Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Nutrição

MAIARA DA COSTA LIMA

INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DA SECAGEM (CONVENCIONAL E LIOFILIZAÇÃO) SOBRE O TEOR PROTEICO E A PROTEINA ISOLADA NO RESÍDUO DE SOJA (OKARA)

João Pessoa,

2016

INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DA SECAGEM (CONVENCIONAL E LIOFILIZAÇÃO) SOBRE O TEOR PROTEICO E A PROTEINA ISOLADA NO RESÍDUO DE SOJA (OKARA)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição.

MAIARA DA COSTA LIMA

ORIENTADOR: Prof. MARIA LÚCIA DA CONCEIÇÃO

JOÃO PESSOA,
2016

L732i Lima, Maiara da Costa.

Investigação do efeito da secagem (convencional e liofilização) sobre o teor proteico e a proteína isolada no resíduo de soja (okara) / Maiara da Costa Lima. - - João Pessoa, 2016.

42f.: il. –

Orientadora: Maria Lúcia da Conceição.

Monografia (Graduação) – UFPB/CCS.

MAIARA DA COSTA LIMA

INVESTIGAÇÃO DO EFEITO DA SECAGEM (CONVENCIONAL E LIOFILIZAÇÃO) SOBRE O TEOR PROTEICO E A PROTEINA ISOLADA NO RESÍDUO DE SOJA (OKARA)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em análise de alimentos.

Aprovado em 18 de março de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Presidente: Profª. Maria Lúcia da Conceição (Orientador)

Membro: Mestre Ana Júlia Alves Aguiar Athayde (Membro Efetivo)

Membro: Dra Janaína Maria Batista de Sousa (Membro Efetivo)

JOÃO PESSOA, 2016

“Pois o Senhor é quem dá sabedoria; de sua boca procedem o conhecimento e o dicernimento.”

Proverbios 2:6

“Pois dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória”

Romanos 11:36

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sua infinita graça e misericórdia que me sustentaram até aqui.

Agradeço a minha família por todo o apoio e incentivo em todos os momentos. Aos meus pais e meu irmão que me ajudaram de todas as maneiras possíveis sempre me incentivando. Ao meu pai que mesmo de longe me acompanhou e incetivou, demosntrando interesse e disposição em ajudar. Em especial agradeço a minha mãe pela paciência, dedicação, incentivo e ajuda financeira sendo sempre presente nos momentos de luta e também de vitória.

A amiga Karina Pollyne pelo apoio e interesse. Em especial ao meu parceiro de todas as horas Themístocles Sabino que me acompanhou desde o início da graduação, me incentivando, tranquilizando e me ajudando sempre que possível.

Sou grata ainda, a todos os meus colegas que tiveram a oportunidade de, junto comigo, e com todos os professores da graduação em nutrição construir nossa formação. Em especial Maria Rayssa e Thamyres Fagundes. Aos colegas e professores do Laboratório de Microbiologia e Bioquímica dos alimentos como o professor Dr Evandro Leite de Souza, e os colegas José Alberto, Natália Sufyati e Roberta Santos pela parceria e ajuda mutua. Em especial sou grata a Eryka Maria, pela parceria, pela oportunidade de trabalhar com ela, compartilhando seus conhecimentos e auxiliando na execução deste e outros projetos. Além da confiança em partilhar experiências profissionais e pessoais que foram de suma importância. Também aos membros da banca examinadora: Janaina Maria Batista e Ana Júlia Athayde pela disponibilidade

Agradeço a professora Maria Lúcia da Conceição pelo apoio, pela credibilidade, e confiança, tendo participado ativamente da minha formação, compartilhando seus conhecimentos acadêmicos, enriquecendo extraordinariamente minha formação e viabilizando este e outros trabalhos. Além da amizade, carinho e incentivo.

RESUMO

A soja, (*Glycine Max*), por suas características de qualidade nutricional se destaca no cenário mundial. A grande versatilidade desta oleaginosa como matéria-prima no processamento de alimentos para consumo humano e animal se deve à sua composição. A soja processada de maneiras diversas dá origem a produtos e subprodutos de grande importância. Um deles é o extrato aquoso de soja ("leite" de soja) que gera em seu processamento um subproduto denominado okara. Estima-se que a partir de cada tonelada de soja processada, cerca de sete toneladas de leite de soja e duas toneladas de okara são produzidos. Esse subproduto gerado pela indústria de alimentos é fonte promissora de compostos que podem ser utilizados na tecnologia de alimentos. A secagem é uma tecnologia amplamente utilizada pelas indústrias para manutenção da qualidade, que pode provocar impacto nas propriedades dos produtos alimentares, e pode ser usada para criar novas funcionalidades. Em virtude do exposto, o presente estudo teve como objetivo verificar a influência da secagem convencional e liofilização sobre a matéria proteica do resíduo da soja. Este estudo caracterizou-se como um estudo experimental, a nível quantitativo. Para a desidratação, o resíduo foi exposto em bandejas e levado a estufa estabilizada a temperatura entre 60 ºC por 12 horas. O liofilizado realizou-se em temperatura de aproximadamente – 49 ºC por 10 a 12 horas. O isolamento da proteína foi realizado em conformidade com método descrito por Wang et al (1998) e Lui et. al. (2003), com adaptações. O método utilizado para estimar o teor proteico foi o método de kjedahl. Como resultados observou-se no resíduo *in natura* a proteína encontra-se entre 2,66±0,00 g/100g e 5,24±0,02 g/100g, nos desidratados de 17,95±0,00 e 38,20±0,25 g/100g e nos liofilizados 16,86±0,18 a 37,48±4,26 g/100g. Os resultados evidenciam, portanto, que os dois processos foram análogos quanto à propriedade de concentração da proteína. Para o processo de isolamento proteico o resíduo *in natura* foi o que apresentou maior diferença. Os valores concernentes ao valor das proteínas isoladas nos resíduos demonstraram que a oscilação dos valores nos resíduos *in natura* foram de 26,17±0,15 a 33,41±1,19g/100g, nos desidratados de 14,81±0,83 a 41,48±2,58 g/100g e nos resíduos liofilizados de 34,82±0,00 a 40,35±1,53g/100g. Conclui-se, portanto que os métodos de secagem se mostraram eficientes quanto à capacidade de retenção da proteína, resultando numa farinha com alto teor deste nutriente.

PALAVRAS CHAVE: Okara, Proteína e secagem.

ABSTRACT

The Soy, (*Glycine Max*), for your characteristics of nutrition quality has a prominence on the world scenario. The versatility of this oilseed as raw material on food processing for human or animal consumption is a due to your composition. The soy processed on different ways gives origin for products and sub products with great importance. One among them is the aqueous extract of soy ("soy milk") that is created in its processing a sub product called okara. It is estimated that one tone of soy can give origin to seven tones of soymilk and two tonnes of okara. This sub product created by industrial's food is a font of composts what can be used on foods technology. The drying is a technology widely used for industrial's food for maintenance of the quality, which may have an impact on the properties of food products, and can be used for create new functionalities. In view of the above, this is work have as objective to check the influence of conventional drying and freeze drying about the protein matter of okara. The results show that the protein content on okara *in nature* was among 2, 66±0,00 g/100g and 5,24±0,02 g/100g. Concerning protein content in dried basis was among 17,95±0,00 e 38,20±0,25 g/100g and for freeze drying 17,95±0,00 e 38,20±0,25 g/100g. Showing, therefore the booths dry process were as analogous to the property of protein concentration in okara flour. For dehydration, the residue was exposed in trays and taken to an oven at stabilized temperature of 60 ° C for 12 hours. The lyophilizate was performed at temperature - 49 ° C for 10 to 12 hours. The isolation of the protein was performed according to the method described by Wang et al (1998) and Lui et . al . (2003), with adaptations . The method used to estimate the protein content is the Kjeldahl method. For the protein, isolate the okara *in nature* was that presented the greatest difference, that is, when compared to the original protein content showed the best performance. The numbers concerning the value of isolate proteins in the waste showed that the fluctuation of values in waste was *in nature* among 26,17±0,15 and 33,41±1,19g/100g, on dry 14,81±0,83 and 41,48±2,58 g/100g and on freeze dry 34,82±0,00 and 40,35±1,53g/100g. In conclusion, the methods were efficient as protein retention capacity resulting in a flour rich in this nutrient.

