UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

UM ESTUDO SOBRE A VALORIZAÇÃO DO FARELO DE SOJA E DA OKARA DEVIDO À PRESENÇA DE ISOFLAVONAS

MILANA ANTONIOLI CHICHETTI

MARINGÁ – PR
2020

Milana Antonioli Chichetti

UM ESTUDO SOBRE A VALORIZAÇÃO DO FARELO DE SOJA E DA OKARA DEVIDO À PRESENÇA DE ISOFLAVONAS

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Química, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro.

MARINGÁ – PR

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

MILANA ANTONIOLI CHICHETTI

UM ESTUDO SOBRE A VALORIZAÇÃO DO FARELO DE SOJA E DA OKARA DEVIDO À PRESENÇA DE ISOFLAVONAS

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Cesumar –UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Química, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro.

Aprovado em: 13 de Novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro – UNICESUMAR

_____

Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues - UNICESUMAR

_____

Prof. Me. Judson Ricardo Ribeiro da Silva - UNICESUMAR

UM ESTUDO SOBRE A VALORIZAÇÃO DO FARELO DE SOJA E DA OKARA DEVIDO À PRESENÇA DE ISOFLAVONAS

Milana Antonioli Chichetti, Fernando Pereira Calderaro

RESUMO

A soja (*Glycine max*) representa uma das principais fontes de óleo vegetal do mundo e vem se destacando por possuir compostos bioativos que estão sendo amplamente estudados, pois além da sua função normal de nutrição, ainda apresenta diversos benefícios para saúde. Os subprodutos, farelo de soja e okara, são gerados do processo produtivo do óleo e do extrato hidrossolúvel de soja (leite de soja). Atualmente, esses subprodutos são destinados para a alimentação animal, entretanto, estudos demonstram alternativas para transformações desses subprodutos em produtos de maior valor. As isoflavonas são compostos químicos encontrados naturalmente no grão de soja e desempenham um papel importante na prevenção e controle de doenças crônicas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar pesquisas em bases de artigos científicos sobre a presença de isoflavonas em subprodutos da indústria de soja. As oportunidades tecnológicas foram exploradas e os resultados encontrados mostraram que existem alternativas para a utilização dos subprodutos da soja. Contudo, essas transformações demandam investimento e tecnologia que dificultam sua viabilidade nas indústrias brasileiras.

Palavras-chave: Compostos Bioativos. Subprodutos. Tecnologia.

A STUDY ON THE VALORIZATION OF SOYBEAN MEAL AND OKARA DUE TO THE PRESENCE OF ISOFLAVONES

ABSTRACT

Soy (Glycine max) represents one of the main sources of vegetable oil in the world and has stood out for having bioactive compounds that are being extensively studied, because in addition to its normal function of nutrition, it also has several health benefits. The by-products, soy meal and okara, are generated from the production process of oil and water-soluble soy extract (soy milk). Currently, these by-products are intended for animal feed, however, studies demonstrate alternatives for transforming these by-products into higher value products. Isoflavones are chemical compounds found naturally in soybeans and play an important role in the prevention and control of chronic diseases. Thus, this work aimed to carry out research on the basis of scientific articles on the presence of isoflavones in by-products of the soy industry. Technological opportunities were explored and the results found showed that there are alternatives for the use of soy by-products. However, these transformations demand investment and technology that hinder their viability in Brazilian industries.

