

# **D O S S I Ê T É C N I C O**

**Métodos de extração do extrato e obtenção do óleo  
de linhaça**

**Edésio Rodrigues Alvarenga Júnior**

**Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
CETEC**

**maio  
2011**

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2 LINHAÇA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Óleos e sementes na indústria alimentícia.....	4
2.2 Principais componentes.....	5
2.3 Importância nutricional da linhaça.....	5
2.4 O grão de linhaça .....	6
2.5 A comercialização da linhaça.....	6
<b>3 A LINHAÇA COMO ANTIOXIDANTE</b> .....	<b>6</b>
3.1 Antioxidantes .....	6
3.2 Compostos fenólicos .....	7
<b>4 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
4.1 Métodos clássicos de extração .....	7
4.2 Extração por solvente .....	8
4.3 Extração supercrítica .....	8
<b>5 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DE LINHAÇA</b> .....	<b>10</b>
5.1 Obtenção do extrato de linhaça pelo método extração com solvente .....	10
5.2 Obtenção do extrato de linhaça pelo método extração seqüencial .....	10
5.3 Obtenção do extrato de linhaça pelo método VMHD .....	11
<b>6 OBTENÇÃO DO ÓLEO DE LINHAÇA</b> .....	<b>11</b>
6.1 Obtenção do óleo de linhaça com extrator de leito fixo.....	12
6.2 Obtenção do óleo de linhaça por extração a frio.....	13
6.3 Obtenção do óleo de linhaça por arraste a vapor .....	14
6.4 Extração supercrítica do óleo de linhaça.....	17
<b>7 FARELO DE LINHAÇA</b> .....	<b>18</b>
7.1 Processamento do farelo de linhaça.....	19

<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>22</b>

## Título

Métodos de extração do óleo e extrato e obtenção do farelo de linhaça

## Assunto

Extração de óleo de sementes oleaginosas (exceto milho)

## Resumo

A linhaça é a semente do linho, possuindo várias aplicações e podendo ser matéria prima da produção do óleo e farelo de linhaça. Já o óleo é utilizado pelas indústrias produtoras de tintas, vernizes e resinas e o farelo é utilizado para a fabricação de rações animais. Hoje quem vem explorando cada vez mais o óleo e semente de linhaça são as indústrias alimentícias, visando à conservação dos alimentos. As sementes de linhaça ainda servem como complemento alimentar, sendo utilizadas em pães, bolos e biscoitos. Existem duas técnicas para a obtenção do extrato de linhaça: o solvente orgânico sob baixa temperatura (SO) e a extração seqüencial (SE). Já para a extração do óleo, o método mais utilizado é o convencional, através de solventes orgânicos, extração a frio (prensagem mecânica), arraste a vapor e também por extrator de leito fixo, além do uso de fluidos supercríticos. É destacado aqui também como se obtém o farelo de linhaça, que funcionam como fibras dietéticas.

## Palavras chave

Alimento; antioxidante; extração a vapor; extração com solvente; extração de óleo; farinha de linhaça; linhaça; óleo de linhaça; óleo de semente; semente; solvente orgânico

## Conteúdo

### 1 INTRODUÇÃO

O mercado de produtos naturais vem crescendo bastante, e um dos grandes responsáveis por este aumento está no interesse na prevenção de doenças por parte dos consumidores. A consequência disto é que as indústrias do setor alimentício vêm pesquisando e intensificando a busca por produtos mais saudáveis à saúde humana. Estes produtos saudáveis são conhecidos como alimentos funcionais, que vem ganhando destaque por serem bastante benéficos.

Existem vários tipos de alimentos funcionais e um deles é a linhaça (*Linum usitatissimum* L.). A semente é reconhecida por ser uma fonte muito rica em ácidos graxos (apresentando as vitaminas ômega 3 e ômega 6), que são utilizados como fonte de energia para o funcionamento de nosso corpo, além de possuir vários nutrientes como fibras e compostos fenólicos, que tem como característica exercer funções antioxidantes.

Hoje se faz necessário o desenvolvimento da tecnologia voltada para a conservação dos alimentos e as indústrias deste ramo estão procurando compostos ricos em propriedades antioxidantes visando aumentar o tempo de estocagem dos alimentos, reduzir a perda nutricional e ainda permitir o uso óleos suscetíveis à oxidação.

Nesta investigação de compostos antioxidantes, destaca-se a linhaça, que é uma das alternativas para a conservação de alimentos, com isso torna-se importante a obtenção do óleo de linhaça para a finalidade da indústria alimentícia.

## 2 LINHAÇA

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é a semente do linho, planta pertencente à família das Lináceas, que tem sido cultivada há cerca de 4000 anos nos países mediterrâneos. Conforme Galvão et al. (2008, p. 552) a semente de linhaça possui várias funções e aplicações e, dentre elas, podendo ser utilizada como matéria-prima para a produção de óleo (matéria-prima pelas indústrias de tintas, vernizes e resinas e farelo (utilizado para a produção de ração animal).



Figura 1 – Plantação de linhaça  
Fonte: (TERRA DAS PLANTAS, 2010)

A linho (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta anual de inverno, pertencentes à família das Lináceas. Apresenta estatura entre 30 e 130 cm e exibe flores de pétalas azuis. A semente, geralmente de cor amarronzada, é encontrada nas extremidades dos ramos, em cápsulas globulosas, cada uma dessas contém de uma a dez sementes brilhantes e planas (MONEGO, 2009, p. 12).

### 2.1 Óleos e sementes na indústria alimentícia

Conforme Turatti (2001) *apud* Galvão et al. (2008, p. 552) o óleo que antes era apenas utilizado para indústria de produtos químicos (produção de tintas) agora é matéria-prima para a indústria alimentícia (ovos, carne e leite) tendo a função enriquecer os alimentos com ácidos graxos, vitamina ômega 3. O óleo de linhaça também está em desenvolvimento para a produção de ração animal.



Figura 2 – Óleo e sementes de linhaça

O que também pode ser aproveitado da linhaça são as suas sementes, e a grande beneficiadora é a indústria de panificação para a produção de pães, bolos e biscoitos. As sementes ainda são misturadas cruas aos alimentos (GALVÃO, et al., 2008, p. 552).

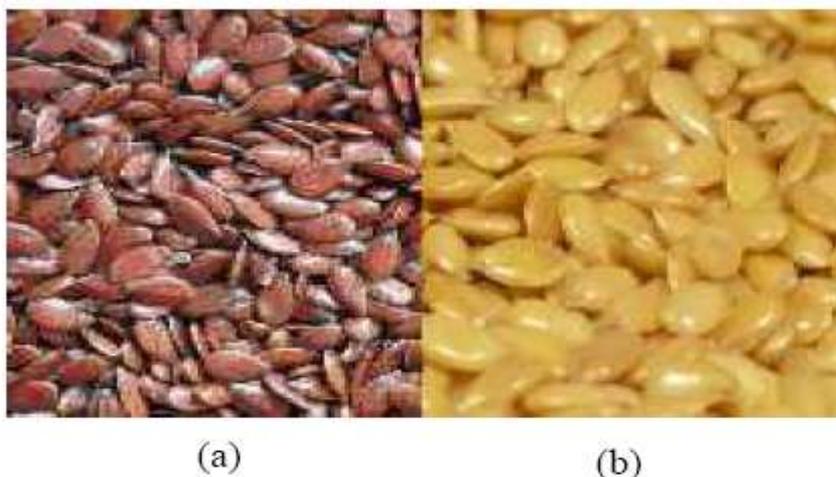


Figura 3 – Variedades de sementes da linhaça: (a) marrom e (b) dourada  
Fonte: (GALVÃO, 2009, p. 10)

A semente de linhaça é um alimento originário da planta do linho, pertencente à família das Lináceas. A humanidade tem consumido a semente de linhaça desde a Antigüidade e a evidência de seus benefícios nutricionais são indiscutíveis. Existem indícios de sua utilização desde 5.000 A.C., na Mesopotâmia, dali se espalhou da Europa Mesopotâmia, Europa, África, Ásia e, finalmente, América do Norte (RURAL SEMENTES, [200-]).