KEYWORD: Okara, Protein and Dry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de isolamento da proteína nos resíduos (okara) *in natura*, desidratado e liofilizado 21

Figura 2 – Comparação dos valores médios das médias da proteína nos resíduos de okara 24

Figura 3 – Valores médios da proteína isolada nos resíduos de okara considerando os três tipos de resíduo utilizados 26

Figura 4 – Valores médios da proteína isolada nos resíduos de okara comparando com os três tipos de resíduo utilizados como matéria prima 26

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Valores percentuais de rendimento obtidos dos processos de desidratação do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja (Okara) 23

Tabela 2 – Valores médios do teor de proteína do resíduo obtido do processamento do extrato hidrossolúvel de soja (Okara) 24

Tabela 3 - Valores médios da proteína isolada nos resíduos de okara 25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

2 OBJETIVOS 12

2.1 OBJETIVOS GERAL 12

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA 13

3.1 SOJA.....13

3.2 OKARA 15

3.3 SECAGEM 17

4 MATERIAS E MÉTODOS 20

4.1 AMOSTRAGEM.....20

4.2 SECAGEM CONVENCIONAL 20

4.3 LIOFILIZAÇÃO 20

4.4 OBTENÇÃO DA PROTEÍNA ISOLADA 21

4.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR PROTEICO 21

4.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO 22

5 RESULTADOS 23

6 DISCUSSÃO 28

7 CONCLUSÕES.....33

REFERÊNCIAS 34

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas a soja (*Glicine max*) tornou-se um líder de mercado, altamente negociada no mundo (HARRI et al., 2009). O grão de soja contém alguns compostos de comprovada ação benéfica à saúde humana e essa informação vem provocando um crescente interesse pelos produtos derivados da soja. Dentre esses produtos descata-se o tofu, a farinha e o farelo de soja e o extrato aquoso da soja (BOWLES e DEMIATE, 2006), sendo as proteínas da soja reconhecidas pelo valor nutritivo e funcionalidade tecnológica além de que seu uso aumenta a ingestão de aminoácidos essenciais (SOUZA et al., 2000).

Os subprodutos gerados no processamento de vegetais podem provocar impactos ambientais e econômicos se utilizados ou descartados na maneira correta, entretanto, a minimização de resíduos pode ser uma alternativa, bem-sucedida para a indústria de alimentos e demais setores, como panificação, que são caracterizados como agentes potenciais poluidores (VIEIRA, 2006).

Do total de resíduos gerados anualmente (39000 toneladas), 91,7 % são provenientes de indústrias alimentícias. Inúmeros órgãos governamentais e indústrias estão se preparando para aplicar uma política ambiental que diminua os impactos negativos à natureza. Os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007). Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários (LAUFENBERG, et al., 2003).

O resíduo do leite de soja é um subproduto de baixo valor comercial, conhecido como Okara. Este pode ser utilizado como um alimento devido ao seu elevado teor de proteína e fibra. Quanto as suas caracteristicas apresenta umidade em cerca de 75 %, 25 % de proteínas, 10-15 % de óleos de boa qualidade e grande quantidade de fibras (REDONDO-CUENCA et al., 2008). A maior parte, no entanto, é descartado como lixo industrial, os quais tem criado problemas de ordem social e ambiental.

Muitos estudos mostraram a aplicabilidade deste produto em alimentos como biscoitos (Cunha et al., 2007), pães (Bowles e Demiate, 2006), pães de queijo (Aplevicz e Demiate, 2007) e outros dentre outros. No entanto, observa-se por meio dos estudos citados que o

resíduo apresenta grande teor de água em base úmida sendo necessária sua secagem para que este seja utilizado como base para preparação de vários produtos alimentícios.

O processo de secagem de alimentos é comumente realizado a fim de retirar uma determinada quantidade de água presente no alimento. Este processo possibilita prolongar a vida de prateleira dos alimentos, uma vez que reduz a atividade de água dos mesmos. E consequentemente inibe o crescimento microbiano e a atividade enzimática nos alimentos. Outra vantagem da aplicação do processo de secagem é a redução de custos de transporte e armazenamento com a diminuição no peso e no volume do alimento (FELLOWS, 2006). No entanto, durante a secagem os alimentos podem sofrer várias alterações, tanto no seu valor nutritivo como nas suas propriedades sensoriais (PINTO e CASTRO, 2008).

A freeze-drying ou liofilização é um processo de secagem no qual o solvente, geralmente a água, e/ou uma suspensão, é cristalizado em baixa temperatura e depois sublimado a partir do estado sólido diretamente na fase de vapor (LIU et al. 2008; CIURZYŃSKA; ANDRZEJ, 2011). Devido as perdas e alterações que a secagem convencional provoca nos alimentos a liofilização vem sendo bastente utilizada. A sua popularidade é baseada em algumas vantagens bem conhecidas em comparação com processos competitivos: estabilidade da amostra a temperatura ambiente, a fácil reconstituição pela adição de água, a definida estrutura porosa do produto, a redução no peso e a possibilidade de fácil manuseio estéril (RINDLER et al., 1999).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito da secagem, utilizando os dois métodos de secagem convencional e liofilização (Freeze-Drying), no teor proteico bem como observar a influência sobre o isolamento de proteínas no resíduo do extrato hidrossolúvel da soja (okara).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obter o Okara desidratado através dos métodos de secagem convencional e liofilização;
- Quantificar o rendimento do okara submetido ao processo de secagem convencional e liofilização;
- Quantificar o teor proteico dos três tipos de resíduo obtidos no estudo: Okara *in natura*, seco e liofilizado;
- Obter o isolado proteico usando como matéria prima nos três tipos de resíduo;
- Quantificar o teor proteico do isolado proveniente dos resíduos: *in natura*, desidratado por secagem convencional e por liofilização.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SOJA

A soja (*Glycine Max*) é uma semente oleaginosa pertencente à família Fagácea e apresenta como centro de origem e domesticação o nordeste da Ásia, principalmente ao longo do rio Amarelo na China. Sua evolução começou a partir do cruzamento de espécies selvagens que foram domesticadas por cientistas da China antiga (EMBRAPA, 2016). Segundo Cunha et al (2007) essa leguminosa foi cultivada pelo homem há cerca de cinco mil anos, estando hoje seus produtos derivados disseminados por todo o mundo. É rica em proteínas além de apresentar diversas substâncias com comprovada ação benéfica a saúde humana.

O uso dos produtos de soja na indústria de alimentação animal e humana tem aumentado a cada dia. A produção mundial de soja é atualmente 219,8 milhões de toneladas, dos quais a Índia produziu 9,3 milhões de toneladas métricas constituindo cerca de 4 % da produção mundial total. Desta produção, menos de 10 % é diretamente utilizada para consumo humano (GANDHI, 2006).

Por suas características de qualidade nutricional, se destaca no cenário mundial como uma leguminosa de importância socioeconômica, sendo o Brasil o segundo maior produtor de grãos de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. A grande versatilidade desta oleaginosa como matéria-prima no processamento de alimentos para consumo humano e animal se deve à sua composição (PINTO e CASTRO, 2008). Uma das fontes mais importantes de proteínas vegetais é a soja, cujos derivados são reconhecidos pelo seu alto valor biológico e nutricional (LESCANO, 2009). O uso dos fatores de qualidade estão classificados com base nas características física ou química e composição (GANDHI, 2009).

A utilização da soja em alimentos tradicionais têm aumentado, uma vez que a simples mesclagem permite uma redução dos custos e uma complementação da constituição química, além de, muitas vezes, conferir características funcionais aos produtos (SANTOS; BEDANI; ROSSI, 2004). O consumo de produtos à base de soja na dieta contribui para uma melhor qualidade de vida, havendo relatos da redução da concentração sérica de colesterol e triglicerídeos, prevenindo doenças crônico-degenerativas e alguns tipos de câncer (MANDARINO, 2002).

A composição química da soja apresenta componentes importantes como: proteínas, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas. Destacam-se as proteínas da soja que entre esse nutriente do reino vegetal é a que têm um melhor balanço de aminoácidos essenciais, e qualidade comparável às proteínas de origem animal (PEREIRA et, al. 2009). Segundo Saidu (2005) a maior parte das proteínas da soja está armazenada nos cotilédones, sob a forma de corpos proteicos. A maioria delas são globulinas e tem ponto isoelétrico em pH entre 4,2 e 4,6. Além disto a proteína da soja tem maior valor nutricional que outras proteínas vegetais destinadas a alimentação humana, apresentando alto teor de lisina.

Alguns derivados da soja como proteínas isoladas, concentradas e texturizadas são amplamente utilizadas na elaboração de produtos cárneos. Empregados como fonte proteica, atuam, também, como melhoradores tecnológicos, realçando a textura e a maciez e agindo como emulsionante em salsichas e hambúrgueres (EMPRAPA, 2016). Tentativas têm sido feitas de utilizar diversas preparações de sementes como ingredientes na indústria de alimentos. Entretanto, a soja tem sido o principal material usado para produção industrial de concentrados e isolados de proteínas, devido, principalmente, a seu alto teor de proteínas e bom desempenho tecnológico dos produtos (TOMOSKOZI et al., 2001).

O uso da soja como alimento constata avanços significativos não só pelas suas propriedades nutricionais, como também pelas suas propriedades funcionais, por atuar como emulsificante e estabilizante, por sua capacidade de absorção de água, gelatinização, elasticidade, coesão e aeração (FERREIRA, 2003). Alguns autores associam estas características a proteína da soja relatando que a proteína da soja representa uma fonte econômica de proteínas alimentares e têm sido amplamente utilizadas em produtos cárneos por ser agente gelificante, emulsificante e ligante, sendo capaz de melhorar a estabilidade e o rendimento do produto (RENTFROW, et al, 2004).

O processamento do alimento pode proporcionar mudanças no seu teor de nutrientes e, consequentemente, na sua qualidade nutricional. No processamento da soja, a etapa de imersão dos grãos na água visando ao seu amaciamento é quase sempre necessária, e o tratamento térmico adequado da soja aumenta a digestibilidade de sua proteína, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais. Vale salientar que o tratamento térmico das leguminosas é eficaz para inativar substâncias antinutricionais, embora

possa ocorrer atividade residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, após tratamento térmico (BAYRAM et al., 2004).

