

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE ALIMENTOS
CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**KARINE ANTUNES MACHADO
SUELLEN THAIS PUCHTA FERREIRA**

**EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS SEMENTES DE CHIA (*Salvia hispanica*
L.) E LINHAÇA (*Linun usitatissimun L.*)
USANDO A EXTRAÇÃO POR SOXHLET E ASSISTIDA POR
ULTRASSOM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2016

**KARINE ANTUNES MACHADO
SUELLEN THAIS PUCHTA FERREIRA**

**EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS SEMENTES DE CHIA (*Salvia hispanica*
L.) E LINHAÇA (*Linun usitatissimun L.*)
USANDO A EXTRAÇÃO POR SOXHLET E ASSISTIDA POR
ULTRASSOM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Tecnólogo em
Alimentos, do Departamento Acadêmico
de Alimentos, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Safi Amaro
Monteiro

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Helene
Canteri

PONTA GROSSA

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Departamento Acadêmico de Alimentos
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

EXTRAÇÃO DE ÓLEO DAS SEMENTES DE CHIA (*Salvia hispanica L.*) E LINHAÇA (*Linum usitatissimum L.*) USANDO A EXTRAÇÃO POR SOXHLET E ASSISTIDA POR ULTRASSOM

por

KARINE ANTUNES MACHADO
SUELLEN THAIS PUCHTA FERREIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 01 de dezembro de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. As candidatas foram arguidas pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Safi Amaro Monteiro
Prof.(a) Orientador(a)

Prof^a. Dr^a. Maria Helene Canteri
Membro titular

Prof^a. Dr^a. Sabrina Ávila Rodrigues
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Alimentos.

Dedicamos este trabalho a todos os que acreditaram em nossa capacidade de chegar até aqui, e também a aqueles que nos motivam a ir sempre além.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pois sempre que encontramos dificuldades, a nossa fé nos deu forças para continuar. Agradecemos a nossos pais por sempre nos apoiarem e a todos os nossos amigos e familiares que fizeram parte deste momento.

Somos eternamente gratas por todos os professores que estiveram ao nosso lado, que ensinaram e passaram tudo o que tinham de melhor para que pudessemos chegar até aqui. Obrigada professora e orientadora, Safi Amaro Monteiro por sua disposição e atenção com este trabalho.

RESUMO

MACHADO, Karine Antunes; FERREIRA, Suellen Thais Puchta. **Extração de óleo das sementes de chia (*Salvia hispanica L.*) e linhaça (*Linum usitatissimum L.*) usando a extração por soxhlet e assistida por ultrassom.** 2016. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Alimentos- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

O presente trabalho teve como objetivo extrair o óleo da semente de linhaça (*Linum usitatissimum L.*) e da chia (*Salvia hispanica L.*) avaliando os diferentes métodos de extração via Soxhlet e assistida por Ultrassom utilizando os solventes n-hexano e álcool de cereais. O rendimento médio de óleo obtido foi de 39,63% para semente de linhaça e de 31,97 para semente de chia, definindo-se que o método de Soxhlet foi mais efetivo se comparado ao ultrassom, utilizando o n-hexano como solvente.

Palavras-chave: Extração Soxhlet. Ultrassom. Chia. Linhaça.

ABSTRACT

MACHADO, Karine Antunes; FERREIRA, Suellen Thais Puchta. **Extraction of oil of chia seeds (*Salvia hispanica L.*) and line (*Linun usitatissimun L.*) using a soxhlet extraction and assisted by ultrasound.** 2016. 25 f. Conclusion Course of Technology in Food - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2016.

The objective of the present work was to extract the oil from the line (*Linun usitatissimun L.*) and chia (*Salvia hispanica L.*) evaluating the different methods of extraction using Soxhlet and Ultrasonic Assisted using the solvents n-hexane and cereal alcohol. The average yield of oil obtained was 39.63% for row seed and 31.97 for chia seed, with the Soxhlet method being defined as being more effective compared to ultrasound using n-hexane as the solvent.