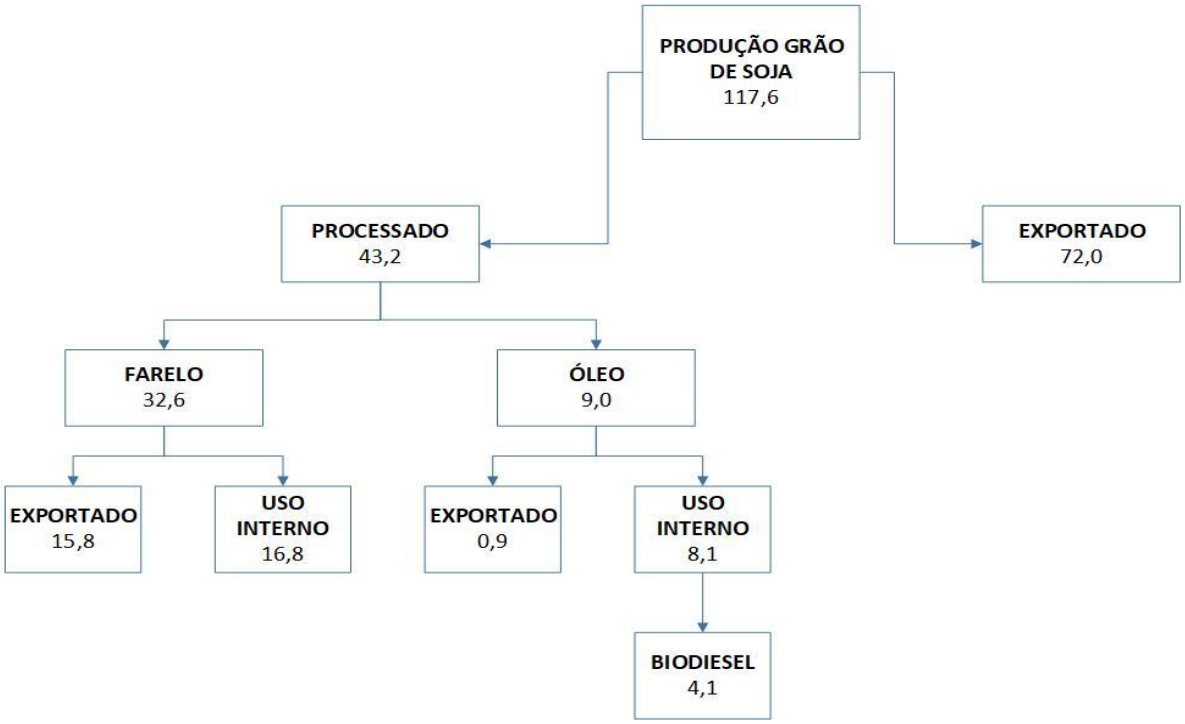
Keywords: Bioactive Compounds. By-products. Technology.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine Max*) é uma leguminosa que pertence à classe das dicotiledôneas, possuí diversos fitoquímicos e alto valor econômico no mercado nacional e internacional. Representa uma das principais fontes de óleo vegetal do mundo (DIA, 2013). Estados Unidos da América, Brasil e Argentina são os maiores produtores de soja, juntos alcançam cerca de 80% dos grãos colhidos (WANG, 2015).

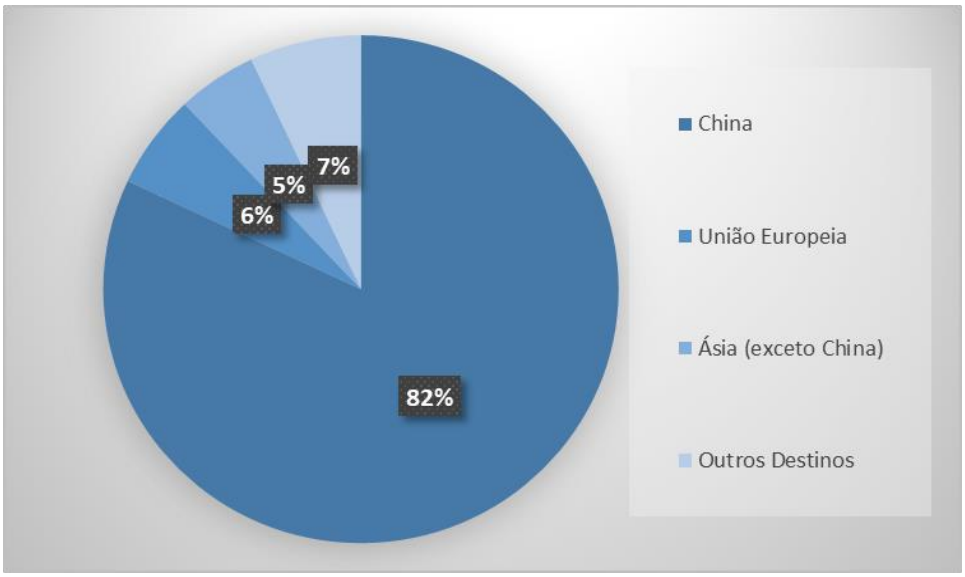
O Brasil é um grande exportador de soja em diferentes estágios do complexo, principalmente de grão, farelo e óleo (CALDARELLI, 2009). A industrialização da soja para produção de óleo, consiste em duas etapas principais: produção do óleo bruto, obtendo o farelo como subproduto, e o refino desse óleo bruto. A Figura 1 indica, segundo a ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais) (2020), o destino da soja no agronegócio e quantifica a produção nacional do grão e o quão determinante é a exportação no âmbito econômico brasileiro. De acordo com a ABIVOVE (2020) a China é o principal destino de exportação de soja, como indica Gráfico 1.

