



## **EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS A PARTIR DE RESÍDUO DE MOLHO DE SOJA**

MAYRA T. OLIVEIRA<sup>1\*</sup>, CARLA E. HORI<sup>1</sup>, ÉRIKA O WATANABE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química  
Faculdade de Engenharia Química  
\*e-mail: [mayrathomasoliveira@ufu.br](mailto:mayrathomasoliveira@ufu.br)

**Resumo** – O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja e seus grãos são utilizados para a produção de biodiesel, plásticos, lubrificantes, medicamentos, cosméticos, ração e alimentos. Dentre suas aplicações, encontra-se a produção de molho de soja fermentado, a qual gera 10 a 20% de resíduo rico em óleo, fibras, proteínas, isoflavonas, celulose e aminoácidos. O aproveitamento de resíduos industriais para a obtenção de subprodutos tem se tornado bastante atrativo, uma vez que agrega valor a um material geralmente descartado no ambiente ou utilizado como ração animal. Neste trabalho foi realizada a caracterização do resíduo do molho de soja em termos de análise elementar, análise centesimal, análise granulométrica, determinação do teor de umidade, teor de cinzas, atividade de água, densidade real, densidade “bulk” e microscopia eletrônica de varredura. A caracterização do resíduo mostrou que o material é uma boa fonte de fibras e de carboidratos. O resíduo após lavagem e liofilização apresentou baixos valores de teor de cinzas e de atividade de água em relação ao resíduo *in natura*, mostrando que a remoção do sal foi efetiva. A extração com solventes de diferentes polaridades também foi realizada, sendo que o maior rendimento foi obtido com o uso do etanol.

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com a Embrapa (2022), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Seus grãos são utilizados para a produção de biodiesel, plásticos, lubrificantes, medicamentos, cosméticos, ração e alimentos. Acredita-se que o consumo frequente dessa leguminosa esteja associada à redução de taxas de determinados cânceres e de doenças cardiovasculares (BARNES, 1998; YAMORI, 2006). Os fitoquímicos também protegem contra a obesidade, contra irritações no trato digestivo, doenças renais (FRIEDMAN E BRANDON, 2001), podem atuar na prevenção de osteoporose, diabetes, doenças autoimunes e evitar sangramento de nariz em pessoas com telangiectasia hemorrágica hereditária (BARNES, 1998; LI *et al.*, 2018).

Existe uma ampla gama de produtos alimentares feitos à base de soja, desde

chocolates a leites, farinhas, temperos, molhos e queijos. Dentre eles, um dos alimentos mais consumido mundialmente é o molho de soja fermentado, também conhecido como molho shoyo. Ele surgiu na China há cerca de 2.200 anos, com o intuito de preservar e melhorar o sabor dos alimentos, uma vez que o sal era uma mercadoria cara (DIEZ-SIMON *et al.*, 2020). Ele foi incorporado na culinária asiática e, atualmente, tem se tornado popular nos países ocidentais. Tal como a soja, ele também possui propriedades benéficas ao organismo: anticarcinogênico, antioxidativo, antialérgico, antimicrobiano, antiplaquetário e inibidor de uma enzima que converge angiotensina I em angiotensina II e causa hipertensão (KOBAYASHI, 2005).

O molho shoyo pode ser produzido de diversas formas. Suas características variam com os tipos e proporções das matérias-primas e microrganismos, e das condições de fermentação (KOBAYASHI, 2005). Segundo

Diez-Simon *et al.* (2020), para seu preparo é necessário basicamente 5 ingredientes: soja como fonte de proteína, trigo ou milho como fonte de carboidratos, sal, água e levedura - bactérias *Aspergillus oryzae* ou *Aspergillus sojae*, por serem tolerantes ao sal e ao ácido láctico.

No ano de 2007, a produção mundial deste condimento foi de 200.000 quilolitros. Em 2008, somente no Japão foram produzidos 900.000 quilolitros. Considerando que entre 10 a 20% da produção se torna rejeito, isso representaria aproximadamente 110.000 toneladas de resíduo ao ano (NAGAI *et al.*, 2012). O resíduo, que comumente é descartado na natureza ou em aterros, pode ser incinerado ou adicionado à alimentação animal. Entretanto, devido ao alto teor de sal na sua constituição, cerca de 4,2% em base úmida, essas ações podem gerar sérios problemas: salinização da terra, doenças pecuárias, corrosão de fornos e formação de dioxina, uma substância altamente tóxica (SHIRAI *et al.*, 1998; XIANG *et al.*, 2019; YAMOMOTO *et al.*, 2006).