Keywords: Soxhlet Extraction. Ultrasound. Chia. Linseed.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 – Extrator Soxhlet Reboiler do Laboratório de Análise de Alimentos – UTFPR Ponta Grossa.....	14
Fotografia 2 – Equipamento de Extração Assistido por Ultrassom do laboratório Análise de Alimentos da UTFPR Ponta Grossa.....	15
Gráfico 1 – Média do rendimento em % quanto ao tipo de solvente no método Soxhlet.....	18
Gráfico 2 – Média do rendimento em % quanto ao tipo de solvente no método ultrassom.....	18
Gráfico 3 – Influência das variáveis, métodos de Extração e Solvente na análise de linhaça.....	20
Gráfico 4 – Influência das variáveis, métodos de Extração e Solvente na análise de chia.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Delineamento experimental 2 ² da extração de óleo das sementes de linhaça e chia.....	16
Tabela 2 – Rendimento em % na extração de óleo da semente de linhaça e chia em diferentes métodos de extração.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	13
2.2 MÉTODO DE EXTRAÇÃO VIA SOXHLET.....	13
2.3 MÉTODO VIA ULTRASSOM.....	14
2.4 MASSA E O RENDIMENTO DO ÓLEO.....	15
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	16
3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	17
3.1 RENDIMENTO DE CADA ÓLEO (%).....	17
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL – ANÁLISE DE COMPARAÇÃO QUANTO AO TIPO DE SOLVENTE.....	17
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL – ANÁLISE DE COMPARAÇÃO QUANTO AO TIPO DE TRATAMENTO.....	19
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL – ANÁLISE DE COMPARAÇÃO QUANTO AO TIPO DE SEMENTE.....	21
4 CONCLUSÃO.....	22
5 REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

As indústrias alimentícias atualmente seguem em busca de produtos benéficos à saúde humana. Tal fato se explica devido à procura dos consumidores por produtos naturais, os quais destacam-se os alimentos chamados funcionais, como a chia e a linhaça.

A conservação de alimentos ligados a propriedades antioxidantes vem sendo uma grande necessidade, pois é preciso aumentar o tempo de vida útil dos alimentos sem prejudicar os nutrientes, permitindo o uso de óleos e gorduras nos alimentos mais suscetíveis a oxidação (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2011 apud Júnior et al., 2011, p. 7).

Conforme historiadores, o consumo da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) originou-se na Europa e Ásia desde 5000 e 8000 anos a.C. ; porém nos últimos anos, o consumo se tornou mais comum devido aos seus benefícios à saúde (OOMAH; DER; GODFREY, 2006 apud CUPERSMID et al., 2012, p.33). A linhaça é o alimento de origem vegetal mais rico em ácidos graxos ω -3, apresentando também quantidades elevadas de fibras, proteínas e compostos fenólicos (THOMPSON; CUNNANE, 2003 apud BARROSO et al., 2014, p. 181), geralmente encontradas na forma de grão integral, moído ou na forma de óleo.

O ácido graxo α -linolênico (ω -3), grande fonte de prevenção de doenças cardíacas e câncer em humanos, representa cerca de 60% do óleo da semente de linhaça (OOMAH; DER; GODFREY, 2006 apud CUPERSMID et al., 2012, p.35).

Para o consumo humano a linhaça é encontrada em duas cores: dourada ou marrom. A cor deve-se a quantidade de pigmentos no revestimento externo da semente e por fatores genéticos e ambientais (COSKUNER; KARABABA, 2007 apud BARROSO et al., 2014, p. 181).

A semente de chia (*Salvia hispanica* L.) foi um importante alimento básico para mesoamericanos em tempos pré-colombianos (REYES-CAUDILLO et al., 2008 apud COELHO; SALAS MELLADO, 2014, p. 260), sendo cultivada comercialmente no México, Bolívia, Argentina, Equador e Guatemala (COATES; AYERZA, 1996 p. 131-132). Segundo (IXTAINA et al., 2011 apud COELHO; SALAS MELLADO, 2014, p.261) as propriedades da chia apresentam um valor significativo em relação aos valores de lipídios, 40% do peso total da semente, sendo quase 60% como ômega-

3 e de fibra dietética, com mais de 30% do peso total. Quanto à presença de minerais, vitaminas e antioxidantes naturais, como por exemplo, os tocoferóis e polifenóis, destacam-se entre os compostos fenólicos o ácido clorogênico, cafeico, quercetina e kaempferol.

