

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LEIDIANE CARDOSO GONÇALVES

**AVALIAÇÃO QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE SOJA  
PARA ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE TOFUS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA  
2014

LEIDIANE CARDOSO GONÇALVES

**AVALIAÇÃO QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE SOJA  
PARA ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE TOFUS**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Neusa Fátima Seibel.

LONDRINA  
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

G635a Gonçalves, Leidiane Cardoso

Avaliação química e tecnológica de grãos de soja para elaboração e caracterização de tofus / Leidiane Cardoso Gonçalves. - Londrina: [s.n.], 2014.

62 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Neusa Fátima Seibel

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2014. Inclui bibliografias.

1. Soja. 2. Queijo de soja. 3. Alimentos - Avaliação sensorial. I. Seibel, Neusa Fátima, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós- Graduação em Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

CDD: 664

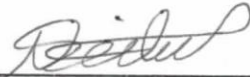
**FOLHA DE APROVAÇÃO**  
Título da Dissertação Nº 18

**“Avaliação Química E Tecnológica De Grãos De Soja  
Para Elaboração E Caracterização De Tofus”**

por

**LEIDIANE CARDOSO GONÇALVES**

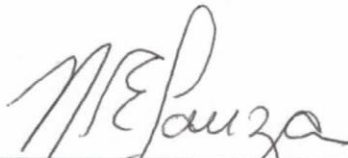
Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 14:30 hs de 22 de setembro de 2014. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:



Dra. Neusa Fátima Seibel  
UTFPR Câmpus Londrina  
Orientador

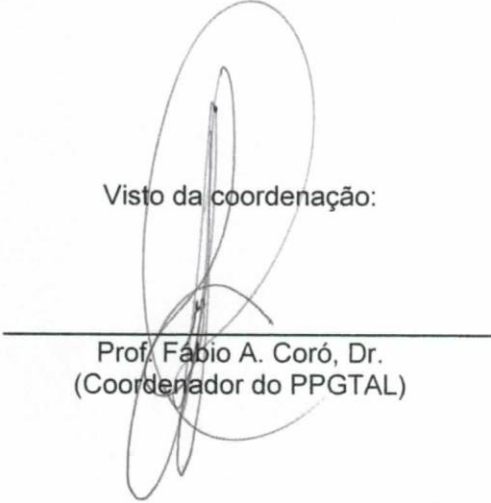


Dra. Vera de Toledo Benassi  
EMBRAPA-Soja  
Membro Examinador Titular



Dr. Nilson Evelázio de Souza  
UTFPR Londrina  
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:



Prof. Fábio A. Coró, Dr.  
(Coordenador do PPGTAL)

Dedico este trabalho à minha família,  
pelos momentos de ausência.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof. Dra. Neusa Fátima Seibel, por sua dedicação, profissionalismo e principalmente, por sua compreensão durante a orientação deste trabalho.

À Embrapa Soja, pela ajuda nas análises cromatográficas.

À coordenação do Programa de Mestrado em Tecnologia em Alimentos em especial Prof. Marly Sayuri Katsuda.

Aos professores da banca examinadora, pela contribuição dedicada a este estudo.

Aos colegas estagiários do Programa de Educação Tutorial que se dedicaram a este estudo.

Aos amigos, pelo apoio durante esta etapa.

À minha família e em especial meus pais Augusto Gonçalves e Lindaura Cardoso Gonçalves pela motivação e por ter me ensinado dentre muitas coisas, à perseverança, o respeito com as pessoas e valorização do trabalho.

Ao meu querido esposo, Fabiano Érisson da Cunha, por todo o suporte profissional, seu amor e companheirismo, que me sustentaram em todas as dificuldades enfrentadas.

Quero expressar minha enorme gratidão a todos os citados e pedir desculpas àquelas que não estão presentes nestas palavras, mas que certamente fizeram e fazem parte do meu pensamento e reconhecimento. Que Deus possa abençoar e retribuir toda a dedicação que desempenharam para a elaboração deste trabalho

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

ISAAC NEWTON

## RESUMO

GONÇALVES, Leidiane C. **Avaliação química e tecnológica de grãos de soja para elaboração e caracterização de tofus**. 2014. 62f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

O objetivo do trabalho foi elaborar e caracterizar tofus, com e sem adição de orégano, produzidos com duas cultivares de soja, BRS 284 e BMX Potência RR, oriundas de Mauá da Serra – PR, safra 2011/2012. Os grãos foram avaliados quanto a sua composição proximal, fibras alimentares, isoflavonas e propriedades tecnológicas. Também foram determinados a quantidade de água absorvida na maceração dos grãos, o rendimento e a composição proximal dos extratos de soja. Os tofus foram avaliados quanto à composição proximal, isoflavonas e aceitação sensorial. As duas cultivares se destacaram pelo teor de proteínas BRS 284 (33,24%) e BMX Potência RR (34,74%), lipídios BRS 284 (22,54%) e BMX Potência RR (21,72%) e fibras alimentares totais BRS 284 (26,64%) e BMX Potência RR (27,13%), sendo a maior fração constituída de fibras insolúveis. Ambas cultivares apresentaram altos valores de isoflavonas totais BRS 284 (591,70 mg.100g<sup>-1</sup>) e BMX Potência RR (865,36 mg.100g<sup>-1</sup>), devido ao local de plantio possuir temperaturas baixas. As cultivares BRS 284 e BMX Potência RR obtiveram valores para volume de intumescimento de 4,31 mL/g e 4,12 mL/g; índice de absorção de água de 2,75 g/g e 2,75 g/g e índice de absorção de óleo de 2,87 g/g e 2,60 g/g, respectivamente. Os grãos das duas cultivares de soja apresentaram diferenças nos teores de umidade, lipídios, proteínas e isoflavonas totais. Durante a maceração os grãos das duas cultivares absorveram em média 1,2 mL mL/g de água. O rendimento dos extratos de soja foram elevados, com média de 77%. Os extratos de soja não apresentaram diferença significativa em sua composição proximal. Os tofus produzidos com as duas cultivares se destacaram pelo teor de proteínas BRS 284 Padrão e Orégano (9,21% e 8,67%) e BMX Potência RR Padrão e Orégano (11,16% e 10,90%), seguido por lipídios BRS 284 Padrão e Orégano (5,26% e 4,89%) e BMX Potência RR Padrão e Orégano (4,38% e 4,24%). Os tofus das duas cultivares apresentaram altos teores de isoflavonas totais BRS 284 Padrão e Orégano (243,57 mg.100g<sup>-1</sup> e 219,18 mg.100g<sup>-1</sup>) e BMX Potência RR Padrão e Orégano (262,64 mg.100g<sup>-1</sup> e 330,38 mg.100g<sup>-1</sup>). Os tofus padrão e com adição de orégano da cultivar BRS 284 não apresentaram diferença para os teores de proteínas e nos produtos elaborados com a cultivar BMX Potência RR, não houve diferença nos teores de lipídios e cinzas. Os tofus com adição de orégano apresentaram melhor aceitabilidade e também maior intenção de compra pelos julgadores, comprovando a importância do atributo sabor na aceitação do tofu por parte de não consumidores.

**Palavras-chave:** Isoflavonas. Proteínas. Fibras. Análise Sensorial. Orégano.



## ABSTRACT

GONÇALVES, Leidiane C. **Chemistry and technology evaluation of soybean to preparation and characterization of tofus**. 2014. 62f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2014.

The aim of the study was to develop and characterize tofu, with and without the addition of oregano, produced with two soybean cultivars, BRS 284 and BMX Potência RR, from Maua da Serra – PR, harvest 2011/2012. The grains were evaluated for proximate composition, dietary fiber, isoflavones and technological properties. Were also determined the amount of water absorbed in the soaking of the grains, the yield and the proximal composition of soymilk. The tofu were evaluated for proximate composition, isoflavones and sensory acceptance. Both cultivars stood out for its protein content BRS 284 (33,24%) and BMX Potência RR (34,74%), lipids BRS 284 (22,54%) and BMX Potência RR (21,72%) and total dietary fiber BRS 284 (26,64%) and BMX Potência RR (27,13%), being the largest fraction consists of insoluble fiber. Both cultivars showed high levels of total isoflavones BRS 284 (591,70 mg.100g<sup>-1</sup>) and BMX Potência RR (865,36 mg.100g<sup>-1</sup>), due to the planting site possess low temperatures. The cultivars BRS 284 and BMX Potência RR obtained values for volume swelling of 4,31 mL/g and 4,12 mL/g; water absorption index of 2,75 g/g e 2,75 g/g and oil absorption index of 2,87 g/g and 2,60 g/g, respectively. The grains of two soybean cultivars showed differences in moisture, lipids, proteins and total isoflavones. During maceration, grains of both cultivars absorbed on average 1,2 mL mL/g of water. The yield of soymilk were high, with an average of 77%. The soy extract showed no significant difference between their composition. The tofu produced in both cultivars stood out for its high protein content Standard BRS 284 and Oregano (9,21% e 8,67%) and Standard BMX Potência RR and Oregano (11,16% e 10,90%), followed by lipids content Standard BRS 284 and Oregano (5,26% e 4,89%) and Standard BMX Potência RR and Oregano (4,38% e 4,24%). The tofus of both cultivars showed high levels of total isoflavones Standard BRS 284 and Oregano (243,57 mg.100g<sup>-1</sup> e 219,18 mg.100g<sup>-1</sup>) and Standard BMX Potência RR and Oregano (262,64 mg.100g<sup>-1</sup> e 330,38 mg.100g<sup>-1</sup>). The standard tofu and adding oregano from cultivar BRS 284 showed no difference in the protein content, and products made with cultivar BMX Potência RR, there was no difference in the levels of lipids and ash. The tofu with oregano showed better acceptability and also better purchase intent by the judges, what indicates the importance of flavor attribute in acceptance by non-consumers.

**Keywords:** Isoflavones. Proteins. Fibers. Sensory Analysis. Oregano.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura química das isoflavonas.....	16
Figura 2 – Formação do gel no processo de coagulação das proteínas de soja.....	20

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
3.1 SOJA .....	13
3.1.1 Soja: alimento funcional .....	14
3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA .....	14
3.3 TOFU .....	18
3.4 ANÁLISE SENSORIAL .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
Artigo 1: Composição química e propriedades tecnológicas de duas cultivares de soja .....	30
Artigo 2: Elaboração e efeito do orégano em tofus com duas cultivares de soja .....	42
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O grão de soja tem sido estudado devido as suas características nutricionais, como o elevado teor de proteínas de boa qualidade nutricional e conteúdo significativo de minerais e fibras (GRIESHOP, 2001). Os produtos obtidos a partir do grão de soja podem ter sua aceitabilidade prejudicada se houver o desenvolvimento do sabor e odor desagradável, conhecido como *beany flavor*, esta característica é devido à ação das enzimas lipoxigenases presentes no grão. O melhoramento genético para a redução das enzimas lipoxigenases e técnicas como o branqueamento dos grãos para inativação das enzimas, estão sendo utilizados para melhorar a aceitabilidade dos produtos de soja (CIABOTTI et al, 2007).

As isoflavonas presentes nos grãos de soja são compostos fenólicos bioativos que podem reduzir o risco de alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, osteoporose e diabetes (MANDARINO, 2010). A composição do grão de soja depende de diversos fatores, dentre estes: tipo de cultivar, localização geográfica, condições ambientais e época de plantio (LIU, 1999).

O tofu consiste em um gel obtido pela coagulação do extrato de soja, o qual é produzido após a lavagem, maceração e trituração dos grãos de soja. Após a etapa de maceração, os grãos são moídos e aquecidos e então passam para o processo de filtração que separa o extrato de soja de seu subproduto, o *okara*. O extrato de soja possui aproximadamente de 8% a 10% de sólidos totais, o que depende da forma de extração e o equipamento utilizado. Dos sólidos, 3,6% correspondem às proteínas, 2% de lipídios, 2,9% de carboidratos e 0,5% de cinzas. (BOWLES; DEMIATE, 2006).

O rendimento e qualidade do tofu podem ser influenciados pelo tipo de cultivar de soja (LI et al. 2013). Ainda, segundo Rekha e Vijayalakshmi (2013), a quantidade de água utilizada na obtenção de extrato de soja afeta o teor de sólidos, influenciando assim diretamente na recuperação das proteínas e, conseqüentemente, na textura e rendimento dos tofus. Outro fator importante que afeta o rendimento e qualidade do tofu é a etapa de coagulação do extrato de soja, pois é a mais difícil de controlar, uma vez que depende de inter-relações complexas e muitas variáveis durante o processamento.

Segundo Serrazanetti et al. (2013), o tofu é considerado um produto de baixo custo que pode substituir de maneira nutritiva alimentos como carne e queijo, possui sabor suave e textura porosa, com aproximadamente 50% de proteínas e 27% de lipídios, os outros constituintes basicamente são carboidratos e minerais. O tofu é livre de colesterol, fonte de proteínas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), portanto pode ser uma fonte alternativa de proteínas.

O perfil de isoflavonas no tofu é variável, pois depende da cultivar utilizada e do processamento empregado. A perda de isoflavonas pode ser significativa durante o processamento, assim como o tipo de coagulante utilizado também pode influenciar na retenção de isoflavonas nos tofus (Prabhakaran; Perera; Valiyaveetil, 2005).

O orégano tem ganhado interesse pelos pesquisadores devido às suas características antioxidantes para os sistemas lipídicos. As folhas secas e o óleo essencial têm sido utilizados na medicina por séculos em diferentes partes do mundo e seu efeito sobre a saúde humana tem sido atribuído tanto ao óleo essencial como frações solúveis de fenólicos (CERVATO et al., 2000 e OLIVEIRA et al., 2009).

A utilização de diferentes variedades de soja na elaboração de produtos alimentícios também pode afetar a aceitabilidade sensorial, além das características químicas e funcionais. Portanto, ao se utilizar variedades de soja não comumente usadas para essa finalidade, é necessária a caracterização completa dos grãos e produtos elaborados. Sendo assim, esse trabalho objetivou a elaboração e caracterização de tofus utilizando duas cultivares de soja.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e caracterizar tofus produzidos com duas cultivares de soja, BRS 284 e BMX Potência RR, oriundas de Mauá da Serra – PR, safra 2011/2012.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição proximal e as propriedades tecnológicas das cultivares BRS 284 e BMX Potência RR;
- Quantificar o perfil de isoflavonas nos grãos;
- Produzir extrato de soja e tofu, com e sem adição de orégano, utilizando as duas cultivares de soja;
- Verificar os rendimentos dos extratos de soja e tofus;
- Determinar a composição proximal dos extratos de soja.
- Analisar as propriedades químicas e o perfil de isoflavonas dos tofus produzidos;
- Avaliar a aceitação sensorial dos tofus sem e com adição de orégano.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SOJA

A soja (*Glycine (max) (L). Merrill.*) é cultivada na China há 5000 anos sendo utilizada em diversos tipos de alimentos, devido seu alto teor de proteínas e óleo. O processamento do grão foi se desenvolvendo e disseminando em diversos países vizinhos, surgindo novos produtos que foram incorporados à cultura e tradição dessas regiões. O grão de soja foi introduzido na Europa em 1712, recebendo o nome científico de *Glycine max* pelo botânico sueco Lineu. Atualmente, os alimentos a base de soja estão difundidos por todo o mundo; com o tempo a modernização no processamento avançou de forma a aumentar o rendimento, qualidade dos produtos, redução dos custos de produção, tornando assim seus produtos mais conhecidos (LIU, 1999).

A soja foi cultivada pela primeira vez no Brasil em 1901, na Estação Agropecuária de Campinas, sendo que o grão foi trazido também pelos imigrantes japoneses em 1908. Oficialmente, a soja foi introduzida em 1914, no Rio Grande do Sul e sua expansão aconteceu nos anos 70, com o interesse da indústria de óleo e demanda de farelo no mercado internacional (A SOJA, 2007).

O crescimento da soja foi limitado no Ocidente devido aos indesejáveis sabores que podem ocorrer durante o processamento, conhecidos como *beany flavor*, devido à ação das enzimas lipoxigenases na soja. Estas enzimas oxidam os ácidos graxos poli-insaturados, gerando compostos carbonílicos voláteis, como aldeídos, cetonas e álcoois, que possuem aroma ou sabor indesejáveis (ROBINSON, 1995).