Embora a alta salinidade seja uma limitação para o uso deste rejeito (SHIRAI *et al.*, 1998), novas aplicabilidades começaram a ser investigadas, pois há componentes que não foram degradados durante a fermentação e possuem valor agregado, como óleo, fibras, isoflavonas, celulose, proteínas e aminoácidos (NAGAI *et al.*, 2012; ZHAO *et al.*, 2014; CHEN *et al.*, 2014).

As isoflavonas comumente são removidas a partir da mistura do substrato em solventes seguido de filtração (YAMOMOTO *et al.*, 2006). Chen *et al.* (2014) e Rostagno *et al.* (2002) relataram outros procedimentos para aumentar o rendimento da extração, como: aquecimento assistido por micro-ondas, extração líquida pressurizada, extração de água superaquecida, extração assistida ultrassônica e soxhlet. As grandes questões dessas técnicas é que, em geral, elas utilizam grandes quantidades de solventes que, na maioria das vezes, são tóxicos. Isso acarreta em possível contaminação do produto e do meio ambiente e gastos extras com descarte. Para mais, esses processos possuem longos tempos de extração, não podem ser automatizados, possuem seletividade restrita e requerem etapas de pré-

purificação, evaporação e concentração adicional que podem resultar em perdas e degradação dos analitos (A ROSTAGNO *et al.*, 2002; LÓPEZ-BASCÓN E CASTRO, 2020).

O óleo, que representa cerca de 36,21% da composição do resíduo de molho shoyo em base úmida (XIANG *et al.*, 2019), possui um alto valor de ácidos, sendo uma matéria-prima promissora para a produção de biodiesel (CHEN *et al.*, 2014). ZHAO *et al.* (2014) relata a possibilidade de utilizá-lo na alimentação após tratamento por destilação de membrana. Diversas técnicas podem ser usadas para sua extração: solvente orgânico, pressão mecânica, extração supercrítica, nova extração de transição de fase contínua sob baixa temperatura e catálise com ácido sulfúrico concentrado ou uma base sólida (ZHAO *et al.*, 2014; CHEN *et al.*, 2014; XIANG *et al.*, 2019). O método mais utilizado atualmente para obtenção de compostos é a extração com o uso de solventes orgânicos.

Diante disso, o atual trabalho tem como objetivo a caracterização do resíduo de molho shoyo in natura e do resíduo processado em termos de análise elementar, análise centesimal, análise granulométrica, determinação do teor de umidade, teor de cinzas, atividade de água, densidade real, densidade “bulk” e microscopia eletrônica de varredura. A avaliação do rendimento de extrato com o uso de solventes orgânicos de diferentes polaridades também foi realizada.

## MATERIAL

### Resíduo de Molho de Soja

O material utilizado nesse estudo foi fornecido pela empresa Sakura Nakaya Alimentos Ltda. localizada em Ouvidor – Goiás, Brasil. Esse resíduo *in natura* foi gerado após a fermentação e separação do molho shoyo e não houve remoção de óleo ou secagem do resíduo. Ele é constituído por soja, milho, sal, leveduras e bactérias lácteas.

## MÉTODOS

### Preparo do Resíduo

O preparo do resíduo foi adaptado a partir da metodologia de Yeh *et al.* (2005). O resíduo foi colocado em água e armazenado sob

refrigeração durante 12 horas. Posteriormente, a água foi retirada e o resíduo ficou retido em uma peneira de 100 mesh e 8” de diâmetro da marca Bertel. O material foi novamente lavado em água corrente. Em seguida, o material foi filtrado e colocado em um béquer, o qual foi completado com água destilada e levado em um banho ultrassônico (LimpSonic, 40 KHz) em temperatura ambiente durante 20 minutos. A condutividade da água foi medida (Digimed, DM-20) e, quando constante, o material foi encaminhado para o congelamento seguido da liofilização (-51°C, 200 microHg). Após a liofilização (LIOTOP modelo L101; Bomba ICME tipo M71B4), o resíduo remanescente foi empacotado e armazenado no congelador.