Entre os métodos e tecnologias de extração de óleos das sementes se encontram a prensagem mecânica que demanda investimentos menores e a extração química, que necessita de investimentos maiores devido ao uso dos solventes utilizados no processo. Ainda existem outras técnicas mais avançadas utilizando fluido supercrítico e enzimas. A principal extração a quente utiliza o equipamento chamado Soxhlet (IAL, 2008).

Segundo CHEMAT et al.(2011) e VILKHU et al.(2008), (apud MELLO et al. 2014, p.1) existem métodos não convencionais para a extração de óleo, como a assistida por ultrassom, com efeito significativo para extrair compostos bioativos, menor volume de solvente e tempo e percentual elevado em questão de rendimento.

Sendo a chia e linhaça duas fontes ricas em ácidos graxos ω -3, ω -6, justifica-se estimar o teor total de lipídeos por um método de extração indicado como mais econômico e com maior rendimento. O objetivo deste trabalho foi a realização da extração do óleo de ambas as sementes por meio de método convencional (Soxhlet) e não convencional (Ultrassom), bem como a comparação entre eles para determinar qual apresenta o maior rendimento em óleo com os dois diferentes solvente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de chia e de linhaça foram adquiridas em uma loja de produtos naturais da cidade de Ponta Grossa. As análises foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa e no laboratório da empresa Bunge Alimentos- Soja.

Ambas as amostras foram trituradas em liquidificador de uso doméstico e pesadas em balança analítica, antes das extrações.

Nos métodos descritos foram utilizados os solventes n-hexano P.A. 98,5% e álcool de cereais P.A 96%, para a extração do óleo das sementes de chia e linhaça.

2.2 MÉTODO DE EXTRAÇÃO VIA SOXHLET

No método Soxhlet, 5 g de cada amostra foram acondicionadas em papel filtro formando uma pequena cápsula colocada em cartucho de aço inoxidável. Os frascos vazios do extrator foram previamente limpos e secos em estufa a 105° C por 2 horas e após este procedimento pesados em balança analítica e em seguida posicionados os cartuchos e frascos devidamente identificados nos suportes do extrator.

Durante a extração foram utilizados 100 mL dos solventes (n-hexano e álcool de cereais) à temperatura de 120° C, mantendo o sistema em refluxo por 5 horas. Foram realizadas duplicatas das amostras. Ao final do processo, foi evaporado o conteúdo residual de solvente em banho maria, e levado o balão com o extrato para estufa por cerca de 2h a 105° C, logo após em dessecador atingiu a temperatura ambiente e em seguida foi anotada sua massa. Calculou-se a porcentagem de lipídeos totais (considerando massa seca) nas amostras e o resultado foi expresso como média.

Fotografia-1 - Extrator Soxhlet Reboiler do Laboratório de Análise de Alimentos – UTFPR Ponta Grossa



Fonte: Autoria própria (2016)

2.3 MÉTODO VIA ULTRASSOM

A análise de extração Assistida por ultrassom seguiu o método de (BIONDO et al. 2015), adaptado. Para a realização do procedimento, béqueres de 50 mL previamente identificados foram levados a estufa a 105° C, por 2 horas e retirados com auxílio de uma pinça. Após resfriados em dessecador, foram anotadas as massas de cada béquer vazio.

O experimento foi realizado em duplicata, sendo pesados 1 g de cada amostra e acondicionados em tubos de ensaio, acrescentando 5 mL dos solventes (n-hexano e álcool de cereais). Ambos foram fechados e agitados por 20 segundos em vórtex, logo após conduzidos em banho de ultrassom a frequência de 40 kHz por 20 minutos.

Em seguida, retiraram-se as tampas dos tubos vertendo o sobrenadante nos béqueres, passando por meio de um funil contendo tecido sintético tipo TNT para que não houvesse resíduos da amostra.

Foi repetido o processo totalizando três extrações em banho de ultrassom. Após, o solvente foi evaporado em capela e os béqueres foram levados para a estufa por 2h a 105° C. As amostras foram pesadas e calculou-se a porcentagem de

lipídeos totais (considerando massa seca) nas amostras e expressando o resultado como média.