Figura 1 – Destino da soja no Brasil, em milhões de toneladas, de acordo com a ABIOVE (2020).



Fonte: O autor (2020).

Gráfico 1 – Destino da exportação de soja do Brasil, de acordo com a ABIOVE (2020).



Fonte: O autor (2020).

Além do papel relevante nas exportações brasileira, o cultivo da soja tem um papel importante no desenvolvimento de diversas regiões brasileiras. Segundo a ABIOVE (2020), o Brasil possuí mais de 90 fábricas de processamento de soja, 42 usinas de biodiesel ativas, mais de 1,5 milhões de empregos diretos e indiretos, 232 mil fornecedores de soja, dos quais 60 mil são da agricultura familiar e aproximadamente US$32,1 bilhões em exportações de soja, farelo e óleo. Dados da Companhia de Abastecimento (CONABI) de 2018, apresenta o complexo soja como o principal produto exportado pelo país.

O interesse pelo cultivo da soja está ligado aos seus nutrientes, além de ser uma grande fonte de proteínas e lipídios, a soja é um recurso natural de compostos fenólicos como as isoflavonas. O maior conteúdo de proteínas encontradas no grão está retido no subproduto farelo de soja, sendo utilizado principalmente para produzir ração animal (S FREITAS, 2019).

Os subprodutos correspondem a recaptura de compostos funcionais com viabilidade no desenvolvimento de novos produtos com valor de mercado, dependendo da matéria-prima e processamento que os originou, podem conter níveis variáveis de nutrientes básicos como proteínas, lipídios e minerais, podendo ainda incluir compostos funcionais de elevado valor diferenciado, como por exemplo, vitaminas, polifenóis, isoflavonas, entre outros. Esses compostos podem ser aplicados na indústria alimentar, farmacêutica e cosmética (PINTADO, 2015).

Embora a maior parte dos subprodutos da soja seja destinado à fabricação de rações animais, os compostos fenólicos retidos podem ser desenvolvidos com o objetivo de obter produtos mais refinados, agregando valor a este subproduto e estimulando seu uso como fonte de agentes de saúde (MARTINO, 2011).

O crescente interesse da população em consumir alimentos saudáveis tem aumentado o consumo de alimentos derivados ou à base de soja, como extrato hidrossolúvel de soja (leite de soja), tofu (queijo de soja) e farinha de soja, e levado a indústria alimentícia a desenvolver novos produtos que fornecem além dos nutrientes básicos à alimentação humana, representando os alimentos funcionais. Sendo a soja um dos principais produtos agrícolas torna-se importante a fabricação de diferentes produtos (ZAKIR *et al*., 2015).

Dada relevância da valorização do subproduto como uma oportunidade para obtenção de novos produtos de valor acrescentado e com grande impacto na economia das indústrias, objetivou-se, neste trabalho analisar os subprodutos — farelo de soja e okara— da indústria de soja e analisar determinantes para o futuro e os benéficos do consumo de isoflavonas à saúde humana. Os estudos incluem revisões teóricas sobre as características dos subprodutos em questão.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho seguiu uma metodologia qualitativa com coleta de dados em artigos científicos e capítulos de livro base. As pesquisas foram realizadas para analisar as oportunidades tecnológicas em desenvolvimento para o reaproveitamento dos subprodutos farelo de soja e okara.