Segundo Liu (1999), a soja pode ser utilizada para a elaboração de diversos alimentos fermentados (miso, tempeh e natto), não fermentados (extrato solúvel, tofu, farinha torrada (kinako), brotos de soja e edamame), obtidos a partir de farinha de soja desengordurada (concentrados e isolados proteicos e proteína texturizada de soja) e, os alimentos tradicionais de soja, como o iogurte produzido através da fermentação do extrato de soja.

### 3.1.1 Soja: alimento funcional

A soja obteve a aprovação de uma alegação de saúde pelo FDA em 1999, alegando o consumo diário de 25g de proteína de soja, como parte de uma dieta pobre em gorduras saturadas, na redução ao risco de doenças cardiovasculares, não incluindo o efeito das isoflavonas de forma significativa nos efeitos sobre o colesterol (FDA, 1999). Com a aprovação do FDA, houve um grande impulso no consumo dos alimentos de soja, assim como à pesquisa científica (MESSINA; WATANABE; SETCHELL, 2009).

O consumo de soja e sua relação com a saúde humana têm sido estudados devido as suas características nutricionais, como o elevado teor de proteínas de qualidade nutricional adequada, conteúdo significativo de minerais e fibras (GRIESHOP, 2001; CIABOTTI et al, 2009). Dentre os compostos constituintes da soja, destacam-se as isoflavonas, que são compostos fenólicos bioativos. Estudos indicam que eles podem reduzir o risco de alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, osteoporose e diabetes (MANDARINO, 2010).

### 3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição do grão de soja depende de diversos fatores, dentre estes: tipo de cultivar, localização geográfica, condições ambientais e época de plantio. O grão é constituído, basicamente 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 constituído de óleo e proteínas, (geralmente 20% de óleo e 40% de proteínas), os carboidratos 35% e 5% de fibras (POYSA; WOODROW; YU, 2006).

As proteínas, o maior componente do grão de soja, podem ser classificadas em dois tipos de acordo com sua função biológica na planta: metabólicas, que possuem atividade celular, e de reserva, que são fonte de nitrogênio e carbono para o desenvolvimento da planta. Ainda são divididas quanto a sua solubilidade: albuminas (solúvel em água) e globulinas (solúvel em soluções



salinas). No grão de soja as globulinas são predominantes, conhecidas no grão de soja como glicinina e conglicinina (LIU, 1999).

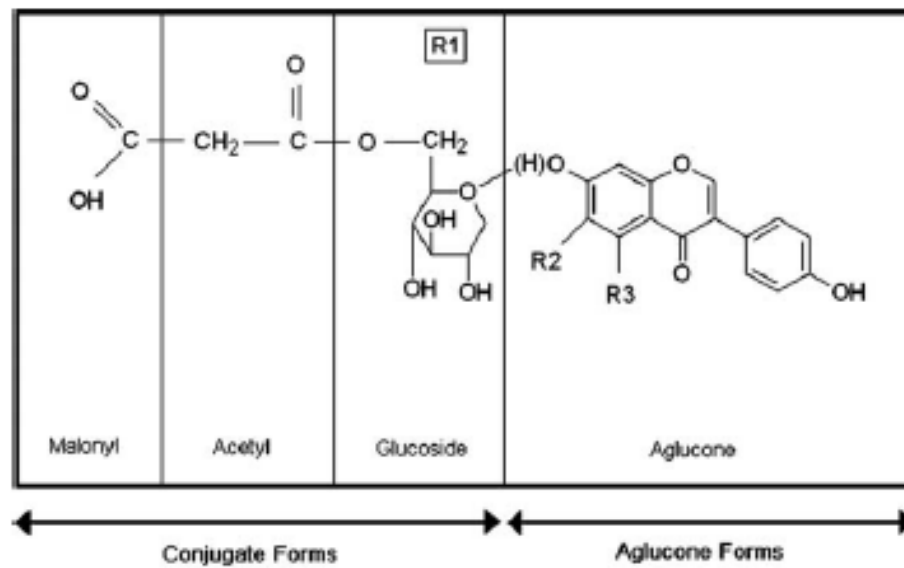
As proteínas presentes no grão de soja são ricas nos aminoácidos essenciais, a lisina e leucina (PIRES et al., 2006). As proteínas glicinina e  $\beta$ -conglicinina são as proteínas de reserva presentes em maior quantidade, mas também estão presentes no grão as lipoxigenases, inibidores de tripsina Kunitz, inibidores de protease de baixa massa molar, lecitinas e ureases (MORAES et al., 2006).

O grão de soja contém quantidade considerável de lipídios (18-20%), sendo 15% de ácidos graxos saturados e 85% de ácidos graxos insaturados; entre os insaturados destacam-se os ácidos linoleico e linolênico (PENALVO et al., 2004). A correlação entre o teor de proteínas e lipídios, segundo Moraes et al., (2006), é sempre negativa, pois a medida que se aumenta o teor de proteínas, o teor de óleo é reduzido, e vice-versa.

Dentre os carboidratos presentes no grão de soja a sacarose corresponde aproximadamente 60% do total de açúcares solúveis, enquanto os oligossacarídeos rafinose e estaquiose representam 4 e 36% respectivamente (HYMOWITZ et al., 1972). O grão de soja contém elevada quantidade de carboidratos e de moléculas de oligossacarídeos tais como a estaquiose e rafinose, esses oligossacarídeos podem ser hidrolisados pelas enzimas invertase e  $\alpha$ -galactosidase (CARRÃO-PANIZZI, 1988). A redução do teor de oligossacarídeos pode ser obtida por meio do uso da maceração e cozimento dos grãos (LIU; MARKAKIS, 1987).

O desconforto gerado pelo consumo de leguminosas está associado aos oligossacarídeos não redutores da família da rafinose (rafinose, estaquiose e verbascose). Por outro lado, apesar dos oligossacarídeos serem considerados fatores antinutricionais por causarem flatulência nos indivíduos, Morais e Silva (1996) identificaram o desenvolvimento de *Bacillus bifidus* no lúmen intestinal, os quais inibem o crescimento de bactérias que produzem material putrefativo, e assim, podem reduzir o risco de câncer de cólon.

As isoflavonas consistem em compostos fenólicos presentes no grão de soja, em 12 diferentes formas, químicas conforme a Figura 1: três formas agliconas (daidzeína, genisteína e gliciteína), três formas glicosídicas (daidzina, genistina e glicitina) e as seis formas conjugadas acetil ou malonil-glicosídicas (LIU, 1999).



Isoflavone	Symbol	R1	R2	R3
Genistein	Ge	H	H	OH
Daidzein	De	H	H	H
Glycitein	Gle	H	OCH <sub>3</sub>	H
Genistin	Gi	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	H	OH
Daidzin	Di	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	H	H
Glycitin	Gly	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	OCH <sub>3</sub>	H
Acetyl-genistin	AGi	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub> + COCH <sub>3</sub>	H	OH
Acetyl-daidzin	ADi	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub> + COCH <sub>3</sub>	H	H
Acetyl-glycitin	AGly	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub> + COCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	H
Malonyl-genistin	MGi	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub> + COCH <sub>2</sub> COOH	H	OH
Malonyl-daidzin	MDi	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub> + COCH <sub>2</sub> COOH	H	H
Malonyl-glycitin	MGly	C <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>11</sub> + COCH <sub>2</sub> COOH	OCH <sub>3</sub>	H

Figura 1 – Estrutura química das isoflavonas

Fonte: ROSTAGNO; PALMA; BARROSO (2005)

Os teores de isoflavonas variam conforme a parte morfológica do grão (cotilédone, hipocótilo e casca). Estudos comprovam que a maior concentração de isoflavonas é encontrada no hipocótilo, com valores de 10 a 20 vezes maiores comparados ao grão inteiro (TSUKAMOTO et al., 1995). O hipocótilo apresenta entre 5 e 6 vezes mais isoflavonas que os cotilédones, sendo que a forma glicitina e seus derivados são encontrados apenas no hipocótilo. Do total de isoflavonas no grão,

42,84% é devido à presença das formas glicitina. Os autores também relataram a ausência de isoflavonas nas cascas dos grãos (KUDOU et al., 1991).

O perfil das isoflavonas é variável, pois depende da cultivar, tipo de produto e formas de processamento. No grão *in natura* predomina as formas malonil- $\beta$ -glicosídeos, estas são instáveis e podem ser degradadas a acetil- $\beta$ -glicosídeos por calor seco, ou diretamente a  $\beta$ -glicosídeos, pela ação do calor e agliconas pela ação da enzima  $\beta$ -glicosidases (BARBOSA; LAJOLO; GENOVESE, 2006).

As formas agliconas são mais rapidamente metabolizadas pelo organismo enquanto as formas glicosídicas requerem uma hidrólise do açúcar pelas enzimas intestinais  $\beta$ -glicosidase para serem absorvidas (SETCHELL et al., 2001). As agliconas possuem propriedades antioxidantes, podendo proteger as células dos radicais livres que podem causar o envelhecimento ou o aparecimento de doenças crônicas e degenerativas. Considerada um fitoestrógeno, podem atuar benéficamente sobre os efeitos da menopausa, osteoporose e alguns tipos de câncer, devido ao seu papel agonista ou antagonista ao estrogênio humano (BROUNS, 2002). Embora a soja seja estudada a mais de 20 anos, a comprovação dos efeitos das isoflavonas assim, como os seus mecanismos ainda não foram totalmente esclarecidos (MESSINA; WATANABE; SETCHELL, 2009).

Carrão-Panizzi et al. (1999) mencionaram estudos onde as isoflavonas estão relacionadas à adstringência presente no grão de soja. O conteúdo de isoflavonas é influenciado não somente pelas características genéticas, mas, também por fatores ambientais.

A soja contém aproximadamente 5% de minerais, com predominância de: magnésio, fósforo, cálcio, enxofre, cloretos e sódio, cujos teores estão na faixa de 0,2% a 2%. Os micronutrientes (teores de 0,01 a 140 ppm), incluem: ferro, zinco, silício, cobre, manganês, molibdênio, flúor, cromo, selênio, cobalto, cádmio, chumbo, arsênio, mercúrio e iodo (LIU, 1999).

A fibra alimentar consiste na porção de plantas ou carboidratos que são resistentes à absorção pelo intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Incluem os polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos e substâncias associadas de plantas promovendo benefícios fisiológicos. As fibras são classificadas, de acordo com a sua solubilidade em água, em fibras solúveis e fibras insolúveis, com diferente atividade no organismo (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002; BRENNAN, 2005). As fibras

alimentares totais (FAT) estão presentes nas paredes das células vegetais, conferindo firmeza e estrutura ao alimento. Constitui-se principalmente de polissacarídeos complexos associados à polifenóis, proteínas e fitatos. Sua composição varia conforme a espécie, variedade e o tipo de armazenamento no vegetal (ARAÚJO; ARAÚJO, 1998).

Segundo Brennan (2005), as fibras solúveis possuem capacidade de formar géis em solução aquosa, devido a sua alta capacidade de retenção de água. As fibras solúveis aumentam a viscosidade do bolo fecal, diminuindo a atividade de enzimas digestivas e a absorção de nutrientes. Estas fibras moderam a glicemia, reduzem o colesterol e regulam o apetite (ANTILLA, SONTAG-STROHM, SALOVAARA, 2004). As fibras insolúveis contribuem para o aumento do bolo fecal devido sua retenção de água, assim aceleram o trânsito intestinal, reduzem a absorção de glicose e retardam a hidrólise do amido (CATALANI et al, 2003).

De acordo com a RDC Nº 54 da ANVISA, Brasil (2012), o alimento é considerado fonte de fibra alimentar se atender as quantidades mínimas de 3g em 100g de alimento ou 2,5g de fibra por porção. Já para ser considerado com alto conteúdo de fibras deve conter no mínimo 6g em 100g ou 5g por porção.

### 3.3 TOFU

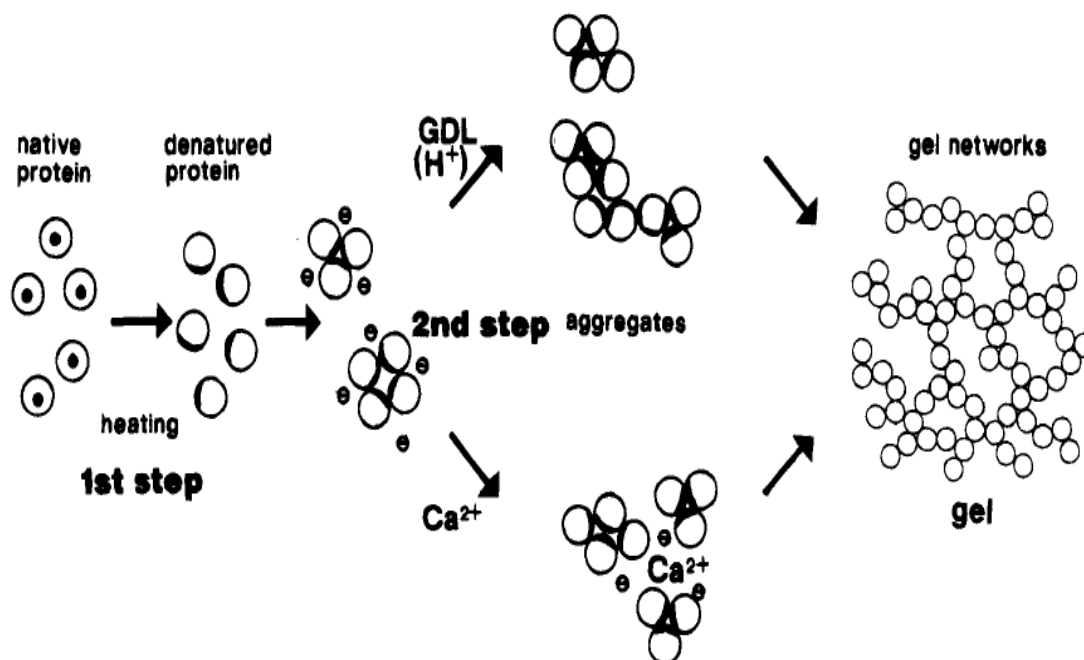
O tofu pode ser considerado um dos mais populares produtos obtidos a partir de grãos de soja. É tradicionalmente consumido no oriente e países do sudeste asiático, incluindo China, Japão e Coreia, há mais de 2.000 anos. Os habitantes de países ocidentais também têm mostrado interesse em consumir tofu, devido ao valor nutricional e benefícios atribuídos à saúde (LI; HSIEH, 2004).

O tofu é obtido a partir do extrato de soja, que é produzido após a lavagem, maceração e trituração dos grãos de soja. Os grãos após a maceração são moídos e aquecidos e então passam pelo processo de filtração, que separa o extrato de soja de seu subproduto, um resíduo insolúvel denominado *okara*. O extrato de soja geralmente possui de 8% a 10% de sólidos totais, o que depende da forma de extração e o equipamento utilizado. Dos sólidos, 3,6% correspondem às proteínas, 2% de lipídios, 2,9% de carboidratos e 0,5% de cinzas. (BOWLES; DEMIATE, 2006).

O tofu assemelha-se a um queijo branco ou um iogurte muito firme. A partir dele, podem-se obter produtos secundários, incluindo o tofu frito, tofu grelhado, tofu seco, tofu congelado, tofu fermentado, dentre outros produtos, os quais possuem diferentes características sensoriais (LI; HSIEH, 2004; LI et al., 2013). O tofu tradicional consiste em um gel obtido a partir do extrato de soja, cuja formação envolve primeiramente a desnaturação da proteína pelo calor e dependendo do método utilizado, tipo de coagulante e o teor de umidade, o tofu pode ser classificado em tofu firme, tofu macio e tofu tipo *silken*. Além disso, o rendimento e qualidade do produto podem ser influenciados pelo tipo de cultivar de soja, a qualidade do grão, sendo este dependente das condições de cultivo da planta, assim como o armazenamento do grão e ainda, as condições de processamento do tofu (LI et al. 2013).