## 2.2 Principais componentes

Segundo Galvão et al. (2008, p. 552) a linhaça é rica fibra, apresentando fibras solúveis e insolúveis e além das fibras podemos encontrar ácido graxo, lipídeos e ácido linoléico.

Rica em ácidos graxos essenciais, com elevado teor de lipídios (32 a 38%), sendo que destes 50 a 55% são do ácido graxo insaturado  $\alpha$ -linolênico (18:3n-3), pertencente à família  $\omega$ 3. Contém ainda ácido linoléico (da família  $\omega$ 6) e ácidos graxos monoinsaturados e saturados (GALVÃO et al., 2008, p. 552).

## 2.3 Importância nutricional da linhaça

Existem diversas formas de uso da linhaça como ingrediente alimentar e também por suas propriedades medicinais. Conforme Monego (2009, p. 14) mundialmente, a linhaça é considerada um produto funcional devido aos seus efeitos benéficos à saúde. O interesse mundial pela linhaça é seu alto grau de presença de alfa linoléico (cerca de 60%) e à presença de fibra dietética, ligninas e compostos fenólicos. Estes compostos ajudam na redução de riscos de doenças.

Tabela 1 – Informações nutricionais da linhaça

<b>Quantidade por porção (1 colher de sopa)</b>		
<b>Quantidade por porção</b>		<b>% VD (*)</b>
Valor calórico	90kcal	4%
Carboidratos	0g	0%
Proteínas	0g	0%
Gorduras totais	10g	13%
Gorduras saturadas	1g	4%
Gorduras monoinsaturadas das quais	4g	...
<b>Ômega 9</b>	<b>3,88g</b>	...
Gorduras poliinsaturadas das quais	5g	...
<b>Ômega 3</b>	<b>0,04g</b>	...
<b>Ômega 6</b>	<b>4,62g</b>	...
Colesterol	0g	0%
Fibra alimentar	0g	0%
Cálcio	3g	0%
Ferro	0g	0%
Sódio	0g	0%
Vitamina E	1g	10%
* Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.500 calorias		

Fonte: (RURAL SEMENTES, [200-])

## 2.4 O grão de linhaça

O grão de linhaça apresenta 40% de lipídeos, sendo que 59% são compostos por ácido alfa-linoléico – ALA e segundo Monego (2009, p. 14), quando consumidos, são importantes para a prevenção doenças cardiovasculares.

## 2.5 A comercialização da linhaça

Segundo Monego (2009, p. 15) a linhaça é comercializada como fonte de proteína vegetal na forma de semente, farinha sem desengordurar (linhaça moída) e farinha desengordurada. O que torna o produto com uma boa qualidade é o valor de proteína da farinha da linhaça, que deve ser acima de 30%.

## 3 A LINHAÇA COMO ANTIOXIDANTE

### 3.1 Antioxidantes

Antioxidantes são substâncias que têm o potencial de prevenir os efeitos deletérios da oxidação pela inibição da lipoperoxidação, seqüestro de radicais livres e/ou quelatação de íons metálicos. Conforme Moreira e Mancini Filho (2003) *apud* Galvão et al. (2008, p. 552), podem ser divididos em duas classes:

- Classe com atividade enzimática, onde os compostos são capazes de bloquear o início da oxidação. Neste caso, as espécies reativas do oxigênio são eliminadas pelas enzimas.
- Classe sem atividade enzimática: aqui há uma interação das moléculas com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação.

É na classe sem atividade enzimática que são encontrados os compostos fenólicos (antioxidantes fenólicos) presentes na linhaça (MOREIRA; MANCINI FILHO, 2003 *apud* GALVÃO et al. 2008, p. 552).

Segundo Padilha (2007, p. 24) o antioxidante é uma substância que retarda o surgimento alterações oxidativas a fim de conservar os alimentos.

“Uma substância oxidante pode ser definida como um composto ou uma substância química que inibe a oxidação ou, qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidável diminui ou inibe significativamente a oxidação do mesmo” (PADILHA, 2007, p. 24)

### 3.2 Compostos fenólicos

Conforme Galvão et al. (2008, p. 552) os compostos fenólicos presentes nas sementes de linhaça têm forte propriedades antioxidantes e ao adicioná-los aos ingredientes dos alimentos exercem positivamente contra os efeitos oxidantes lipídicos, no caso de alimentos processados com lípidos.

## 4 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Com o aumento da procura por alimentos processados e a necessidade preservá-los tem conduzido à produção de diversos aditivos que possuem simultaneamente em sua composição propriedades aromatizantes, nutricêuticas antioxidantes, se faz necessário a extração destes compostos chamados naturais (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 14).

“A extração desses compostos, a partir de produtos naturais, é realizada por destilação, extração por solventes, e, mais recentemente, também por extração com fluídos supercríticos” (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 14).

### 4.1 Métodos clássicos de extração

Conforme Bernardo-Gil; Ribeiro e Esquivel (2002, p. 14) um dos métodos mais clássicos de extração teve origem na China. Este processo é a conhecida destilação para a extração de óleos essenciais, método que foi se aperfeiçoando e sendo desenvolvido industrialmente na Europa.

“A destilação é um processo de separação de misturas líquidas, baseado na diferença de composições dos constituintes nas fases líquida e de vapor em equilíbrio, devido à diferença de volatilidade entre os componentes do líquido” (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 14).

Outro método de clássico de destilação é a hidrodestilação, podendo ser realizada por dos métodos, destilação tipo *Clevenger* e a destilação com arrastamento por vapor.

Na destilação tipo *Clevenger* a matriz a tratar é imersa em água. O aquecimento até fervura provoca a formação de vapor que arrasta os compostos mais voláteis. Após condensação, estes compostos separam-se da água por decantação. Na destilação com arrastamento por vapor, o vapor de água atravessa a matriz arrastando os componentes voláteis, sendo a separação semelhante à da destilação *Clevenger*. Na destilação o material é sujeito a temperaturas próximas dos 100 °C, o que poderá levar à decomposição dos constituintes termolábeis. O aquecimento prolongado em contacto com a água, poderá conduzir à hidrólise de ésteres, polimerização de aldeídos ou decomposição de outros compostos (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 14).

## 4.2 Extração por solvente

Conforme Bernardo-Gil, Ribeiro e Esquivel (2002, p. 14) a extração por solventes apresenta a vantagem de permitir que sejam extraídos os componentes lipofílicos.

“A escolha de um solvente para extração de produtos naturais exige que se tenha em consideração todos os processos envolvidos na obtenção do extrato, desde a extração à separação e recuperação do solvente” (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 14).