### Teor de Umidade

A umidade foi aferida baseada no método de secagem de Gonelli *et al.* (2007) adaptado. As análises foram feitas em triplicata para o resíduo *in natura*. A massa do material descongelado foi medida em balança Shimadzu AUW220 (precisão 0,0001 g) e levada para estufa (Biopar Equipamentos EletroEletrônicos, modelo S180SD) a 105°C. Após atingir peso constante, o material foi transferido para um dessecador até atingir temperatura ambiente e sua massa foi novamente aferida. O cálculo da umidade foi feito através da diferença entre a massa inicial de resíduo e a massa final.

### Teor de Cinzas

O método para medir o teor de cinzas foi adaptado da Farmacopeia Brasileira (2019). As análises foram feitas em triplicata para o resíduo antes e após o processo de lavagem e liofilização.

O resíduo *in natura* seco foi levado à mufla (Quimis, modelo Q318S21), a qual foi aquecida até 600°C a uma taxa de 5°C.min<sup>-1</sup> e mantida nesta temperatura por 3 horas. Após esse período, o material foi transferido para um dessecador, e ao atingir a temperatura ambiente, ele foi novamente pesado. Por meio da razão entre a massa do resíduo final e a massa de resíduo inicial foi determinado o teor de cinzas. O mesmo procedimento foi realizado para análise do teor de cinzas do resíduo lavado e liofilizado.

### Análise Elementar

Esta análise foi realizada para o resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado utilizando o Analisador Elementar CHNS/O da marca ThermoScientific localizado no Instituto de Química da USP de São Carlos.

### Análise Centesimal

A composição centesimal para o resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado foi determinada através da quantificação de proteína, fibra, carboidratos e gordura. Para o resíduo *in natura* somente a proteína foi quantificada.

Para aferir as proteínas, o laboratório utilizou o método Kjeldahl Titulométrico segundo ISO 1871:2009. Para fibras, foi feita análise gravimétrica de acordo com AOAC. Os carboidratos foram medidos conforme IAL 1° ed. Digital, 2008 pelo teste de Fehling. E a gordura por gravimetria segundo AOAC 920.39 20° ed. 2016.

### Densidade Real

Para determinar a densidade real neste trabalho utilizou-se um picnômetro a hélio da marca Micromeritics, modelo AccuPyc 1330. A medida de massa de um cadinho de metal de 3,5 cm<sup>3</sup> foi realizada em uma balança. Preencheu-se aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de seu volume com resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado e verificou-se a massa do mesmo. O conjunto foi colocado no picnômetro, onde foi informado o volume do cadinho e a massa da amostra. O aparelho forneceu a densidade real e o desvio padrão após 5 leituras.

### Densidade “Bulk”

Neste trabalho utilizou-se a metodologia de Eisenbies *et al.* (2019). Uma proveta de 50 mL foi pesada e preenchida parcialmente com resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado. Bateu-se o conjunto em uma superfície plana até que volume ocupado pelo material se tornasse constante. Anotou-se a massa do resíduo e volume ocupado pelo mesmo. Através da razão entre eles, foi determinada densidade “bulk”.

### Atividade de Água

Para determinar este parâmetro foi utilizado o equipamento Novasina LabSwift-

aw com precisão de  $\pm 0,01$ aw. Foram realizadas as análises do resíduo *in natura* e do resíduo após o processo de lavagem e liofilização, em triplicata, sendo uma amostra por vez.

### Análise Granulométrica

Foi feita a classificação granulométrica para o resíduo lavado e liofilizado utilizando as peneiras de 8, 12, 20, 32, 48, 80 e 115 mesh da marca Bertel e um agitador AS200 Retsch.

### Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foram realizadas para o resíduo lavado e liofilizado. Primeiramente, foi feita a metalização com ouro no aparelho LEICA EM SCD050 e, em seguida, analisou-se no Zeiss EVO MA10 com operação a alto vácuo (menor que  $1,3 \cdot 10^{-4}$  mbar), utilizando 10,0 kV de energia (EHT) e magnificação de 50X e 1.00KX. O aparelho contém detectores de elétrons secundários (SE), elétrons retroespalhados (BSD) e um detector de espectroscopia de energia dispersiva por Raios-X (EDS) (Oxford modelo 51-ADD0048).

### Extração Soxhlet

A metodologia utilizada foi da Farmacopeia 2008 adaptada. Um filtro de papel contendo 10 g de resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado foi colocado no aparelho extrator tipo Soxhlet. Um balão de vidro de 250 mL foi colocado em uma estufa a 105°C. Após 1 hora, a massa do balão foi medida e este preenchido com solvente. Foram selecionados os solventes acetona, etanol e hexano em razão da diferença de polaridade entre eles.