Há evidências de que a escolha da cultivar afeta o rendimento e a qualidade do tofu, especialmente no tofu tipo *silken*, em que o rendimento está diretamente relacionado à propriedade do tofu reter água. Muitos pesquisadores correlacionam as subunidades proteicas da soja (7S e 11S), com a textura do tofu, mas os resultados são divergentes (Yang; James, 2013). Segundo Rekha e Vijayalakshmi (2013) a quantidade de água utilizada na obtenção de extrato de soja afeta o teor de sólidos, desta forma diretamente na recuperação das proteínas e consequentemente na textura do tofu. Assim, o aumento de sólidos proporciona um maior rendimento nos tofus. O emprego do calor aumenta a digestibilidade das proteínas da soja, devido à destruição pelo calor dos inibidores de tripsina.

A formação do gel (Figura 2) consiste em duas etapas: desnaturação das proteínas e a coagulação hidrofóbica. Na primeira etapa, as regiões hidrofóbicas das moléculas de proteínas inicialmente estavam voltadas para dentro da molécula e por meio da desnaturação pelo calor elas são expostas. Na segunda etapa, os grupos SH estão carregados negativamente, sendo neutralizados pelos prótons do coagulante GDL (glucona delta lactona) ou pelos cátions do coagulante sulfato de cálcio. Assim, predominam as interações hidrofóbicas das moléculas de proteínas, que foram neutralizadas, mediando à coagulação, por meio da agregação aleatória. À medida que se aproxima do ponto isoelétrico, vão ficando mais densas, este processo ocorre durante a adição do coagulante com a queda do pH (KOHYAMA; SANO; DOI, 1995).



**Figura 2 – Formação do gel no processo de coagulação das proteínas de soja**

Áreas em preto: regiões hidrofóbicas; círculos: moléculas de proteína.

Fonte: KOHYAMA; SANO; DOI, (1995).

As etapas de processamento importantes para a qualidade do produto incluem o aquecimento do extrato de soja, tempo e velocidade de agitação, tempo e temperatura de coagulação, peso aplicado e o tempo utilizado na etapa de prensagem. A quantidade de água adicionada para obter o extrato de soja também é importante, uma vez que altera o teor de sólidos, afetando na recuperação das proteínas e sua textura. A textura do tofu pode ser afetada pelo extrato de soja obtido, tipo e concentração do coagulante utilizado, pH, temperatura de gelificação e pressão aplicada no gel. A coagulação do extrato de soja é a etapa que requer mais atenção, pois é mais difícil de controlar, uma vez que depende de inter-relações complexas e muitas variáveis. O aumento da temperatura de coagulação, assim como a velocidade de agitação após a adição do coagulante pode aumentar a dureza do produto (REKHA; VIJAYALAKSHMI, 2013).

Segundo Li et al. (2013) o coagulante utilizado na produção de tofu afeta diretamente a característica do produto. Entre os coagulantes utilizados há três tipos, principais: sulfato de cálcio, Glucon-Delta-Lactona (GLD) e cloreto de magnésio. O sulfato de cálcio possui baixa solubilidade e assim dissolve gradativamente, a

coagulação ocorre de maneira lenta, e o tofu resultante possui característica macia, com uma boa capacidade de retenção de água (CRA). A Glucona-Delta-Lactona (GLD) possui maior solubilidade e decompõem-se gradualmente de modo a formar o ácido glucônico, que induz a coagulação, fornecendo rendimento mais elevado e maior capacidade de retenção de água, além de sabor azedo. Por outro lado, o cloreto de magnésio foi o primeiro coagulante a ser utilizado no processamento de tofu, sendo o mais adequado para preservação do sabor natural da soja e obtenção de tofu firme. Na China, os consumidores preferem o sabor amargo característico do cloreto de magnésio, no entanto, é um coagulante de reação rápida, e, portanto, difícil de controlar, assim faz com que o tofu fique rígido, não uniforme e com baixa retenção de água.

Segundo Rekha e Vijayalakshmi (2013) e Serrazanetti et al (2013), o tofu é considerado um produto de baixo custo que pode substituir de maneira nutritiva alimentos como carne e queijo, possui sabor suave e textura porosa, com aproximadamente 50% de proteínas e 27% de lipídios, os outros constituintes basicamente são carboidratos e minerais. O tofu é livre de colesterol, fonte de proteínas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), especialmente o ácido linoleico presente nos fosfolipídios (lecitina) da soja, portanto pode ser uma fonte de proteínas alternativa, sendo superior ao próprio grão de soja.

O perfil de isoflavonas no tofu é variável, pois depende da cultivar utilizada e do processamento. Com a ação do calor durante a coagulação do tofu, as formas malonil- $\beta$ -glicosídeos podem ser degradadas a acetil- $\beta$ -glicosídeos ou diretamente a  $\beta$ -glicosídeos e agliconas, pela ação da enzima  $\beta$ -glicosidases (BARBOSA; LAJOLO; GENOVESE, 2006). As agliconas possuem propriedades antioxidantes, atuando benéficamente sobre os efeitos da menopausa, osteoporose e alguns tipos de câncer. Essas formas são melhores absorvidas pelo organismo, enquanto as formas glicosídicas requerem uma hidrólise do açúcar pelas enzimas intestinais  $\beta$ -glicosidase para serem absorvidas (BROUNS, 2002; SETCHELL et al., 2002).

A perda de isoflavonas pode ser significativa durante o processamento e o tipo de coagulante utilizado também pode ter influência na retenção de isoflavonas em tofus. No processamento para obtenção de tofu firme, a remoção do soro é realizada por prensagem a fim de se obter uma rede compacta. No soro pode ser perdida uma quantidade de isoflavonas, porém há pouca informação disponível

sobre o efeito de vários coagulantes na retenção de isoflavonas no tofu. Além disso, as isoflavonas podem formar complexos com as proteínas da soja, que podem ser liberadas juntamente com o soro no processo de coagulação (PRABHAKARAN; PERERA; VALIYAVEETIL, 2005).

Segundo Jackson et al. (2002), certas etapas no processamento do tofu, como moagem, aquecimento e coagulação das proteínas, não destroem a fração daidzeína ou genisteína de maneira significativa, enquanto que outros métodos, como tratamento em altas temperaturas, resultam em uma perda de 21% destas frações. Em seu estudo para avaliar perdas durante o processamento de bebida de soja e tofu, os autores perceberam a perda de isoflavonas em algumas etapas do processamento e quantificaram as isoflavonas presentes nos subprodutos como o *okara* e o soro. Por outro lado, concluíram que as etapas de maceração e cozimento para a produção de bebida de soja e tofu produziram concentrações mais elevadas de agliconas e glicosídeos, com diminuição da concentração de malonil e suas frações. Porém, houve um leve aumento nos teores de acetil-genistina e acetil-daidzina durante o processamento para ambos os produtos.

### 3.4 ANÁLISE SENSORIAL

O interesse do consumidor por alimentos mais saudáveis ocasionaram um rápido crescimento neste segmento da indústria de alimentos. Desta maneira, a utilização de técnicas baseadas em aprimoramento de produtos alimentícios nos últimos anos tem tido um forte desenvolvimento (KATZ, 2000).

Por meio de análise sensorial, com auxílio dos órgãos humanos dos sentidos, pode-se determinar a aceitabilidade e a qualidade dos alimentos. Seu uso na indústria de alimentos é intenso, incluindo o monitoramento a análise do efeito da embalagem do produto, melhoramento ou lançamento de novos produtos no mercado. Sua prática é considerada milenar nas indústrias de cerveja, vinho e destilados da Europa e no Brasil se iniciou em 1954, com degustadores para a classificação do café brasileiro. A análise sensorial é utilizada para evocar, analisar e interpretar reações provocadas pelos alimentos através dos sentidos humanos, da visão, olfato, gosto, tato e audição, segundo definição da Associação Brasileira de



Normas Técnicas (ABNT). Além disso, a avaliação sensorial oferece suporte técnico para a pesquisa, seja ela em meio acadêmico como na indústria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993; DUTCOSKY, 2011).

Dentre as aplicações na indústria de alimentos, destaca-se o desenvolvimento de novos produtos, assim como sua aceitação, as avaliações das matérias-primas, redução de custo, controle e influência da embalagem no produto, estabilidade durante o armazenamento e avaliação da qualidade de novos produtos (DUTCOSKY, 2011).

Os julgadores atuam como instrumentos para detectarem pequenas diferenças, que tanto podem ser diferença global entre as amostras, ou direcional, o julgador indica se há diferença em determinado atributo (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987). Os testes sensoriais afetivos consistem em avaliar diretamente a opinião, ou seja, a preferência ou aceitabilidade do consumidor; sua finalidade é determinar qual produto é mais apreciado e as características sensoriais que indicam a preferência de um público alvo. A escala hedônica é a mais utilizada nos testes afetivos, pois possibilita calcular a média e a magnitude da diferença entre a aceitação vários produtos (STONE; SIDEL, 1993).

Segundo Rekha e Vijayalakshmi (2013) o tofu possui sabor suave e textura porosa. Devido sua característica sensorial neutra, a textura do tofu possui importante papel na qualidade e aceitação pelo consumidor. Segundo Ciabotti et al. (2007), os produtos obtidos a partir do grão de soja podem ter sabores e odores desagradáveis, atribuídos pela ação das enzimas lipoxigenases presentes no grão. O melhoramento genético para a redução das enzimas lipoxigenases e técnicas como o branqueamento dos grãos para inativação das enzimas, estão sendo utilizadas para melhorar a aceitabilidade dos produtos de soja.

## REFERÊNCIAS

A SOJA: História, tendências e virtudes. **Revista Funcionais e Nutraceuticos**, São Paulo, p. 28-40, 2007. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/funcionais\\_e\\_nutraceuticos/materias/76.pdf](http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/76.pdf)>. Acesso em: nov. 2013.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. **Position of the American Dietetic Association**: health implications of dietary fiber. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.102, p.993-1000, 2002.

ANTILLA, Heli; SONTAG-STROHM, Tuula; SALOVAARA, Hannu. Viscosity of beta-glucan in oat products. **Agric. Food Scie.**, v.13, p.80-87, 2004.

ARAÚJO, Roberta.A.C.; ARAÚJO, Wilma.M.C. Fibras alimentares. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, v.13, p.201- 209, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia. São Paulo, 1993.

BARBOSA, Ana. C.L.; LAJOLO, Franco. M.; GENOVESE, Maria. I. Influence of temperature, pH and ionic strength on the production of isoflavone-rich soy protein isolates. **Food Chem.**, v. 98, n. 4, p. 757-766, 2006.

BOWLES, Simone; DEMIATE, Ivo. M. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 26, n.3, p. 652-659, jul./set. 2006.

BRASIL – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 nov. 2012.

BRENNAN, Charles.S. Dietary fiber, glycemic response, and diabetes. **Mol. Nutr. Food Res.**, v.49, n.6, p. 560-570, 2005.

BROUNS, Fred. Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. **Food Res. Int.**, v. 35, n. 2, p. 187-193, 2002.

CARRÃO-PANIZZI, Mercedes. C. et al. Effects of genetics and environment on isoflavone content of soybean from different regions of Brazil. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 34, n. 10, p. 1788 – 1795, 1999.

CARRÃO-PANIZZI, Mercedes. C. **Valor nutritivo da soja e potencial de utilização na dieta brasileira**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, documentos, 29, 1988. 13 p.

CATALANI, Aparecida. L.; KANG, Éster. M.S.; DIAS, M.C.G.; MACULEVICIUS, Janete. Fibras alimentares. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, v.18, p.178-182, 2003.

CERVATO, Giovana. et al. Antioxidant properties of oregano (*Origanum vulgare*) leaf extracts. **J. Food Bioch.**, v.24, n. 6, p. 453-465, 2000.

CIABOTTI, Sueli. et al. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n.3, p. 643-648, 2007.

CIABOTTI, Sueli. et al. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto similar ao tofu obtido pela adição de soro de leite ao extrato de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 29, n. 2, p. 346-353, 2009.

DUTCOSKY, Silvia. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3.ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

Food and Drug Administration. **FDA final rule for food labeling: health claims: soy protein and coronary heart disease**. Fed Reg, v.64, p.57700-57733, 1999.

GRIESHOP, Christine. M.; FAHEY JR., George. C. Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and the United States. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, n. 5, p. 2669-2673, 2001.

JACKSON, C. -J. C, et al. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Proc. Bioch.**, v. 37, n. 10, p. 1117–1123, 2002.

KATZ, Fay. Research priorities more toward healthy and safe. **Food Tech.**, v. 54, n. 12, p.42-44, 2000.

KOHYAMA, Kaoru; SANO, Yoh; DOI, Etsushiro. Rheological characteristics and gelation mechanism of tofu (soybean curd). **J. Agric. Food Chem.**, v. 43, n. 7, p. 1808-1812, 1995.

KUDOU, Shigemitsu. et al. Malonyl isoflavone glycosides in soybean seeds (*Glycine max* Merrill). **Agri. Biol. Chem.**, v. 55, n. 9, p. 2227-2233, 1991.

HYMOWITZ, Theodore. et al. Relationship between the content of oil, protein and sugars in soybeans seed. **Agron. J.**, v. 64, n. 2, p. 613-616, 1972.

LI, Jinlong, et al. A novel approach to improving the quality of bittern-solidified tofu by w/o controlled-release coagulant. 2: using the improved coagulant in tofu processing and product evaluation. **Food Bioproc. Technol.**, v.6, n. 7, p.1801–1808, 2013.

LI, Jinlong; HSIEH, Y. P. Traditional Chinese food technology and cuisine. **Asia Pac. J. Clin. Nutr.**, v. 13, n. 2, p.147-155, 2004.

LIU, Keshun; MARKAKIS, Pericles. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. **J. Food Sci.**, v.52, n.1, p.222-225, 1987.

LIU, Keshun. **Soybeans chemistry, technology and utilization**. Gaithersburg: Aspen Publisher, 1999. 532 p.

MANDARINO, José M. G. Compostos antinutricionais da soja: caracterização e propriedades funcionais. In: COSTA, Neuza. M. B.; ROSA, Carla. O. B. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos**. Rio de Janeiro: Rubio, 2010. p. 177-192.

MEILGAARD, Morten; CIVILLE, Gail V.; CARR, B.T. Sensory evaluation techniques. Boca Raton: CRC Press Inc., v.2, 1987, 159 p.

MESSINA, Mark.; WATANABE, Shaw.; SETCHELL, Kenneth. D.R. Report on the 8th International Symposium on the Role of Soy in Health Promotion and Chronic Disease Prevention and Treatment. **J. Nutr.**, v. 139, n. 4, p. 796S-802S, 2009.

MORAES, Rita. M. A. et al. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. Agrop. Brasi.**, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

MORAIS, Álvaro. A. C.; SILVA, Alcino. L. **Soja: suas aplicações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Medsi Editora Médica e Científica Ltda, 1996. 259 p.

OLIVEIRA, Alane, C. et al. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Quim. Nova**, v. 32, n.3, p. 689-702, 2009.

PENALVO, José, L. et al. Fatty acid profile of traditional soymilk. **European Food Researc. Tech.**, v.219, n.3, p.251-253, 2004.

PIRES, Chistiano. V. et al. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciênc.Tecnol. Alim.**, v.16, n.1, p.179-187, 2006.

POYSA, Vaino; WOODROW, Lorna; YU, K. Effect of soy protein subunit composition on tofu quality. **Food Res. Int.**, v.39, n.3, p. 309-317, 2006.

PRABHAKARAN, Molamma. P.; PERERA, Conrad. O.; VALIYAVEETIL, Suresh. Effect of different coagulants on the isoflavone levels and physical properties of prepared firm tofu. **Food Chem.**, v. 99, n. 3, p. 492-499, 2005.

REKHA, C. R.; VIJAYALAKSHMI, G. Influence of processing parameters on the quality of soycurd (tofu). **J. Food Sci. Technol.**, v.50, n.1, p. 176-180, 2013.