3.2 OKARA

A soja processada de maneiras diversas dá origem a produtos e subprodutos de grande importância. O extrato aquoso de soja (“leite” de soja) gera em seu processamento um subproduto denominado okara (BOWLES; DEMIATE, 2006). Grizotto et al. (2010) estimaram que a partir de cada tonelada de soja processada, cerca de sete toneladas de leite de soja e duas toneladas de okara são produzidos. Esse co-produto gerado pela indústria de alimentos é fonte promissora de compostos que podem ser utilizados na tecnologia de alimentos e além de apresentar propriedade funcional (MATEOS-APARICIO et al., 2010; SELANI et al., 2011).

Segundo Moreira et al., (2010), a obtenção do extrato de soja se baseia na seleção e lavagem dos grãos, seguidas de aquecimento, resfriamento e retirada das cascas, e após esses procedimentos é realizado um novo aquecimento, trituração e filtragem da massa de grãos. No trabalho de Cunha et al. (2007) os grãos foram fervidos em água por cinco minutos, em seguida essa água de cozimento foi descartada. Os grãos foram lavados cuidadosamente em água corrente e submetidos a cozimento por cinco minutos em água em ebulição. Foram resfriados em repouso e triturados em liquidificador doméstico por três minutos. A massa, que é considerada justamente como um resíduo, foi filtrada em pano de algodão, e seca em estufa a 180 ºC e triturada em liquidificador doméstico na velocidade máxima por cinco minutos obtendo-se o okara desidratado. Portanto, diante disto pode-se dizer que este é um subproduto de baixo valor comercial gerado durante a fabricação de leite de soja e do tofu.

O okara apresenta alto valor nutritivo, sendo rico em fibras (10-12 %), proteínas (27-38 %), lipídeos insaturados (17 %) e carboidratos (25 % a 30 %) e é aproveitado principalmente como ração animal. No entanto, muitos trabalhos demonstram a sua aplicação na alimentação humana (BOWLES e DEMIATE, 2006).

Este resíduo possui também alta porcentagem em fibras e cerca de 21 % das isoflavonas contidas no grão integral, sugerindo, portanto, ser uma boa fonte de nutrientes de baixo custo para alimentação humana, o que o torna apto para a substituição de produtos de custos mais elevados em formulações de alimentos, como por exemplo, do tipo flocos de

cereais (SANTOS; BEDANI; ROSSI, 2004). Desde a década de 90 até os dias atuais, estudos relatam o uso do okara em ração e tem sido demonstrado que este resíduo apresenta diferentes efeitos benéficos para a saúde, tais como redução da colesterolemia e da glicemia, sugerindo o seu uso como ingrediente na alimentação humana (PAIVA, 2008).

Em outro estudo o okara foi aplicado na área de panificação na produção de pães, biscoitos e bolos. Sendo uma alternativa saudável e de baixo custo para aumentar o rendimento dos alimentos e também a sua qualidade nutricional (LAROSA et al., 2003). Este resíduo foi utilizado no trabalho de Madrona e Almeida (2008) que testaram diferentes proporções na produção de um biscoito doce. Na literatura também foi encontrada a utilização de okara na produção de pães de queijo (APLEVICZ, DEMIATE, 2007).

O Brasil está entre os dez países que mais desperdiçam alimentos, cerca de 35 % da produção agrícola vão para o lixo o que daria para alimentar mais de 10 milhões de pessoas (LOUREIRO, 2004). Sabe-se que pela falta de alimentos milhões de pessoas deixam de ter uma alimentação saudável, nutritiva e variada (LUPPINO, 2008).

Diversos programas de suplementação alimentar têm surgido na tentativa de minimizar os diversos fatores econômicos, sociais e políticos determinantes da desnutrição. Dentre eles destaca-se a utilização de alimentos alternativos, que se baseia no melhor aproveitamento integral dos alimentos evitando desperdícios; propiciando o resgate de hábitos alimentares tradicionais atualmente perdidos pela migração e urbanização; e enriquecimento da dieta habitual com fibras, minerais e vitaminas provenientes de alimentos de baixo custo (FIGUEIREDO, 2006).

Os resíduos de frutas e hortaliças são, geralmente, desprezados pela indústria e poderiam ser utilizados como fontes alternativas de nutrientes, com o objetivo de aumentar o valor nutritivo da dieta de populações carentes, bem como solucionar deficiências dietéticas do excesso alimentar (PEREIRA et al, 2003).

A utilização de alimentos alternativos para o combate à fome na população de baixa renda é assunto que tem recebido atenção no Brasil nos últimos anos, especialmente em razão do drama crescente da populção carente. Diante do quadro social e econômico da população brasileira, o estudo da utilização integral de alimentos pode contribuir substancialmente para a aumentar a disponibilidade de nutrientes, sendo uma fonte de baixo custo de proteínas, fibras, vitaminas e minerais.

O aproveitamento de resíduos industriais tem se tornado muito importante para evitar contaminação do meio e reaproveitar recursos até então considerados desperdícios ou perdas nas indústrias químicas e de alimentos (LESCANO, 2009). Particularmente no Japão, a maior parte do okara é queimado produzindo dióxido de carbono (ALMARAZ et al, 2009), ou quando descartado como lixo o resíduo é um potencial problema ambiental, pois é altamente suscetível a putrefação (SONG et al., 2012).

Estudos sobre as várias maneiras da utilização de resíduos agroindustriais na alimentação humana, a exemplo de talos, cascas, ramas, bagaços, películas externas de vegetais, nos quais são encontradas quantidades consideradas de fibras, vitaminas, sais minerais e até mesmo proteínas (no caso do resíduo obtido com a fabricação do extrato de soja), vêm sendo realizados. Esses estudos mostram que ao serem descartadas no processamento industrial de vegetais e beneficiamento de cereais, são descartadas também porções potencialmente nutritivas (BARCELOS, 2001).

No estudo de Bomdespacho et al (2011), foi possível a elaboração de "hambúrguer" de frango fermentado com cultivo probiótico e adicionado de 10 % de farinha de okara, com características físicas e sensoriais adequadas e apresentando uma intenção de compra de 60 % dos julgadores. O trabalho de Pinto e Castro (2008), verificou que o resíduo do extrato aquoso de soja (okara) pode ser utilizado como matéria-prima na produção de alimentos para consumo humano, já que o seu perfil nutricional se mantém análogo ao da soja crua, sendo, portanto, uma fonte de proteínas de alto valor nutritivo.

Jackson et al. (2001) concluíram que aproximadamente um terço do conteúdo de isoflavonas da soja é transferida ao okara, em razão da concentração proteica dele ser semelhante à dos grãos de soja. Percebe-se que o resíduo apresenta um grande potencial para ser utilizado e constitui ainda fonte de nutrientes e isoflavonas.

3.3 SECAGEM

A secagem é uma tecnologia amplamente utilizada pelas indústrias para manter a qualidade e prolongar a vida de prateleira dos produtos devido à diminuição das reações degradativas e proliferação de microrganismos que causam odores desagradáveis e contaminação. Outro resultado da secagem é a diminuição do tamanho e peso do produto,

facilitando assim seu transporte e armazenamento. No entanto, ainda hoje, apesar dos avanços tecnológicos nas indústrias químicas e de alimentos, persistem problemas quanto aos métodos específicos adequados para a secagem dos diferentes materiais biológicos, especialmente aqueles usados para alimentação humana (LESCANO, 2009).

A secagem é aplicada a uma ampla variedade de produtos alimentícios, desde cereais a produtos acabados, em matérias-primas e também subprodutos. Os processos utilizados são numerosos, de acordo com o tipo e quantidade do produto a secar, a quantidade de água para eliminar, a qualidade final desejada ou funcionalidade do produto seco. A desidratação pode provocar impacto nas propriedades mecânicas, sensoriais e nutricionais dos produtos alimentares, e podem ser usadas para criar novas funcionalidades (BONAZZI e BIMBENET, 2003).

O processo de secagem é atualmente empregado não apenas com o objetivo de conservação dos alimentos, mas também para elaboração de produtos diferenciados, como por exemplo as massas, biscoitos, iogurtes, sorvetes, entre outros (FIOREZE, 2004) Segundo Akpinar et al. (2006), a secagem de alimento é frequentemente, a etapa final do processamento, determinando em grande parte os aspectos de qualidade do mesmo, considerando-se a qualidade da matéria-prima. A condução adequada da operação de secagem, com diversos produtos e boas características de qualidade do produto final, está diretamente relacionada ao equipamento utilizado e aspectos como custo inicial, alta eficiência energética, versatilidade na operação dentre outros fatores são levados em conta na seleção do equipamento de secagem.

A liofilização é um processo de secagem em que a água é congelada e em seguida removida da amostra, inicialmente por sublimação e, em seguida, por dessorção, ou seja, a liofilização é um processo de secagem em que a água é sublimada do produto depois de ter sido congelada. A liofilização também resulta em produtos de melhor aparência que promove aumento da aceitabilidade dos consumidores; enquanto os produtos preparados utilizando outros processos de aquecimento aparecem mais escuros, devido ao calor aplicado (GONZÁLEZ et al., 2003).