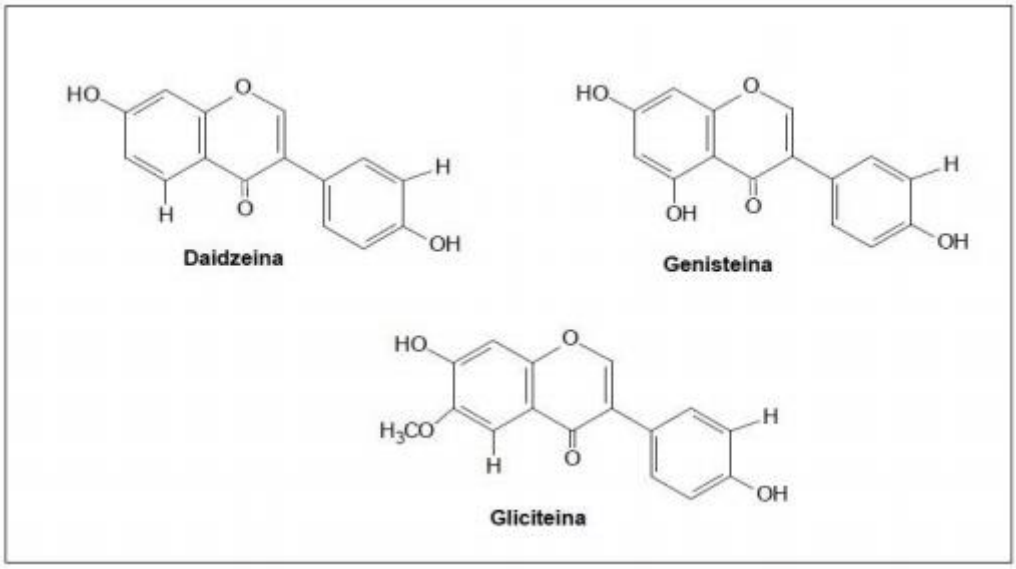
3 DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERÍSTICA DA SOJA E A PRESENÇA DE ISOFLAVONAS

A soja é um grão com excelente valor nutritivo, sendo que sua composição possuí cerca de 40% de proteínas, 20% de lipídios, 35% de carboidratos e 5% de minerais. Possui também os chamados compostos bioativos, como os fitosteróis na forma de isoflavonas, que visam a redução dos riscos de desenvolvimento de doenças crônicas como diabetes, colesterol, hipertensão, cânceres entre outros (KIRINUS *et al*., 2010).

As isoflavonas, são metabólitos secundários que pertencem à família dos flavonoides, que são uma classe dos compostos fenólicos. Esses compostos são oxidantes naturais e possuem atividades benéficas na saúde humana (GIONGO,2013). As isoflavonas podem ser encontradas na soja, principalmente em três substâncias químicas: genisteína, daidzeína e gliciteína (QUEIROZ *et al*., 2006), conforme apresenta a Figura 2.

Figura 2 – Estrutura das principais isoflavonas encontradas na soja.



Fonte: Queiroz *et al*., (2006).

As isoflavonas são classificadas como fitoestrógeno devido a sua semelhança com estrógenos humanos, principalmente o estradiol, se comportando, portanto, de maneira similar por terem afinidade de ligação a moléculas receptoras de estrogênio (VELASQUEZ, BHATHENA, 2001).