O sistema foi preparado, garantindo a vedação completa no encaixe balão-extrator. Ajustou-se a manta de aquecimento (Fisatom) de acordo com a temperatura de ebulição de cada solvente e o banho de resfriamento do condensador foi mantido a 12°C. A extração ocorreu por 4 horas contabilizadas a partir da primeira sifonagem. Ao final do experimento, realizou-se a evaporação do solvente por meio do rotaevaporador (IKA, modelo RV10) a 140 rpm e 40°C. O extrato remanescente foi colocado em estufa a 40°C até massa constante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização do Resíduo de Molho de Soja *in natura* e após lavagem e liofilização

O teor de umidade encontrado no resíduo *in natura* cedido pela Sakura foi de  $40,07 \pm 0,13\%$ . Wang e Cha (2018) reportaram um teor de umidade de 32,91% para resíduo de molho shoyo, enquanto que Shirai *et al.* (1998) encontraram 450g de água/kg resíduo. A diferença dos resultados deve-se à proporção das matérias-primas e ao modo de preparo que podem diferenciar de acordo com o local.

Na Tabela 1 tem-se a análise elementar do resíduo.

Tabela 1: Composição Elementar do Resíduo de Molho Shoyo Lavado e Liofilizado

Componente	Média $\pm$ Desvio Padrão (%)
Nitrogênio	$2,7264 \pm 0,2421$
Carbono	$51,5585 \pm 1,8417$
Hidrogênio	$6,9717 \pm 0,2110$
Enxofre	$0,5833 \pm 0,1404$

Uzun *et al.* (2006) avaliaram a composição elementar de grãos de soja e obtiveram 55,89% de Carbono, 6,57% de Hidrogênio, 9,29% de Nitrogênio e, pela diferença entre os componentes, 28,25% de Oxigênio. Şensöz e Kaynar (2006) realizaram a análise elementar do resíduo do óleo de soja, apresentando 67,89% de Carbono, 7,77% de Hidrogênio, 10,84% de Nitrogênio e pela diferença entre os componentes 13,50% de Oxigênio.

Em relação à análise centesimal, para o resíduo *in natura* foram encontradas 14,21 g de proteínas por 100 g de resíduo *in natura* seco. Zhao *et al.* (2014) encontraram  $21,8 \pm 0,57$  g de proteína em base seca. Essa divergência nos resultados pode ser devido à diferença na compressão que separa a massa fermentada do molho shoyo (Nagai *et al.*, 2012). Outra possível razão seriam as diferenças entre as matérias-primas utilizadas na produção do molho. O molho produzido na China utiliza uma proporção de 80:20 e 70:30 de soja para

trigo, enquanto que o molho produzido no Japão utiliza a mesma quantidade de soja e trigo (DIEZ-SIMON *et al.*, 2020). Considerando que a soja contém em sua composição mais de 48% de proteína (FRIEDMAN E BRANDON, 2001), o uso deste grão em maior quantidade no processo de fabricação de molho shoyo pode resultar em maior quantidade de proteína no resíduo.

No resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado foram encontradas 13,90 g de proteínas por 100 g de material. Nota-se que o processo de lavagem do resíduo seguido da liofilização alterou de maneira pouco significativa a quantidade de proteínas.

No material lavado e liofilizado encontrou-se 38,20 g de fibra alimentar, 37,31 g de carboidratos e 12,39 g de gordura para cada 100 g de amostra. Já Yeh *et al.* (2005) obtiveram  $9,2 \pm 0,7$  g de gordura por 100 g de rejeito de molho shoyo lavado e liofilizado,  $23,8 \pm 0,9$  g de proteína,  $52,4 \pm 1,5$  g de fibra dietética total e  $6,2 \pm 0,19$  g de carboidratos. Diante destes resultados, pode-se afirmar que o resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado é uma boa fonte de carboidratos e fibra alimentar, podendo ser usado como um ingrediente na indústria alimentícia.