A secagem de alimentos utilizando o ar aquecido baseia-se no aumento da temperatura do produto para evaporação da água e, se não for bem controlada, pode provocar alterações

indesejáveis na aparência, cor, textura, bem como no conteúdo de nutrientes do produto final (PINTO e CASTRO, 2008). Dentre os tipos de secagem, a convecção – também conhecida como secagem direta – é possivelmente o método mais comum de secagem de alimentos particulados, laminados ou sólidos pastosos (estima-se que os secadores convectivos respondam por quase 90 % dos processos alimentícios). Nestes equipamentos, o calor é fornecido por ar ou gás aquecido, escoando sobre a superfície do sólido e a umidade evaporada é arrastada pelo meio. Os gases mais comumente utilizados em processos convectivos são o ar (mais comum), gases inertes (nitrogênio, por exemplo), gases de combustão direta e vapor superaquecido (MUJUMDAR, 1995).

A desidratação do okara possibilita a sua conservação e, quando moído, proporciona uma farinha de boa qualidade nutricional e baixo custo, que pode ser utilizada como matéria-prima em vários produtos (AGUIRRE; GRIZOTTO, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracterizou-se como um estudo experimental, com abordagem a nível quantitativo, que foi desenvolvido no âmbito do Laboratório de Microbiologia e Bioquímica de Alimentos e de Bromatologia, ambos os laboratórios do Departamento de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba, os experimentos foram conduzidos no período de agosto de 2014 a julho de 2015.

4.1 Amostragem

As amostras de resíduo do extrato hidrossolúvel da soja (okara) foram cedidas por uma panificadora, em João Pessoa, associada as ações sociais da Arquidiocese da Paraíba, acondicionados em bolsas plásticas de polietileno e transportados em bolsa térmica assepticamente para o laboratório supracitado onde foram conduzidos os experimentos e avaliação. No total foram adquiridas sete amostras de processamento diferente, sendo codificados de R1 à R7.

4.2 Secagem convencional

Para a desidratação, o resíduo foi exposto em bandejas de alumínio retangulares, em uma fina camada e, em seguida, foi iniciado o processo de desidratação em estufa estabilizada a temperatura entre 60 ºC por 12 horas para redução da umidade. Em seguida, o resíduo seco foi triturado em liquidificador (Arno, Brasil), acondicionado em recipientes plásticos e armazenado em refrigeração até o momento das análises (Bomdespacho et al, 2011)

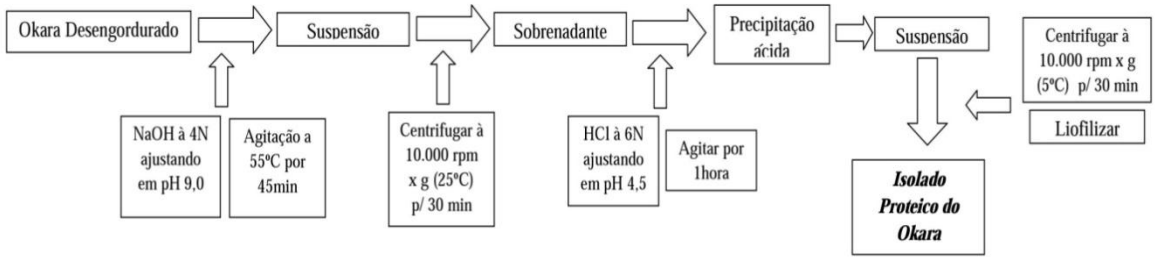
4.3 Liofilização (freeze-drying)

Para liofilização o resíduo foi disposto em bandejas de aço inoxidável, formando uma fina camada seguida de congelamento em freezer a -18 ºC por 24 horas. Após processo supracitado o resíduo passou por processo de secagem em liofilizador (LIOTP, Brasil) em temperatura de aproximadamente – 49 ºC por 10 a 12 horas à -51 μHg. Em seguida o resíduo foi triturado em liquidificador (ARNO, Brasil) acondicionado e armazenado em refrigeração até o momento das análises.

4.4 Obtenção da proteína isolada

O isolamento da proteína foi realizado em conformidade com método descrito por Wang et al (1998) e Lui et. al. (2003), com adaptações. O resíduo obtido do processamento do extrato hidrossolúvel da soja foi pesado, após cada um dos processamentos (secagem e liofilização) e *in natura*, em balança analítica (Marte, Brasil) em Erlenmeyer, seguida realizou-se o processo para obtenção do extrato desengordurado. Para tanto, os resíduos, individualmente, foram imersos no solvente hexano por 24 horas com agitação contínua. Após essa etapa, foi realizada a filtragem e secagem do resíduo, com subsequente, isolamento proteico. A etapa inicial do isolamento constou da acidificação e neutralização do okara, obtendo-se pH ácido e álcali, respectivamente e, sucessivos processos de agitação para extração da proteína. As etapas estão representadas detalhadamente no fluxograma a seguir (Fig. 1).

Figura 1 – Fluxograma de isolamento da proteína nos resíduos (okara) *in natura*, desidratado e liofilizado



4.5 Determinação do teor proteico

O método utilizado para estimar o teor proteico foi o método de kjedahl que se baseia em três etapas: Digestão, destilação e titulação. No processo de digestão pesou-se cerca de 0,5g da amostra previamente triturada e homogeneizada no tubo de kjedahl, com adição ao tubo de igual quantidade da mistura catalítica (Sélenio, Sulfato de Cobre e Sulfato de Sódio) e ácido sulfúrico a 96-98 %.

Em seguida, realizou-se a digestão com elevação gradativa de temperatura a cada 50 ºC até atingir 350 ºC. A etapa subsequente foi a destilação, para qual o tubo contendo a

amostra digerida adicionada de duas gotas do indicador fenolfetaleína foi acoplado ao destilador, aquecido e adicionado de solução concentrada de hidróxido de sódio (NaOH) 40 %. A partir da adição do NaOH, iniciou-se a destilação com liberação do hidróxido de amônia que foi recepcionada em erlenmeyer com 25mL de ácido bórico a 4 % e indicador misto. Para titulação, empregou-se solução de ácido clorídrico a 0,1 N com liberação do Borato de amônia (vermelho) (AOAC, 2007).

4.6 Tratamento estatístico

Para análise estatística dos resultados da proteína e do isolado foi realizada a comparação das médias executados por teste de múltipla Duncan (STEEL; TORRIE, 1980). Análise de Variância (ANOVA) e teste de Turkey ao nível de 5 % de intervalo de confiança (Dutcosky, 2009) pelo programa estatístico Software Sigmastat versão 3.5.

5 RESULTADOS

Inicialmente cálculou-se do percentual de rendimento em cada um dos processamentos de secagem nos sete experimentos, como mostra a tab.1. Observando-se que os rendimentos e suas respectivas médias, foram semelhantes estatisticamente não sendo constatada diferença ($p>0,05$) entre ambos. Considerando o rendimento na desidratação convencional este variou entre 12,67 e 16,07 %, enquanto que no resíduo liofilizado (freeze-drying) a variação foi de 10,05 a 17,43 %.

O valor referente ao teor de proteína no resíduo *in natura*, desidratado e liofilizado foi mensurado para que se pudesse realizar a comparação entre os respectivos processos, como está representado na tab.2

Tabela 1 – Valores percentuais de rendimento obtidos dos processos de desidratação do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja (Okara)

Experimentos	**Percentual de Rendimento (%)**	
	Desidratação convencional	**Liofilização**
1	12,67	10,05
2	15,70	13,10
3	12,82	16,90
4	14,20	17,43
5	15,42	13,60
6	13,03	12,90
7	16,07	10,72
Média	14,27±1,46	13,53±2,80

Fonte: Pesquisa direta (2014 – 2015)

Na tab.2 observa-se que nos experimentos a okara *in natura* os teores de proteínas apresentaram-se no intervalo entre 2,66±0,00 e 5,24±0,02 g/100g, quando desidratado pelo processo convencional de 17,95±0,00 a 38,20±0,25 g/100g e liofilizado 16,86±0,18 a 37,48±4,26 g/100 g.

Comparando esses valores, constatou-se nos resíduos *in natura* os teores de proteínas são inferiores aos achados nos desidratados. Entretanto, deve-se considerar que a desidratação possibilita a concentração dos nutrientes, incluindo as proteínas.

