilizado por 40,5 % das mulheres entrevistadas que estão ou já passaram pela menopausa e a maior incidência na faixa dos 51 anos ou mais. E 60,1 % da mostra consome alimentos à base de soja e concluiu que quanto maior o grau de escolaridade (provavelmente nível econômico maior) e quanto maior a idade, tanto maior o consumo.

De forma similar, em barras de cereais com alto teor proteico e vitamínico a base de proteína de soja texturizada, gérmen de trigo e aveia, enriquecida de ácido ascórbico e acetato de α -tocoferol, e saborizadas com banana foram obtidas médias de aceitação equivalentes as obtidas no presente estudo, apesar dos autores terem aplicado a escala hedônica de 9 pontos (FREITAS; MORETTI, 2006).

5.4.3 Mapa de preferência interno

A Figura 2 ilustra a avaliação dos resultados individuais pelo mapa de preferência interno, assim é possível verificar a segmentação de consumidores. Uma solução bi-dimensional foi responsável por 81 % da variância explicada para a impressão global, conforme Figura 2.

A dimensão 1 discriminou a barra de cereais controle das demais barras de cereais com adição de *tempeh*, sendo que a primeira foi localizada separadamente no lado esquerdo do mapa de preferência interno, enquanto as demais foram localizadas no lado direito (Figura 2). Independente da menor nota para impressão global das barras com FT conforme a Tabela 8, um grupo menor e específico de consumidores as prefere (correspondente a 23 % dos consumidores; grupo 2: 14 consumidores, grupo 3: 9 consumidores e grupo 4: 8 consumidores), de acordo com a Figura 2.



Configuração das amostras (■) e dos consumidores (△ grupo 1, 104 consumidores; × grupo 2, 14 consumidores; * grupo 3, 9 consumidores; ○ grupo 4, 8 consumidores).

Figura 2: Mapa de Preferência Interno das barras de cereais.

Fonte: Autoria Própria (2017).

6 CONCLUSÃO

A fermentação com *Rhizopus oligosporus* para a produção de *tempeh* melhorou as características nutricionais da soja pelo aumento do teor de proteínas, diminuição do teor de lipídios com aumento do teor de ácidos graxos poli-insaturados e de isoflavonas agliconas genisteína. A secagem por liofilização do *tempeh* para produção da farinha de *tempeh* preservou os compostos bioativos, o aroma e a cor brilhante do *tempeh*.

A utilização da farinha de *tempeh* na produção de barras de cereais é viável, por proporcionar a elaboração de um produto funcional que apresenta em sua composição, como diferenciais, um teor mais elevado de nutrientes (especialmente proteína), a presença de isoflavonas agliconas, além de boa aceitação sensorial.

REFERÊNCIAS

ADLERCREUTZ H, MAZUR W, BARTELS P, ELOMA V, WATANABE S, WAHALA K, LANSTROM M, LUNDIN E, BERGH A, DAMBER JE, AMAN P, WIDMARK A, JOHANSSON A, ZHANG JX, HALLMANS G. Phytoestrogens and prostate disease. **The Journal of Nutrition** v. 130, p. 658-659, 2000.

Alimentos funcionais e suas perspectivas no mercado brasileiro. **Food Ingredients Brasil**, n. 30, 2014. Disponível em: < <http://www.revista-fi.com/materias/408.pdf> >. Acesso em: 27 de agosto de 2016.

AMARAL, V. M. G. **A importância da soja como alimento funcional para qualidade de vida e saúde**. 2006. 86 f. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, SP, 2006.

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

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alegações de propriedade funcional aprovadas**. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/> >. Acesso em: 27 de agosto de 2016.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington, 2001.

ASTUTI, M; MELIALA, A. Tempeh, a nutritious and healthy food from Indonesia. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, 2000.

ASTUTI, M. Iron bioavailability of traditional Indonesian soybean tempe. **Memoirs of Tokyo University of Agriculture**, 1994.