O resíduo *in natura* apresentou teor de cinzas de  $14,36 \pm 0,04\%$ . Comparando-se com os valores encontrados na literatura, verificou-se que Wang e Cha (2018) obtiveram 8,85% de cinzas em seu resíduo; Xiang *et al.* (2019) determinaram 8,02% e Nagai *et al.* (2012) relataram  $7,8 \pm 0,3\%$ . Os diferentes percentuais podem estar relacionados à quantidade de cloreto de sódio, que em geral representa de 6 a 10% da composição do resíduo (NAGAI *et al.*, 2012). O teor de cinzas para o resíduo lavado e liofilizado foi de  $0,42 \pm 0,02\%$ , um valor abaixo que o relatado por Yeh *et al.* (2005) que encontrou  $2,2 \pm 0,02$  g de cinzas por 100 g de resíduo lavado e liofilizado. A densidade real determinada neste trabalho foi de  $1,2452 \pm 0,0045$  g/cm<sup>3</sup> e corrobora com os valores obtidos na literatura. Pai e Okos (2013), aferiram a densidade real para a farinha de soja desengordurada e para o concentrado de proteína de soja e encontraram respectivamente  $1,417 \pm 0,00093$  g/cm<sup>3</sup> e  $1,325 \pm 0,00748$  g/cm<sup>3</sup>. Nguyen *et al.* (2017) avaliaram o leite de soja em pó produzido por secagem de spray e

encontrou  $1,2$  g/cm<sup>3</sup>. A maioria das partículas provenientes de alimentos possuem densidade entre  $1,0$  e  $1,5$  g/cm<sup>3</sup> (NGUYEN *et al.*, 2017), indicando que o resultado encontrado neste trabalho para o resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado é satisfatório. A densidade “bulk” apresentada pelo resíduo lavado e liofilizado foi de  $0,2062$  g/cm<sup>3</sup> com desvio padrão de  $0,0037$ . Yeh *et al.* (2005) relataram resultado semelhante de  $0,20$  g/cm<sup>3</sup>. Segundo este autor, as partículas com menor densidade “bulk” em geral apresentam maior área superficial, portanto, maior capacidade de adsorver ou de se ligar aos componentes lipídicos.

A quantidade de poros contida no resíduo pode ser visualizada através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) nas Figuras 1 e 2.

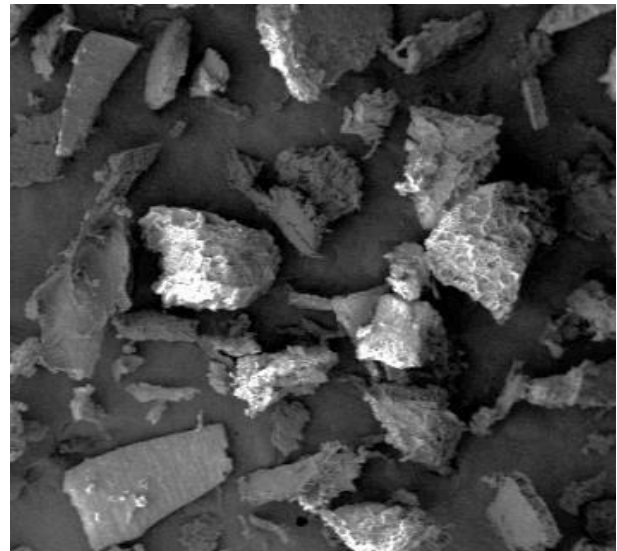


Figura 1 – MEV para resíduo de molho shoyo utilizando magnificação de 50X

Na Figura 1 são apresentadas as imagens captadas utilizando magnificação de 50X e na Figura 2 a magnificação foi de 1.00KX.

Nota-se também a quantidade de poros contida no material, o que justifica a diferença entre a densidade real e a densidade “bulk”.

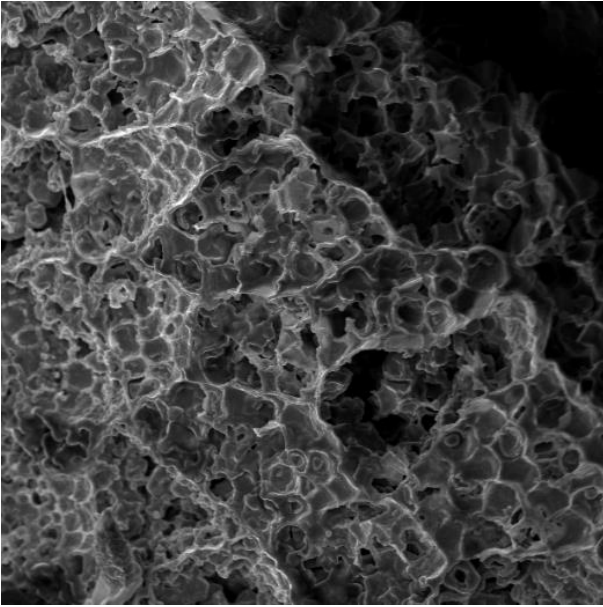


Figura 2 – MEV para resíduo de molho shoyo utilizando magnificação de 1.00KX

A distribuição granulométrica do resíduo lavado e liofilizado é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição Granulométrica do Resíduo Lavado e Liofilizado.