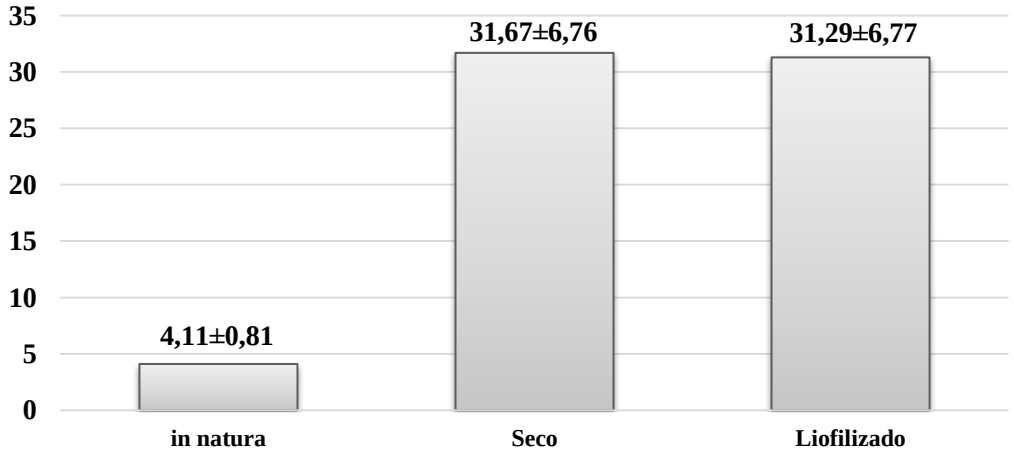
Tabela 2 – Valores médios do teor de proteínas dos resíduos obtidos do processamento do extrato hidrossolúvel de soja (Okara)

Experimentos	Classificação dos resíduos de Okara		
	In natura **(g/100g)**	**Desidratação convencional (g/100g)**	**Liofilização (Freeze-Drying) (g/100g)**
1	2,66±0,00[b]	17,95±0,00[b]	16,86±0,18[b]
2	4,53±0,02[a]	32,10±0,00[ef]	33,84±0,13[a]
3	3,82±0,12[c]	38,20±0,25[a]	35,38±0,16[a]
4	4,11±0,12[d]	38,20±0,25[a]	37,48±4,26[a]
5	4,55±0,01[g]	31,72±0,05[df]	33,51±0,00[a]
6	5,24±0,02[a]	31,18±0,62[ce]	30,72±0,45[ac]
7	3,87±0,00[de]	32,34±0,26[f]	31,22±0,42[a]

Média±Desvio-padrão com letras diferentes na mesma coluna, apresentam diferença significativa (p≤0,05)
Fonte: Pesquisa direta (2014 – 2015)

Comparando esses valores, constatou-se nos resíduos *in natura* os teores de proteínas são inferiores aos achados nos desidratados. Entretanto, deve-se considerar que a desidratação possibilita a concentração dos nutrientes, incluindo as proteínas. A fig. 2 mostra a representação gráfica da média das médias entre os três momentos, do resíduo: *in natura* e os resíduos desidratados convencionalmente e por liofilização, possibilitando uma efetiva comparação entre os tratamentos.

Figura 2 – Comparação dos valores médios das médias da proteína nos resíduos de okara.



Fonte: Pesquisa direta (2014 – 2015)

A comparação entre as médias das médias no que diz respeito ao valor proteico (fig. 2) é evidente a semelhança entre os valores das proteínas nos resíduos desidratados convencionalmente e liofilizados. Entretanto, ambos se diferenciam significativamente do resíduo (okara) *in natura.*

Os resultados referentes ao isolamento da proteína nos sete experimentos dos resíduos *in natura*, desidratados e liofilizados estão expostos na tab. 3.

Os valores concernentes ao valor das proteínas isoladas nos resíduos demonstraram oscilação dos valores nos resíduos *in natura* foi de 26,17±0,15 a 33,41±1,19g/100g, nos desidratados de 14,81±0,83 e 41,48±2,58 g/100g e nos resíduos liofilizados de 34,82±0,00 a 40,35±1,53g/100g, sendo que não houve diferença estatística entre os três tipos de isolados.

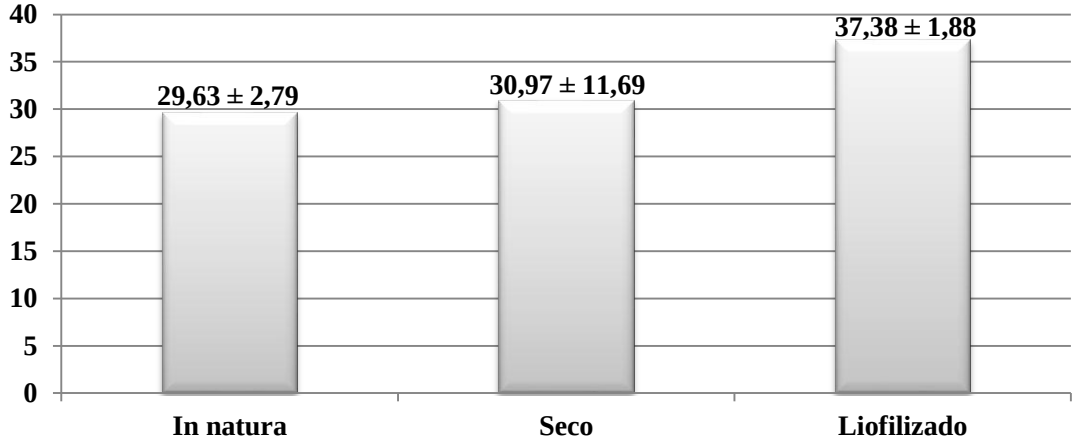
Tabela 3 - Valores médios da proteína isolada nos resíduos de okara

Experimento	Classificação do isolado proteico do resíduo (*Okara*) de soja		
	In natura **(g/100g)**	**Desidratação em estufa (g/100g)**	**Liofilizado (g/100g)**
1	$33,41±1,19^{a}$	$14,81±0,83^{b}$	$37,72±0,00^{da}$
2	$33,41±1,19^{a}$	$14,81±0,83^{b}$	$37,72±0,00^{da}$
3	$29,08±0,09^{ef}$	$41,48±2,58^{a}$	$35,70±0,00^{cda}$
4	$28,12±0,078^{df}$	$40,11±2,50^{a}$	$34,82±0,00^{ba}$
5	$27,77±0,16^{cf}$	$39,14±0,28^{a}$	$38,78±0,45^{a}$
6	$26,17±0,15^{be}$	$36,88±0,26^{da}$	$36,54±0,42^{a}$
7	$29,47±0,035^{fg}$	$29,56±0,50^{c}$	$40,35±1,53^{a}$

Média±Desvio-padrão com letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa ($p≤0,05$).
Fonte: Pesquisa direta (2014 – 2015)

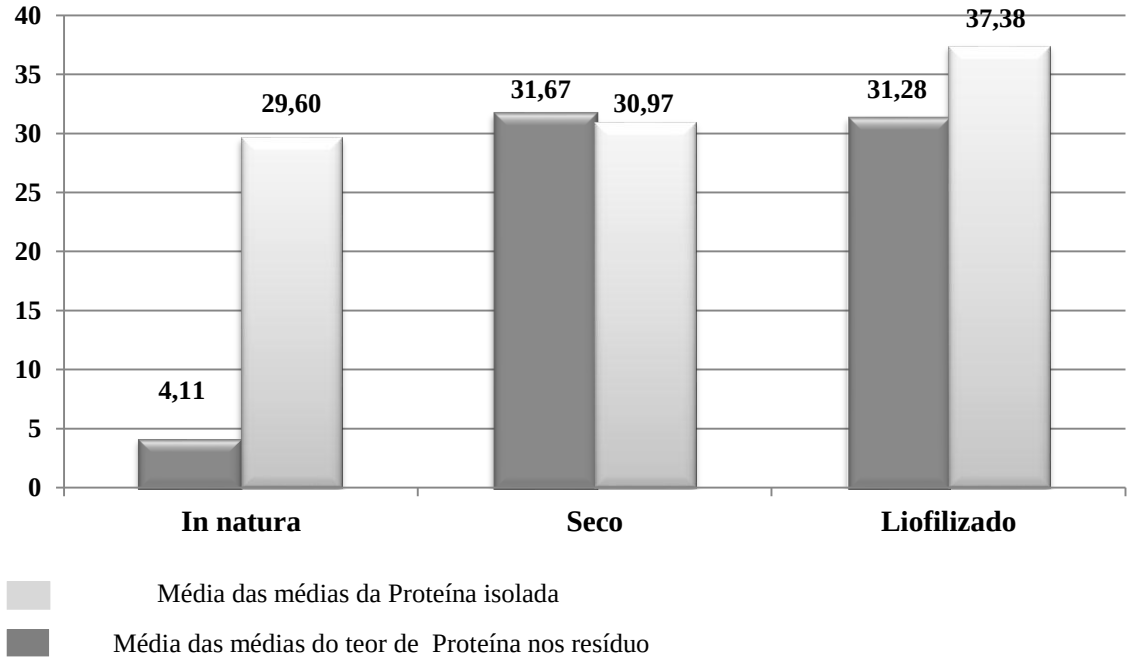
A fig. 3 representa os valores das médios das médias das proteínas isoladas nos resíduos de *okara* nos três tipos de resíduos utilizados.

Figura 3 - Valores médios da proteína isolada nos resíduos de okara considerando os três tipos de resíduo utilizados (p>0,05)



Na fig.4 é possível comparar os teores de proteínas com os valores encontrados para os processos de isolamento assinalando a possibilidade de ocorrer a influência dos processos de secagem quando do isolamento proteico.

Figura 4 – Valores médios da proteína isolada nos resíduos de okara comparando com o resíduo utilizados como matéria prima.



Avaliando a representação gráfica, interpreta-se que a média das médias dos valores da proteína antes e depois do isolamento proteico do resíduo *in natura* apresentou diferença

estatística. Portanto, considera-se que o resíduo *in natura* foi o que apresentou melhor desempenho comparativo, ou seja, quando comparado ao teor de proteína no resíduo antes do processo de isolamento foi o que apresentou aumento como demonstrado na fig.4.