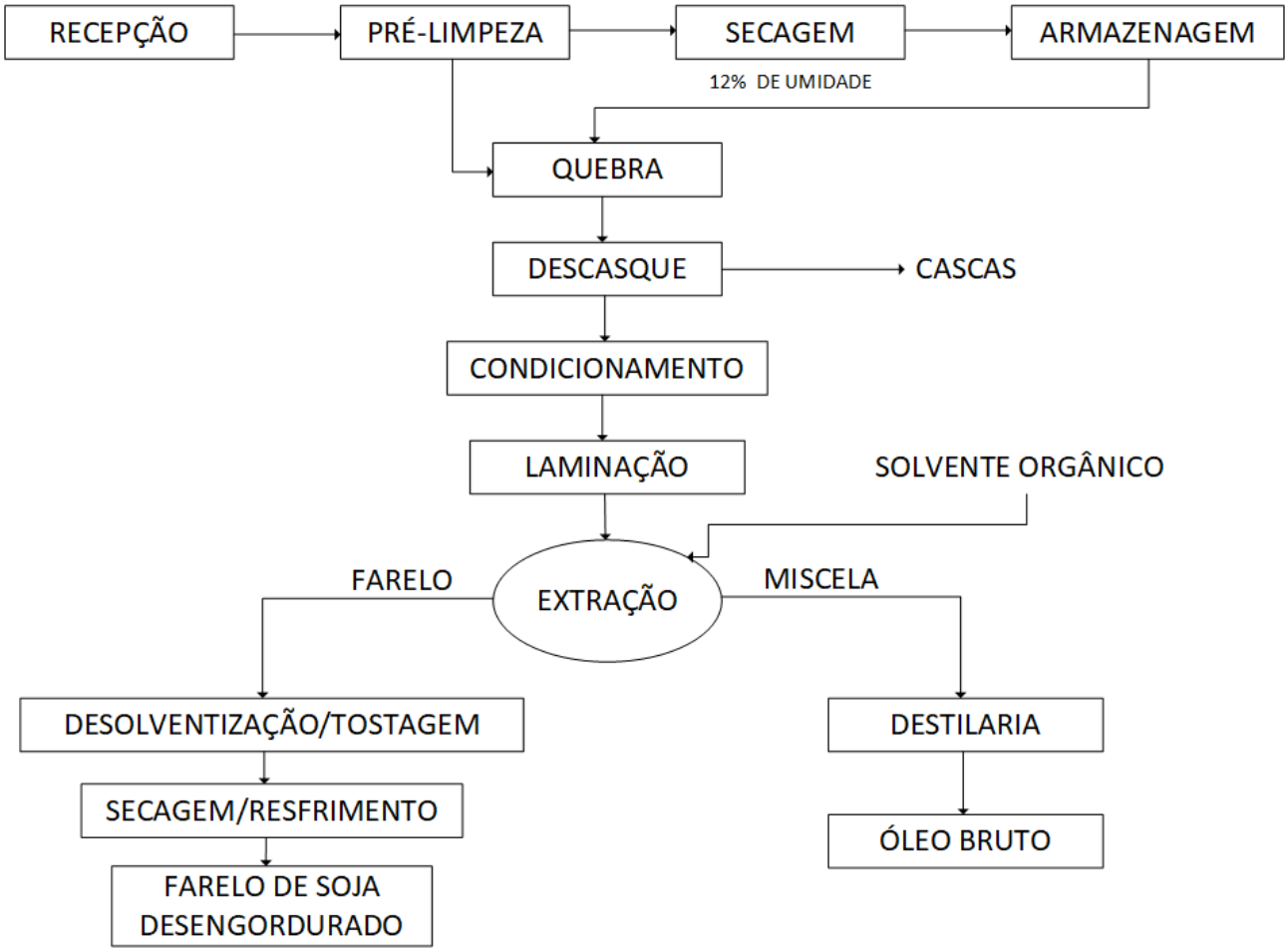
Além da sua atuação como fitoestrógeno, as isoflavonas, especificamente a genisteína e a daidzeína, podem agir como anticarcinogênicas (SING *et al*., 2006) inibindo as enzimas ligadas ao desenvolvimento do câncer, diminuindo a atividade de enzimas como a tiroxina quinase que é responsável pela indução tumoral (JENG *et al*., 2010).

As isoflavonas em soja existem basicamente como formas glicosídicas: 6-O-malonylglucosides e 6-O-acetil-glucósidos e raramente como formas agliconas. As isoflavonas glicosídicas, por possuírem maior hidrofilicidade e maior peso molecular, não são totalmente absorvidas pelo organismo em comparação com as isoflavonas agliconas (IZUMI *et al*., 2000; PARK *et al*., 2001b).

3.2 SUBPRODUTO FARELO DE SOJA

O farelo de soja, subproduto da indústria de óleo de soja é obtido através do processamento do grão, que abrange desde o recebimento das sementes até a produção do farelo propriamente dito, como ilustra a Figura 3. A extração é realizada de maneira continua para obter-se um produto mais uniforme e visando a minimização dos custos (EMBRAPA, 2017).

Figura 3 – Processamento do grão de soja para obtenção do óleo bruto e do farelo de soja, baseado no processo de uma Cooperativa Agroindustrial.



Fonte: O autor (2020).

Segundo a EMBRAPA (2020), cerca de 70% do farelo de soja é destinado à exportação e 30% utilizados em ração animal, pelo seu alto teor em proteína, e uma pequena parte como matéria-prima industrial na forma de isolados e concentrados proteicos (GENOVESE, 2001). O farelo de soja moído e peneirado da origem a farinha de soja, utilizada no enriquecimento proteico de pães, bolachas e outros tipos de alimentos, apresentando um teor de proteína em torno de 45% e baixas porcentagens de gorduras e fibras (MORGUETE *et al*., 2011). Porém, há uma necessidade de alternativas visando à obtenção de

produtos de maior refino, destinados diretamente ao consumo humano ou à produção de aditivos proteicos (STENZEL, 2007).