ROBINSON, David.S., et al. Lipoxigenases and the quality of foods. **Food Chem.**, v. 54, p. 33-43, 1995.

ROSTAGNO, Maurício. A.; PALMA, Miguel; BARROSO, Carmelo.G. Short-term stability of soy isoflavonas extracts: Sample conservation aspects. **Food Chem.**, v.93, p.557-564, 2005.

SERRAZANETTI, Diana. I. et al. Fermented tofu: Enhancement of keeping quality and sensorial Properties. **Food Control.**, v. 34, n. 2, p.336-346, 2013.

SETCHELL, Kenneth. D. R. et al. Bioavailability of pure isoflavones in healthy humans and analysis of commercial soy isoflavone supplements. **J. Nut.**, v.131, p.1362S–1375S, 2001.

SETCHELL, Kenneth. D. R. et al. Evidence for lack of absorption of soy isoflavone glycosides in humans, supporting the crucial role of intestinal metabolism for bioavailability. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 76, n. 2, p. 447-453, 2002.

STONE, Herbert. S.; SIDEL, Joel. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press, 1993. 308 p.

TSUKAMOTO, Chigen. et al. Factors Affecting Isoflavone Content in Soybean Seeds: Changes in Isoflavones, Saponins, and Composition of Fatty Acids at Different Temperatures during Seed Development. **J. Agric. Food Chem.**, v. 43, n. 5, p. 1184-1192, 1995.

YANG, Aijun; JAMES, Andrew. T. Effects of soybean protein composition and processing conditions on silken tofu properties. **J Sci Food Agric.**, v.93, n.12, p. 3065-3071, 2013.

## RESULTADOS

Os resultados desta dissertação serão apresentados no formato de artigos científicos:

ARTIGO 1 – Composição química e propriedades tecnológicas de duas cultivares de soja (Seguindo as normas da Revista: BBR- Biochemistry and Biotechnology Reports), onde o artigo já foi submetido.

ARTIGO 2 – Elaboração e o efeito do orégano em tofus com duas cultivares de soja.

## Chemical composition and technological properties of two soybean cultivars Composição química e propriedades tecnológicas de duas cultivares de soja

### Characterization of two soybean cultivars

### Caracterização de duas cultivares de soja

Leidiane Cardoso Gonçalves<sup>1</sup>, Ana Paula Cristiane de Andrade<sup>2</sup>, Geovana Piveta Ribeiro<sup>2</sup>, Neusa Fatima Seibel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Programa de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos. Avenida dos Pioneiros, 3131, CEP 86036-370. Londrina-PR, e-mails: lequimica@gmail.com; neusaseibel@utfpr.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Bolsista PET Tecnologia de Alimentos. Avenida dos Pioneiros, 3131, CEP 86036-370. Londrina-PR, e-mails: ana9625@gmail.com; piveta.geovani@hotmail.com

\*Autor para correspondência: neusaseibel@utfpr.edu.br

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the chemical composition and technological properties of grains of soybean (*Glycine max*) BRS 284 and BMX Potência RR cultivars, produced in Maua da Serra - PR, in the crop years 2011 and 2012. The proximate composition, alimentary fiber, isoflavones and technological properties were determined. Both cultivars showed high content of proteins BRS 284 (33,24%) and BMX Potência RR (34,74%), lipids BRS 284 (22,54%) and BMX Potência RR (21,72%) and total fiber BRS 284 (26,64%) and BMX Potência RR (27,13%), being the bigger fraction constituted of insoluble fiber. Both cultivars showed high value of total isoflavones BRS 284 (591.70 mg.100g<sup>-1</sup>) and BMX Potência RR (865.36 mg.100g<sup>-1</sup>), due to local cultivation conditions having lower averages temperatures. The BRS 284 and BMX Potência RR values for cultivars showed swelling volume (VI) of 4.31 mL.g<sup>-1</sup> and 4.12 mL.g<sup>-1</sup>, water absorption index (IAA) of 2.75 g.g<sup>-1</sup> and 2.75 g.g<sup>-1</sup> and oil absorption index (IAO) of 2.87 g.g<sup>-1</sup> and 2.60 g.g<sup>-1</sup>, respectively. The cultivars were different for moisture, lipids, protein, and total isoflavones. Both cultivars display characteristics to be used as raw material for various soybean foods.

**Key words:** Soybean. Isoflavones. Proteins. Dietary fiber.



## Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a composição química e as propriedades tecnológicas dos grãos de soja (*Glycine max*) das cultivares BRS 284 e BMX Potência RR, produzidos em Mauá da Serra – PR na safra 2011/2012. Foram determinadas composição centesimal, fibras alimentares, isoflavonas e as propriedades tecnológicas. As duas cultivares apresentaram alto teor de proteínas BRS 284 (33,24%) e BMX Potência RR (34,74%), lipídios BRS 284 (22,54%) e BMX Potência RR (21,72%) e fibras alimentares totais BRS 284 (26,64%) e BMX Potência RR (27,13%), sendo a maior fração constituída de fibras insolúveis. Ambas cultivares apresentaram altos valores de isoflavonas totais BRS 284 (591,70 mg.100g<sup>-1</sup>) e BMX Potência RR (865,36 mg.100g<sup>-1</sup>), devido ao local de cultivo possuir temperaturas médias baixas. As cultivares BRS 284 e BMX Potência RR obtiveram valores para volume de intumescimento de 4,31 mL.g<sup>-1</sup> e 4,12 mL.g<sup>-1</sup>; índice de absorção de água de 2,75 g.g<sup>-1</sup> e 2,75 g.g<sup>-1</sup> e índice de absorção de óleo de 2,87 g.g<sup>-1</sup> e 2,60 g.g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os grãos das duas cultivares de soja apresentaram diferenças nos teores de umidade, lipídios, proteínas e isoflavonas totais. Ambas as cultivares apresentam características para serem utilizadas como matéria-prima em diversos alimentos à base de soja.

**Palavras-chave:** Grãos de soja. Isoflavonas. Proteínas. Fibras alimentares.

## Introdução

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de soja, a estimativa de produção de soja para safra 2013/14 é de 89,72 milhões de toneladas em comparação a 81,46 milhões de toneladas em 2012/13. A colheita do grão irá contribuir para uma safra de grãos recorde no país, estimada em 191,91 milhões a 195,5 milhões de toneladas, com um crescimento de até 4,5% (CONAB, 2013).

O grão de soja e seus produtos vêm sendo estudados em razão de seu valor nutricional e funcional, assim como suas propriedades tecnológicas para a indústria de alimentos. Sua propriedade funcional é devido à ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas (CIABOTTI, 2006). O consumo diário de 25g de proteínas de soja, como parte de uma dieta pobre em gorduras saturadas, atua na redução do colesterol e no risco de doenças cardiovasculares (FDA, 1999).

A composição do grão de soja depende de fatores genéticos (tipo de cultivar) e ambientais (localização geográfica e época de semeadura). Em geral, o grão da soja é constituído de 8% de cascas, 90% cotilédones e 2% hipocótilos, sendo que os cotilédones contêm a maioria dos lipídios e proteínas, que juntos representam 60% em peso seco e o restante é principalmente carboidratos (35%) e cinzas (5%) (LIU, 1999).

As isoflavonas consistem em compostos fenólicos presentes no grão de soja, em 12 diferentes formas: três formas agliconas (daidzeína, genisteína e gliciteína), três formas glicosídicas (daidzina, genistina e glicitina) e seis formas conjugadas acetil ou malonil-glicosídicas (LIU, 1999). O conteúdo de isoflavonas é influenciado não somente pelas características genéticas, mas, também por fatores ambientais, em regiões mais frias, há produção de maior quantidade destes compostos (CARRÃO-PANIZZI et al., 1999).

As propriedades tecnológicas são importantes, pois afetam as características nutritivas e sensoriais dos produtos, além de ter um importante papel físico na preparação, processamento ou estocagem dos alimentos. As propriedades dos componentes alimentares estão relacionadas com: capacidade de hidratação; propriedades relacionadas com tamanho e forma; e propriedades de superfície das moléculas (SEIBEL e BELÉIA, 2009).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição química e as propriedades tecnológicas dos grãos de soja (*Glycine max*) das cultivares BRS 284 e BMX Potência RR, produzidos em Mauá da Serra – PR na safra 2011/2012.

### **Material e Métodos**

As cultivares de soja (*Glycine max*. (L.) Merrill) utilizadas foram BRS 284 e BMX POTÊNCIA RR, safra 2011/2012 produzidas em Mauá da Serra – PR. Os grãos foram previamente selecionados e triturados em liquidificador doméstico (Mallory) e peneirados em 40mesh, para as análises.

A determinação de umidade foi realizada em estufa a 105°C com circulação de ar, cinzas foram quantificadas por carbonização seguida de incineração em mufla a 550°C, os lipídios dos grãos foram determinados por extração em Soxhlet com éter de petróleo e as proteínas foram determinadas por microkjeldahl, utilizando fator de correção de 6,25, conforme as metodologias descritas na AOAC (1995). As fibras alimentares totais foram determinadas através da soma das duas frações insolúveis e solúveis, de acordo com a metodologia enzimática-gravimétrica, segundo o método nº 985.29 da AOAC (1995), utilizando o kit de ensaio de fibra alimentar total Sigma (TDF 100A) e tampão fosfato 0,08 M pH 6.

As propriedades tecnológicas dos grãos de soja foram avaliadas utilizando as análises de volume de Intumescimento (VI), índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) segundo Seibel e Beléia (2009). A análise de densidade foi determinada diretamente através da razão peso e volume, expressa em g.mL<sup>-1</sup>.

O procedimento de extração das isoflavonas foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Berhow (2002) adaptada por Carrão-Panizzi et al. (2002). As amostras após a extração foram centrifugadas por 15 minutos em centrífuga (Eppendorf modelo 5417R), a 5°C e 21.000g. Após a centrifugação o sobrenadante obtido foi submetido à filtração em

microfiltros com poros 0,45  $\mu\text{m}$  (Millipore), sendo injetados 20  $\mu\text{L}$  do extrato filtrado para separação e quantificação das isoflavonas em cromatógrafo líquido Waters (EUA), com bomba modelo W600, injetor W717 e detector de arranjo de fotodiodos PDA modelo W996. Foi realizada a separação e eluição das isoflavonas em coluna de fase reversa ODS C18 YMC-Pack ODS-AM, com partículas de 5  $\mu\text{m}$ , diâmetro de 4,6 mm e 250 mm de comprimento, em sistema de gradiente linear. O sistema inicial consistiu de 20% de eluente A (metanol acidificado com 0,025% de ácido trifluoroacético) e 80% do eluente B (água ultrapura acidificada com 0,025% de ácido trifluoroacético), com inversão constante até atingir a proporção de 90% do eluente A e 10% do eluente B, após 35 minutos. Na limpeza da coluna foi utilizado o sistema isocrático com 100% do eluente A durante 5 minutos, seguido de novo gradiente, semelhante ao inicial, por 20 min para equilíbrio da coluna antes da próxima injeção. O tempo total de análise foi de 60 min por injeção, e o fluxo do solvente foi mantido em 1  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . Em todas as etapas, foram utilizados reagentes grau HPLC. A identificação das isoflavonas foi realizada pela mistura dos padrões de daidzina, daidzeína, genistina e genisteína (marca SIGMA) em metanol (grau HPLC) nas seguintes concentrações: 0,00625  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ; 0,0125  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ; 0,0250  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ; 0,0500  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  e 0,1000  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ . A quantificação das isoflavonas por padronização externa (área dos picos) foi feita utilizando as referências dos padrões. Todos os resultados foram expressos em  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , em base seca.

Os resultados de todas as determinações foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e teste de Tukey para a comparação das médias em nível de significância de 5% de probabilidade, usando o programa Statistica 10.0 (STATSOFT, 2011).

## **Resultados e Discussão**

Analisando os dados da composição centesimal dos grãos de soja (Tabela 1), observou-se diferença significativa nos teores de umidade, lipídios e proteínas. A cultivar BRS 284 apresentou maior teor de umidade (7,99%) e lipídios (22,54%) e a cultivar BMX Potência RR maior teor de proteínas (34,74%). As demais determinações foram similares para as duas cultivares de soja estudadas.

**Tabela 1** – Composição centesimal dos grãos de soja.

	Cultivar	
	BRS 284	BMX Potência RR
Umidade	7,99±0,06 <sup>a</sup>	7,59±0,24 <sup>b</sup>
Cinzas	4,60±0,16 <sup>a</sup>	4,79±0,07 <sup>a</sup>
Lipídios	22,54±0,22 <sup>a</sup>	21,72±0,43 <sup>b</sup>
Proteínas	33,24±0,07 <sup>b</sup>	34,74±0,53 <sup>a</sup>
Fibras Insolúveis	25,95±0,77 <sup>a</sup>	25,34±0,48 <sup>a</sup>
Fibras Solúveis	1,11±0,43 <sup>a</sup>	2,00±0,13 <sup>a</sup>
Fibras Totais	26,64±0,60 <sup>a</sup>	27,13±0,30 <sup>a</sup>
Carboidratos	31,63	31,16

Média de triplicata, em base seca, ± desvio padrão.

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferiram entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5%.

O teor de umidade das amostras da soja BRS 284 (7,99%) e BMX Potência RR (7,59%) estava abaixo do recomendado por Benassi, Benassi e Prudencio (2011) que é de 9 a 11% para a conservação do grão. Mas foram superiores à umidade encontrada por Alezandro et al. (2008) na cultivar BRS 243 RR(6,90%). O controle da umidade é muito importante para a manutenção das características dos grãos durante o armazenamento, para que não ocorram germinação e desenvolvimento de fungos e insetos, ocasionando a rápida degradação dos grãos.

A quantificação de cinzas na BRS 284 (4,60%) e na BMX Potência RR (4,79%) se aproximou do teor analisado por Paucar-Menacho (2010) para as cultivares BRS 133 (4,92%) e BRS 258 (4,83%). Mas foi superior ao da soja convencional analisada por Alezandro et al. (2008), que encontraram 3,8%.

Os teores de lipídios das cultivares BRS 284 (22,54%) e BMX Potência RR (21,72%), foram muito próximos aos determinados por Seibel et al. (2013) para as cultivares Embrapa 48 (22,45%) e BRS 213 (21,86%). E também ao valor encontrado por Alezandro et al. (2008), 21%, em uma soja convencional.

A cultivar BRS 284 apresentou teor de proteínas de 33,24% e a BMX Potência RR de 34,74%, esses valores se aproximaram da média encontrada por Ciabotti et al. (2006) (32,67%) para uma cultivar comum e também por Alezandro et al. (2008) para a cultivar BRS 243 RR (35,9%). As duas cultivares estudadas de soja apresentaram o maior percentual de sólidos na forma de proteínas, portanto, podem ser utilizadas em vários produtos, tais como: concentrados proteicos, produtos fermentados, tofus, dentre outros.

Benassi, Benassi e Prudêncio (2011) encontraram teor de carboidratos na cultivar BRS 155 (31,95%) muito próximo aos obtidos para as duas cultivares estudadas, BRS 284 (31,63%) e BMX Potência RR (31,16%).

O teor de fibras totais, solúveis e insolúveis não apresentou diferença significativa entre as cultivares. As fibras insolúveis da BRS 284 (25,95%) e da BMX Potência RR (25,34%) foram superiores às encontradas por Toledo et al. (2007) para a cultivar 214 (16,25%). As duas cultivares apresentaram teores de fibras solúveis menores ao encontrado por Paucar-Menacho (2010) para a cultivar BRS 133 (2,78%), 1,11% na BRS 284 e 2,00% na BMX Potência RR. Os valores de fibras totais foram superiores ao estudo de Silva et al. (2006), nas cultivares BRS 284 e BMX Potência RR foram determinados, respectivamente, 26,64% e 27,13%, enquanto que os autores relataram 9,31% de fibras totais para o grão de soja. Sendo assim, esses grãos poderão ser utilizados como fonte de fibras, principalmente as insolúveis, pois a ingestão de fibras insolúveis contribui no aumento do bolo fecal, fazendo com que haja a diminuição da constipação, e redução de doenças intestinais. Já as fibras solúveis quando ingeridas possuem capacidade de formar gel e são facilmente fermentadas, desta forma ajudam a modulação da motilidade gastrointestinal, estímulo do desenvolvimento de células epiteliais do íleo e do cólon e possível proteção de câncer do cólon (CUKIER et al., 2005).