ATTERITANO, M.; MAZZAFERRO S.; BITTO A.; CANNATA M.L.; D'ANNA R.; SQUADRITO, F.; MACRI, I., FRISINA, A., FRISINA, N., BAGNATO, G. Genistein effects on quality of life and depression symptoms in osteopenic postmenopausal women: A 2-year randomized, double-blind, controlled study. **Osteoporos. Int.** v. 25(3), p. 1123–1129, 2014.

BABU, P.D.; BHAKYARAJ, R.; VIDHYALASHMI, R.A. Low Cost Nutritious Food - *Tempeh* - a review. **World Journal of Dairy & Food Science**, 2009.

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. **Ciências Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26(4): 921-926, 2006.

BAÚ, T. R.; CUNHA, M. A. A.; CELLA, S. M.; OLIVEIRA, A. L. J.; ANDRADE, J. T. Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. ISSN: 1981-3686/ v. 04, n. 01: p. 42-51, 2010.

BEDANI, R.; ROSSI, E. A. Isoflavonas: Bioquímica, fisiologia e implicações para a saúde. **Boletim do CEPPA**. Curitiba, v. 23, n. 2, p. 231-264, 2005.

BERHOW, M. A. **Modern analytical techniques for flavonoid determination**. In: BUSLIG, B. S.; MANTHEY, J. A. **Flavonoids in the living cell**. p. 61-76, New York: Klusher Academic, 2002.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v. 37, n. 8, p.911–917, 1959.

BORGES, Cristiane W.C. **Efeito das condições de preparo do *tempeh* de soja na bioconversão das isoflavonas glicosídicas em agliconas**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

BOWER, J. A.; WHITTEN, R. Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, v.15, p. 327-345, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 12** de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 04/06/16.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC n. 18**, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes

Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Brasília, 1999.

BRASIL, Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, Agência Nacional De Vigilância Sanitária - Anvisa; Aprova O Regulamento Técnico Para Produtos De Cereais, Amidos, Farinhas E Farelos, **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.

BRITO, I. P.; CAMPOS, J. M.; SOUZA, T. F. L.; WAKIYAMA, C.; AZEREDO, G. A. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 35-50, 2004.

BRITZ, S. J., SCHOMBURG, C. J., & KENWORTHY, W. J. Isoflavones in seeds of fieldgrown soybean: variation among genetic lines and environmental effects. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 88, p. 827 – 832, 2011.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; MOREIRA, J. U. V. **Melhoramento de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo** - safra agrícola 2011/2012. p. 27 – 31. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; PIPOLO, A. E.; MANDARINO, J. M. G.; ARANTES, N. E.; GARCIA, A.; BENASSI, V. de T.; ARIAS, C. A. A.; KASTER, M.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, M. A. de; TOLEDO, J. F. F. de; MOREIRA, J. U. V.; CARNEIRO, G. E. de S. **Breeding specialty soybean cultivars for processing and value-added utilization at Embrapa in Brazil**. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 8., 2009, Beijing. **Developing a global soy blueprint for a safe secure and sustainable supply: proceedings**. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences: Institute of Crop Science, 2009.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; FAVONI, S. P. G.; KIKUCHI, A. Extraction time for isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 4, p. 515-518, 2002.

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**. v. 44, n. 11, p. 1444-1451, 2009.

CHEN, K.-I., LO, Y.-C., LIU, C.-W., YU, R.-C., CHOU, C.-C., & CHENG, K.-C. Enrichment of two isoflavone aglycones in black soymilk by using spent coffee

grounds as an immobiliser for b-glucosidase. **Food Chemistry**, v. 139, p. 79-85, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. Acomp. safra bras. grãos, v. 12 Safra 2015/16 - Décimo Segundo levantamento, Brasília, p. 1-182, setembro 2016.. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf> Acesso em: 05 de julho de 2016.

CRUZ, I. L. **Desenvolvimento de um inóculo seguro, eficiente e padronizado para a produção de *tempeh* em pequena escala a partir de diferentes leguminosas**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Universidade de Lisboa. Lisboa, 2014.