Mesh (Tyler)	Abertura (mm)	Resíduo Retido (%)
8	2,38	20
12	1,41	8
20	0,841	28
32	0,500	19
48	0,297	14
80	0,177	7
115	0,125	4

Em relação à atividade de água, o resíduo *in natura* apresentou atividade de água de 0,801 e o resíduo lavado e liofilizado de 0,055. Makino *et al.* (2001) encontraram atividade de água de 0,77 para o resíduo de molho shoyo e valor de 0,30 para o mesmo material lavado e seco. Segundo Metta *et al.* (2012), a atividade de água em que os fungos, bactérias e leveduras conseguem se

desenvolver encontra-se entre 0,65 e 1,0. Abaixo de 0,6 não há proliferação de microrganismos. Portanto, o resíduo *in natura* apresenta-se como um ambiente propício ao crescimento de leveduras e bactérias, ao contrário do material lavado e liofilizado que é inóspito.

### Extração Soxhlet do Resíduo

A extração Soxhlet do resíduo com o uso de diferentes solventes apresentou os resultados da Tabela 3:

Tabela 3: Extração por Soxhlet do resíduo de molho shoyo lavado e liofilizado

Solvente	Rendimento ± Desvio Padrão (%)
Acetona	26,74 ± 3,63
Etanol	31,03 ± 1,74
Hexano	25,16 ± 1,30

A extração em Soxhlet com etanol apresentou o maior rendimento, uma vez que o etanol possui natureza polar, podendo extrair não somente compostos polares, que não se dissolvem no hexano, como também alguns componentes apolares. Além disso, o tempo de contato entre o solvente e o resíduo na extração em Soxhlet é maior, o que facilita a extração de compostos (Marinho *et al.*, 2019). A temperatura de ebulição do etanol é superior à dos demais solventes, o que pode contribuir para transferência de massa do soluto e aumentar o rendimento (SOLDAN *et al.*, 2021).

Resultados similares foram apresentados na literatura. Dagostin *et al.* (2015) obtiveram rendimento de 25,58 ± 0,25% na extração Soxhlet de soja em flocos com etanol. Tiulea *et al.* (2011) realizaram experimento similar com acetona e determinaram 21,4%. Grasso *et al.* (2006) relataram 26,64% com hexano para soja pré-tratada sob diferentes condições.

### CONCLUSÕES

Neste trabalho foi realizado a caracterização do resíduo de molho de soja e extração de compostos por Soxhlet. Verificou-se que o processo de lavagem do resíduo removeu grande quantidade de cinzas do material, mas não afetou de maneira significativa as proteínas presentes em sua composição. A análise elementar revelou que o resíduo é uma boa fonte de fibras e de carboidratos. A extração por Soxhlet mostrou que o solvente etanol foi mais efetivo, seguido pela acetona e hexano.

Desta maneira, o aproveitamento do resíduo de molho shoyo pode ser muito atrativo. A água residual da lavagem poderia ser empregada novamente no processo de fabricação de molho shoyo. O resíduo lavado e liofilizado pode ser utilizado na indústria de alimentos. Além do extrato que pode ser utilizado como matéria-prima para biodiesel ou na alimentação, após um processo de destilação de membrana. Finalmente, o aproveitamento do resíduo pode reduzir custos com matéria-prima e com descarte, prevenir a poluição ambiental e ainda gerar um subproduto de valor agregado.

## REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Soja. *In*: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- BARNES, S. (1998), Evolution of the Health Benefits of Soy Isoflavones. *Experimental Biology And Medicine*, Vol 217, n. 3, p. 386-396.
- CHEN, X.; LUO, Y.; QI, B.; WAN, Y. (2014), Simultaneous extraction of oil and soy isoflavones from soy sauce residue using ultrasonic-assisted two-phase solvent extraction technology, *Separation And Purification Technology*, Vol 128, p. 72-79.
- DAGOSTIN, J. L. A.; CARPINÉ, D.; CORAZZA, M. L. (2015), Extraction of soybean oil using ethanol and mixtures with alkyl esters (biodiesel) as co-solvent: kinetics and thermodynamics, *Industrial Crops And Products*, Vol 74, p. 69-75.
- DIEZ-SIMON, C.; EICHELSHEIM, C.; MUMM, R.; HALL, R. D. (2020), Chemical and Sensory Characteristics of Soy Sauce: a review, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol 68, n. 42, p. 11612-11630.
- EISENBIES, M. H.; VOLK, T. A.; THERASME, O.; HALLEN, K. (2019), Three bulk density measurement methods provide different results for commercial scale harvests of willow biomass chips, *Biomass And Bioenergy*, Vol 124, p. 64-73.
- FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 4 ed., Ed.; Atheneu, São Paulo, 1988.
- FRIEDMAN, M.; BRANDON, D. (2001), Nutritional and Health Benefits of Soy Proteins, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol 49, n. 3, p. 1069-1086.
- GOMES, P. B.; MATA, V.G.; RODRIGUES, A. E. (2007), Production of rose geranium oil using supercritical fluid extraction, *The Journal Of Supercritical Fluids*, Vol 41, n. 1, p. 50-60.
- GONELLI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; REIS NETO, S. A. dos. (2007), Estudo da difusão de umidade em grãos de trigo durante a secagem, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Vol 27, n. 1, p. 135-140.
- GRASSO, F. V.; MAROTO, B. G.; CAMUSSO, C. C. (2006), Enzymatic Pretreatment of Soybean Collets for Solvent Extraction of Soybean Oil, *Información tecnológica*, Vol. 17, n. 3, p. 41-46.
- JOKIĆ, S.; ZEKOVIĆ, Z.; VIDOVIĆ, S.; SUDAR, R.; NEMET, I.; BILIĆ, M.; VELIĆ, D. (2010), Original article: supercritical co2 extraction of soybean oil, *International Journal Of Food Science & Technology*, Vol 45, n. 9, p. 1939-1946.
- KOBAYASHI, M. (2005), Immunological functions of soy sauce: hypoallergenicity and anti-allergic activity of soy sauce. *Journal Of Bioscience And Bioengineering*, Vol 100, n. 2, p. 144-151.
- LI, W.; RUAN, W.; PENG, Y.; WANG, D. (2018), Soy and the risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of observational studies, *Diabetes Research And Clinical Practice*, Vol. 137, p. 190-199.
- LIZA, M.s.; RAHMAN, R. A.; MANDANA, B.; JINAP, S.; RAHMAT, A.; ZAIDUL, I.s.M.; HAMID, A. (2010), Supercritical carbon dioxide extraction of

bioactive flavonoid from *Strobilanthes crispus* (Pecah Kaca), *Food And Bioproducts Processing*, Vol 88, n. 2-3, p. 319-326.

LOPEZ-BASCÓN, M.A.; CASTRO, M.D. L. de. (2020), Soxhlet Extraction. *Liquid-Phase Extraction*, p. 327-354.

LOULI, V., FOLAS, G., VOUTSAS, E., MAGOULAS, K. (2004). Extraction of parsley seed oil by supercritical CO<sub>2</sub>, *The Journal of Supercritical Fluids*, Vol 30, n. 2, p. 163–174.

MAKINO, Y.; MATSUSHITA, S.; TAKEGAMI, I. (2001), Quality of Dry Desalted Lees of Soy-Sauce from Whole Soy-Beans, *Journal Of The Japan Society Of Waste Management Experts*, Vol 12, n. 1, p. 26-29.

MARINHO, C.M.; LEMOS, C. O. T.; ARVELOS, S.; BARROZO, M. A. de S.; HORI, C. E.; WATANABE, É. O. (2019), Extraction of corn germ oil with supercritical CO<sub>2</sub> and cossolventes, *Journal Of Food Science And Technology*, Vol 56, n. 10, p. 4448-4456.

METTA, F.I.; AYROSA, A.M.; PALETTA, F.C. (2013), O PAPEL DA LIOFILIZAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PELO CONTROLE DA UMIDADE, XII Safety, Health and Environment World Congress, p. 62 – 65, São Paulo – SP.

NAGAI, T.; TANOUE, Y.; KAI, N.; SUZUKI, N. (2012), In Vitro Antioxidative Activity and Antihypertensive Activity of Soy Sauce Cake Derived from the Manufacturing of Japanese Style Fermented Soy Sauce, *Food And Nutrition Sciences*, Vol. 03, n. 08, p. 1118-1127.