Entretanto, quando se compara os teores médios de proteínas antes e depois do isolamento, tanto no resíduo desidratado como no liofilizado, observou-se que não existiu diferença estatística ($p>0,05$) entre os experimentos.

6 DISCUSSÃO

Com relação ao rendimento (tab. 1), observou-se rendimento menor que o relatado por Bowles e Demiate (2006) onde com um quilograma deste subproduto foi obtido aproximadamente 250 g de okara seco, ou seja, 250 g de farinha. Já no estudo em questão, um quilograma foi capaz de proporcionar em média 143g quando desidratado em estufa e 135g quando liofilizado. Isto demonstra menor teor de umidade do resíduo *in natura* quando comparado ao presente estudo. Este fator pode ter sido um dos responsáveis pela concentração das proteínas na farinha desidratada.

Os teores de proteína (tab.2) do resíduo *in natura* encontrados no presente estudo foram de 4,11 ± 0,75g/100g (variando de 2,66 a 5,24g/100g) diferindo consideravelmente dos encontrados por Jabs (2013) que, ao caracterizar físico-quimicamente o okara *in natura*, encontrou um teor de 39,14 ± 0,17g/100g. No entanto, outros estudos como o de Turhan et al. (2007), Zhu et al.(2008) e Fafaungwithayakul et al. (2011) encontraram valores de 4,5, 3,6 e 4,2g/100g respectivamente, para proteína em base úmida no resíduo, estando em semelhança com os descritos nesta pesquisa.

Com relação ao teor de proteína na base seca, em estudo descrito por Mateos-Aparicio et al. (2010) foi encontrado um teor de 33,4 ± 0,3 g/100g e ainda 16,1 e 25,5 g/100g por Hsieh e Yang (2004) e Rashad et al. (2011) respectivamente. Além dos autores já citados destaca-se o estudo de Bomdespacho et al (2011) que, por meio da secagem do resíduo de soja em estufa, por aproximadamente, oito horas a 60 ºC, obteve uma farinha que apresentou teor proteico, em base seca de 32,1g/100g.

Em estudo desenvolvido por Bowles e Demiante (2006) resultaram em teor médio de proteína na okara foi de 37,0 g/100g em base seca, estando em semelhante ao valor da proteína encontrado neste estudo na okara desidratada que foi de 17,95±0,00 a 38,20±0,25 g/100g na secagem convencional e liofilizado 16,86±0,18 a 37,48±4,26 g/100 g, respectivamente.

A proteína do resíduo de soja apresenta qualidade nutricional equivalente à proteína do grão da soja, sugerindo o uso do resíduo de soja é indicado na formulação de alimentos visando o aumento do valor nutricional e possível redução nos custos de produção em relação ao produto tradicional (SILVA et al., 2006).

Considerando a comparação entre a eficiência dos processos de desidratação convencional e a liofilização sobre o teor da matéria proteica e o isolamento das proteínas, evidenciou-se quanto ao teor de proteína em ambos os processos foram semelhantes entre si.

Entretanto, considerando os custos, o tempo e o consumo de energia a opção recai no processo convencional por ser mais fácil de manuseio, mais econômico e consumo baixo de energia, uma vez que os processos mostraram analogia quanto à concentração de proteico na farinha de okara. Apesar dessas vantagens, observou-se que a qualidade do okara liofilizado tenha sido melhor. Segundo Welti-Chanes et al. (2005) pela aplicação da liofilização obtêm-se produtos de alta qualidade do que aqueles obtidos pelo processo de secagem convencional. Os produtos liofilizados apresentam, alta rigidez estrutural, elevado poder de reidratação, baixa densidade, além de reter as propriedades do material original, bem como a aparência, forma, sabor e aroma.

O processo de liofilização envolve elevado investimento e custos operacionais, por serem requerido baixa temperatura, elevado vácuo e tempo relativamente longo. Uma solução para minimizar o tempo longo reside na redução da quantidade de material, ou seja, reduzir o tamanho das porções (ANANDHARAMAKRISHNAN; RIELLY; STAPLEY, 2010). No entanto, Srinivas et al. (2015) informaram que a soja liofilizada fornece proteína de alta qualidade, livre de colesterol e com baixo teor de gorduras saturadas.

A liofilização se mostra eficiente comparado com outros meios de desidratação, frente características como contração do produto, perda de voláteis, decomposição térmica, ações enzimáticas e desnaturação de proteínas, por isso merece destaque (GARCIA, 2009).

É possível observar que em ambos os métodos de secagem, a proteína teve seus níveis elevados indicando que após a diminuição da alta umidade encontrada no resíduo *in natura*, que pode ser evidenciada através dos valores de rendimento, houve concentração da proteína presente. Diante disto e a partir dos estudos supracitados podemos observar que a proteína se apresenta de maneira geral em maior quantidade no extrato desidratado do okara. Segundo Wally-Vallim, (2011) o tratamento térmico favorece a concentração de proteína na farinha desengordurada de soja, sendo que na temperatura de 60 °C significativamente mais que outras temperaturas testadas em seu estudo.

Somando-se os fatores de um elevado teor de umidade, evidenciado pelo rendimento, (tab.1) e ainda o fato de o tratamento térmico favorecer a concentração de proteína (fig.2), considerando tais parâmetros, pode-se observar a necessidade de efetuar o processo de secagem, pois o produto *in natura* apresenta rápida deterioração que pode ser dado tanto por reações químicas quanto pela ação dos micro-organismos.

Ademais, a secagem de um produto também demonstra grande importância econômica, visto que o transporte e o armazenamento são etapas primordiais e possuem alto custo em um processo industrial (Wally-Vallim, 2011) e possibilitam, além disto, a conservação das proteínas sendo, portanto mais um aspecto positivo a ser considerado na escolha da secagem como método de conservação deste produto.

Além disto, segundo Riet et al. (1989) a variação na composição química do resíduo do extrato de soja é justificada por haver diferenças na solubilidade, extração e coagulação de proteínas a partir de diferentes variedades de soja. Além disto, o processo de obtenção do resíduo ou obtenção do próprio extrato hidrossolúvel pode divergir provocando alterações na composição do okara. Isto pode ser consequência de: proporção de soja e água utilizada, pH da água, temperatura de extração, teor inicial de proteínas presentes na matéria-prima e dos procedimentos utilizados para a obtenção do produto, principalmente durante a etapa de trituração (PINTO e CASTRO, 2008).

As diferenças encontradas entre um experimento e outro (tab.2 e tab.3) podem ser esclarecidas pelos fatores descritos à cima e evidenciam a necessidade de padronização do processo produtivo de obtenção do okara. Os autores Polo-Redondo e Cambra-Fierro (2008) relatam que pelo fato de contribuir para a diminuição da variabilidade dos processos de produção, a padronização desempenha importante papel no controle e melhoria da qualidade nas empresas incluindo a panificação.

Com relação a proteína isolada, no resíduo *in natura* foi observado que houve diferença no teor proteico quando comparado o resíduo antes do processo de isolamento, no entanto para o resíduo desidratado em estufa e o liofilizado, não foi possível afirmar o mesmo, uma vez que a proteína isolada não apresentou diferença estatística quando comparado ao próprio resíduo utilizado como matéria-prima para extração da proteína (fig.4).

Ma, et al (1997) relatou em seu trabalho extração da proteína a partir de okara a pH 9,0 e 80 °C durante 30 min, resultando em 58,8 % de proteína. No mesmo trabalho este macronutriente extraído foi isolado por precipitação isoelétrica a pH 4,5 através da base seca desengordurada (preparada a 25 e 80 ° C) resultando em mais de 80 % de proteínas. Em estudo realizado por Lui et al., (2003) obteve um isolado proteico de soja com teor a cima de 90 %. Wolf (1970) relata que o isolado proteico é a forma mais refinada entre os derivados proteicos e contém mais de 90 % de proteínas.

O isolado proteico de grãos é definido como o produto contendo quase a totalidade da fração proteica, sendo removida a maior parte dos componentes não proteicos. No caso de isolado proteico de soja, o produto deve conter no mínimo 90 % de proteína, em base seca (SMITH e CIRCLE, 1972). Entretanto, as sementes de baixo teor de proteína (inferior a 30%) não rendem isolados proteicos que satisfaçam a definição de Smith e Circle (1972), em termos de teor mínimo de 90 % de proteína, sem fazer uso de meios de extração drásticos, ou seja, empregando-se valores de pH > 10 (BARBOSA, 2004).

Portanto pode-se considerar que teor proteico encontrado no presente estudo (tab.3), se comparados com autores descritos à cima e suas definições, foram obtidos resultados inferiores aos relatados. Tal fato está provavelmente relacionado à metodologia utilizada.

Acredita-se nesta possibilidade uma vez que, as diferenças no processamento são capazes de determinar as características finais dos isolados proteicos de soja, as condições da matéria-prima ou processos que ela tenha passado também podem influenciar as propriedades físico-químicas da proteína isolada (GENOVESE e LAJOLO, 2001).