DEGASPARI, C.H.; MOTTIN, F.; BLINDER, E.W. O comportamento do consumidor no mercado de barras cereais. **Publicatio UEPG: Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Linguística, Letras e Artes**, v. 17, n. 1, p. 49–58, 2009.

ENCONTRO FRANCO BRASILEIRO DE BIOCÊNCIA E BIOTECNOLOGIA ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS. Brasília, 2002. **Anais Eletrônicos**... Brasília: EMBRAPA, 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/180287/alimentos-funcionais-e-nutraceuticos-resumos-das-palestras>> Acesso em: 05 de julho de 2016.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ALVES, Fernanda P.; OLIVEIRA, Marcelo A.; MANDARINO, José Marcos G.; BENASSI, VERA T.; LEITE, Rodrigo S.; SEIBEL, Neusa F. Composição centesimal de grãos de soja de oito diferentes cultivares. Londrina, 2011. **Resumos expandidos**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/Jornada2011.pdf>> Acesso em 12 de novembro de 2016.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja na alimentação**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=7>. Acesso: 08 de agosto de 2016.

ESTEVES, E. A.; MONTEIRO, J. B. R. Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. **Revista Nutrição**. [Online]. 2001, vol.14, n.1, pp. 43-52. ISSN 1415-5273. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732001000100007>>. Acesso em: 08 de agosto de 2016.

FERRARI, C., KUSANO, B. Bioquímica dos Alimentos Funcionais, Nutrição e Saúde. **Revista Nutrição profissional**. n.1, p. 21, 2005.

FERREIRA, M. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; MANDARINO, J. M. G.; SILVA, J. B.; IDA, E. I, CARRÃO-PANIZZI, M. C. Changes in the isoflavone profile and in the chemical Composition of *tempeh* during processing and refrigeration. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1555-1561, 2011

FREITAS, D. C. Barras de cereais elaboradas com proteína de soja e gérmen de trigo, características físico-químicas e textura durante armazenamento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición** v. 55, n. 3, p. 299-304, 2005.

FREITAS, D.G.C.; MORETTI, R.H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p.318-324, 2006.

GANZAROLI, J. F.; BENASSI, V. T. **Obtenção e uso da farinha de *tempeh* em bolos**. In: VII Congresso Brasileiro de soja, Mercosoja, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1018996/obtencao-e-uso-da-farinha-de-tempeh-em-bolos>>. Acesso em: 02 novembro de 2017.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M.S.; BARBOSA, A.S.L.; LAJOLO, F. M. Avaliação do teor de isoflavonas de “suplementos nutricionais à base de soja”. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 2, 2003

HACHMEISTER, A. K; FUNG, C. D. Y. *Tempeh*: a mold modified indigenous fermented food made from soybeans and/or cereal grains. **Critical Reviews Microbiology**. p. 137-188, 1993.

HARON, H.; ISMAIL, A.; AZLAN, A.; SHAHAR, S.; PENG, L.S. Daidzein and genestein contents in *tempeh* and selected soy products. **Food Chemistry**, v.115, p.1350-1356, 2009.

HUTKINS, R. W. Microbiology and technology of fermented foods – Fermentation of Food in Orient, **Blackwell Publishing Lda**, Iowa, p. 436-443., 2006

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Instituto A. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. 4. ed. (1. edição digital), São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5509: Animal and vegetable fats and oils: preparation of methyl esters of fatty acids**. London: International Organization for Standardization, 1978.

KAMINSKI, T. A.; BRACKMANN, A.; PICOLLI, S. L.; BEUTINGER B. A. B.; SEFRIN, S. C. Composição química e alterações estruturais do arroz irrigado durante o armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, pp. 1167-1184, 2013.