Fotografia 2 - Equipamento de Extração Assistido por Ultrassom do laboratório Análise de Alimentos da UTFPR Ponta Grossa



Fonte: Autoria própria (2016)

2.4 MASSA E O RENDIMENTO DO ÓLEO

A quantidade de óleo obtida através dos métodos de extração por solvente a quente (Soxhlet) e ultrassom das sementes de chia e linhaça, foram determinados através das Equações 1 e 2, respectivamente.

$$\text{Quantidade de óleo (g)} = \frac{\text{m óleo}}{\text{m amostra}} \quad (1)$$

$$\text{Rendimento de óleo \%} = \frac{\text{óleo extraído} \times 100}{\text{m alimentada}} = \frac{\text{óleo}}{100} \quad (2)$$

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os ensaios de extração foram ordenados segundo uma matriz de Planejamento Experimental Fatorial 2^2 , totalizando 4 ensaios realizados em duplicata.

Os fatores utilizados foram o método de extração (Soxhlet e Ultrassom) e o tipo de solvente (Hexano e Álcool de cereais), sendo a variável resposta o rendimento (%) de cada óleo.

Os resultados comparativos de rendimento foram analisados no software SASM - Agri (Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas) aplicando o Teste T de Tukey com 5% de significância. Os resultados para avaliação dos fatores foram estudados por meio do software Statistic for Windows 5.0.

A matriz gerada pelo planejamento experimental está representada na Tabela 1, onde as variáveis + 1 representa a extração e solvente correspondentes, soxhlet e hexano, e as variáveis - 1 para ultrassom e álcool de cereais.

Tabela 1 - Delineamento experimental 2^2 da extração de óleo das sementes de linhaça e chia

Ensaio	Variáveis Independentes codificadas		Variáveis Independentes Reais		% semente Chia	% semente Linhaça
	Extração	Solvente	Extração	Solvente		
1	+ 1	+1	SE	Hexano		
2	+1	-1	SE	Álcool		
3	-1	-1	US	Álcool		
4	-1	+1	US	Hexano		

Fonte: SASM – Agri (2016) (SE Soxhlet US Ultrassom)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RENDIMENTO DE CADA ÓLEO (%)

Na tabela 2 estão expressos os rendimentos encontrados com diferentes tratamentos e sementes:

Tabela 2 – Rendimento em % na extração de óleo da semente de linhaça e chia em diferentes métodos de extração

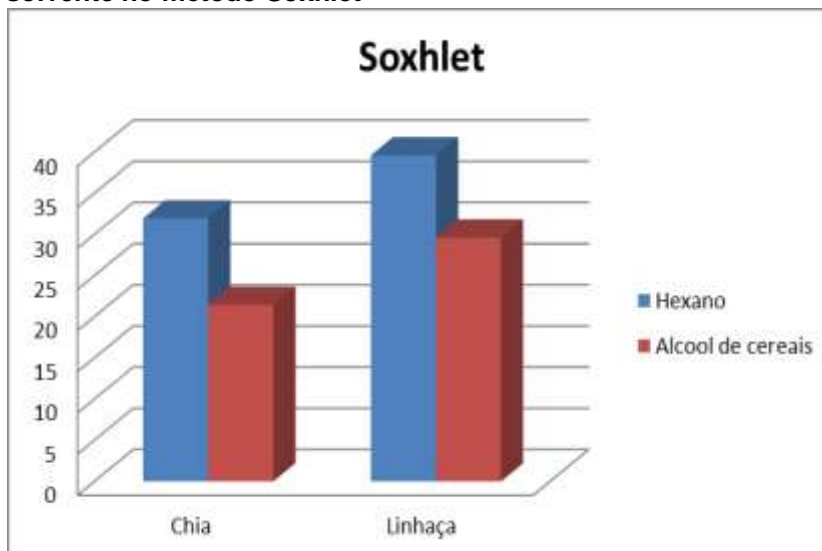
Ensaio	Variáveis Independentes		% semente Chia média	% semente Linhaça média
	Extração	Solvente		
1	SE	Hexano	32,0 ^b	39,0 ^a
2	SE	Álcool	18,1 ^d	26,0 ^{bc}
3	US	Álcool	6,0 ^e	8,5 ^e
4	US	Hexano	21,5 ^{cd}	29,8 ^b