De acordo com S FREITAS (2019) o farelo de soja é capaz de inibir a peroxidação lipídica de forma semelhante a antioxidantes sintéticos e naturais, frequentemente utilizado pela indústria alimentícia. Diferentes métodos de avaliação da capacidade antioxidante do farelo de soja, indicaram que mesmo após o processamento industrial de óleo de soja, os compostos antioxidantes presentes no subproduto mantiveram suas funcionalidades.

Cavalcanti e seus colaboradores (2015) realizaram a hidrólise enzimática de farelo de soja para determinar a capacidade antioxidante e caracterizar as isoflavonas presentes no hidrolisado. O estudo mostrou que a capacidade antioxidante do hidrolisado em análise não provem principalmente das isoflavonas e sim da enzima que atua na liberação de substancias antioxidantes. Não descartando que as isoflavonas possuam capacidade antioxidante.

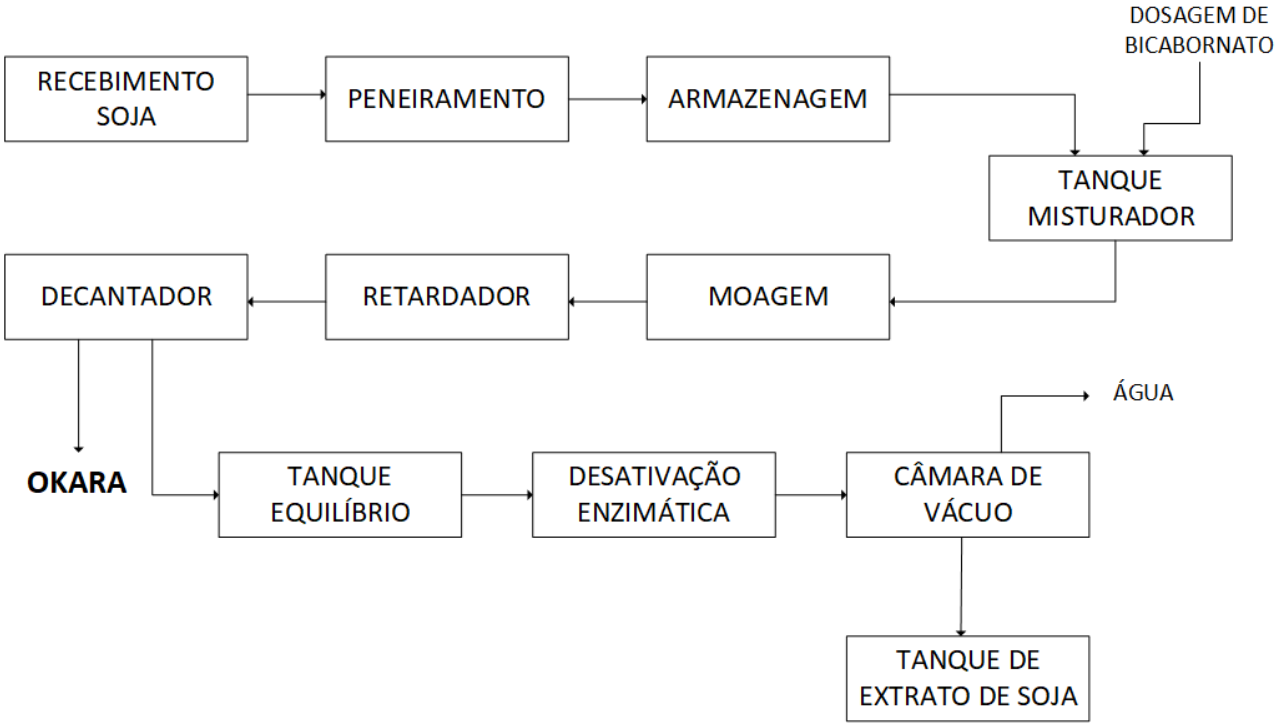
Uma alternativa que pode ser citada é o trabalho de Wu e Muir (2010) onde a hidrólise enzimática da farinha de soja é relacionada diretamente com as isoflavonas. Foram testadas três proteases diferentes, e o estudo mostrou produtos à base de soja que sofreram hidrólise das proteínas apresentaram quantidades significativas de isoflavonas, sendo que o conteúdo e composição das isoflavonas foram afetados pelas condições da reação e pela presença de atividade β-glicosidase (contaminante) nas proteases comerciais. Os resultados também indicam que os produtos após sofrerem hidrólise apresentam maior concentração de agliconas em relação à farinha de soja.