KHAODHIAR, L.; RICCIOTTI, H. A.; LI, L.; PAN, W.; SCHICKEL, M.; ZHOU, J.; BLACKBURN, G. L. Daidzein-rich isoflavone aglycones are potentially effective in reducing hot flashes in menopausal women. **Menopause**, v. 15, n. 1, p. 125–132, 2008

KUSWANTO, K. R. **Industrialization of Tempe Fermentation**. In: **Steinkraus, K. H., Industrialization of Indigenous Fermented Food**. 2 ed, Revised and Expanded, New York, p. 587-631, 2005

LANDSTRÖM, E. Use of functional foods among Swedish consumers is related to health-consciousness and perceived effect. **British Journal of Nutrition**, v. 98, n. 5, p. 1058-1069, 2007.

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. **Soybeans as functional foods and ingredients**. Illinois: AOCS Press, p. 331, 2004

LIU, W. H.; INBARAJ, B. S.; CHEN, B. Analysis and formation of trans fatty acids in hydrogenated soybean oil during heating. **Food Chemistry**. n. 104, p. 1740–1749, 2007

LIU, K. Current constrains in soybean food utilization and efforts to overcome them. **IV World soybean research conference iv**. In: Proceedings. p. 409-418, 1999.

LIU, K. **Soybeans chemistry technology and utilization**. Chapman and Hall, p. 532, 1997.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**. v. 27, p. 59-69, 2011.

MEDEIROS, J. F.; CRUZ, C. M. L. Comportamento do consumidor: fatores que influenciam no processo de decisão de compra dos consumidores. **Teoria e Evidência Econômica**. v. 14, p. 167-189, Edição Especial, 2006.

MESSINA, M. Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health: A brief overview. **Journal of Renal Nutrition**, v. 10, p. 63–68, 2000.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, Legislação E Benefícios À Saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MURPHY, P. **Countlines and cereal bars**. In: JACKSON, E. B.; **Sugar Confectionery Manufacture**. Cambridge: Chapman & Hall, 1995. Cap. 13, p. 287-297.

NOBUYOSHI NAKAJIMA, N.; NOZAKI, N.; ISHIHARA, K.; ISHIKAWA, A.; TSUJI, H. Analysis of Isoflavone Content in *Tempeh*, a Fermented Soybean, and Preparation of a New Isoflavone-Enriched *Tempeh*. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 100, n. 6, p. 685–687, 2005.

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.

NOUT, R. M. J.; KIERS, J. L. Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the 3rd millennium. **Journal of Applied Microbiology**. n.98, p.789–805, 2005.

NOUT, M. J. R.; KIERS, J. L. **Tempeh as a functional food**. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 708-713. (Embrapa Soja. Documentos, n. 228). Editado por Flávio

Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerani, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

NOUT, M. J. R.; ROMBOUTS, F. M. A review: recent developments in tempe research. **Applied bacteriology**, p. 629-633, 1990

OP & P PRODUCT RESEARCH. Senstools. Versão 2.3. Utrecht, 1998. 1 CD-ROM.

PEUCKERT, Y. P.; VIERA, V. B.; HECKTHEUER, L. H. R.; MARQUES, C. T.; ROSA, C. S. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu - camu (myrciaria dúbia). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p. 147-152, 2010.

POZZO, D. N. O PERFIL DO CONSUMIDOR DE ALIMENTOS FUNCIONAIS: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DAS TENDÊNCIAS MUNDIAIS. **GESTÃO CONTEMPORÂNEA: REVISTA DE NEGÓCIOS DO CESUCA - ISSN 2446-5771**, [S.l.], v. 1, n. 2, nov. 2014. ISSN 2446-5771. Disponível em: <<http://ojs.cesuca.edu.br/index.php/revistaadministracao/article/view/797>>. Acesso em: 29 out. 2017.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da danone e da nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. **Revista de Sociologia e Política** [online] ISSN 0104-4478. 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=23811708008>> Acesso em: 24 de agosto de 2017.

REHMS, H.; BARZ, W. Degradation of stachyose, raffinose, melibiose and sucrose by different *tempeh*-producing *Rhizopus* fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.44, p. 47-52, 1995.