Fonte: SASM – Agri. Teste de Tukey. Letra diferente indica diferença significativa entre todas as amostras ($p \leq 0,05$)

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL – ANÁLISE DE COMPARAÇÃO QUANTO AO TIPO DE SOLVENTE

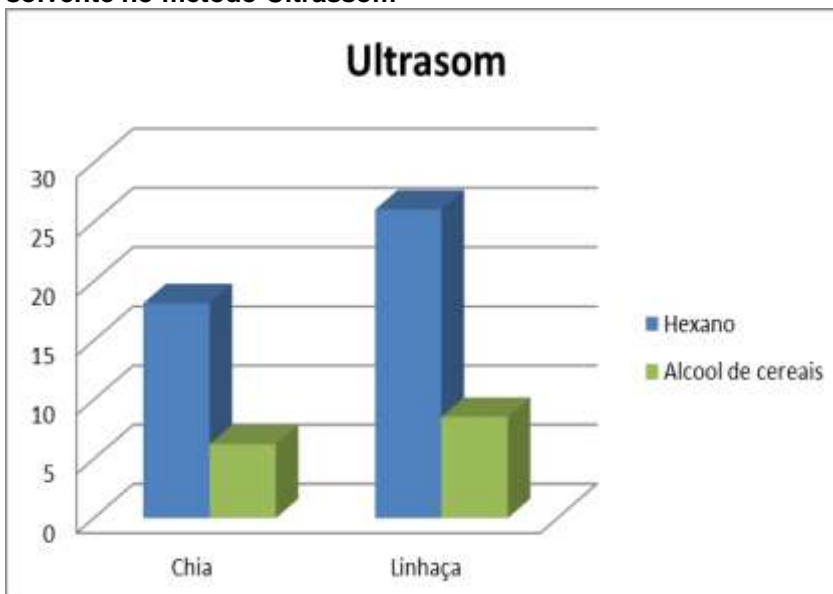
Conforme indica-se nos gráficos 1 e 2, pode-se observar que a amostra de linhaça apresentou rendimentos elevados, em comparação com a chia, tanto no método Assistido por Ultrassom quanto ao método de Soxhlet com o solvente n-hexano. Desta forma podemos considerar que o método de ultrassom obteve rendimento superior ao do método soxhlet com álcool de cereais.

Gráfico 1 – Média do rendimento em % quanto ao tipo de solvente no método Soxhlet



Fonte: Aatoria própria (2016)

Gráfico 2 – Média do rendimento em % quanto ao tipo de solvente no método Ultrassom



Fonte: Aatoria própria (2016)

Segundo (RISS *et al.* 2015, p. 3) em seu estudo, verificou-se maior rendimento na extração, para semente de chia com o método Soxhlet com álcool de cereais como solvente.

No presente trabalho foi possível observar maior rendimento também no método Soxhlet, porém com o solvente n-hexano e numa quantidade menor de óleo extraído.

Em comparação com (MELLO; SILVA; SILVA, 2014, p. 4) na extração do óleo de chia via ultrassom, o solvente com maior poder extrativo foi o *n*-hexano com 26,51% em seu estudo. Esse resultado pode ser explicado em função da polaridade do solvente. O *n*-hexano é um solvente não polar e o álcool polar. Logo o maior rendimento foi com solvente apolar, obtendo cerca de 21,5% de óleo extraído.

Em outro estudo realizado por (OLIVEIRA *et al.* 2013, p. 462) para a extração assistida por ultrassom do óleo de sementes de maracujá, são reportados baixos rendimentos utilizando o solvente etanol em comparação com os rendimentos com *n*-hexano.