Na composição de isoflavonas (Tabela 2), verificou-se que a cultivar BMX Potência RR possui maior teor de isoflavonas totais ( $865,36 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) comparado com a cultivar BRS 284 ( $591,70 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), diferindo estatisticamente entre si. Esses valores foram superiores aos encontrados por Seibel et al. (2013), que trabalharam com cultivares especiais de soja para a alimentação humana. Dentre estas cultivares destacaram-se a BRS 213 e BRS 282, com concentrações de  $386,60 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $364,56 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. Segundo Carrão-Panizzi et al. (2009) e Silva; Carrão-Panizzi; Leite (2012), o alto teor encontrado nas duas cultivares pode estar relacionado ao cultivo dos grãos em temperaturas amenas, assim obtendo maior teor de isoflavonas comparado aos grãos produzidos em locais mais quentes. Os estados da região Sul do Brasil, que apresentam temperaturas mais frias, possuem condições mais favoráveis para a concentração de isoflavonas durante o enchimento dos grãos (CARRÃO-PANIZZI et al. 1999). Exatamente o que ocorre no local de plantio dos grãos avaliados, Mauá da Serra (PR) está situada a 1.083 metros de altitude, e suas coordenadas geográficas são: Latitude de  $23^{\circ} 54' 26''$  Sul e Longitude de  $51^{\circ} 11' 29''$  Oeste. A cidade têm verões pouco quentes (temperatura média de  $22^{\circ}\text{C}$ ) e invernos frios com geadas relativamente frequentes nas áreas mais altas do município (temperatura média inferior a  $18^{\circ}\text{C}$ ).

**Tabela 2** – Teor de isoflavonas (mg.100g<sup>-1</sup>) contidas em duas cultivares de soja

		Cultivar	
		BRS 284	BMX Potência RR
Glicosil	DAIDZINA	26,92±0,26 <sup>b</sup>	60,71±0,53 <sup>a</sup>
	GLICITINA	13,30±0,96 <sup>a</sup>	6,84±0,38 <sup>b</sup>
	GENISTINA	32,29±0,79 <sup>a</sup>	31,35±0,39 <sup>a</sup>
	<b>TOTAL</b>	<b>72,51*</b>	<b>98,90*</b>
Malonil	DAIDZINA	134,51±2,72 <sup>b</sup>	327,73±5,51 <sup>a</sup>
	GLICITINA	54,71±3,74 <sup>a</sup>	29,98±0,96 <sup>b</sup>
	GENISTINA	327,08±2,79 <sup>b</sup>	405,53±2,60 <sup>a</sup>
	<b>TOTAL</b>	<b>516,29*</b>	<b>763,24*</b>
Agliconas	DAIDZEÍNA	1,44±0,04 <sup>b</sup>	1,94±0,12 <sup>a</sup>
	GLICITEÍNA	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
	GENISTEÍNA	1,45±0,03 <sup>a</sup>	1,27±0,07 <sup>a</sup>
	<b>TOTAL</b>	<b>2,89*</b>	<b>3,21*</b>
<b>Total</b>		<b>591,70±3,63<sup>a</sup></b>	<b>865,36±5,22<sup>b</sup></b>

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferiram entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5%.

Média de triplicatas, em base seca, ± desvio padrão.

\* Refere-se à soma de cada fração.

As cultivares BRS 284 e BMX Potência RR apresentaram teores de isoflavonas glicosil (72,51mg.100g<sup>-1</sup> e 98,90mg.100g<sup>-1</sup>) superiores ao encontrado por Esteves et al. (2010) para as cultivares UFV-116 (678,5 µg.g<sup>-1</sup>) e OCEPAR 19 (469,5 µg.g<sup>-1</sup>).

Os teores de isoflavonas malonil apresentaram em suas frações daidzina, glicitina e genistina diferenças significativas entre as cultivares. As formas malonil totalizaram 516,29 mg.100g<sup>-1</sup> e 763,24 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente, para as cultivares BRS 284 e BMX Potência RR, constituiu-se nos maiores percentuais das diferentes formas de isoflavonas, BRS 284 (87,25%) e BMX Potência RR (88,20%). Esta quantificação está de acordo com Barbosa, Lajolo e Genovese (2006), os quais afirmaram que nos grãos *in natura* são predominantes as formas malonil-β-glicosídeos e estas são instáveis, podendo ser degradadas a acetil-β-glicosídeos por calor seco, ou diretamente a β-glicosídeos pela ação do calor e agliconas pela ação da enzima β-glicosidases.

As formas acetil em ambas cultivares não foram identificadas, pois sua presença é devido ao tratamento térmico do grão, havendo a conversão das formas malonil em acetil, e estas, nas formas glicosídicas (PARK et al., 2001). Este resultado é coerente, pois os grãos das

cultivares BRS 284 e BMX Potência RR não foram submetidos a nenhum processamento térmico.

As isoflavonas agliconas se encontraram em teores reduzidos em ambas cultivares BRS 284 (2,89 mg.100g<sup>-1</sup>) e BMX Potência RR (3,21 mg.100g<sup>-1</sup>), isso pode ser explicado devido as cultivares serem provenientes de colheitas recentes. Silva et al. (2012) pressupõem que se houver algum dano ao grão de soja associado à umidade, há condições favoráveis para a formação de agliconas pela ação das enzimas  $\beta$ -glicosidases e nos grãos *in natura*, as isoflavonas agliconas estão em quantidades mínimas. No entanto, esses autores encontraram maior teor de agliconas na cultivar BRS 216 (4,64 mg.100g<sup>-1</sup>).

As formas agliconas são absorvidas mais rapidamente pelo organismo humano porque estão prontamente disponíveis, enquanto as formas glicosídicas necessitam sofrer hidrólise do açúcar pelas enzimas intestinais  $\beta$ -glicosidase para serem absorvidas (SETCHELL et al., 2001). Portanto, esses grãos podem ser usados para a alimentação humana com benefícios à saúde, devido à alta concentração de isoflavonas totais, ou então serem usados em processamentos que utilizam tratamento térmico, onde haverá a conversão dos glicosídios para as agliconas. As isoflavonas possuem propriedades antioxidantes e podem atuar benéficamente sobre os efeitos da menopausa, osteoporose e alguns tipos de câncer devido ao seu papel agonista ou antagonista ao estrogênio humano (BROUNS, 2002).

Os resultados das propriedades tecnológicas (Tabela 3) mostraram que as cultivares não diferiram entre si. Os valores de densidade para BRS 284 (0,39 g.mL<sup>-1</sup>) e BMX Potência RR (0,36 g.mL<sup>-1</sup>) foram significativamente inferiores ao determinado por Moura, Canniatti-Brazaca e Souza (2009) para BRS 212 (1,11 g.mL<sup>-1</sup>). A menor densidade obtida pelas duas cultivares estudadas pode ser explicada por se tratarem de grãos menores, tendo menor massa no mesmo volume.

As cultivares BRS 284 e BMX Potência RR apresentaram valores para volume de intumescimento (4,31 mL.g<sup>-1</sup> e 4,12 mL.g<sup>-1</sup>) e índice de absorção de água (2,75 g.g<sup>-1</sup> e 2,75 g.g<sup>-1</sup>) inferiores ao encontrado por Seibel e Beléia (2009) que analisaram fibra de cotilédones de soja (17,2 mL.g<sup>-1</sup> e 8,4 g.g<sup>-1</sup>), contendo 59,4% de fibras totais. E também aos valores de Baú et al. (2012) que analisaram fibra de soja, contendo 45,22% de fibras alimentares totais e encontraram volume de intumescimento de 9,7 mL.g<sup>-1</sup> e índice de absorção de água de 5,44 g.g<sup>-1</sup>, provando que quanto maior o teor de fibras alimentares maior serão as propriedades de hidratação.

**Tabela 3** – Propriedades tecnológicas dos grãos de soja

Cultivar	Densidade	VI	IAA	IAO
BRS 284	0,39±0,01 <sup>a</sup>	4,31±0,33 <sup>a</sup>	2,75±0,06 <sup>a</sup>	2,87±0,33 <sup>a</sup>
BMX Potência RR	0,36±0,02 <sup>a</sup>	4,12±0,30 <sup>a</sup>	2,75±0,12 <sup>a</sup>	2,60±0,21 <sup>a</sup>

VI = Volume de Intumescimento (mL de água . g de amostra<sup>-1</sup>); IAA = índice de absorção de água (g de água absorvida . g de amostra<sup>-1</sup>); IAO = índice de absorção de óleo (g de óleo absorvido . g de amostra<sup>-1</sup>).

Médias em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A propriedade de absorção de água pode ser influenciada pela quantidade de fibras solúveis, assim como a estrutura, composição química dos polissacarídeos, porosidade e tamanho da partícula (ELLEUCH et al., 2011). Desta maneira, o volume de intumescimento e índice de absorção de água menores aos encontrados na literatura também podem estar relacionados às menores quantidades de fibras solúveis encontradas nas duas cultivares BRS 284 (1,11%) e BMX Potência RR (2,00%).

O índice de absorção de óleo dos grãos de soja BRS 284 e BMX Potência RR foi, respectivamente de 2,87 g.g<sup>-1</sup> e 2,60 g.g<sup>-1</sup>, devido à capacidade que as fibras têm de absorver óleo, sendo que as fibras insolúveis absorvem maior quantidade de óleo do que as fibras solúveis, devido à presença de lignina na composição química. Mas um baixo índice de absorção de óleo está associado à diminuição da absorção do colesterol, portanto estes produtos poderiam ser úteis na alimentação de pacientes hipercolesterolêmicos (SEIBEL e BELÉIA, 2009).

As propriedades tecnológicas têm recebido atenção, principalmente em novos ingredientes alimentares, pois afetam as características nutritivas e sensoriais dos produtos, além de ter um importante papel físico na preparação, processamento ou estocagem dos alimentos. Elas estão relacionadas com a capacidade de hidratação e propriedades relacionadas com tamanho, forma e superfície das moléculas. Essas propriedades podem ser alteradas, favoravelmente ou não, por temperatura, secagem, métodos de preparação ou outros tratamentos durante o processamento e estocagem dos produtos.

As cultivares de soja apresentaram altos teores de proteínas e lipídios, a BRS 284 com 30,03% e 24,20%, respectivamente e a BMX Potência RR com 34,72% e 25,06%, respectivamente. Também demonstraram altas quantidades de fibras totais e fibras insolúveis. A cultivar BMX Potência RR obteve maior proporção de isoflavonas totais (865,36 mg.100g<sup>-1</sup>) quando comparada a cultivar BRS 284 (591,70 mg.100g<sup>-1</sup>), assim como nas formas malonil, que houve maior concentração para a cultivar BMX Potência RR



(763,24 mg.100g<sup>-1</sup>). Os grãos das duas cultivares apresentaram valores similares para volume de intumescimento, índice de absorção de água e índice de absorção de óleo.

Desta forma, as cultivares apresentaram diferenças nos teores de umidade, lipídios, proteínas e isoflavonas totais. Ambas cultivares podem ser utilizadas como ingrediente na formulação de alimentos, com alto teor de proteínas, fibras e fontes de isoflavonas, obtendo produtos com melhor valor nutricional e funcional.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pelas bolsas do Programa PET Tecnologia de Alimentos e à UTFPR Câmpus Londrina e EMBRAPA Soja pelo apoio na realização das análises.

### Referências

ALEZANDRO, M. R.; ALMEIDA, S.A.; MAIA, P.P.; CARVALHO, H. A; AZEVEDO, L.; VIEIRA, E.P. Soja transgênica BRS 243 RR: determinação de macronutrientes e das isoflavonas daidzeína e genisteína por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n. 3, p. 520-526, 2008.

Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC**. 16. ed. Arlington, 1995.

BARBOSA, A.C.L.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Influence of temperature, pH and ionic strength on the production of isoflavone-rich soy protein isolates. **Food Chemistry**, v. 98, n. 4, p. 757-766, 2006.

BAÚ, T. R.; SILVA, L.C.; GARCIA, S.; IDA, E. I. Propriedades funcionais tecnológicas das fibras de soja, aveia e trigo e produtos de soja com adição de fibras e fermentados com cultura de kefir. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 3093-3102, 2012.

BENASSI, V. T.; BENASSI, M. T.; PRUDÊNCIO, S. H. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 1901-1914, 2011;

BERHOW, M. A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, B. S.; MANTHEY, J. A. (Ed.). **Flavonoids in the living cell**. New York: Kluser Academic, 2002. v. 505, p.61-76.

BROUNS, F. Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. **Food Research International**, v. 35, n. 2, p. 187-193, 2002.

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. A.; MANDARINO, J.M.G.; OLIVEIRA, M.C.N. Environmental and genetic variation of isoflavone content of soybean seeds grown in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1444-1451, nov. 2009.

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, out.1999.

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 Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, set./out., 2006.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos. CONAB. Primeiro Levantamento - Intenção de Plantio. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_10\\_23\\_13\\_46\\_38\\_boletim\\_portugues\\_outubro\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_23_13_46_38_boletim_portugues_outubro_2013.pdf). Acesso em: 15 de Out. de 2013.

CUKIER, C.; MAGNONI, D.; ALVAREZ, T. **Nutrição baseada na fisiologia dos órgãos e sistemas**. São Paulo: Sarvier, 2005.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, p. 411-421, 2011.

FDA - **Food and Drug Administration**. Food labeling: Health claims; soy protein and coronary heart disease. *Fed Regist*, v.64, n. 206, p.57700-57733, 1999.

LIU, K. **Soybeans chemistry, technology and utilization**. Gaithersburg: Aspen Publisher, 1999. 532 p.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUZA, M. C. Características físicas de quatro cultivares de soja crua e submetidas a diferentes tratamentos térmicos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.3, p. 383-388, jul./set. 2009.

PARK, Y.K.; AGUIAR, C.L.; ALENCAR, S. M.; MASCARENHAS, H. A. A.; SCAMPARINI, A. R. P. Avaliação do teor de isoflavonas em soja brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.3, n.3, p. 156-160, 2001.

PAUCAR-MENACHO, L. M. A high-protein soybean cultivar contains lower isoflavones and saponins but higher minerals and bioactive peptides than a low-protein cultivar. **Food Chemistry**, v.120, n.1, p. 15-21, mai. 2010.

POYSA, V.; WOODROW, L.; YU, K. Effect of soy protein subunit composition on tofu quality. **Food Research International**, v.39, n.3, p. 309-317, 2006.

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.; ALVES, F. P.; OLIVEIRA, M. A.; LEITE, R. S. Brazilian Soybean Varieties for Human Use. In: EL-SHEMY, H. A. (Ed.). **Soybean bio-active compounds**. Croatia: InTech, 2013. 546 p.

SETCHELL, K. D. R.; BROWN, N. M.; DESAI, P.; ZIMMER-NECHEMIAS, L.; WOLF, 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, p. 1362S–1375S, apr. 2001.

SILVA, C. E, CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S.; MÔNACO, A. P.A. Teores de isoflavonas em grãos inteiros e nos componentes dos grãos de diferentes cultivares de soja (Glycinemax (L.)Merrill). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 150-156, abr/jun. 2012.

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 Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.3, p. 571-576, jul/set. 2006.

STATSOFT, INC. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

TOLEDO, T. C. F.; BRAZACA, S. G. C, ARTHUR, V.; PIEDADE, S. M. S. Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja submetidas à radiação gama. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 812-815, out/dez. 2007.