Porém, a extração por solvente também trás desvantagens, como cor escura dos extratos obtidos e aumento dos custos energéticos, conforme a explicação abaixo:

A extração por solventes tem como principais desvantagens o fato dos solventes clássicos serem geralmente pouco seletivos e os extratos obtidos apresentarem muitas vezes uma cor escura e uma consistência viscosa. Além disso, a eliminação do solvente aumenta os custos energéticos e os riscos de perda dos compostos voláteis, sendo, na maioria das vezes, impossível a remoção completa do solvente (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 14).

## 4.3 Extração supercrítica

O método de extração supercrítica conforme Bernardo-Gil, Ribeiro e Esquivel (2002, p. 15) foi desenvolvido através da separação de compostos químicos e frações do petróleo e também a extração de produtos naturais com fluídos sub e supercríticos.

Acima de um determinado valor de temperatura, denominada temperatura crítica, e pressão, denominada pressão crítica, o equilíbrio líquido vapor deixa de existir, surgindo uma fase fluida densa. As propriedades dos fluídos supercríticos com maior importância para a extração são a densidade, a viscosidade e o coeficiente de difusão que tomam valores que se aproximam dos valores dos líquidos, no caso da densidade e valores próximos dos gases, no caso da viscosidade e do coeficiente de difusão. Estas propriedades, particularmente a densidade, podem ser alteradas com pequenas variações de pressão e/ou temperatura, permitindo o fracionamento do extrato. Na zona próxima do ponto crítico é onde se produzem, com pequenas alterações de pressão e temperatura, as maiores variações da densidade do fluído supercrítico, e por consequência do seu poder solvente (BERNARDO-GIL; RIBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 15).

Na extração supercrítica o solvente mais utilizado é o dióxido de carbônico, podendo ser isolado ou adicionando-se outros tipos de solventes em pequenas quantidades, funcionando como um co-solvente, sendo que os mais usados são o etanol, metanol e a acetona.

Conforme Galvão (2009, p. 2) o processo de extração que utiliza fluídos supercríticos – EFS ou a técnica de extração supercrítica é bem conhecida e bastante consolidada no meio acadêmico. A utilização deste método de extração serve para diversos fins, entre eles para diversos fins.

O sucesso da técnica EFS se deve as características que os fluídos em condições supercríticas exibem, apresentando propriedades físico-químicas intermediárias às dos líquidos e gases, o que proporciona o aumento o aumento de sua ação solvente. Sua densidade relativamente alta confere bom poder de solvência, enquanto seus altos valores de difusividade, aliados à baixa viscosidade proporcionam poder de penetração apreciável na matriz do soluto (BRUNNER, 1994 apud GALVÃO, 2009, p. 2).

<b>Dióxido de carbono na extração supercrítica</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Não cria problemas ambientais	O equilíbrio de fases entre o solvente supercrítico e o soluto pode ser muito complexo
Não é tóxico nas quantidades utilizadas	Como é não-polar, dissolve muito bem apenas os solutos não polares
Não se inflama	A adição de co-solventes pode alterar a polaridade do CO <sub>2</sub> , mas podem ficar resíduos desses solventes no extrato, sendo necessário um processo subsequente de eliminação dessas impurezas
Existe em larga disponibilidade	A adição de co-solventes altera ainda mais o diagrama de equilíbrio de fases, complicando a realização do 'scale-up', o que agrava economicamente o processo
É barato em purezas elevadas se comparado a outros solventes	A altas pressões há dificuldade de introdução contínua de sólidos no extrator
Sob o ponto de vista químico é praticamente inerte	A utilização de altas pressões implica que todo o equipamento tem que ser muito bem otimizado, sendo muito dispendioso
Não há necessidade de limpeza subsequente dos extratos	Os custos operatórios são também elevados, o que implica não ser rentável na substituição da maior parte dos processos de extração com solventes orgânicos, sendo, ainda hoje, sobretudo utilizado na extração de produtos de alto valor acrescentado
É facilmente separado do produto que se pretende extrair através da alteração das condições de pressão e temperatura de modo que seja gasoso nessas condições	
Pode ser utilizado a temperaturas moderadas (geralmente inferiores a 50 °C), o que o torna indicado quando existe perigo de degradação térmica no caso de extratos particularmente delicados	
O oxigênio é eficientemente eliminado da matriz do soluto, prevenindo, assim, oxidações e reações de auto-oxidação	

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens do dióxido de carbono na extração supercrítica  
Fonte: (BERNARDO-Gil; RIBBEIRO; ESQUÍVEL, 2002, p. 15)

## 5 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DE LINHAÇA

Conforme a Food Ingredients Brasil (2010, p. 16) os extratos são preparações concentradas, podendo ser extraídas através de vários métodos tecnológicos de extração.

Os extratos e seus métodos de obtenção foram, antes de tudo, desenvolvidos e estandarizados pela indústria farmacêutica, a única realmente capaz de aproveitá-los. A indústria alimentícia, sob o impulso da geração saúde, começou a procurar esses ingredientes saudáveis e com apoio dos departamentos de marketing valorizou a atividade dos mesmos. O marketing permitiu uma aproximação maior entre os tipos de extratos e atividades (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010, p. 17).

### 5.1 Obtenção do extrato de linhaça pelo método extração com solvente

Pelo método extração com solvente orgânico (SO) para a obtenção de extratos de linhaça, existem duas possibilidades técnicas conforme Galvão et al. (2008, p. 552), ou seja, dois tipos de solventes descritos abaixo:

- Éter-etílico (CRQ – 97-98% de pureza)
- Etanol (VETEC – 99,5% de pureza)

O processo de obtenção dos extratos de linhaça acontece na seguinte maneira:

Solvente orgânico sob baixa temperatura (SO): A metodologia empregada pode ser dividida em três etapas: incubação da amostra, filtração a vácuo e evaporação do solvente. A amostra (30 g de linhaça marrom na granulometria de 20 *mesh* + 180mL de solvente éter etílico ou etanol) é incubada a 15 °C sob agitação de 190 rpm por 8 hora s. Segue-se a filtração em bomba de vácuo, onde o extrato (filtrado) é separado da matriz sólida (resíduo), pesado e colocado para evaporar em placas de Petri num ambiente a 20 °C. Após a completa evaporação do sol vente, as placas são pesadas e o rendimento da extração é calculado. O rendimento total do extrato é calculado a partir da razão entre a massa total de extrato no filtrado e a massa inicial de linhaça moída utilizada (POVH, 2000 *apud* GALVÃO et al., 2008, p. 552).

### 5.2 Obtenção do extrato de linhaça pelo método extração seqüencial

Segundo Galvão et al. (2008, p. 552) na extração seqüencial (SE) para cada tipo de composto a ser extraído existe um método diferente:

Extração seqüencial (SE): Uma extração seqüencial foi utilizada para a obtenção dos extratos etéreo (baixa polaridade), alcoólico (polaridade intermediária) e aquoso (alta polaridade). Com os extratos foram conduzidas as análises cromatográficas e de atividade antioxidante. [...] A partir dos extratos obtidos na extração seqüencial foram realizadas análises para identificação dos compostos fenólicos através da técnica CCD, determinação das atividades antioxidantes dos extratos no sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e ainda um estudo cinético da Atividade Antioxidante (AA) (GALVÃO et al., 2008, p. 552).

A figura 4 mostra as etapas sequenciais da preparação dos extratos etéreo, alcoólico e aquoso.