Sabe-se também que na produção de isolados proteicos, o ajuste de pH é requerido para a extração e precipitação isoelétrica das proteínas (MA e HARWALKAR, 1991). Os valores de pH próximos da região isoelétrica provocam desnaturação e desdobramento das proteínas, com exposição de grupos sulfidrila e hidrofóbicos (MAURI e AÑÓN, 2006).

Segundo Smith e Circle (1972), concentrado proteico é aquele produto preparado a partir da farinha desengordurada, obtida de grãos de alta qualidade. O processo de obtenção baseia-se na insolubilização da maioria das proteínas, com a exclusão parcial dos carboidratos, sais minerais e outros componentes solúveis típicos da farinha, resultando em um produto com elevado teor de proteína. Ainda considerando tais fatores Carvalho et al

(2009) encontrou em seu trabalho resultados análogos aos relatados deste estudo, em extração de proteínas, que apresentou teores proteicos de 27,65 e 31,18 %.

7 CONCLUSÕES

Mediante a avaliação criteriosa desses achados é pertinente concluir que:

- Os métodos de secagem se mostraram eficientes quanto à capacidade de retenção da proteína, resultando numa farinha com alto teor deste nutriente, uma vez que a desidratação e liofilização foram métodos eficazes para aumentar a concentração da proteína do resíduo do extrato hidrossolúvel da soja;

- Os tratamentos de secagem por meio convencional e a liofilização não tiveram influência sobre o teor de proteínas isoladas, ou seja, ambos os processos foram conduzidos de forma a preservar a proteína original do produto;

- As variações observadas nos resultados encontrados, revela a necessidade de padronização do processo produtivo do resíduo do extrato hidrossolúvel da soja, proporcionando ao resíduo e ao extrato hidrossolúvel maior qualidade, como também maior qualidade da empresa e de seus produtos;

- Permite afirmar que quanto aos valores de rendimento, a secagem convencional seria o método mais eficiente para conservação por ser mais barato;

- Ressalta-se em termos conclusivos, que se faz necessário o aprofundamento desse estudo no que diz respeito ao perfil de qualidade proteica, como perfil dos aminoácido da proteína isolada no processo de secagem convencional e na liofilização, além da avaliação da eficácia do método selecionado, viabilizando o equacionamento de qualidade da proteína isolada.

REFERENCIAS

AGUIRRE, J. M; GRIZOTTO, R. K. Estudo da secagem em flash dryer do resíduo "okara" resultante do processamento do leite de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v.31, n.3, p. 645-653, 2011.

AKPINAR, E.K; BICER, Y.; YILDIZ, C. Thin-layer drying of red pepper. **Journal of Food Engineering**, v. 59, [SN], p. 99-104, 2006.

ALMARAZ, J. J; ZHOU, X. M; MABOOD, F. Greenhouse gas fluxes associated with soybean production under two tillage systems in Southwestern Quebec. **Soil and Tillage Research**, v.104, n. 1, p. 134–139, 2009.

ANANDHARAMAKRISHNAN, C; RIELLY, C. D; STAPLEY, A. G. F. Spray-freeze-drying of whey proteins at sub-atmospheric pressures, **Dairy Science & Technology**,v.90, p. 321–334, 2010.

APLEVICZ, K; DEMIATE, I. M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de *okara*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1416-1422, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Maryland: AOAC, 2007.

BARBOSA. A. C. L. **Estudo das condições de processamento para obtenção do isolado proteico de soja com teor aumentado de isoflavonas**, 2004. p. 65 Dissertação (Mestrado em Ciências de alimentos). Universidade de São Paulo. São Paulo.

BARCELOS, M.F.P. **Aproveitamento de resíduos agrícolas e industriais na alimentação humana**. Manejo de resíduos da agroindústria. 2001. p. 53. Monografia (Especialização Lato Sensu em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

BAYRAM, M.; KAYA, A; ONER, M. D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **Journal of Food Engineering**, v.61, n.2, p.221-230, 2004.

BONAZZI, C; BIMBENET, J. J. Sechage desproduits alimentaires: Principes. **Techniques de lingenieur-Traité Agroalimentaire**. v. 2, n.3, p.654-660, 2003.

BOMDESPACHO, L. Q; CAVALLINI, D. C. U; CASTRO, A. D; ROSSI, E. A. O emprego de okara no processamento de "hambúrguer" de frango fermentado com *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.22, n.2, p.315-322, 2011.

BOWLES, S; DEMIATE I. M. Caracterização físicoquimica do okara e aplicação em pães Frances. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p. 652-659, 2006.

CARVALHO A. V; GARCÍA, N. H. P; FARFÁN, J. A; WADA, J. K. A. Caracterização de concentrado e isolado proteico extraído de sementes de cupuaçu. **Brazil Journal of Food and Technology**, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2009.

CIURZYŃSKA, A; ANDRZEJ, L. Freeze-Drying – Application in Food Processing and Biotechnology: A Review, **Polish Journal of Food And Nutrition Sciences**, v. 61, n. 3, p. 165-171, 2011.

CUNHA, M. A. A. D; PERIN, C; SANGALLI, R; DIAS, C. DE A; BEUX, S. Produção de biscoitos com subproduto de soja (*okara*). **Synergismus scyentifica**, v.2, n 1, p 1-4, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de de Pesquisa Agropecuaria. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em 23 de janeiro de 2016.

FAFAUNGWITHAYAKUL, N; HONGSPRABHAS, P; HONGSPRABHAS, P. Effect of soy soluble polysaccharide on the stability of soy stabilised emulsions during *in vitro* protein digestion. **Food Biophysics**, v.6, n.3, p.407–415, 2011.

FANTE, C.A. Respostas fisiológicas em cultivares de soja submetidas ao alagamento em diferentes estádios. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.249-252, 2010.

FELLOWS, P. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2°ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, C.L.L.F. **Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção**. 1ºed., Viçosa: Ribio, 2003.

FIOREZE, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. 1ºed., João Pessoa: Editora Universitária - UFPB, 2004.

FIGUEIREDO, M. S.Avaliação da dieta de Quissamã-RJ consumida por crianças desnutridas adicionadas de alimentos alternativos: estudo em ratos. Universidade Federal Fluminense Disponível em: <http://www.uff.br/mestradopediatria/teses/mariana%20sarto%20figueiredo.pdf>. Acesso em: abr. 2006.

GANDHI, A. P. Soybean-the greater bean, World Grain (USA), February issue, p 59-62, 2006.

GANDHI, A. P. Quality of soybean and its food products: a review, **International Fo Research Journal**, v.16, n. 4, p. 11-19, 2009.

GARCIA, L. P. **Liofilização aplicada a alimentos,** 2009. 45p. Monografia. (Bacharelado em Química de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GENOVESE, M. I; LAJOLO, F. M. Isoflavonas da soja: fatores que influem nos tipos e teores em alimentos. **Food Ingredients**. v.11, n. 4, p.62-64, 2001.

GONZÁLEZ M; GALLEGO M; VALCÁRCEL M. Liquid Chromatographic Determination of Natural and Synthetic Colorants in Lyophilized Foods Using an Automatic Solid- Phase Extraction System. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 51, n.8, p. 2121–2129, 2003.

GRIZOTTO, R. K; RUFI, C. R.G; YAMADA, E. A; VIENTE, E. Evaluation of the quality of a molded sweet biscuit enriched with okara flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, (Supl.1), p. 270-275, 2010.

HARRI, A; NALLEY L; HUDSON D. The Relationship between Oil, Exchange Rates, and Commodity Prices. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 41, n. 2, p. 501–510, 2009.

HARWALKAR, V. R; MA, C. Y. Study of thermal properties of oat globulin by differential scanning calorimetry. **Journal Food Science**, v.2, n. 52, p 394-398, 1991.

HSIEH, C; YANG F. C. Reusing soy residue for the solid-state fermentation of *Ganoderma lucidum.* **Bioresource Technology**, v. 91, n. 1, p.105–109, 2004

JABS, D. **Estudo da temperatura de secagem do *okara* (resíduo do extrato aquoso de soja), caracterização e avaliação do produto como complemento nutricional.** Trabalho de conclusão de Curso. 2013. 54 p. Universidade tecnológica federal do paraná. Toledo.

JACKSON, C. J. C; DINI, J. P; LAVANDIER,C; RUPASINGHE, H. P. V; FAULKNER, H; POYSA, V; BUZZELL, D; De GRANDIS, S. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. **Process Biochemistry**, v. 37, n. 10, p. 1117-1123, 2001.

LAROSA, G. **Desenvolvimento de biscoito doce contendo farinha de "*okara*": aspectos tecnológicos, nutricionais e sensoriais**. 2003.78 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Estadual Paulista. Araraquara.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 2, p.167-198, 2003.

LESCANO, C. A. A. **Analise da secagem de resíduo de leite de soja "okara" em secadores de leite de jorro e de cilindros rotativos assistido a micro-ondas.** 2009. 163 p. Tese. (Doutorado em engenharia quimica). Universidade Estadual de Campinas. São Paulo.

LIU, M. C. Y; AGUIAR, L. C; ALENCAR, S. N; SCAMPARINI, A. R. P; PARK, Y. K. Isoflavonas em isolado e concentrado proteico de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v.23, (Supl.), p. 206-212, 2003.