## **Elaboração e o efeito do orégano em tofus com duas cultivares de soja.**

Leidiane Cardoso Gonçalves, Tatiane Martins, Dafne Garcia Pereira, Francine dos Santos Grosso, Neusa Fatima Seibel

### **Resumo**

O objetivo do trabalho foi elaborar e caracterizar tofus com e sem adição de orégano, produzidos com duas cultivares de soja, BRS 284 e BMX Potência RR, oriundas de Mauá da Serra – PR, safra 2011/2012. Foram determinadas a quantidade de água absorvida na maceração dos grãos, rendimento e composição proximal dos extratos de soja. Os tofus foram avaliados quanto à composição proximal, isoflavonas e aceitação sensorial. Durante a maceração os grãos das duas cultivares absorveram em média 1,2 mL/g de água. O rendimento dos extratos de soja foram elevados, com média de 77%. Os extratos de soja não apresentaram diferença significativa em sua composição proximal. Os tofus se destacaram pelo alto teor de proteínas BRS 284 Padrão e Orégano (9,21% e 8,67%) e BMX Potência RR Padrão e Orégano (11,16% e 10,90%), seguido pelos lipídios BRS 284 Padrão e Orégano (5,26% e 4,89%) e BMX Potência RR Padrão e Orégano (4,38% e 4,24%). Ambas cultivares apresentaram altos valores de isoflavonas totais BRS 284 Padrão e Orégano ( $243,57 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $219,18 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), BMX Potência RR Padrão e Orégano ( $262,64 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $330,38 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Os tofus padrão e com adição de orégano da cultivar BRS 284 não apresentaram diferença para os teores de proteínas e nos produtos elaborados com a cultivar BMX Potência RR, não houve diferença nos teores de lipídios e cinzas. Os tofus com adição de orégano apresentaram melhor aceitabilidade e também maior intenção de compra pelos julgadores, comprovando a importância do atributo sabor na aceitação do tofu por parte de não consumidores.

**Palavras-chave:** Proteínas. Isoflavonas. Rendimento. Análise Sensorial. Orégano.

## Abstract

The aim of the study was to develop and characterize tofu with and without the addition of oregano, produced with two soybean cultivars, BRS 284 and BMX Potência RR, derived from Mauá da Serra – PR, harvest 2011/2012. Were determined the amount of absorbed water in the soaking of grains, yield, and proximal composition of soymilk. The tofu were evaluated for proximate composition, isoflavones and sensory acceptance. During steeping the kernels of the cultivars absorbed on average 1,2 mL/g of water. The yield of soymilk were high, averaging 77%. The soy extract showed no significant difference in their composition. The tofu was highlighted by the high protein content Standard BRS 284 and Oregano (9,21% e 8,67%) and Standard BMX Potência RR and Oregano (11,16% e 10,90%), followed by lipids Standard BRS 284 and Oregano (5,26% e 4,89%) and Standard BMX Potência RR and Oregano (4,38% e 4,24%). Both cultivars showed high levels of total isoflavones Standard BRS 284 and Oregano (243,57 mg.100g<sup>-1</sup> e 219,18 mg.100g<sup>-1</sup>), Standard BMX Potência RR and Oregano (262,64 mg.100g<sup>-1</sup> e 330,38 mg.100g<sup>-1</sup>). The standard tofu and adding oregano from cultivar BRS 284 showed no difference in the protein content and products made with the cultivar BMX Potência RR, there was no difference in the levels of lipids and ash. The tofu with oregano showed better acceptability and also better purchase intent by the judges, what indicates the importance of flavor attribute in acceptance by non-consumers.

**Keywords:** Proteins. Isoflavones. Yield. Sensory Analysis. Oregano.

## Introdução

A soja contém alto teor de proteínas e seus produtos são utilizados pela indústria de alimentos na formulação de diversos produtos. Devido a este fator tem sido estudada quanto aos seus aspectos tecnológicos e também na utilização para o desenvolvimento de novos produtos (CIABOTTI et al., 2007). A demanda por alimentos nutritivos e saudáveis vem crescendo de maneira rápida, principalmente devido ao conhecimento e divulgação de que o consumo de alimentos balanceados constitui-se na maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares (SILVA et al., 2011).

Os produtos obtidos a partir do grão de soja podem apresentar problemas de aceitação a alguns sabores e odores originados pela ação das enzimas lipoxigenases presentes no grão, os quais são considerados desagradáveis ao paladar ocidental. O uso de técnicas como o melhoramento genético para a redução das enzimas lipoxigenases e o branqueamento dos grãos para inativação das enzimas, estão sendo utilizadas para melhorar a aceitabilidade dos produtos de soja (CIABOTTI et al., 2007).

O tofu é um dos produtos obtidos a partir dos grãos de soja, sendo um dos mais populares. Ele é tradicionalmente consumido no oriente e países do sudeste asiático. O aumento no interesse do consumo de tofu por parte dos países ocidentais tem sido principalmente devido ao seu valor nutricional e os seus benefícios atribuídos à saúde (LI; HSIEH, 2004).

Segundo Li et al. (2013), o tofu consiste em um gel obtido a partir do extrato de soja, através da adição de coagulantes para a precipitação das proteínas. As etapas para a obtenção do tofu consistem no aquecimento do extrato de soja, coagulação e enformagem. A coagulação do extrato de soja é a etapa que requer mais atenção, pois é mais difícil de controlar, uma vez que depende das inter-relações complexas e muitas variáveis como temperatura, velocidade de agitação e tipo de coagulante (REKHA; VIJAYALAKSHMI, 2013).

Segundo Serrazanetti et al. (2013) e Rekha e Vijayalakshmi (2013), o tofu não possui colesterol e é fonte de proteínas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), especificamente o ácido linoleico presente nos fosfolipídios

(lecitina) da soja. Pode, assim, ser considerada uma fonte de proteínas alternativa, sendo superior ao próprio grão de soja.

Outra característica química importante da soja e seus derivados é a presença de isoflavonas, compostos que atuam benéficamente sobre a saúde, mas a quantidade e as formas químicas das isoflavonas presentes no tofu depende da cultivar utilizada e os métodos de processamento (BARBOSA; LAJOLO; GENOVESE, 2006). A perda de isoflavonas pode ser significativa durante o processamento e o tipo de coagulante utilizado também pode influenciar na retenção de isoflavonas nos tofus (Prabhakaran; Perera; Valiyaveetil, 2005).

A avaliação sensorial é uma ferramenta importante para analisar a aceitação pelo consumidor de novos produtos, ou produtos modificados em relação aos tradicionais. Devido ao sabor e odor dos tofus serem neutros, a textura possui importante papel na qualidade e aceitação pelos consumidores. Segundo Rekha e Vijayalakshmi (2013) o tofu possui sabor suave e textura porosa.

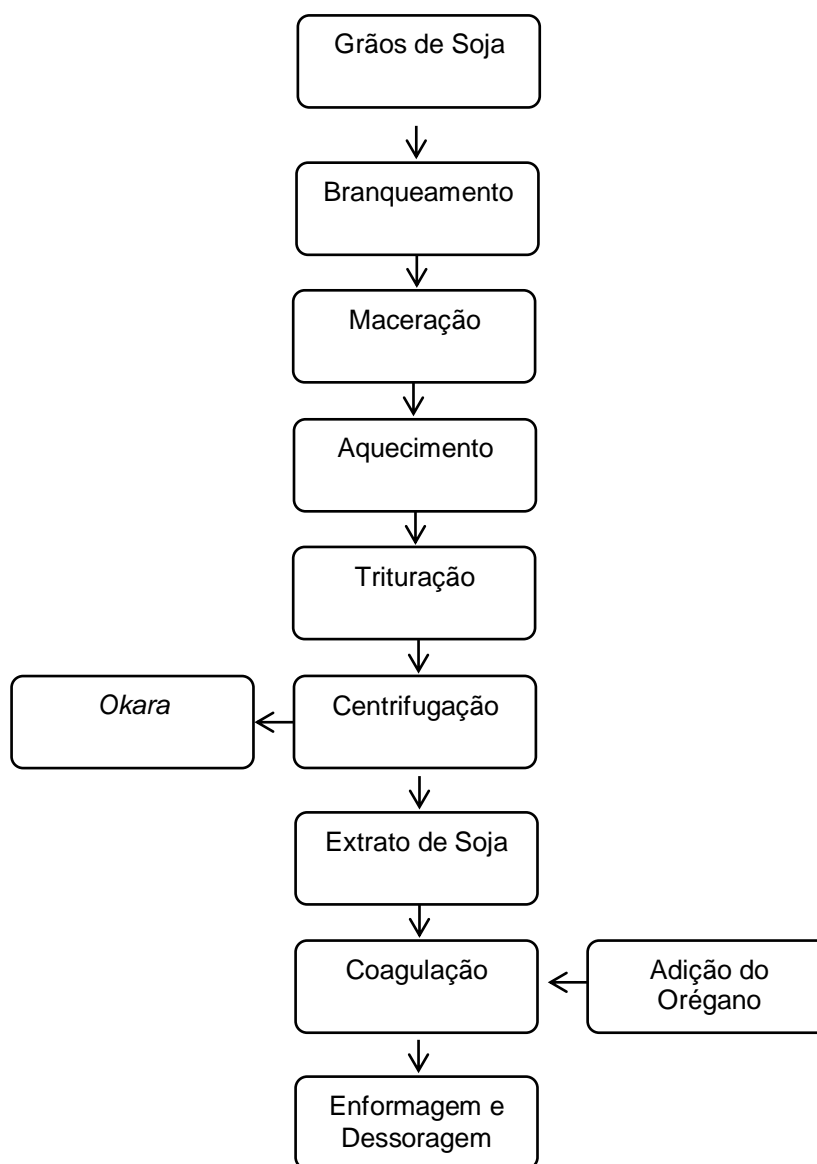
Segundo Silva et al. (2010), a utilização de antioxidantes naturais nos alimentos possui relevância nos aspectos tecnológicos e nutricionais para a conservação e qualidade dos produtos, principalmente nas gorduras poli-insaturadas, podendo substituir os antioxidantes sintéticos. Segundo Cervato et al. (2000) e Oliveira et al. (2009), a utilização do orégano vem sendo atribuída pela sua capacidade antioxidante, devido à presença de altos teores de compostos fenólicos.

Este trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar tofus produzidos com duas cultivares de soja.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a produção dos tofus, as cultivares utilizadas foram BRS 284 e BMX Potência RR, safra 2011/2012, cultivadas na cidade de Mauá da Serra – PR. Na etapa de coagulação foi utilizado o coagulante sulfato de cálcio P.A.. Foram produzidos dois tipos de tofus, o padrão e outro com adição de orégano em sua formulação. Os grãos foram previamente submetidos ao processo de branqueamento (cinco minutos em ebulição, seguidos de cinco minutos de resfriamento com água e gelo). As condições de processamento foram segundo

Benassi; Yamashita; Prudêncio (2011) com algumas modificações. A maceração foi realizada *overnight* na proporção 1:3 (grão:água). A trituração foi realizada com água a 90°C em liquidificador industrial Metvisa LQ 15, por 10 minutos na proporção 1:10, subtraindo a quantidade de água absorvida pelos grãos na etapa de maceração. Os extratos obtidos foram separados dos *okaras* (resíduo insolúvel) por centrifugação, o coagulante foi adicionado na proporção 1:13, com o tempo de coagulação de 10 minutos a 75-76°C. Os coágulos obtidos foram transferidos para formas plásticas perfuradas e forradas com malhas finas de nylon. Nesta etapa, os tofus com orégano receberam este ingrediente na forma desidratada e, em seguida, foram mantidos sob pressão de 2,66 KN por uma hora para dessoragem, conforme representado na Figura 1.



**Figura 1 – Fluxograma do processamento de tofu.**



O rendimento do tofu em relação ao extrato de soja foi calculado pelo peso do tofu dividido pelo peso do extrato. E o rendimento do tofu em relação ao grão foi calculado pelo peso do tofu dividido pelo peso do grão. Expressos em percentagem.

A composição proximal foi determinada conforme as metodologias descritas na AOAC (1995): umidade em estufa a 105°C com circulação de ar, cinzas por carbonização em mufla a 550°C, lipídios do tofu por extração em Soxhlet com éter de petróleo, e as proteínas por microkjeldahl, utilizando fator de correção de 6,25. Os lipídios do extrato de soja foram determinados, conforme a técnica 033/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) com hidrólise ácida seguida de extração em Soxhlet com éter de petróleo. Os carboidratos foram calculados por diferença.

O procedimento de extração das isoflavonas foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Berhow (2002), adaptada por Carrão-Panizzi, Favoni, Kikuchi (2002). Após a extração, as amostras foram centrifugadas por 15 minutos em centrífuga (Eppendorf modelo 5417R), a 5°C e 21.000G. Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi submetido à filtração em microfiltros com poros 0,45 µm (Millipore), sendo injetados 20 µL do extrato filtrado para separação e quantificação das isoflavonas em cromatógrafo líquido Waters, equipado com detector de arranjo de fotodiodos modelo PDA996. Foi realizada a separação e eluição das isoflavonas em coluna de fase reversa ODS C18 YMC-Pack ODS-AM, com partículas de 5 µm, diâmetro de 4,6 mm e 250 mm de comprimento, em sistema de gradiente linear. O sistema inicial consistiu de 20% de eluente A (metanol acidificado com 0,025% de ácido trifluoroacético) e 80% do eluente B (água ultrapura acidificada com 0,025% de ácido trifluoroacético), com inversão constante até atingir a proporção de 90% do eluente A e 10% do eluente B, após 35 minutos. Para limpeza da coluna foi utilizada o sistema isocrático com 100% do eluente A durante 5 minutos, seguido de novo gradiente, semelhante ao inicial, por 20 minutos para equilíbrio da coluna antes da próxima injeção. O tempo total de análise foi de 60 minutos por injeção, e o fluxo do solvente foi mantido em 1 mL.min<sup>-1</sup>. Em todas as etapas, foram utilizados reagentes grau HPLC. Para a quantificação das isoflavonas foi adotada padronização externa com curvas de calibração utilizando padrões Sigma, com concentrações conhecidas.

A análise sensorial foi aplicada com amostras individualizadas para verificar a aceitação dos produtos. Os atributos avaliados foram cor, aroma, textura, sabor e aceitação global, utilizando escala hedônica estruturada de 10 pontos,

ancorada nos extremos e no meio, onde 10: Gostei extremamente, 5: Não gostei nem desgostei e 0: Desgostei extremamente (VILLANUEVA, PETENATE e DA SILVA, 2005). Também foi incluído na avaliação um teste de intenção de compra, utilizando a escala de 5 pontos, onde 1: Certamente compraria e 5: Certamente não compraria. Os tofus foram provados por consumidores e não consumidores de tofu, totalizando 100 provadores de ambos os sexos (APÊNDICE).

Os resultados obtidos foram analisados pelo software Statistica 10.0, utilizando análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas com o teste de Tukey ao nível de significância de 5% (STATSOFT, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obtenção do extrato de soja de ambas as cultivares foram encontrados valores próximos de quantidade de água absorvida após a maceração (Tabela 1), segundo Wang et al. (1997), a taxa de absorção de água durante a maceração depende da umidade inicial do grão, tempo de estocagem, tamanho e variedade dos grãos. Além disso, podem influenciar nas características do tofu, conforme relatado no estudo de Benassi, Benassi e Prudêncio (2011) sobre a avaliação do potencial de oito cultivares brasileiras para produção de tofu, pois concluíram que os grãos que absorvem mais água durante a maceração resultam em tofus com menor dureza.

O rendimento do extrato em relação ao peso da soja foi de 76,05% para a variedade BRS 284 e 78,11% para a BMX Potência RR, o que equivale a 8,36 e 8,59 L de extrato/Kg de soja seca, respectivamente. Poysa e Woodrow (2002) que estudaram a qualidade de dez variedades de soja e seu efeito sobre o rendimento e qualidade na produção de extrato de soja e tofu, encontraram valores inferiores variando de 7,0 a 7,7L de extrato por Kg de soja seca.