Figura 4 – Etapas da extração sequencial (SE) dos extratos de linhaça  
Fonte: (GALVÃO, et al., 2008, p. 553)

### 5.3 Obtenção do extrato de linhaça pelo método VMHD

Outro método possível de extração dos extratos é o *Vacuum Microwave Hydro Distillation* – o VMHD, que segundo Food Ingredients Brasil (2010, p. 18) consiste em um efeito conjugado do aquecimento seletivo das microondas e do vácuo aplicado de forma sequencial, de forma bastante violenta, a água constituinte da matéria-prima, entra em estado de ebulição. A seguir os compostos voláteis são carregados na mistura azeotrópica formada com o vapor d'água própria à carga.

## 6 OBTENÇÃO DO ÓLEO DE LINHAÇA

Conforme a Rural Sementes ([200-]) óleo de linhaça apresenta uma coloração alaranjada e possui um sabor levemente amargo. O óleo é conhecido por ter um grande potencial antioxidante e imunoestimulante, além de prevenir várias doenças.

A extração de óleos vegetais constitui-se num ramo importante da tecnologia das matérias graxas. Dentre os principais objetivos da extração estão: a obtenção do óleo sem alterações e impurezas; o máximo rendimento de acordo com a economia do processo e a obtenção de uma torta (ou farelo) de máxima qualidade. Outro produto da extração de óleos é a torta residual que após análise, observa-se que dependendo da cultura, há um alto valor de proteína, apresenta fibras, e tem, dependendo do processo, até 25% de óleo. Este valor alto de óleo residual encontra-se na torta obtida apenas por prensagem. Apesar de o óleo obtido ser de alta qualidade, há uma grande perda de óleo, o que pode ser minimizado com uma etapa de extração por solvente. Em sistemas modernos, obtêm-se, ao final do processo, o óleo, a torta e o solvente separado. Atualmente, a extração de óleos vegetais também pode ser realizada por outros métodos como a extração por fluidos supercríticos. Neste processo a torta apresenta-se com um perfil diferenciado, menos resíduo de óleo e menos componentes minoritários que podem ser extraídos com o fluido supercrítico (BALBINOT, [200-]).

## 6.1 Obtenção do óleo de linhaça com extrator de leito fixo

O objetivo da utilização do extrator de leito fixo é isolar o óleo (soluto) extraído no baixo ponto de ebulição do solvente utilizado para a sua posterior evaporação.

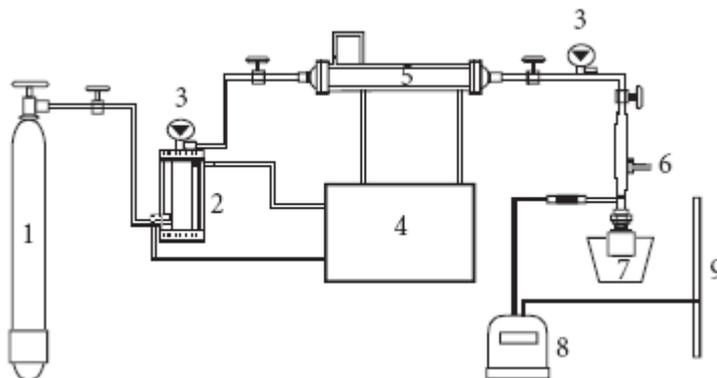


Figura 5 – Extrator de leito fixo  
Fonte: (GALVÃO et al., 2008, p. 553)

Cada componente do extrator de leito significa:

- 1 = cilindro sifonado de CO<sub>2</sub> com capacidade de 25 kg;
- 2 = tanque pulmão com capacidade de 0,5 x 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>, responsável por ajustar a temperatura do solvente às condições operacionais;
- 3 = manômetros do tipo Bourdon;
- 4 = banho termostático;
- 5 = coluna extratora de tubo duplo (0,6 m de comprimento, 0,0216 m de diâmetro e 0,0028 m de espessura de parede);
- 6 = válvula micrométrica com fita de aquecimento;
- 7 = frasco de vidro com capacidade para 5 mL envolvido por recipiente contendo gelo e água;
- 8 = totalizador de vazão; e
- 9 = bolhômetro de vidro para aferição da vazão.

A extração do óleo de linha por este método acontece na seguinte forma:

O extrator funciona operando com o solvente CO<sub>2</sub> em condições subcríticas (P = 7 MPa e T = 25 °C) a uma vazão de 1,5 g CO<sub>2</sub>/mi nuto. O tempo de extração é fixado em 4 horas. O leito fixo é composto por cerca de 165 g da amostra empacotados na coluna extratora juntamente com 40 mL de co-solvente. Os co-solventes escolhidos foram o etanol e o isopropanol. Tal escolha foi feita baseando-se na polaridade destas substâncias, bem como na facilidade com que se poderia isolar o soluto (óleo) extraído, isto é, no baixo ponto de ebulição do solvente para sua posterior evaporação. O óleo extraído é armazenado em frascos de vidro âmbar e estes estocados em freezer doméstico para análises posteriores. A condição subcrítica é adotada devido às limitações do equipamento, e a utilização de co-solventes foi proposta, uma vez que testes preliminares sem o uso de co-solventes resultaram em rendimentos desprezíveis (GALVÃO et al., 2008, p. 553).

A extração de óleos essenciais (óleo de linhaça, dentre outros) o processo de extração ocorre em um extrator de leito fixo na maioria dos casos. Neste método a informação necessária para a resolução das equações de balanço de massa consiste na solubilidade da mistura no solvente extrativo (FOUT et al., 1982 apud GALVÃO, 2009, p. 3).

## 6.2 Obtenção do óleo de linhaça por extração a frio

Conforme Amaral e Bacalon (2009, p. 187) a extração a frio de óleos vegetais, como o óleo de linhaça, é realizada em uma prensa mecânica. São envolvidas quatro etapas neste processo:

- Secagem (7% a 10% de umidade);
- Descascamento (para melhor rendimento de óleo e melhor aproveitamento da torta);
- Prensagem a temperaturas baixas (no máximo 55 °C);
- Decantação e filtragem do óleo bruto (de 20 micra a 1 micro).

Os óleos que são obtidos através da extração mecânica, por serem produtos oriundos de sementes de boa qualidade, geralmente são aplicados na alimentação humana. A vantagem destes óleos vegetais é que não contém aditivos químicos (MANZANO, 2009).

Os processos da extração a frio (extração mecânica) estão descritas no quadro 2:

<b>Etapas da extração mecânica</b>	<b>Descrição das etapas da extração</b>
Limpeza da semente	São retiradas as impurezas menores e maiores da matéria prima em processamento.
Descascamento	Pode ser total ou parcial. É utilizado em alguns casos como babaçu (total), mamona (total), amendoim (total ou parcial), castanha do Brasil (total), etc. No girassol pode ser opcional.
Cozimento / Secagem	O condicionamento térmico da matéria prima antes de ser alimentada na prensa tem por objetivo: ajustar a umidade e com o aumento da temperatura torna o óleo mais fluído facilitando a extração.
Moagem	Com objetivo de facilitar o condicionamento térmico e posterior extração do óleo.
Laminação	Pouco utilizado em pequena escala.
Prensagem	A matéria prima passando por todas as etapas anteriores (ou apenas por uma ou mais etapas) é alimentada na prensa para sofrer uma compressão e expelir o óleo.
Prensagem a frio	A matéria prima, limpa, é alimentada à temperatura ambiente. É normal considerar prensagem a frio massas sendo alimentadas com temperaturas de até 50°C.
Filtragem do óleo	O óleo extraído pelo processo mecânico contínuo arrasta partículas da matéria prima que devem ser separadas. Em geral, utiliza-se filtros prensas com ou sem auxiliar de filtração.
Moagem da torta	Um moinho triturador é utilizado na uniformização da granulometria da torta.