RODRIGUES, C. S. **Desenvolvimento de barras de cereais com ingredientes prebióticos e probiótico**. 2013. 201 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2013.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L., OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. CETEA, 2001.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em:

http://intranet.df.sebrae.com.br/download/OportunidadesFeiraEmpreendedor2009/01_Alimentos_Funcionais_2009.pdf. Acesso em 05 julho de 2016.

SETCHELL, K. D.R. Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 8, n. 6, p. 1333S-1346S, 1998.

SETCHELL, K. D.R. Absorption and metabolism of soy isoflavones: from food to dietary supplements and adults to infants. **The Journal of Nutrition**, v. 130, p.654S-655S, 2000.

SHARMA, R.; SARBHOY, A. K. *Tempeh*-a fermented food from soybean. **Current Science**. p. 325-326, 1984.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, p.227, 2000.

SOUSA, B. A. A. **Funcionalidade dos extratos fenólicos obtidos pelo cultivo semissólido de resíduos de abacaxi (*Ananas comosus L.*) e goiaba (*Psidium guajava L.*)**. 2009. 120 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

STEINKRAUS, K.H. **Indonesian *tempeh* and related fermentation**. In: STEINKRAUS, K.H. **Handbook of indigenous fermented foods**. New York: Marcel Dekker, p.1-94, 1983.

SUHET, M. I.; FIOREZE, R. Produção de proteína unicelular a partir do resíduo da industrialização do abacaxi utilizando Fermentação em estado semissólido. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 05, n. 02: p. 584-592, 2011

TEEN, A. Cereal bars. **Prepared Foods**. July 2008. Disponível em: <<http://www.preparedfoods.com/articles/article-cereal-bars-july-2008>>. Acesso em: 17 de setembro de 2017.

TSUKAMOTO, C.; KUDOU, S.; KIKUCHI, A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C., ONO, T., KITAMURA K.; OKUBO K. - Isoflavones In Soybeans Products: Composition,

Concentration And Physiological Effects – **Anais do I simpósio sobre os benefícios da soja para a saúde humana**. p. 9-14, 2001.

VARZAKAS, T. *Rhizopus oligosporus* mycelial penetration and enzyme diffusion in soya bean tempe. **Process Biochemistry**, v. 33, p. 741-747, 1998.

WALZEM, R. L. Functional Foods. **Trends in Food Science and Technology**. v. 15, p. 518, 2004.

WANG, H.; MURPHY, Patricia A. Mass balance study of isoflavones during soybean processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.2377 – 2383, 1996.

WANG, H. J.; MURPHY, P.A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year, and location. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 42, p. 1674-1677, 1994.

WANSINK, B.; WESTGREN, R. E.; CHENEY, M. M. Hierarchy of nutritional knowledge that relates to the consumption of a functional food. **Nutrition**, n. 21, p. 264–268, 2005.

WEGULO, S. N.; YANG, X.-B.; MARTINSON, C. A.; MURPHY, P. A. Effects of wounding and inoculation with *Sclerotinia sclerotiorum* on isoflavone concentrations in soybean. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 85, p. 749-760, 2005.

WEI, L. S. **Domestic soybean consumption in Asia**. In: SOYBEAN PROCESSING FOR FOOD USES, Illinois, 1991. **Anais of Illinois: International soybean program**, p.162 – 183, 1992.

WINARNO, F. G. *Tempeh*. In: REDDY, R. N.; PIERSON, M. D.; SALUNKHE, D. K. **Legume-based fermented foods**, p. 95-117, 1986.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.; MOSTOFSKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiol Aging**. v. 23, n. 5, p. 843-853, 2002.

YOO, D. C.; HARA, T.; FUJITA, N.; WAKI, T.; NOGUCHI, A.; TAKAHASHI, S. Transcription analyses of Gm1CHG, a gene coding for a β -glucosidase that catalyzes

the specific hydrolysis of isoflavone conjugates in *Glycine max* (L.) Merr. **Plant Science**, v. 208, p. 10-19, 2003.

YOUDIM, K. A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**. v.18, n. 4/5, p. 383-399, 2000.