Conforme as comparações com os trabalhos já realizados, este estudo teve forte coerência em questão ao solvente utilizado, no qual o *n*-hexano apresentou mais afinidade com o óleo para sua extração, o que não foi possível com o álcool de cereais que seria menos prejudicial ao meio ambiente. Entretanto, ambos podem ser recuperados para reuso.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL – ANÁLISE DE COMPARAÇÕES QUANTO AO TIPO DE TRATAMENTO

Na tabela 2 estão apresentados os resultados utilizando o teste de Tukey, que avalia a diferença entre as médias dos diferentes tratamentos realizados ao nível de significância de 5%. Pode - se verificar pelas médias das duplicatas, observando que o ensaio 1 apresentou maiores rendimentos, tal fato é explicado devido ao resultado satisfatório do método de extração Soxhlet

Conforme o trabalho apresentado por (MELLO *et.al.* 2014), o rendimento obtido pelo método de ultrassom significativo. Porém, ambos utilizou-se diferentes temperaturas e quantidades de amostra, comparados ao presente trabalho, que utilizou apenas temperatura ambiente e 1 g de amostra.

A menor extração foi demonstrada no ensaio 3, pelo fato da polaridade do solvente álcool de cereais e baixo rendimento obtido pelo método de Ultrassom.

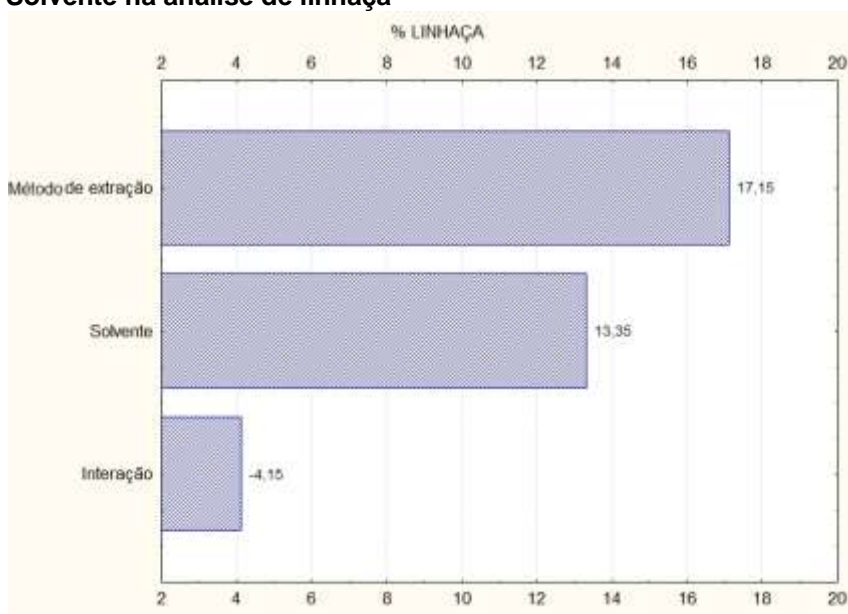
Para o método via ultrassom poderia ter utilizada uma maior quantidade de amostra, variedades de tempo e temperatura para um melhor resultado e para substituir um método demorado e com uso maior de solvente como no Soxhlet,

embora este método tenha demonstrado maior eficiência tanto com álcool quanto com n-hexano comparando com ultrassom.

A análise estatística dos resultados também pode ser apresentada na forma de gráfico Pareto para estimar determina os efeitos das variáveis, método de extração, solvente e a interação entre estas variáveis no rendimento de óleo da linhaça e chia respectivamente. No gráfico 3, pode-se verificar que o efeito método de extração foi 3,8 unidades percentuais maior que o efeito tipo de solvente. O efeito da interação entre o tipo de solvente e o método de extração foi negativo.