LIU, Y; ZHAO, Y; FENG, X. Exergy analysis for a freeze-drying process. **Applied Thermal Engineering**, v.28, n. 7, p. 675–690, 2008.

LOUREIRO, M. "**A solução para o desperdiço**". Disponível em <HTML <//jbonline.terra.com.br>.

LUPPINO, J. R. Sabor com respaldo acadêmico**. Revista Gourmet & Food Service,** v.1, n.1, p. 12, 2008.

MA, C.Y; LIU, W.-S; KWOKB, B K. C; KWOKB, F. Isolation and characterization of proteins from soymilk residue (okara). **Food Research International**, v.29, n.8, p.199-805, 1997.

MADRONA, G. S; ALMEIDA, A. M. de. Elaboração de biscoitos tipo cookie à base de *okara* e aveia. **Revista Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 61-72, 2008.

MATEOS-APARICIO, I; REDENDO-CUENCA, A; VILLANUEVA-SUÁREZ, M.J; ZAPATA-REVILLA M. A; TENORIO-SANZ, M. D. Pea pod, broad bean pod and okara, potential sources of functional compounds. **Food Science and Technology**, v.43, n.9, p.1467-1470, 2010.

MANDARINO, J. M. G. A **Soja e a Saúde Humana**. ENCONTRO FRANCO BRASILEIRO DE BIOCIÊNCIA E BIOTECNOLOGIA: ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS, 4, 2002, Brasília**.** Resumos das Palestras. . p. 9-11.

MAURI, A. N;AÑÓN, M. Effect of solution pH on solubility and some structural properties of soybean protein isolate films. **Journal of the Science of Food and Agriculture.**, v.86, n.7, p.1064, 2006.

MOSELEY, D; CHEN P. Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 397-403, 2011.

MOREIRA, R. W. M; MADRONA, G. S; BRANCO, I G; ROSÂNGELA, B; PEREIRA, N. C. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir do extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum. Technology**, v.32, n.4, p.435-438, 2010.

MUJUMDAR, A.S. **Handbook of Industrial Drying.** 2ª Ed. London: Marcel Dekker, 1995.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina.** 2008. 133p. Dissertação. (Mestrado em tecnologia de processos químicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

OLVEIRA, D. F; COELHO, A. R; BURGARDT, V. C. F; HASHIMOTO, E. H; LUNKES, A. M; MARCHI, J, F; TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.16, n.3, p.163-174, 2013.

PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.** 2008. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PELIZER, L. H; PONTIERI, M. H; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental, **Journal of Technology Management & Innovation**, v.2, n. 1, p. 118-127, 2007.

PEREIRA, G. I. S. P.; PEREIRA, R. G. F. A.; BARCELOS, M. F. P. B.; MORAIS, A. R. M. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana.**Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.852-857, 2003.

PEREIRA, M. O; BAMPI, M; RODRIGUES F. T; SANTA, O. R. D; SANTA, H. S. D; RIGO M. Elaboração de uma bebida probiótica fermentada a partir de extrato hidrossolúvel de soja com sabor de frutas. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais,** v.5 n. 3, p. 1, 2009.

PINHEIRO R. S. B. Composição química e rendimento de carne ovina in natura e assada. **Ciências e Tecnologia de alimentos**, v 28, (Supl.) p.154 -157, 2008.

PINTO, D. D. J; CASTRO, P. S. Estudo preliminar da secagem do okara (resíduo do extrato aquoso de soja) para inativação dos fatores antinutricionais e conservação. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 125 – 131, 2008.

POLO-REDONDO, Y; CAMBRA-FIERRO, J. Influence of the standardization of a firm's productive process on the long-term orientation of its supply relationships: An empirical study. **Industrial Marketing Management**, v.37, n.4, p.407-420, 2008.

RASHAD, M. M; MAHMOUD, A. E; ABDOU, H. M; NOOMAN, M.U. Improvement of nutritional quality and antioxidant activities of yeast fermented soybean curd residue. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.28, p. 504–5513, 2011

REDONDO-CUENCA, A; VILLANUEVA-SU´AREZ M. J; MATEOS-APARICIO, I. "Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods," **Food Chemistry,** v. 108, n. 3, p. 1099–1105, 2008.

RENTFROW, G; LINVILLE, M. L; STAHL, C. A; OLSON, K. C; BERG, E. P. The effects of the antioxidant lipoic acid on beef longissimus bloom time. **Journal of Animal Science**, v. 32, n.10, p. 3034-3037, 2004.

RIET, W. B; WIGHT, A. W; CILLIERS, J. J. L; DATEL, J. M. Food chemical investigation of tofu and its byproduct okara. **Food Chemistry**, v. 34, n. 3, p. 193–202, 1989.

RINDLER, V; LÜNEBERGER S; SCHWINDKE P; HESCHEL I; RAU G. Freeze-drying of red blood cells at ultra-low temperatures. **Cryo-biology**, v. 38, n. 1, p.2-15, 1999.

ROSA, M. F. **Valorização de resíduos de agroindústria**.SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS - II SIGERA, 2, 2011, Foz do Iguaçu. v.1. Disponivel em <//sbera.org.br/pt/sigera/> Acesso em março de 2016

SANTOS, G. C.; BEDANI, R.; ROSSI, E. A. Utilização de resíduo de soja (okara) no desenvolvimento de um cereal matinal, **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.15, n.1, p.31-34, 2004.

SAIDU, J. E. P. **Development, evaluation and characterization of protein-isoflavone enriched soymilk**. 2005. 232 p. Tesis. Faculty of the Lousiana State University, Lousiana.

SELANI, M. M.; CONTRERAS-CASTILHO, C. J.; SHIRARIGUE, L. D.; GALLO. C. R.; PLATA-OLIVEDO, M.; MONTES-VILLANUEVAS, N. D. Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 397-403, 2011.

SILVA M. L. **Efeitos dos dois métodos de cocção – água e vapor - nos parâmetros de qualidade do músculo semitendinous**. 2004.144p. Dissertação. (Mestrado em ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, Campinas.

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, **Ciências e Tecnologia de alimentos,** v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.

SMITH, A.K; CIRCLE S. J. Chemical composition of sed. **Soybeans chemistry and technology**, v.1, n. 3, p. 339-88, 1972.

SRINIVAS, R; HETTIARACHCHY, N; MOHAMMED, A; SUNGEUN, C. Physical and Textural Attributes of Freeze-Dried Genetically Modified and Non-Genetically Modified Soy Beans. **Journal of Food and Nutrition Sciences.** v.3, n.3, p.119-125, 2015

SONG, C; KITAMURA, Y; LI. S. Ogasawara, "Design of a cryogenic CO2 capture system based on Stirling coolers". **International Journal of Greenhouse Gas Control**, v. 7, n.12 ,p. 107–114, 2012.

SOUZA, G; VALLE, J. L. E; MORENO I. Efeito dos componentes da soja e seus derivados na alimentação humana. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.2, p 61-69, 2000.

SURUGA, K; KATO, A;, KADOKURA, K; HIRUMA, W; SEKINO Y; BUFFINGTON, C. A. T; KOMATSU, Y. "Okara" a New Preparation of Food Material with Antioxidant Activity and Dietary Fiber from Soybean, **Soy'bean and Nutrition**, 2011. Disponível em <http://www.intechopen.com/books/soybean-and-nutrition/-okara-a-new-preparation-of-food-material-with-antioxidant-activity-and-dietary-fiber-from-soybean>. Acesso em março de 2016

TÖMÖSKÖZI, S; LÁSZTITY, R; HARASZI, R. B. O. Isolation and study of the functional properties of pea proteins. **Nahrung**, v.45, n.6, p. 399-401, 2001.

TURHAN, S. H; TEMIZ, M; SAGIR, I. Utilization of wet okara in low-fat beef patties, **Journal of Muscle Foods**, v.18, n. 2, p.226–235, 2007

VIEIRA M. A. **Caracterização de farinha obtida do resíduo da produção de palmito da palmeira real e desnvolvimento de biscoito fibroso**. 2006. 136 p. Florionópolis. Dissertação (Mestrado em Ciência de alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

WANG, C. Bioavaibiality of soybearn during processing of soy protein isolate. **Journal of the American oil chemistry society**, v.75, n.3, p.337-341. 1998

WALLY-VALLIM, A. P. S. **Efeitos do tratamento hidrotérmico na formação de isoflavonas agliconadas e nas ropriedades funcionais de isolado proteico de soja**. 2011. 136 p. Tese. (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

WELTI-CHANES, J; VERGARA-BALDERAS, F; PÉREZ-PÉREZ, E; REYES-HERRERA, A. **Fundamentals and new tendencies of freeze-drying of foods**. In: 2, SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ALIMENTOS, 2., 2005, Montevideo, Uruguay, 2005**,** 1-17p. Disponível em < http://www.innova-uy.info> Aceso em março de 2016

WOLF, W. J. Scanning eletron microscopy of soybean protein bodies. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.47, n.3 p.107-108, 1970.

ZHU,Y. P; FAN, J. F; CHENG, Y. Q; LI, L. T. Improvement of the antioxidant activity of Chinese traditional fermented okara (Meitauza) using *Bacillus subtilis* B2. **Food Control**, v.19, n.7, p. 654–661, 2008.