NGUYEN, D. Q.; NGUYEN, T. H.; MOUNIR, S.; ALLAF, K. (2017), Effect of feed concentration and inlet air temperature on the properties of soymilk powder obtained by spray drying. *Drying Technology*, Vol 36, n. 7, p. 817-829.

NODAR, M. D.; GOMEZ, A. M.; LAOSSA, E. M. de.(2002), Characterisation and Process Development of Supercritical Fluid Extraction of Soybean Oil, *Food Science And Technology International*, Vol 8, n. 6, p. 337-342.

PAI, D. A.; OKOS, M. R. (2013), Predicting the density and tensile strength of

viscoelastic soy powder compacts, *Journal Of Food Engineering*, Vol. 116, n. 1, p. 184-194.

REVERCHON, E.; MARCO, I. de. (2006), Supercritical fluid extraction and fractionation of natural matter, *The Journal Of Supercritical Fluids*, Vol 38, n. 2, p. 146-166.

ROSTAGNO, M.A.; ARAÚJO, J. M. A.; SANDI, D. (2002), Supercritical fluid extraction of isoflavones from soybean flour, *Food Chemistry*, Vol 78, n. 1, p. 111-117.

ŞENSÖZ, S.; KAYNAR, İ. (2006), Bio-oil production from soybean (*Glycine max L.*); fuel properties of Bio-oil, *Industrial Crops And Products*, Vol 23, n. 1, p. 99-105.

SHIRAI, F.; MATSURA, M.; TADANO, T.; MIZUKI, E.; MURAO, S. (1998), Desalinization of Soy Sauce Waste by an Upward Flow of Water through the Column, *Food Science And Technology International Tokyo*, Vol. 4, n. 4, p. 295-299.

SOLDAN, A. C. F.; ARVELOS, S.; WATANABE, É. O.; HORI, C. E. (2021), Supercritical fluid extraction of oleoresin from *Capsicum annum* industrial waste, *Journal Of Cleaner Production*, Vol 297, p. 126593.

TIULEA, C.; PEEV, C.; ŞTEFANA, F.; VLASE, L.; DEHELEAN, C.; POP, G. (2011), A screening for the most representative classes of compounds from two varieties of soy, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, Vol 17, n. 1, p. 15-19.

UZUN, B. B.; PÜTÜN, A. E.; PÜTÜN, E.(2006), Fast pyrolysis of soybean cake: product yields and compositions, *Bioresource Technology*, Vol 97, n. 4, p. 569-576.

WANG, W.; CHA, Y.-J. (2018), Volatile Compounds in Seasoning Sauce Produced from Soy Sauce Residue by Reaction Flavor Technology, *Preventive Nutrition And Food Science*, Vol 23, n. 4, p. 356-363.

XIANG, C.; LIU, S. Y.; FU, Y.; CHANG, J. (2019), A quick method for producing biodiesel from soy sauce residue under supercritical carbon dioxide. *Renewable Energy*, Vol 134, p. 739-744.

YAMAMOTO, H.; TAKEUCHI, F.; NAGANO, C.; SASAKI, A.; SHIBATA, J. (2006), Separation of Flavonoids and Salt in Bean Cake Disposed from Soy Sauce Manufacturing Process, *Journal Of Chemical Engineering Of Japan*, Vol. 39, n. 7, p. 777-782.



YAMORI, Y. (2006), Food factors for atherosclerosis prevention: Asian perspective derived from analyses of worldwide dietary biomarkers, *Exp Clin Cardiol*, Vol 11, n. 2, p. 94-98.

YEH, H.-Y.; SU, N.-W.; LEE, M.-H. (2005), Chemical Compositions and Physicochemical Properties of the Fiber-Rich Materials Prepared from Shoyu Mash Residue, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 53, n. 11, p. 4361-4366.

YU, K. L.; LAU, B. F.; SHOW, P. L.; ONG, H. C.; LING, T. C.; CHEN, W.-H.; NG, E. P.; CHANG, J.-S. (2017), Recent developments on algal biochar production and characterization, *Bioresource Technology*, Vol. 246, p. 2-11.

ZHAO, L.; ZHANG, Y.; HE, L.; DAI, W.; LAI, Y.; YAO, X.; CAO, Y. (2014), Soy Sauce Residue Oil Extracted by a Novel Continuous Phase Transition Extraction under Low Temperature and Its Refining Process, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 62, n. 14, p. 3230-3235.