Quadro 2 – Descrição das etapas da extração a frio (extração mecânica)

Fonte: (MANZANO, 2009)



Figura 6 – Modelo de prensa mecânica de óleos vegetais  
Fonte: (MECALUX LOGISMARKE, 2000)

Devem ser observados dois pontos no processo de extração mecânica:

Na prensagem a frio: Na prensagem "normal" a frio, com o atrito existente no eixo de compressão / matéria prima / cesto de compressão, há um aumento de temperatura que tende a se equilibrar após 5, 10 ou 30 minutos de operação (dependendo do tamanho da prensa). Entretanto, há aplicações que exigem um controle nesta temperatura. Neste caso, utiliza-se sistemas de resfriamento, o qual pode ser feito através do eixo helicoidal, do cesto de compressão e externo (ou mesmo uma combinação dos sistemas) (MECALUX LOGISMARKE, 2000).

“Na filtragem: o óleo produzido nesta etapa é denominado "óleo bruto filtrado". Quando o óleo for para fins comestíveis, é conhecido como óleo "virgem" ou "extra virgem", dependendo das condições de acidez” (MECALUX LOGISMARKE, 2000).

### 6.3 Extração do óleo de linhaça por arraste a vapor

Conforme o *site* Cheiros da Terra (2009) o método de extração por arraste a vapor e/ou destilação a vapor é o mais difundido, e o aparelho usado na operação é o tipo *Clevenger*, como mostra a figura 7.

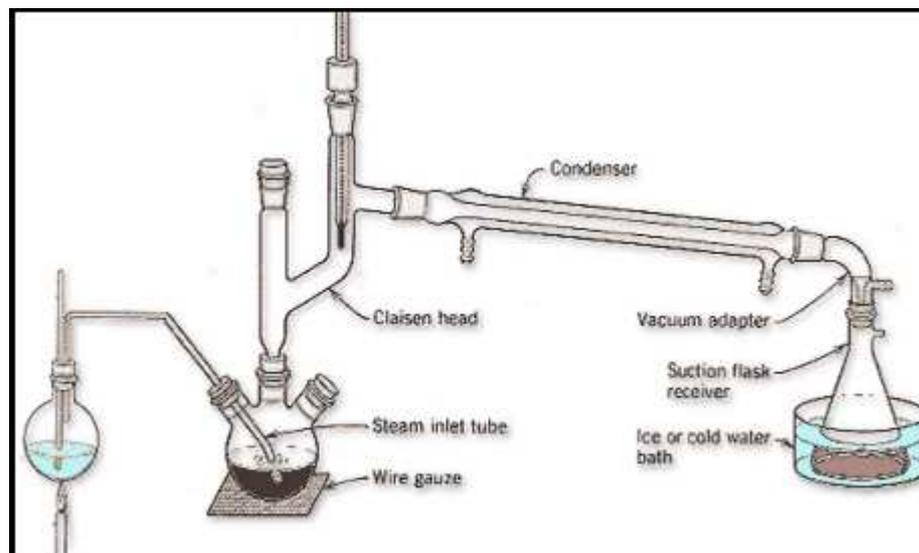


Figura 7 – Aparelho de extração por arraste a vapor tipo *Clevenger*  
Fonte: (CHEIROS DA TERRA, 2009)

Muitas espécies de plantas possuem compostos voláteis que podem ser extraídos na forma óleos essenciais através de diferentes métodos, e um deles é a extração por arraste a vapor, pode ser em nível laboratorial ou em nível industrial.

A destilação utilizando vapor de água é uma operação unitária baseada na diferença de volatilidade de determinados compostos presentes na matéria-prima vegetal. A indústria prefere a destilação com arraste a vapor devido à sua maior simplicidade e economia, pois permite tratar de uma única vez quantidades significativas de material vegetal (GUENTHER, 1976 apud STEFFENS, 2010, p. 30).

O processo de extração dos óleos essenciais via destilação por arraste a vapor em escala laboratorial, consiste em uma caldeira dotada de uma resistência elétrica e com volume aproximadamente de 5 litros e um vaso extrator de capacidade em torno de 4 litros de volume. As etapas de condensação e separação das fases líquida são processadas em um *cleverger*. O fluido de refrigeração é água à temperatura ambiente e sem reciclo. O vapor permeia a matéria-prima e, nesse estado, o solvente tem maior capacidade de penetrar nos poros das folhas, solubilizando maior quantidade de óleo em um menor tempo (STEFFENS, 2010, p. 41).



Figura 8 – Unidade laboratorial de extração por arraste a vapor  
Fonte: (STEFFENS, 2010, p. 40)

Já a extração de óleo essencial por arraste a vapor em escala industrial consiste em:

As condições operacionais do processo na unidade industrial são às seguintes: a matéria-prima vegetal é adicionada no vaso extrator de dimensões 1,4 m de diâmetro e 2,5 m de altura, de maneira que formasse um leito fixo compactado. Seu estado pode ser moído, cortado, inteiro ou com a combinação desses, porém nesse processo a matéria-prima é colocada inteira no leito. O vapor gerado na caldeira externa, alimentada a lenha, com pressão de 7 kgf/cm<sup>2</sup>. Uma válvula de expansão reduz sua pressão para 1,2 kgf/cm<sup>2</sup>, obtendo dessa forma vapor levemente superaquecido a temperatura média de 120 °C. O vapor é injetado no vaso extrator através de um distribuidor interno, próximo à base. Conforme o vapor entra em contato com o leito, aquece a matéria-prima, quebrando as frágeis bolsas intracelulares que abrem e liberam o óleo essencial, vaporizando a parcela mais volátil (STEFFENS, 2010, p. 40).

O óleo solubilizado no vapor circundante é arrastado ao topo do vaso extrator. A mistura com vapor de óleo essencial e vapor d'água, deixa o vaso extrator, percorre o condensador de serpentina, onde passa do estado vapor para o estado líquido, devido à refrigeração indireta por água à temperatura ambiente. A mistura condensada alimenta o vaso separador, chamado de vaso florentino, no qual a fase óleo essencial é separada da fase aquosa por diferença de densidade. A água residual, chamada de hidrolato, é utilizada para irrigar as plantações ou como água de colônia (STEFFENS, 2010, p. 40).

As amostras são obtidas mediante uma proveta graduada localizada após a saída do condensador e antes do vaso de separação. O tempo de extração perdura aproximadamente 2 horas. Ao longo da extração coleta-se 10 amostras do óleo, uma a cada 10 minutos em média, observando-se a separação entre as fases água e óleo essencial. Assim, é possível obter as quantidades de óleos essenciais extraídos, os quais são utilizados para representar a curva de rendimento da extração. A cada amostra coletada, a quantidade de óleo extraído e a quantidade de água residual, são conferidas para averiguar se não havia perdas por vazamento, juntamente com o tempo de coleta (STEFFENS, 2010, p. 41).