**Tabela 1 – Água absorvida na maceração dos grãos, extrato de soja (ES) obtido e rendimento do ES.**

Soja	Água absorvida (mL/g)	Rendimento do ES (%)
BRS 284	1,3	76,05
BMX RR	1,2	78,11

Os extratos de soja das duas cultivares, BRS 284 e BMX Potência RR, utilizadas para a obtenção dos tofus não apresentaram diferença significativa nas determinações da composição proximal (Tabela 2). Caus et al. (2008), encontraram percentuais diferentes aos desta pesquisa, menores teores de umidade (88,48 g/100g) e maiores valores de cinzas (1,19 g/100g), lipídios (1,95 g/100g), proteínas (1,76 g/100g) e carboidratos (8,28 g/100g). Essas diferenças podem ser devido à diferença nos processos de obtenção dos produtos, uma vez que os autores não utilizaram a etapa de maceração do grão e a proporção foi de 1:3 no processo de cozimento e trituração, diferente da proporção utilizada neste trabalho (1:10), seguidos de 10 minutos de aquecimento e ainda, realizaram a filtração diferente do processo de centrifugação, utilizada neste estudo, e finalizaram com o cozimento por mais 2 minutos.

**Tabela 2 – Composição proximal do extrato de soja das cultivares BRS 284 e BMX Potência RR (g/100g).**

Cultivar	Umidade	Cinzas	Lipídios	Proteínas	Carboidratos
BRS 284	96,74±0,14 <sup>a</sup>	0,20±0,01 <sup>a</sup>	1,52±0,14 <sup>a</sup>	1,41±0,18 <sup>a</sup>	0,13
BMX Potência RR	96,40±0,30 <sup>a</sup>	0,23±0,02 <sup>a</sup>	1,45±0,20 <sup>a</sup>	1,49±0,04 <sup>a</sup>	0,43

Média de triplicatas ± Desvio padrão; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Carboidratos foram calculados por diferença.

Os rendimentos dos tofus em relação aos extratos de soja e aos grãos utilizados não apresentaram diferença significativa (Tabela 3). Os rendimentos em relação ao extrato de soja foram menores ao determinado por Prabhakaran, Perera e Valiyaveetil (2005), que analisaram o efeito de diferentes coagulantes sobre as propriedades do tofu, encontrando 45% para o coagulante sulfato de cálcio, o mesmo utilizado neste estudo. Os baixos rendimentos obtidos nesse trabalho podem ser explicados pelas cultivares utilizadas e condições de processamento. Li et al. (2013) e Yang e James (2013) relataram que o rendimento dos tofus e a qualidade da soja é dependente do local de crescimento, armazenamento e condições de processamento. Kong et al. (2008) estudaram as alterações da qualidade do grão de soja durante o armazenamento em relação à produção de extrato de soja e tofu e observaram que o rendimento do tofu está relacionado com o seu teor de proteínas, assim como a efetiva extração durante o processamento do tofu, uma vez que a concentração de sólidos durante a extração favorece o rendimento do produto. A etapa de coagulação e suas variantes: tempo, velocidade de agitação e a

concentração do coagulante também são relevantes no rendimento e extração das proteínas.

**Tabela 3 – Rendimentos dos tofus em relação ao extrato de soja e ao grão.**

Cultivar	Rendimento - ES (%)	Rendimento – Grão (%)
BRS 284	13,42±1,30 <sup>a</sup>	109,79±14,54 <sup>a</sup>
BMX Potência RR	13,69±0,43 <sup>a</sup>	114,89±3,64 <sup>a</sup>

Médias de triplicata ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na composição proximal dos tofus padrão e com adição de orégano da soja BRS 284 não houve diferença significativa para os teores de proteínas e nos produtos elaborados com a cultivar BMX Potência RR, não houve diferença estatística nos teores de lipídios e cinzas (Tabela 4). A variação apresentada nos percentuais de umidade pode ser devido ao processamento, na etapa de prensagem dos tofus, os quais podem ter perdido quantidades diferentes de soro. E consequentemente essa variação reflete nos teores de sólidos presentes nos produtos.

No trabalho de Li et al. (2015), o tofu controle preparado a partir de soja orgânica adquirida da China, obteve 77,16 g/100g de umidade, 1,85 g/100g de cinzas, 4,66 g/100g de lipídios e 13,72 g/100g de proteínas. Comparando os valores de proteínas, de todos os tofus preparados neste estudo, percebeu-se que foram inferiores à média encontrada por estes autores. Essa diferença pode estar relacionada pela cultivar utilizada e condições de processamento, onde pode-se ter mais proteínas no resíduos sólidos deste estudo.

**Tabela 4 – Composição proximal dos tofus padrão e tofus com adição de orégano (g/100g).**

Tofus	Umidade	Cinzas	Lipídios	Proteínas	Carboidratos
BRS 284/Padrão	76,64±0,39 <sup>c</sup>	3,13±0,09 <sup>a</sup>	5,26±0,55 <sup>a</sup>	9,21±0,35 <sup>ab</sup>	5,76
BRS 284/Orégano	81,02±0,33 <sup>a</sup>	2,55±0,04 <sup>bc</sup>	4,89±0,21 <sup>ab</sup>	8,67±0,62 <sup>b</sup>	2,87
BMX Potência RR/Padrão	78,49±0,45 <sup>b</sup>	2,71±0,04 <sup>b</sup>	4,38±0,21 <sup>b</sup>	11,16±1,35 <sup>a</sup>	3,26
BMX Potência RR/Orégano	77,17±0,94 <sup>bc</sup>	2,45±0,14 <sup>c</sup>	4,24±0,07 <sup>b</sup>	10,90±0,21 <sup>a</sup>	5,24

Média de triplicata ± Desvio padrão; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Carboidratos foram calculados por diferença.

A quantidade de lipídios encontrada no tofu padrão da cultivar BRS 284 foi próxima ao relatado por Damásio et al. (2013), que em tofus produzidos com dois tipos de soja (A e B) encontraram 5,5%. Os autores ainda destacaram as altas

concentrações de ácidos graxos poliinsaturados, representando 58% do total dos ácidos graxos, seguidos pelos ácidos graxos monoinsaturados, 24% do total.

No trabalho de Jayasena, Khu e Nasar-Abbas (2008) foram encontrados valores inferiores para os conteúdos de lipídios, já para proteínas os valores foram próximos a este estudo (3,97g/100g e 8,83g/100g, respectivamente). Cai e Chang (1998) encontraram valores menores para lipídios (2,30 g/100g) e proteínas (6,3 g/100g) para a cultivar Proto. As formulações padrão e orégano da cultivar BMX Potência RR obtiveram maiores teores de proteínas (11,16 g/100g e 10,90 g/100g), respectivamente em relação às formulações preparadas com a cultivar BRS 284, segundo Li et al. (2013) a qualidade do tofu pode ser influenciada pelo tipo de cultivar de soja. A comparação dos resultados e os valores encontrados na literatura são difíceis, principalmente nas condições de processamento utilizadas para obtenção do tofu, uma vez que em cada etapa do processo pode haver perdas como na água de maceração, no soro liberado pela prensagem e na filtração, podendo haver retenção de compostos no *okara* (BENASSI, PRUDÊNCIO, 2013).

O perfil de isoflavonas dos tofus padrão e com orégano (Tabela 5), verificou-se que os tofus produzidos com a cultivar BMX Potência RR obtiveram maior teor de isoflavonas totais em relação aos tofus produzidos com a cultivar BRS 284, sendo que todas as formulações apresentaram diferença significativa. Entre as frações das isoflavonas, destaca-se a malonil, que apresentou os maiores teores em todas as cultivares e formulações, representando de 55 a 60% do total de isoflavonas.

Os teores de isoflavonas na forma glicosil dos tofus produzidos com a cultivar BRS 284 padrão e com adição de orégano, obtiveram respectivamente, 72,25 mg.100g<sup>-1</sup> e 69,23 mg.100g<sup>-1</sup>. Valores superiores ao encontrado por Benassi e Prudêncio (2013), no estudo de oito cultivares brasileiras como matéria-prima para obtenção de tofu, totalizando 59 mg.100g<sup>-1</sup> de matéria seca na forma glicosil, para o tofu elaborado com a cultivar BRS 232. Os tofus elaborados com a cultivar BMX Potência RR nas formulações padrão e orégano apresentaram valores superiores a cultivar BRS 284 em ambas as formulações (86,50 mg.100g<sup>-1</sup> e 109,89 mg.100g<sup>-1</sup>) respectivamente.

As formas malonil apresentaram 147,10 mg.100g<sup>-1</sup> e 127,36 mg.100g<sup>-1</sup> para os tofus da BRS 284 padrão e orégano e 144,66 mg.100g<sup>-1</sup> e 184,32 mg.100g<sup>-1</sup> para os tofus da BMX Potência RR padrão e orégano, respectivamente, estes

valores contribuíram de forma significativa para os valores totais de isoflavonas. O tofu da BMX Potência RR contendo orégano obteve maior valor de malonil daidzina e malonil genistina, diferindo das outras amostras. Jackson et al. (2002) encontraram para a forma malonil valores inferiores ao tofu padrão e com adição de orégano deste estudo, apresentando  $38,31 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  em base úmida, para o tofu produzido com a cultivar RCAT Angora. Kao et al. (2004) encontraram valores inferiores a este estudo para a forma malonil, com  $82,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  em base seca, sendo que os autores mencionaram a estabilidade das isoflavonas frente à temperatura, tanto no extrato de soja, quanto no tofu.

**Tabela 5 – Teor de Isoflavonas ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) contidas em tofu padrão e tofu com adição de orégano das cultivares BRS 284 e BMX Potência RR.**

Cultivar		BRS 284	BRS 284	BMX Potência	BMX Potência
		Padrão	Orégano	Padrão	Orégano
Glicosil	DAIDZINA	23,00 <sup>c</sup> ±0,31	22,02 <sup>c</sup> ±0,51	43,47 <sup>b</sup> ±0,34	55,61 <sup>a</sup> ±1,29
	GLICITINA	7,10 <sup>a</sup> ±0,14	6,91 <sup>a</sup> ±0,10	3,53 <sup>c</sup> ±0,08	4,59 <sup>b</sup> ±0,22
	GENISTINA	42,15 <sup>b</sup> ±0,17	40,30 <sup>c</sup> ±0,96	39,50 <sup>c</sup> ±0,20	49,69 <sup>a</sup> ±1,15
	<b>TOTAL</b>	<b>72,25*</b>	<b>69,23*</b>	<b>86,50*</b>	<b>109,89*</b>
Malonil	DAIDZINA	33,36 <sup>c</sup> ±1,28	27,61 <sup>d</sup> ±1,28	51,55 <sup>b</sup> ±0,60	66,06 <sup>a</sup> ±1,56
	GLICITINA	8,54 <sup>a</sup> ±0,37	8,55 <sup>a</sup> ±0,36	4,21 <sup>c</sup> ±0,08	6,48 <sup>b</sup> ±0,21
	GENISTINA	105,20 <sup>b</sup> ±2,45	91,20 <sup>c</sup> ±3,12	88,90 <sup>c</sup> ±0,37	111,78 <sup>a</sup> ±2,50
	<b>TOTAL</b>	<b>147,10*</b>	<b>127,36*</b>	<b>144,66*</b>	<b>184,32*</b>
Agliconas	DAIDZEÍNA	6,99 <sup>c</sup> ±0,22	6,54 <sup>c</sup> ±0,13	14,04 <sup>b</sup> ±0,07	14,89 <sup>a</sup> ±0,38
	GLICITEÍNA	9,99 <sup>b</sup> ±0,71	9,01 <sup>b</sup> ±0,61	8,79 <sup>b</sup> ±0,98	12,33 <sup>a</sup> ±1,50
	GENISTEÍNA	7,24 <sup>b</sup> ±0,18	7,04 <sup>b</sup> ±0,10	8,65 <sup>a</sup> ±0,10	8,95 <sup>a</sup> ±0,23
	<b>TOTAL</b>	<b>24,22*</b>	<b>22,59*</b>	<b>31,48*</b>	<b>36,17*</b>
<b>Total</b>	<b>243,57<sup>c</sup>±4,13</b>	<b>219,18<sup>d</sup>±6,45</b>	<b>262,64<sup>b</sup>±1,40</b>	<b>330,38<sup>a</sup>±5,47</b>	

Média de triplicatas ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\* Soma de cada fração.

Em todas as formulações as isoflavonas acetil não foram identificadas. Normalmente essas frações são originadas pelo processamento empregado, que provoca a conversão das isoflavonas, portanto suas concentrações variam conforme o tipo de produto. Para a produção do tofu há o emprego de calor e a ausência dessas isoflavonas nos produtos pode ser explicada pela sua conversão em outras formas glicosídicas ou pelo pouco tempo de aquecimento (10 minutos), necessário para a coagulação. A presença da forma acetil é devido ao tratamento térmico do grão, havendo a conversão das formas malonil em acetil, e estas, nas formas glicosídicas (PARK et al., 2001). Kao et al. (2004) também não encontraram a

isoflavona acetil em seu estudo de estabilidade das isoflavonas no extrato de soja e tofu. Benassi e Prudêncio (2013) encontraram para a forma acetil  $0,9 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  na cultivar BRSMG 790A, que era ausente no grão *in natura* e pela conversão para acetil-daizina passou a quase 1%, sendo este um valor muito pequeno.

As formas agliconas apresentaram menores valores nos tofus da cultivar BRS 284,  $24,22 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (padrão) e  $22,59 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (orégano), em relação aos tofus da cultivar BMX Potência RR,  $31,48 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (padrão) e  $36,17 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (orégano). Kao et al. (2004) no estudo da estabilidade de isoflavonas em tofu e extrato de soja, obtiveram valor menor, utilizando soja adquirida de uma fazenda em Taipei em Taiwan, com valores médios de  $202,2 \mu\text{g/g}$ . Jackson et al. (2002), encontraram  $20,3 \text{ mg}/100\text{g}$  de isoflavonas agliconas para o tofu produzido com a cultivar RCAT Angora, valores menores que os tofus deste trabalho. As formas agliconas são mais rapidamente absorvidas pelo organismo que as formas glicosídicas, uma vez que estas requerem hidrólise do açúcar pelas enzimas  $\beta$ -glicosidases intestinais antes de sua absorção e por fim para a corrente sanguínea (SETCHELL et al., 2002). Além disso, as agliconas possuem propriedades antioxidantes, atuando benéficamente sobre os efeitos da menopausa, osteoporose e alguns tipos de câncer (BROUNS, 2002).

Os teores de isoflavonas totais para os tofus da cultivar BRS 284 padrão e orégano foram  $243,57 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $219,18 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e da BMX Potência RR padrão e orégano  $262,64 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $330,38 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente, valores estes maiores que o encontrado por Benassi e Prudêncio (2013) com  $117,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de matéria seca, para o tofu elaborado com a cultivar BRS 232. Assim como no trabalho de Prabhakaran, Perera e Valiyaveetil (2005), que analisaram o efeito de diferentes coagulantes sobre os níveis de isoflavonas e as propriedades físicas do tofu, os autores encontraram valores inferiores a este estudo para isoflavonas totais,  $128,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , quando utilizaram o mesmo coagulante, sulfato de cálcio.

Os maiores valores encontrados nos tofus elaborados com as cultivares BRS 284 e BMX Potência RR podem ser explicados pelo local de plantio dos grãos, Mauá da Serra (PR), que está situada a 1.083 metros de altitude, e suas coordenadas geográficas são: Latitude de  $23^\circ 54' 26''$  Sul e Longitude de  $51^\circ 11' 29''$  Oeste. Segundo Carrão-Panizzi et al. (1999), os estados da região Sul do Brasil, que apresentam temperaturas mais frias, possuem condições mais favoráveis para a concentração de isoflavonas durante o enchimento dos grãos.

Para a avaliação sensorial dos quatro tofus elaborados foram recrutados 100 julgadores, sendo 19% pertencentes à etnia asiática. Do total dos julgadores 54% eram mulheres e 46% homens. A maioria deles estava na faixa etária entre 21 e 25 anos (41%) e de 18 a 20 anos (36%), os julgadores maiores de 30 anos representaram 18% do total e 5% tinham entre 26 a 30 anos. Apenas 38% do total dos julgadores consomem tofu, sendo 22% eventualmente, 9% semanalmente e 7% mensalmente, por outro lado a maioria dos participantes (62%) não possui o hábito de consumir este produto.

