

Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum Usitatissimum* L.)

Golden and brown flaxseed (*Linum Usitatissimum* L.) physicochemical and microbiological characterization

RIALA6/1467

Daiana NOVELLO^{1*}, Marise Aparecida Rodrigues POLLONIO²

*Endereço para correspondência: ¹Setor de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Rua Camargo Varela de Sá, 3, Bairro Vila Carli, CEP: 85040-080, Guarapuava, PR. E-mail: nutridai@hotmail.com

²Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP.

Recebido: 25.01.2012- Aceito para publicação: 17.05.2012

RESUMO

Este trabalho avaliou a composição físico-química e a qualidade microbiológica do óleo e da semente de linhaça dourada e marrom, comercializados no Brasil, determinando-se a composição físico-química, perfil de ácidos graxos, avaliação microbiológica e estabilidade à oxidação lipídica no óleo de linhaça dourada e marrom. Não houve diferença nos nutrientes da composição físico-química entre o óleo de linhaça dourada e marrom. Teores mais elevados no total de ácidos graxos saturados (SFA) foram verificados no óleo de linhaça marrom. O teor total de ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs), em ambas as amostras, não mostrou diferença significativa. A quantidade total de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) e a relação PUFAs/SFA foram superiores no óleo de linhaça dourada. A semente de linhaça marrom apresentou maiores quantidades de umidade, lipídios, proteínas e calorias do que a variedade dourada. O total de SFA foi superior na semente de linhaça marrom, não havendo diferenças estatísticas entre o teor de MUFAs e PUFAs. A menor relação PUFAs/SFA foi observada na semente de linhaça marrom. As qualidades microbiológicas foram satisfatórias e em conformidade com os parâmetros de segurança. Os óleos avaliados mostraram baixas concentrações de malonaldeído. A linhaça dourada demonstrou melhor perfil nutricional, principalmente pela sua composição em ácidos graxos.

Palavras-chave. linhaça, ácidos graxos, ingrediente funcional.

ABSTRACT

This study evaluated the physicochemical and microbiological characteristics of oil and seed from golden and brown flaxseed, marketed in Brazil. The physicochemical composition, fatty acid profile, microbiological quality and stability to lipid oxidation in oils samples from golden and brown flaxseed were determined. No difference in the physicochemical composition was found in oil samples from golden and brown flaxseed. The total saturated fatty acids (SFA) contents were higher in oil from brown flaxseed. As for the total monounsaturated fatty acids (MUFAs) contents in both samples, no significant difference was detected. The total polyunsaturated fatty acids (PUFAs) contents and the PUFAs/SFA ratio were higher in golden flaxseed oil. The moisture, lipids, proteins and calories amounts in brown flaxseed seed were higher than those found in the golden variety. The total SFA was higher in seed from brown flaxseed, and no statistical differences were found between MUFAs and PUFAs contents. The lower PUFAs/SFA ratio was observed in seed from brown flaxseed. The microbiological quality was satisfactory, and being in accordance with the security parameters. The analyzed oils showed low concentrations of malonaldehyde. The golden flaxseed showed a better nutritional profile, mainly due to its fatty acid composition.

Keywords. flaxseed, fatty acids, functional ingredient.

INTRODUÇÃO

A linhaça é uma cultura antiga que tem sido utilizada em alimentos, fibras e tecidos. Cerca de 200 espécies de *Linum* (linho ou linhaça) são conhecidas¹. Na América do Norte, o termo preferido para linhaça é o linho (usado mais para tecidos), enquanto os europeus usam o termo linho oleaginoso comestível². Seu nome botânico é *Linum Usitatissimum* e pertence à família *Linaceae*^{2,3}, sendo muito utilizada no consumo humano e animal.

Os benefícios fisiológicos da linhaça são, geralmente, atribuídos à presença de altas quantidades de ácido graxo α -linolênico (C18:3, ω -3), lignanas, fibras ou goma⁴ e vitamina E, os quais estão intimamente relacionados à redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis⁵.