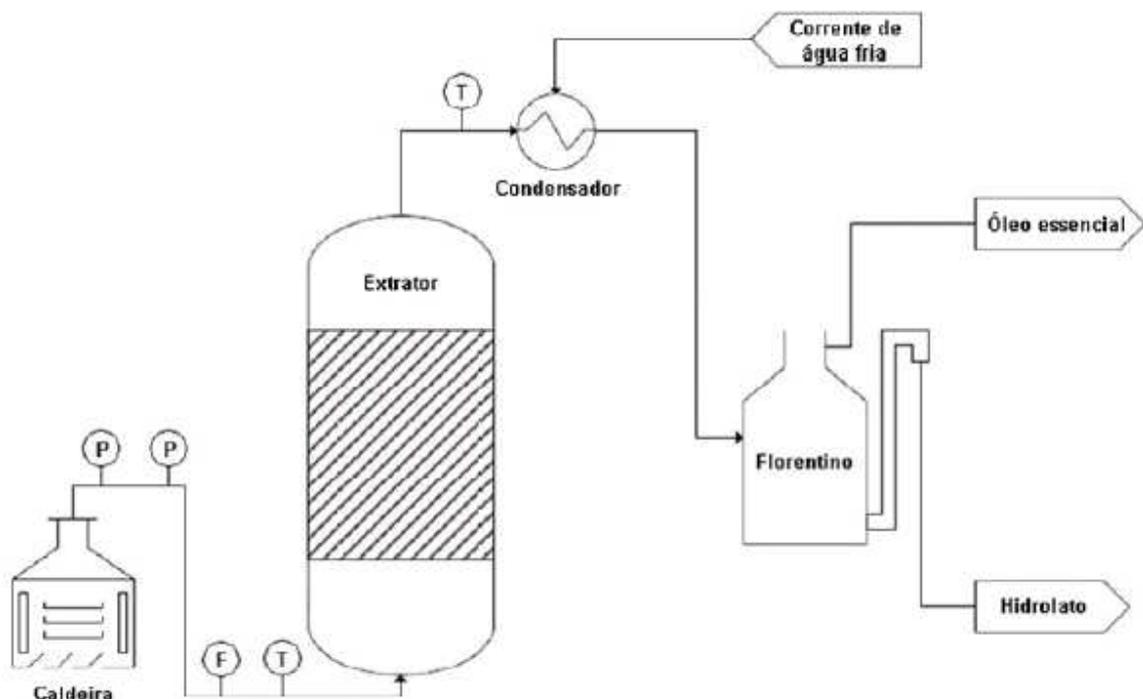


Figura 9 – Fluxograma de extração em nível industrial  
Fonte: (STEFFENS, 2010, p. 41)

No processo de extração do óleo essencial (óleo de linhaça) por arraste a vapor em escala industrial, são utilizados.

- Uma caldeira para geração de vapor;
- Um extrator de capacidade 3.540 litros (onde a matéria-prima extraída é adicionada);
- Um condensador;
- Um frasco coletor (vaso florentino).

Este método tradicional para a obtenção de óleos essenciais é feito a partir das folhas e caules das plantas. Ocorre aqui, a vaporização a temperaturas inferiores das de ebulição de cada um dos componentes voláteis por efeito de uma corrente direta de vapor de água (STEFFENS, 2010, p. 31).

#### 6.4 Extração supercrítica do óleo de linhaça

Conforme Galvão (2009, p. 39) nos últimos anos a extração de óleos essenciais através da tecnologia supercrítica vem sendo bastante utilizada a fim de promover a extração e refino de óleos e gorduras oriundas de fontes vegetais. Esta extração é realizada com a utilização do gás carbônico, e algumas espécies submetidas a este método foram o algodão, o gérmen de trigo, a canola, girassol, rosa mosqueta, linhaça, dentre outros.

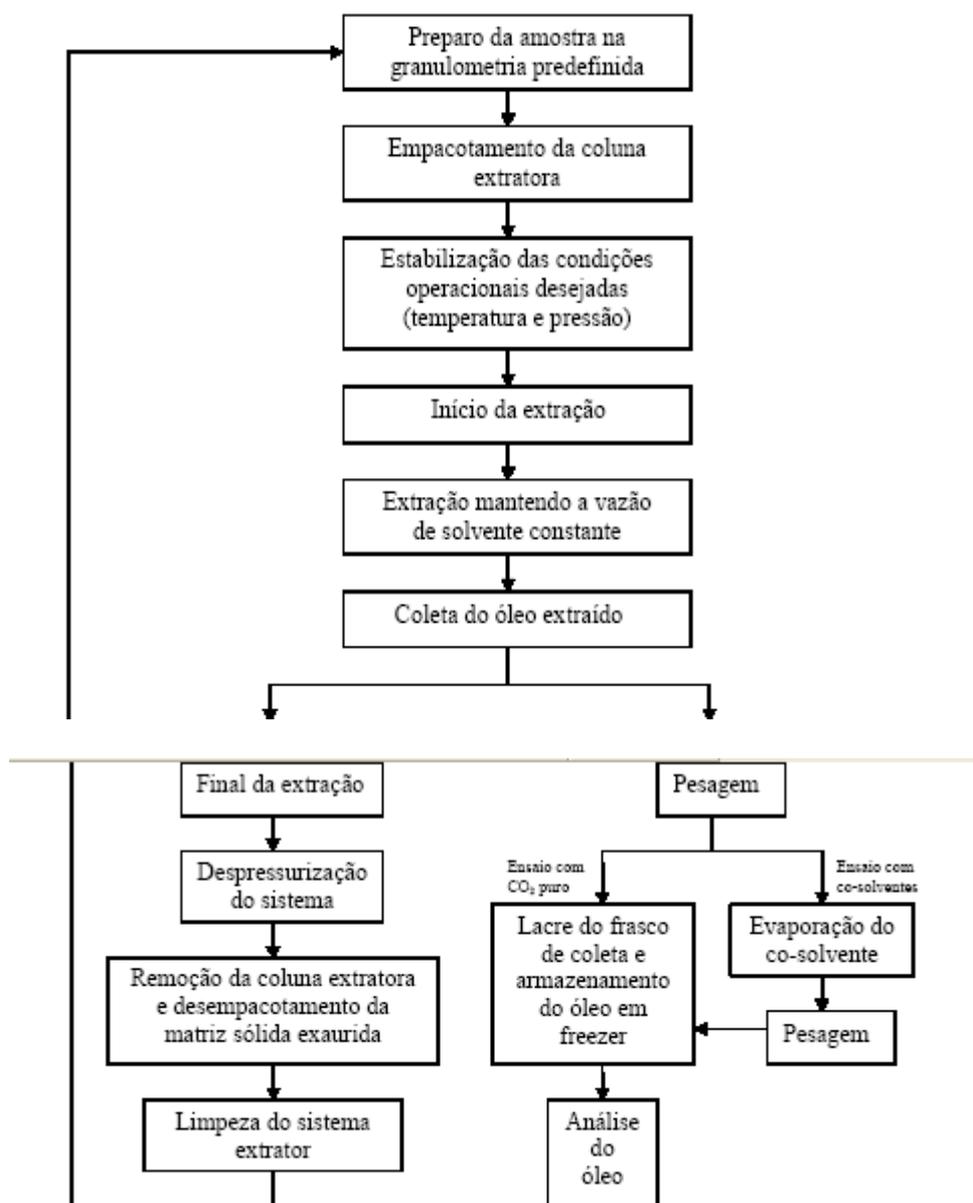


Figura 10 – Etapas da realização da extração supercrítica  
Fonte: (GALVÃO, 2009, p. 53)

No Brasil, existe um grande potencial para o desenvolvimento da extração supercrítica de óleos essenciais, mas técnica ainda está muito restrita ao meio acadêmico (GALVÃO, 2009, p. 42).