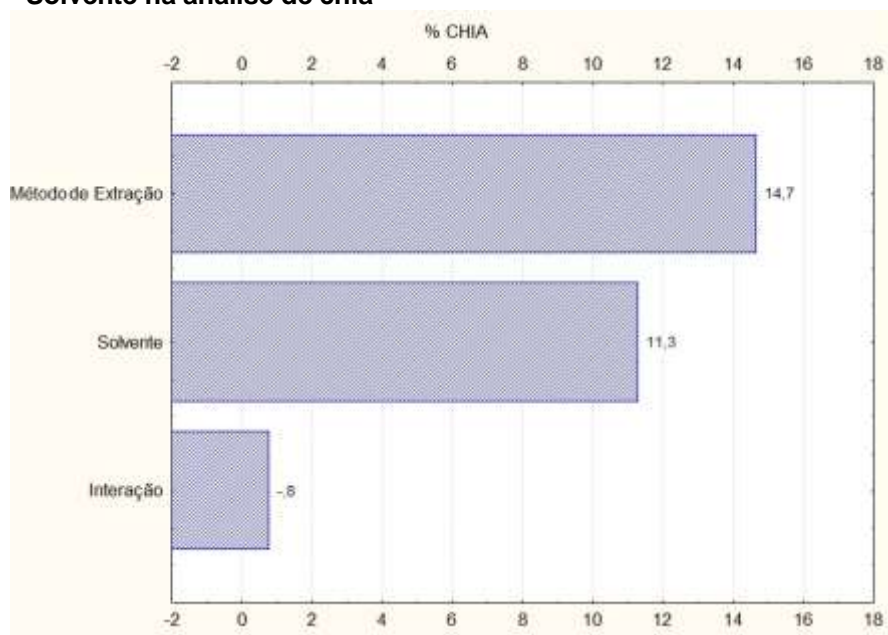
Analisando o gráfico 4 pode-se verificar que o efeito método de extração foi 3,4 unidades percentuais maior que o efeito tipo de solvente. O efeito da interação entre o tipo de solvente e o método de extração foi negativo.

Gráfico 3 – Influência das variáveis, métodos de Extração e Solvente na análise de linhaça



Fonte: Statistic for Windows 5.0 diagrama de Pareto

Gráfico 4 - Influência das variáveis métodos de Extração e Solvente na análise de chia



Fonte: Statistic for Windows 5.0 diagrama de Pareto

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL – ANÁLISE DE COMPARAÇÕES QUANTO AO TIPO DE SEMENTE

Segundo a (CUPERSMID, et al., 2012), que disponibiliza Tabela Brasileira de Composição de alimentos, a linhaça contém 32,3g/100g de lipídeos em semente de amostra. Comparando a média de extração entre os diferentes métodos com o solvente n-hexano, pode-se verificar que ambos foram eficazes, e extraem em torno de 32,85% de lipídeos da semente estudada.

Conforme cita (AYERZA; COATES, 1995), a chia tem cerca de 25 a 38% de óleo, realizando a extração do óleo por prensagem em base seca. Comparando as médias entre métodos e utilizando o solvente n-hexano que apresentou maior rendimento, foi obtido 25,06% de óleo da amostra.

4 CONCLUSÃO

A extração com maior rendimento lipídico foi à realizada pelo método Soxhlet, utilizando n-hexano como solvente e obtendo o óleo de linhaça com média de 39,63% de rendimento. Tal fato se explica pela polaridade do solvente utilizado em afinidade pela extração do óleo e pelo método de Soxhlet ser o mais eficiente estudado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AYERZA, R.; COATES, W. Composition of chia (*salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of south america. **Tropical Science**, Germantown, v. 44, n. 3, p. 131-135, 2003. Disponível em: <[http://newcrops.org/a.10\)%20Chia%20six%20South%20America%20Tropical%20ecosystems.PDF](http://newcrops.org/a.10)%20Chia%20six%20South%20America%20Tropical%20ecosystems.PDF)>. Acesso em: 11 maio 2016.

BARROSO, A.K.M. et al. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 181, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n1/a1214cr2013-0310.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

BERNARDO-GIL, M. G.; RIBEIRO; ESQUÍVEL, M.M. Produção de extratos para a indústria alimentar: uso de fluídos supercríticos. **Boletim de Biotecnologia**, v. 73, p. 14-21, 2002 apud JÚNIOR, E; et al. Métodos de extração do extrato e obtenção do óleo de linhaça. **Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais-CETEC**, Minas Gerais, p. 7, 2011. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/ay/c5ay02243f#!divAbstract>>. Acesso em: 06 maio 2016

BIONDO, Polyana BF et al. A new method for lipid extraction using low-toxicity solvents developed for canola (*Brassica napus* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merrill) seeds. **Analytical Methods**, v. 7, n. 23, p. 9773-9778, 2015. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/ay/c5ay02243f#!divAbstract>>. Acesso em: 13 março 2016.