3.3 SUBPRODUTO OKARA

O Extrato Hidrossolúvel de Soja, popularmente conhecido como leite de soja, é produzido através das sementes inteiras selecionadas e trituradas, o processo, destacado na Figura 4, gera uma grande quantidade de resíduos, dentre eles água potável (descartada após o resfriamento) e o okara, um subproduto oriundo do processo de extração de soja (LAROSA et al., 2006).

Segundo Khare Jha e Gandhi (1995), para cada 1kg de grãos de soja utilizados será obtido aproximadamente 1,1kg de okara. Embora a destinação mais comum pelas indústrias seja a alimentação animal ou descarte como lixo comum, a massa inerte obtida apresenta um alto valor nutritivo, principalmente fibras, compostas por celulose, hemicelulose e lignina, cerca de 25% de proteína, 10 a 15% de óleo e pouco conteúdo de carboidratos (PINTO; CASTRO, 2008).

Figura 4 – Processamento do grão de soja para obtenção do extrato hidrossolúvel de soja, baseado no processo produtivo de uma Cooperativa Agroindustrial.



Fonte: O autor (2020).

Apesar do seu teor nutritivo, o okara ainda é pouco utilizado na dieta básica devido a difícil ingestão do mesmo pelo organismo humano que é associado à presença de inibidores de proteases, composição de fibras avançadas e altamente estruturadas (KASAI et al., 2005).

Segundo o estudo realizado por Monteiro (2019) o okara pode ser utilizado de duas formas, tratado com produtos químicos, geralmente ácidos e bases e posteriormente, utilizado como produto final e como um produto intermediário, quando uma substância é extraída por meio de processos químicos.

Um estudo realizado por Giongon (2013) demonstrou um processo fermentativo utilizando okara como meio de cultivo de *Saccharomyces cerevisiae r.f bayanus*, o resultado foi benéfico à melhoria dos teores de proteínas totais, atividades antioxidantes e compostos fenólicos, demonstrando que a levedura utilizada corresponde a um potencial de levedura para fins que envolvem a melhoria dos compostos funcionais e nutricionais, como as isoflavonas. O subproduto pode ser reaproveitado como aditivo alimentício com matéria-prima de qualidade e de baixo custo. O bioprocesso apresentou-se promissor quanto à produção de compostos bioativos a partir de fontes naturais e tecnologia limpa, ausente de geração de resíduos, com baixo custo energético e baixo custo total de processamento.

De acordo com as pesquisas, atualmente a maior parte dos subprodutos em questão são destinados para a produção de ração animal, entretanto, estudos demostram o grande potencial de aplicação em setores indústrias como a indústria farmacêutica, a indústria de alimentos e a indústria de uma forma geral. Essa grande variedade de aplicação confirma o grande potencial das isoflavonas presentes nos subprodutos em níveis diferentes de desenvolvimento, apresentando grandes desafios tecnológicos e não tecnológicos para que esses novos produtos, com valor agregado, entrem no mercado brasileiro.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo pode-se concluir que as isoflavonas presentes nos subprodutos analisados necessitam de aplicações biotecnológicas, para melhoria da biodisponibilidade dos compostos funcionais e nutricionais tornando-se um processo pouco viável para a indústria produtora.

A valorização de subprodutos deve ser vista como uma oportunidade existente para o desenvolvimento sustentável de novos produtos com valor acrescentado e, embora não seja economicamente viável hoje, poderá ser em um futuro próximo.

Observa-se ainda, a necessidade de novas pesquisas que deverão trazer informações mais conclusivas sobre os efeitos no organismo do consumo das isoflavonas presentes na soja e novas alternativas para disponibilizar os compostos funcionais presentes nos subprodutos. Além disso, análises aprofundadas podem ser conduzidas para determinar quais alternativas trariam um melhor retorno econômico e social para o país.

REFERÊNCIAS

ABIOVE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. Disponível em: < http://www.abiove.org.br/2020/02/>. Acesso em 14 set. 2020.

AZEVEDO, E. Riscos e controvérsias na construção social do conceito de alimento saudável: o caso da soja. Revista de Saúde Pública, v.45, p.781-788, 2011.