Conforme Galvão (2009, p. 46) para a realização da extração supercrítica os métodos iniciais para o processo são:

- Escolha da matéria prima: utilização de sementes de linhaça adquiridas em único lote. As sementes *in natura* são homogeneizadas, armazenadas sob vácuo em sacos plásticos e mantidas em freezer doméstico até o seu uso;
- Caracterização da matéria-prima escolhida: a caracterização da amostra é feita em termos de umidade, distribuição do tamanho das partículas, densidade real e aparente do sólido;
- Teor de umidade: a umidade da amostra é determinada em uma estufa de ar a 105 °C até peso constante, segundo a Metodologia Padrão Alemã para análise de gorduras e outros lipídios;
- Granulometria: a redução do tamanho das partículas é realizada com o auxílio de um multiprocessador doméstico, sendo que amostra pode ser triturada em 15 segundos e posteriormente peneirada em um agitador que utiliza peneiras da série *Tyler*, com seu reostato na posição 5 durante 15 minutos, até a completa separação das partículas;
- Diâmetro médio das partículas: o diâmetro da partícula é obtido a partir da metodologia baseada no diâmetro da partícula de superfície externa média e empregando-se as peneiras da série *Tyler*;
- Densidade real ou absoluta: aqui é utilizado um picnômetro de 10cm<sup>3</sup> previamente calibrado com água destilada a 25 °C, tendo como fluido picnométrico microesferas de vidro de 200 *mesh*. São feitas três repetições para o cálculo densidade real das partículas, utilizado amostras com a mesma granulometria adotada nos experimentos;
- Densidade aparente: a densidade aparente é determinada a partir da razão entre a massa de linhaça introduzida na coluna extratora e volume total da mesma;
- Porosidade do leito de partículas: a porosidade do leito das partículas é obtida através dos dados de densidade real e aparente.

## 7 FARELO DE LINHAÇA

Além das qualidades nutricionais e funcionais da linhaça já citadas, a linhaça e alguns de seus subprodutos, como o farelo, são ricos em fibra dietética, uma vez que cada 100g de grão é composto, em média, por 30g de fibra alimentar divididas nas frações solúvel e insolúvel (MONEGO, 2009, p. 15).

Estudos têm demonstrado que a fibra insolúvel promove melhoras no sistema digestivo e previne a constipação, principalmente devido ao aumento do bolo fecal e a redução do período de trânsito intestinal. Já a fração de fibra solúvel, a qual representa um terço da fibra dietética total da linhaça, auxilia na manutenção dos níveis de glicose no sangue e redução dos níveis de colesterol sanguíneo (MONEGO, 2009, p. 15).

## 7.1 Processamento do farelo de linhaça

O processamento comercial da linhaça para a produção de óleo e farinha é semelhante ao das demais oleaginosas. O processo compreende as etapas de limpeza das sementes, laminado, cozimento, pressão, extração do solvente e recuperação do solvente.

As sementes são passadas através de telas de batedeiras e aspiradores para remover o material estranho como erva daninha, pedras e terra. A semente limpa, condicionada ao calor, é laminada em flocos e aquecida a 65 °C por 20 minutos. Os flocos são transportados a uma prensa onde são extraídos 60% - 70% do óleo, sendo o restante extraído com hexano a 70 °C, a fim de promover extração rápida do óleo residual. O hexano é removido sobre vácuo com a adição de calor na forma de vapor em um dessolventizador torradeira. A torta extraída normalmente entra na torradeira de dessolventizar a 756 °C e descarregada a 105 °C em aproximadamente 30 minutos, originando a farinha ou farelo desengordurado (MONEGO, 2009, p. 16).

O termo farinha de linhaça pode ser aplicado à semente moída sem extrair óleo, à torta linhaça moída e à farinha obtida do processo de extração do óleo.

### Conclusões e recomendações

A semente de linhaça é considerada um alimento funcional e além de suas propriedades nutricionais básicas, apresenta também propriedades preventivas graças aos seus antioxidantes e anticancerígenos. A sua utilização é devido à crescente demanda dos consumidores por produtos naturais de boa qualidade. Conforme Melo, Costa e Faria (2009) as indústrias farmacêuticas, alimentícias e químicas necessitam de buscas de tecnologias de desenvolvimento extração de óleos e sementes de linhaça e de outras plantas oleaginosas. Desta forma, torna-se imperativo estudar técnicas de conservação e/ou manutenção das substâncias contidas em materiais naturais que apresentem interesse tecnológico e industrial.

Dentre os métodos de extração dos extratos de linhaça, que são os métodos de extração com solvente, extração sequencial e a extração *Vacuum Microwave Hydro Distillation* – o VMHD, segundo Galvão (2008, p. 556) o que apresenta maior rendimento é a extração por solvente, tendo como composto o éter etílico como solvente.

Já o motivo de extração do óleo é por ser um importante produto na fabricação de tintas, vernizes, sabões e cremes, além de ser combustível e lubrificante de motores. O grande potencial da semente como alimento funcional justifica os estudos do processo de extração do óleo.

O método de extração do óleo de sementes oleaginosas é feita por arraste a vapor, e é existente em duas escalas: arraste a vapor laboratorial e arraste a vapor industrial. Segundo Steffens (2010, p. 61) a extração em nível laboratorial apresenta menor quantidade de compostos se comparado ao método extraído em escala industrial, isso devido às funções físico-químicas envolvidas nos dois níveis de extração por arraste a vapor.

Já em relação à extração supercrítica, mesmo sendo considerado um método viável para a extração de óleos com alta qualidade, é uma técnica bem ignorada por alguns países por este método, no seu início, extratos com alto custo de manufatura devido aos altos investimentos para emprego da tecnologia, porém, conforme Galvão (2009, p. 42) o desenvolvimento em escala industrial vem diminuindo os custos dos equipamentos utilizados para extração supercrítica, tornando-se assim uma técnica bastante atraente.

Outro subproduto da linhaça que merece destaque é a farinha ou farelo de linha, que auxilia na prevenção de vários de tipos de doenças.

## Referências

AMARAL, Felipe Bueno; BACALON Felipe Luiz Scartazzini. Emprego do óleo vegetal puro como substituto de combustíveis derivados de petróleo em motores agrícolas dos associados Cooperfronteira, Santa Catarina, Brasil: um estudo de caso. **Visão Global**, Joaçaba, SC, v. 12, n. 12, p. 175-196, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/visaoglobal/article/viewFile/620/281>>. Acesso em: 12 maio 2011.

BALBINOT, Nelma Spinato et al. **Aproveitamento dos resíduos da produção de oleaginosas e da extração de óleo**. EUA: Biblioteca Virtual de Desenvolvimento Sustentável e Saúde Ambiental – BVSDE, [200-]. Disponível em: <[http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05423\\_Balbinot.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05423_Balbinot.pdf)>. Acesso em: 11 maio 2011.

BERNARDO-GIL, M. Gabriela; RIBEIRO; ESQUÍVEL, M. Mercedes. Produção de extratos para a indústria alimentar: uso de fluídos supercríticos. **Boletim de Biotecnologia**, POR, v. 73, p. 14-21, 2002. Disponível em: <<http://deqb.ist.utl.pt/bbio/73/pdf/fluidos%20supercriticos.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2011.