CHEMAT, F.; HUMA, Z.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultra. Sonochem.*, v. 18 p. 813–835, 2011 apud MELLO, B.T.F; SILVA, P. J.; SILVA, C. Avaliação do efeito das variáveis de processo na obtenção do óleo de sementes e chia por extração ssistida por ultrassom. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 5161-5168, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/2065-16028-138635.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

COELHO, M. S; SALAS MELLADO, M. M. Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, out./dez. 2014. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v17n4/1981-6723-bjft-17-4-259.pdf>> Acesso em: 07 maio 2016.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Some physical properties of flaxseed (*Linum. usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.78, n. 3, p.1067-1073, 2007
Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877406000136>>. Acesso em: 10 abr. 2010. doi. 10.1016/j.jfoodeng.2005.12.017 apud BARROSO, A.K.M. et al. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 181, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n1/a1214cr2013-0310.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

CUPERSMID, L. et al. Linhaça: composição química e efeitos biológicos. **e-Scientia**, Belo Horizonte, Vol. 5, n. 2, p. 33-40, 2012. Disponível em:<<http://revistas2.unibh.br/index.php/dcbas/article/download/825/540>>. Acesso em: 07 maio 2016.

IAL, Métodos Físico-Químicos Para Análise De Alimentos, 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, p.1020, 2008.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical Properties of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 28, n. 3, p. 286-293, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.03.009>. apud COELHO, M. S; SALAS MELLADO, M. M. Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*salvia hispanica* l) em alimentos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, out./dez. 2014. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v17n4/1981-6723-bjft-17-4-259.pdf>> Acesso em: 07 maio 2016

JÚNIOR, E; et al. Métodos de extração do extrato e obtenção do óleo de linhaça. **Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais- CETEC**, Minas Gerais, p. 7, 2011. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/ay/c5ay02243f#!divAbstract>>. Acesso em: 06 maio 2016

MELLO, B.T.F; SILVA, P. J.; SILVA, C. Avaliação do efeito das variáveis de processo na obtenção do óleo de sementes e chia por extração assistida por ultrassom. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 5161-5168, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/2065-16028-138635.pdf>>. Acesso em : 15 maio 2016.

OLIVEIRA, R. C.; BARROS, S. T. D.; GIMENES, M. L. The extraction of passion fruit oil with green solvents. **J. Food Eng.**, v. 117, p. 458-463, 2013. Disponível em <<http://anothersample.net/the-extraction-of-passion-fruit-oil-with-green-solvents>>. Acesso em: 11 novembro 2016.

OOMAH, B.D.; DER, T.J.; GODFREY, D.V. Thermal characteristics of Flaxseed (*linum usitatissimum* L.) proteins. **Food Chemistry**, 2006, p. 495-502. apud CUPERSMID, L. et al. Linhaça: composição química e efeitos biológicos. **e-Scientia**, Belo Horizonte, Vol. 5, n. 2, p. 33-40, 2012. Disponível em: <<http://revistas2.unibh.br/index.php/dcbas/article/download/825/540>>. Acesso em: 07 maio 2016.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican cChia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. **Food Chemistry**, Barking, v. 107, n. 2, p. 656-663, 2008 apud COELHO, M. S; SALAS MELLADO, M. M. Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*salvia hispanica* l) em alimentos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, out./dez. 2014. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v17n4/1981-6723-bjft-17-4-259.pdf>> Acesso em: 07 maio 2016

RISS, H. et al. Extração de óleo de chia (*Salvia hispanica* l.) via sohxlet. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 3, p. 1716-1721, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2015/452-34074-261874.pdf>>. Acesso em 17 novembro 2016.

THOMPSON, L.U.; CUNNANE, S.C. Flaxseed in human nutrition. 2.ed. Champaign, **AOCS**, Illinois, 2003, p. 458. apud BARROSO, A.K.M. et al. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 181, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n1/a1214cr2013-0310.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

VILKHU, K. et al. Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry **A review. Innov. F. Scien. Emerg. Technol.**, v. 9, p. 161–169, 2008. apud MELLO, B.T.F; SILVA, P. J.; SILVA, C. Avaliação do efeito das variáveis de processo na obtenção do óleo de sementes e chia por extração assistida por ultrassom. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 5161-5168, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/2065-16028-138635.pdf>>. Acesso em : 15 maio 2016.