CALDARELLI, Carlos Eduardo; DA CÂMARA, Márcia Regina Gabardo; SEREIA, Vanderlei José. O complexo agroindustrial da soja no Brasil e no Paraná: exportações e competitividade no período 1990 a 2007. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 11, n. 1, p. 106-120, 2009.

CAVALCANTI, ADD et al. DETERMINAÇÃO DE ISOFLAVONAS NO HIDROLISADO ENZIMÁTICO DE FARELO DE SOJA. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 1034-1042, 2015.

DIA, Li. Proteínas de plantas terrestres - recursos potenciais para nutrição humana e segurança alimentar. **Trends in Food Science & Technology** , v. 32, n. 1, pág. 25-42, 2013.

EMBRAPA – **Dados Econômicos – Cultivos da Soja.** Disponível em < https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> Acesso em: 23 set. 2020.

GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Determinação de isoflavonas em derivados de soja. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.21, p.86-93, 2001.

GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Isoflavones in soy based foods consumed in Brazil: levels, distribution, and estimated intake. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, p. 5987-5993, 2002.

GIONGO, Camila Nascimento. **Fermentação semissólida de okara com Saccharomyces cerevisiae rf bayanus visando a biotransformação de isoflavonas e melhoria da qualidade nutricional**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

IZUMI, Toru et al. Soy isoflavone aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans. **The Journal of nutrition**, v. 130, n. 7, p. 1695-1699, 2000.

JENG, Toong Long et al. Comparisons of flavonoids and anti-oxidative activities in seed coat, embryonic axis and cotyledon of black soybeans. **Food chemistry**, v. 123, n. 4, p. 1112-1116, 2010.

KASAI, N.; MURATA, A.; INUI, H.; SAKAMOTO, T.; KAHN, R. I. Enzymatic High Digestion of Soybean Milk Residue (Okara). Journal of Agricultural and Food Chemistry, Bangladesh, v. 54, p. 5709-5716, 2004.

KIRINUS, P.; COPETTI, C.; OLIVEIRA, V.R. Utilização de farinha de soja (Glycine Max) e de Quinoa (Chenopodium Quinoa) no preparo de macarrão caseiro sem glúten. Alimentos e Nutrição, v.21, p.555-561, 2010.

LAROSA, Gisele et al. Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos de biscoito doce contendo farinha de'okara'. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 151-157, 2009.

MARTINO, Hércia Stampini Duarte et al. Compostos nutricionais e bioativos da soja: benefícios à saúde humana. **Soybean and Health, IntechOpen: London, UK**, p. 465-488, 2011.

MONTEIRO, João Pedro da Silva. Mapeamento e avaliação de oportunidades tecnológicas para o reaproveitamento dos subprodutos da soja no Brasil. 2019.

PINTADO, Manuela E.; TEIXEIRA, José A. Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. 2015.

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 Food Technology, VII BMCFB**, 2008.

QUEIROZ, Sonia CN; NOGUEIRA, Raquel Tassara; SCRAMIN, Shirlei. Importância dos fitoestrógenos, presentes na soja, para a saúde humana. Jagauriuna: Embrapa-Meio Ambiente, 2006.

S FREITAS, Cyntia et al. Recovery of antimicrobials and bioaccessible isoflavones and phenolics from soybean (glycine max) meal by aqueous extraction. **Molecules**, v. 24, n. 1, p. 74, 2019.

SINGH, Ajita V. et al. Soy phytochemicals prevent orthotopic growth and metastasis of bladder cancer in mice by alterations of cancer cell proliferation and apoptosis and tumor angiogenesis. **Cancer Research**, v. 66, n. 3, p. 1851-1858, 2006.

VELASQUEZ, Manuel T.; BHATHENA, Sam J. Dietary phytoestrogens: a possible role in renal disease protection. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 37, n. 5, p. 1056-1068, 2001.

WANG, Dan et al. Efficient production of free fatty acids from soybean meal carbohydrates. **Biotechnology and bioengineering**, v. 112, n. 11, p. 2324-2333, 2015.

WU, Jianping; MUIR, Alister D. Isoflavone during protease hydrolysis of defatted soybean meal. **Food chemistry**, v. 118, n. 2, p. 328-332, 2010.

ZAKIR, Mayara Miranda; FREITAS, Irene Rodrigues. Benefícios à saúde humana do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados da soja. **Journal of bioenergy and food science**, v. 2, n. 3, 2015.