BRUNNER, G. **Gas extraction**: an introduction to fundamentals of supercritical fluids and the application to separation processes. New York: Springes, 1994, 386 p.

CHEIROS DA TERRA. **Óleos essenciais**. [S.l.]: Cheiros da Terra, 2009. Disponível em: <[http://www.cheirosdaterra.hd1.com.br/oleo\\_essencial\\_extracao.htm](http://www.cheirosdaterra.hd1.com.br/oleo_essencial_extracao.htm)>. Acesso em: 12 maio 2011.

DUARTE-ALMEIDA, Joaquim Maurício et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n2/30196.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2011.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Extratos vegetais**. Revista FIB, São Paulo, n. 11, 2010. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/120.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2011.

FOUST, A. S. et al. Princípios das operações unitárias. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

GALVÃO, Elisângela Lopes et. al. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 3, p. 551-557, jul./set. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a08v28n3.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2011.

GALVÃO, Elisângela Lopes. **Extração supercrítica do óleo de linhaça**: construção do extrator, estudo de parâmetros de processo, avaliação química e antioxidante do produto. 2009. 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2009. Disponível em: <[http://bdt.d.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde\\_arquivos/12/TDE-2009-12-01T041139Z-2274/Publico/ElisangelaLG.pdf](http://bdt.d.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde_arquivos/12/TDE-2009-12-01T041139Z-2274/Publico/ElisangelaLG.pdf)>. Acesso em: 06 maio 2011.

GUENTHER, E. **The essential oils**. 3 v. Florida: Krieger Publishing Company, 1976.

MELO, Tainara Lopes; COSTA, Cristiane Maria Leal; FARIA, Lênio José Guerreiro de. Análise do processo de secagem em leite fluidizado de sementes de linhaça (*Linum usitatissimum* L.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9, 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2009. Disponível em: <<http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/80713831.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2011.

MONEGO, Magda Aita. **Goma da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para uso como hidrocolóide na indústria alimentícia**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: <[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2431](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2431)>. Acesso em: 06 maio 2011.

MANZANO, Adílson. **Extração mecânica de óleos vegetais**. São Paulo: Portal Rural Soft, 2009. Disponível em: <<http://www.portalruralsoft.com/manejo/manejoExibe.asp?id=105>>. Acesso em: 12 maio 2011.

MECALUX LOGISMARKEt. O Diretório Industrial. **Prensa de extração de óleo**. [S.l.]: Mecalux Logismarket, 2000. Disponível em: <<http://www.logismarket.ind.br/greenpecas/prensa-para-extracao-de-oleo/1851525613-1782150385-p.htm>>. Acesso em: 12 maio 2011.

MORAIS, Lilia Aparecida Salgado de. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, ago. 2011. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_3/P\\_4\\_Palestra\\_Resumo\\_Lilia\\_Ap.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/P_4_Palestra_Resumo_Lilia_Ap.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2011.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI FILHO, J. Efeito dos compostos fenólicos de especiarias sobre lípidos poliinsaturados. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 130-133, 2003.

NUTRI BRAZIL. **Para que serve a linhaça?** [S. l.]: Nutri Brazil, dez. 2009. Disponível em: <<http://nutribrazil.com/os-beneficios-da-linhaca.html>>. Acesso em: 06 maio 2011.

PADILHA, Ana Denize Grassi. **Antioxidante natural de erva mate na conservação da carne de frango *in vivo***. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Alimento) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2007. Disponível em: <[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=864](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=864)>. Acesso em: 10 maio 2011.

POVH, N. P. **Obtenção do óleo essencial de camomila (*Matricaria recutita* L. Rauschert) por diferentes métodos: destilação por arraste a vapor, extração com solventes orgânicos e extração com CO<sub>2</sub> supercrítico**. 2000. 217 f. Tese - (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2007.

RURAL SEMENTES. **Linhaça: produção de óleos e sementes**. Eldorado, MS: Rural Sementes, [200-]. Disponível em: <[http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Linha%C3%A7a%20\[Modo%20de%20Compatibilidade\].pdf](http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Linha%C3%A7a%20[Modo%20de%20Compatibilidade].pdf)>. Acesso em: 05 maio 2011.

SOUSA, E. M. B. D. **Construção e Utilização de um Dispositivo de Extração com Fluido Pressurizado, aplicado a Produtos Naturais**. Natal, 2001. 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2001.

STEFFENS, Andréia Hoeltz. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) – Faculdade de Engenharia, PUC-RS, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <[http://tede.pucrs.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2807](http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2807)>. Acesso em: 12 maio 2011.

TERRA DAS PLANTAS. **Linho**. [S.l.]: Wordpress, maio 2010. Disponível em: <<http://plantamania.wordpress.com/2010/05/26/linho/>>. Acesso em: 06 maio 2011.

TURATTI, J. M. A importância dos ovos numa dieta saudável. **Óleos e Grãos**, v. 9, n. 59, p. 22-24, 2001.

## Anexo

Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais

Estádio de desenvolvimento: a idade e o estágio de desenvolvimento da planta podem influenciar não apenas a quantidade total de metabólitos secundários produzidos, mas a proporção relativa destes compostos. Tecidos mais jovens geralmente apresentam grande atividade biossintética, aumentando a produção de vários compostos, dentre estes, os óleos essenciais.

Horário de coleta: ao longo do dia, pode-se observar que o aroma característico de cada planta torna-se mais acentuado, sendo possível acreditar que a concentração de óleos essenciais seja maior naquele período, ou que esteja ocorrendo alteração na proporção relativa entre os componentes deste mesmo óleo essencial. Assim, o horário de coleta das plantas torna-se um aspecto relevante na produção de óleos essenciais.

Água: por ser a água essencial à vida e ao metabolismo das plantas, pressupõe-se que em ambientes mais úmidos a produção de metabólitos secundários seja maior, porém, isto nem sempre ocorre. O fator hídrico afeta significativamente o crescimento e desenvolvimento da planta como um todo. A frequência e a intensidade do estresse hídrico constituem fatores de suma importância para a limitação da produção agrícola mundial.

Nutrição: as plantas superiores necessitam de energia solar, armazenadas na forma de compostos de energia, como ATP e NADPH, CO<sub>2</sub>, água, e de nutrientes. Hoje em dia, são conhecidos dezessete elementos essenciais ao crescimento dos vegetais, pois desempenham funções vitais no desenvolvimento das plantas, sendo estes o carbono, o oxigênio e o hidrogênio, provenientes do ar e da água, e os nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (macronutrientes), boro, cloro, cobre, cobalto, ferro, manganês, molibdênio e zinco (micronutrientes). Todos estes nutrientes provêm do solo, com exceção do nitrogênio, que, primeiramente, passa pelo processo de fixação.

Pós-colheita: a composição do óleo essencial sofre alterações durante os processos de colheita e pós-colheita. Estas alterações ocorrem devido a conversões espontâneas, que ocorrem continuamente, acarretando mudanças na composição do óleo essencial. Com base nestes fatos, a comercialização torna-se um problema, já que a composição do óleo essencial deve ser pré-estabelecida como demanda de mercado.

**Nome do técnico responsável**

Edésio Rodrigues Alvarenga Júnior

**Nome da Instituição do SBRT responsável**

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC/MG

**Data de finalização**

13 maio 2011