Na análise sensorial realizada por todos os julgadores, os atributos cor, aroma e textura não apresentaram diferença significativa (Tabela 6). Apenas houve diferença quanto ao sabor, o tofu da BMX Potência RR com orégano, (média 5,36), que apresentou valor muito próximo da indiferença, e o tofu da BRS 284, (média 4,05), que indica rejeição. A aceitação global foi inferior para o tofu padrão produzido com a cultivar BRS 284, já que as demais formulações apresentaram maiores médias e não diferiram entre si. Estas obtiveram uma média de 5,3, numa escala de 0 a 10, no entanto, deve ser considerado que para esta avaliação houve a participação de consumidores e não consumidores, e os não consumidores representavam 62% dos julgadores, o que pode ter atribuído o resultado próximo da indiferença “Não gostei nem desgostei”, segundo a escala utilizada.

**Tabela 6 – Análise sensorial dos tofus padrão e tofus com adição de orégano.**

Tofus	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação Global
BRS 284/Padrão	6,92±2,46 <sup>a</sup>	5,72±2,60 <sup>a</sup>	5,47±2,85 <sup>a</sup>	4,05±2,59 <sup>b</sup>	4,61±2,60 <sup>b</sup>
BRS 284/Orégano	6,71±2,45 <sup>a</sup>	6,16±2,29 <sup>a</sup>	5,40±2,65 <sup>a</sup>	4,85±2,82 <sup>ab</sup>	5,08±2,56 <sup>a</sup>
BMX Potência RR/Padrão	6,73±2,46 <sup>a</sup>	5,64±2,43 <sup>a</sup>	6,24±2,62 <sup>a</sup>	4,58±2,78 <sup>ab</sup>	5,21±2,58 <sup>a</sup>
BMX Potência RR/Orégano	6,85±2,25 <sup>a</sup>	6,22±2,15 <sup>a</sup>	6,12±2,41 <sup>a</sup>	5,36±2,54 <sup>a</sup>	5,51±2,35 <sup>a</sup>

Média±Desvio padrão; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na avaliação das notas mencionadas por consumidores de tofu, não houve diferença significativa em todos os atributos sensoriais avaliados (Tabela 7). Os atributos cor, aroma e textura foram mais relevantes para a aceitação dos produtos, pois obtiveram uma média de 7 pontos, que na escala corresponde a “gostei moderadamente”. Já os atributos sabor e aceitação global tiveram menores notas dos consumidores, em torno de 6 pontos, que na escala de 0 a 10, esta média representa “gostei pouco”.



**Tabela 7 – Análise sensorial dos tofus realizada por consumidores.**

Tofus	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação Global
BRS 284/Padrão	7,47±2,42 <sup>a</sup>	6,81±2,23 <sup>a</sup>	6,54±2,59 <sup>a</sup>	5,39±2,49 <sup>a</sup>	5,73±2,50 <sup>a</sup>
BRS 284/Orégano	7,34±2,25 <sup>a</sup>	7,06±1,86 <sup>a</sup>	6,30±2,52 <sup>a</sup>	5,83±2,78 <sup>a</sup>	6,09±2,25 <sup>a</sup>
BMX Potência RR/Padrão	7,34±2,25 <sup>a</sup>	6,57±2,11 <sup>a</sup>	7,38±2,17 <sup>a</sup>	6,01±2,60 <sup>a</sup>	6,53±2,05 <sup>a</sup>
BMX Potência RR/Orégano	7,28±1,99 <sup>a</sup>	6,88±1,88 <sup>a</sup>	7,28±1,64 <sup>a</sup>	6,23±2,24 <sup>a</sup>	6,41±1,87 <sup>a</sup>

Média±Desvio padrão; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Nos valores médios para aceitação sensorial por não consumidores, percebeu-se que para os atributos cor, aroma, textura e aceitação global não houve diferença significativa (Tabela 8). No atributo sabor houve diferença significativa entre o tofu BRS 284 padrão e o tofu BMX Potência RR contendo orégano, mas estes foram similares aos demais. No entanto, a média para este atributo foi 4,00, equivalendo a 'desgostei pouco' ou seja, o sabor não foi bem aceito pelos julgadores. A aceitação global, avaliada pelos não consumidores, apresentou média de 4,4, na escala utilizada (0 a 10), este valor é inferior ao correspondente de "nem gostei e nem desgostei". Esses dados, portanto, confirmam que tratam de não consumidores de tofu e ainda destaca-se o sabor como predominante no julgamento de indivíduos não habituados a consumir produtos à base de soja.

**Tabela 8 – Análise sensorial dos tofus realizada por não consumidores.**

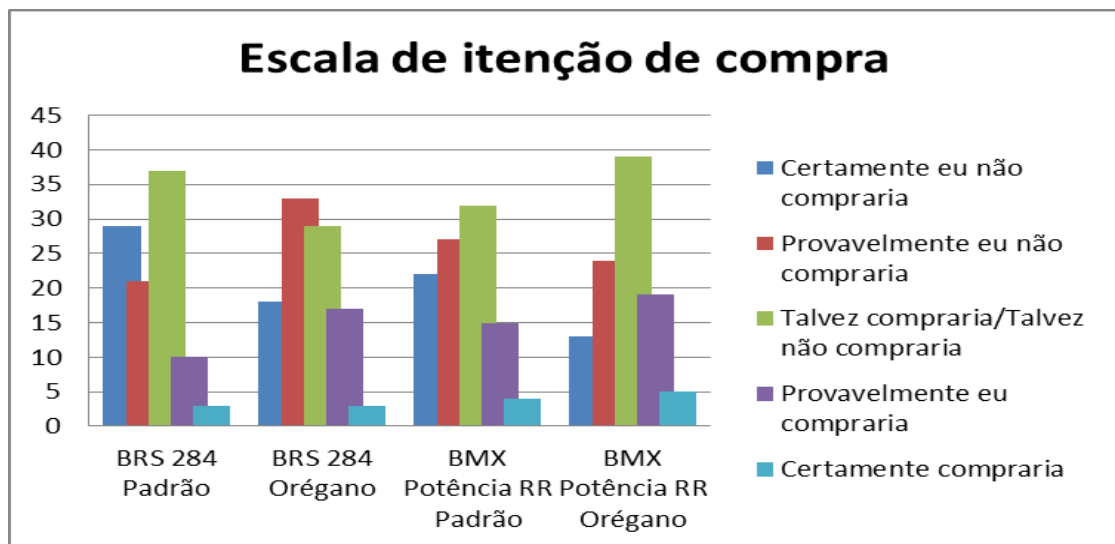
Tofus	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação Global
BRS 284/Padrão	6,59±2,45 <sup>a</sup>	5,05±2,60 <sup>a</sup>	4,81±2,82 <sup>a</sup>	3,23±2,30 <sup>b</sup>	3,92±2,42 <sup>a</sup>
BRS 284/Orégano	6,33±2,51 <sup>a</sup>	5,62±2,37 <sup>a</sup>	4,85±2,59 <sup>a</sup>	4,25±2,69 <sup>ab</sup>	4,46±2,56 <sup>a</sup>
BMX Potência RR/Padrão	6,36±2,53 <sup>a</sup>	5,07±2,46 <sup>a</sup>	5,53±2,64 <sup>a</sup>	3,70±2,52 <sup>ab</sup>	4,40±2,55 <sup>a</sup>
BMX Potência RR/Orégano	6,58±2,36 <sup>a</sup>	5,81±2,22 <sup>a</sup>	5,41±2,53 <sup>a</sup>	4,83±2,59 <sup>a</sup>	4,96±2,46 <sup>a</sup>

Média±Desvio padrão; Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Comparando a avaliação sensorial realizada por consumidores e não consumidores de tofus (Tabelas 7 e 8), percebeu-se que os consumidores obtiveram maior aceitação dos produtos, principalmente nos atributos cor, textura e aceitação global com médias de 7,36, 6,87 e 6,19 respectivamente. A aceitação por parte dos não consumidores apresentou menor diferença no atributo cor, um ponto da escala utilizada, já para os atributos textura e aceitação global obtiveram cerca de dois pontos a menos.

A intenção de compra (Figura 2) indicou que apenas 3% dos julgadores 'certamente comprariam' as amostras BRS 284 Padrão e BRS 284 Orégano, 4% a amostra BMX Potência RR padrão e 5% a amostra BMX Potência RR orégano. Mas

percebe-se que os tofus das formulações que continham orégano das duas cultivares, BRS 284 e BMX Potência RR, obtiveram maiores percentuais para a escala 'provavelmente comprariam', 17% e 19%, respectivamente. Esses dados, portanto, demonstraram que houve uma menor média em relação à intenção de compra por parte dos julgadores, principalmente na formulação sem adição de orégano, uma vez que este ingrediente melhorou a aceitabilidade do produto devido ao atributo sabor. Provavelmente por se tratar de pessoas não habituadas ao consumo de tofu, uma vez que este público constituiu a maioria dos provadores (62%), os produtos obtiveram baixa aceitabilidade.



**Figura 2 – Intenção de compra das diferentes formulações.**

## CONCLUSÃO

Os extratos de soja produzidos com grãos de duas cultivares de soja, BMX Potência RR e BRS 284, apresentaram alto rendimento. Em relação a sua composição proximal não houve diferença significativa.

Os tofus apresentaram altos teores de proteínas e lipídios. Os produtos elaborados com a cultivar BMX Potência RR obtiveram maiores teores de isoflavonas totais, quando comparados com os tofus padrão e orégano da cultivar BRS 284. E as formas malonil apresentaram-se em maior concentração nos tofus padrão e orégano da cultivar BMX Potência RR.

A aceitação global realizada por consumidores e não consumidores de tofus foi inferior para o tofu padrão produzido com a cultivar BRS 284. A avaliação realizada por consumidores para os atributos cor, aroma e textura foi mais relevante para a aceitação dos produtos, porém o sabor e aceitação global tiveram menores notas. A aceitação dos tofus por não consumidores foi inferior, sendo que, o sabor foi o atributo considerável para a baixa aceitação dos produtos. Os produtos com adição de orégano obtiveram melhores médias na escala de intenção de compra, devido ao atributo sabor, uma vez que a maioria dos julgadores não tinha o hábito de consumir tofu.

## REFERÊNCIAS

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. v.1-2.

BARBOSA, Ana. C.L.; LAJOLO, Franco. M.; GENOVESE, Maria. I. Influence of temperature, pH and ionic strength on the production of isoflavone-rich soy protein isolates. **Food Chem.**, v. 98, n. 4, p. 757-766, 2006.

BENASSI, Vera. T.; BENASSI, Marta. T.; PRUDÊNCIO, Sandra H. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n.1, p. 1901-1914, 2011.

BENASSI, Vera. T.; PRUDÊNCIO, Sandra H. Impactos do processamento de soja na retenção de minerais, isoflavonas e proteínas em tofus. **Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutr.**, v. 24, n. 1, p. 51-59, 2013.

BENASSI, Vera. T.; YAMASHITA, Fábio; PRUDÊNCIO, Sandra H. A statistical approach to define some tofu processing conditions. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 31, n.4, p. 897-904, 2011.

BERHOW, Mark. A. Modern analytical techniques for flavonoid determination. In: BUSLIG, Béla. S.; MANTHEY, John. A. **Flavonoids in the living cell**. New York: Kluser Academic, 2002. v. 505, p. 61-76.

BROUNS, Fred. Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. **Food Res. Int.**, v. 35, n. 2, p. 187-193, 2002.

CAI, T. D.; CHANG, C. K. Characteristics of production-scale tofu as affected by soymilk coagulation method: propeller blade size, mixing time and coagulant concentration. **Food Res. Int.**, v. 31, n. 4, p. 289-295, 1998.

CARRÃO-PANIZZI, Mercedes. C. et al. Effects of genetics and environment on isoflavone content of soybean from different regions of Brazil. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 34, n. 10, p. 1788 – 1795, out. 1999.

CARRÃO-PANIZZI, Mercedes. C.; FAVONI, Silvana. P.G.; KIKUCHI, Akio. Extraction time for soybean isoflavone determination. **Braz. Arch. Biol. Tech.**, v. 45, n. 4, p. 515-518, 2002.

CAUS, Samile, et al. Obtenção de bebidas a base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de frutas. **Revista Ciências Exatas e Naturais.**, v. 10, n. 1, 2008.

CERVATO, Giovana. et al. Antioxidant properties of oregano (*Origanum vulgare*) leaf extracts. **J. Food Bioch.**, v.24, n. 6, p. 453-465, 2000.

CIABOTTI, Sueli. et al. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n.3, p. 643-648, 2007.

DAMÁSIO, J. M. A. et al. Lipid Stability of Soybeans in Grains and Soybeans Processed as Tofu. **J. Agri. Sci.**, v. 5, n. 11, 2013.

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

JACKSON, C. -J. C, et al. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Proc. Biochem.**, v. 37, n.10, p. 1117–1123, 2002.

JAYASENA, V.; KHU, W. S.; NASAR-ABBAS, S. M. The development and sensory acceptability of lupin-based tofu. **J. Food Qual.**, v. 33, p. 85–97. 2010.

KAO, T.H., et al. Stability of isoflavone glucosides during processing of soymilk and tofu. **Food Res. Int.**, v. 37, n.9, p. 891–900, 2004.

KONG, Fanbin. et al. Changes of soybean quality during storage. As Related to Soymilk and Tofu Making. **J. Food Sci.**, v. 73, n. 3, p. 134-144, 2008.

LI, Jinlong, et al. A novel approach to improving the quality of bittern-solidified tofu by w/o controlled-release coagulant. 2: Using the Improved Coagulant in Tofu Processing and Product Evaluation. **Food Biopro. Technol.**, v.6, n. 7, p.1801-1808, jul. 2013.

LI, Jinlong; HSIEH, Y. P. Traditional Chinese food technology and cuisine. **Asia Pac. J. Clin. Nutr.**, v. 13, n. 2, p.147-155, 2004.

LI, Meng, et al. Preparation of organic tofu using organic compatible magnesium chloride incorporated with polysaccharide coagulants. **Food Chem.**, v. 167, p. 168-174, 2015.

PARK, Y.K., et al. Avaliação do teor de isoflavonas em soja brasileira. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.3, n.3, p. 156-160, 2001.

POYSA, Vaino; WOODROW, Lorna. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. **Food Res. Int.**, v. 35, n. 4, p. 337- 345, 2002.

PRABHAKARAN, Molamma. P.; PERERA, Conrad. O.; VALIYAVEETIL, Suresh. Effect of different coagulants on the isoflavone levels and physical properties of prepared firm tofu. **Food Chem.**, v. 99, n. 3, p. 492-499, 2005.

REKHA, C. R.; VIJAYALAKSHMI, G. Influence of processing parameters on the quality of soycurd (tofu). **J. Food Sci. Technol.**, v.50, n.1, p. 176-180, 2013.

ROSSET, Michele; PRUDENCIO, Sandra. H.; BELÉIA, Adelaide. D. P. Viscozyme L action on soy slurry affects carbohydrates and antioxidant properties of silken tofu. **Food Sci. Technol. Int.**, v. 18, n.6, p. 531-538, 2012.

SERRAZANETTI, Diana. I. et al. Fermented tofu: Enhancement of keeping quality and sensorial Properties. **Food Control.**, v. 34, n. 2, p.336-346, 2013.

SETCHELL, Kenneth. D. R. et al. Evidence for lack of absorption of soy isoflavone glycosides in humans, supporting the crucial role of intestinal metabolism for bioavailability. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 76, n. 2, p. 447-453, 2002.

SILVA, Marília. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciênc. Agr.**, v.31, n.3, p.669-82, 2010.

SILVA, Fernanda. D. et al. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2011.

STATSOFT, INC. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

VILLANUEVA, Nilda. D. M; PETENATE, Ademir. J; DA SILVA, Maria. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Qual. Pref.**, v. 16, n. 8, p. 691-703, 2005.

WANG, Sin-Huei. et al. Efeito da proporção soja: água e aquecimento sobre rendimento e qualidade protéica do leite de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, n.10, p.1059-1069, 1997.

YANG, Aijun.; JAMES, AT. T. Effects of soybean protein composition and processing conditions on silken tofu properties. **J Sci Food Agric.**, v. 93, n.12, p. 3065-3071, 2013.