As sementes de linhaça apresentam duas variedades – marrom e dourada. Ela é determinada pela quantidade de pigmento exterior contido nas sementes e, quanto maior o teor de pigmento na casca, mais escura será a semente. São ricas em lipídios, proteínas e fibras alimentares, entretanto sua composição pode variar de acordo com a genética, ambiente, processamento e métodos de análise^{3,6}.

A variedade de linhaça marrom é cultivada em regiões de clima quente e úmido, como o Brasil, e a dourada, em regiões frias, como o norte dos Estados Unidos e o Canadá. No cultivo da linhaça marrom são utilizados agrotóxicos, o que não ocorre com a variedade dourada⁷.

Em relação à diferença na composição físico-química e teor de ácidos graxos das variedades de linhaça dourada e marrom, Trucom³ afirma que as mesmas são idênticas; entretanto, outras pesquisas mostraram resultados diferentes^{8,9,10,11}. Diante disso, há a necessidade constante da avaliação da composição físico-química de um maior número de amostras de linhaça marrom, dourada e derivados, principalmente da linhaça comercializada no Brasil, onde há ainda raros estudos.

Quanto à questão microbiológica, na Instrução Normativa nº 60, de 10 de dezembro de 2009, que regulamenta os Padrões de Identidade e Qualidade para a Produção de Sementes de várias espécies, entre elas a *Linum usitatissimum* L., há ausência de informações sobre os aspectos microbiológicos deste alimento¹².

A oxidação lipídica dos alimentos é favorecida pela presença de oxigênio, calor, luz (foto-oxidação), traços de

metais ou catalisadores¹³. Além disso, ácidos graxos poli-insaturados e diversos lipídios podem sofrer oxidação durante a preparação e armazenamento da linhaça e produtos derivados. Esta oxidação produz numerosos compostos (hidroperóxidos, aldeídos, cetonas, etc.) e acredita-se que alguns destes possam ter propriedades mutagênicas, cancerígenas e citotóxicas ao organismo¹⁴.

A oxidação lipídica, geralmente, leva ao aparecimento do ranço, uma das principais razões da deterioração da qualidade dos produtos alimentícios, o que pode danificar as propriedades sensoriais, já que a gordura contribui para o sabor, textura e sensação geral de lubrificação do produto¹⁵.

A taxa de oxidação aumenta com o número de ligações duplas dos PUFA, elevando a probabilidade de afetar o sabor e o aroma dos alimentos. A oxidação química dos ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico e linolênico) formam peróxidos com os radicais livres, que podem reagir e provocar danos nas proteínas, enzimas, outros lipídios e vitaminas. Quanto maior a quantidade de ácidos graxos insaturados e o grau de insaturação destes ácidos, maior a susceptibilidade ao ranço e, conseqüentemente, menor será o tempo de estocagem do produto¹⁶.

Contudo, são escassos os dados conhecidos sobre as mudanças da composição de ácidos graxos e os parâmetros de oxidação lipídica em produtos como a linhaça e derivados^{17,18}, necessitando-se de novas pesquisas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição físico-química e microbiológica do óleo e da semente de linhaça dourada e marrom distribuídas no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

- *Semente de linhaça dourada e marrom*

Aproximadamente 7 kg de semente de linhaça dourada e marrom, provenientes de embalagens individuais de 200 g, foram homogeneizadas manualmente. Ambas as variedades, da mesma marca selecionada e comercializada no país, foram adquiridas por meio de fornecedores especializados da cidade de Campinas (SP) durante os meses de janeiro a junho de 2009, observando-se um prazo de validade superior a doze meses como critério de obtenção.

Para a preparação da farinha de linhaça dourada e marrom utilizada nas análises físico-químicas e microbiológicas, as sementes foram moídas em porções de aproximadamente 50 g por 15 segundos em liquidificador (*Waring Commercial*, USA) na velocidade máxima. Após a moagem, a farinha de linhaça foi acondicionada em sacos plásticos utilizados em embalagens a vácuo, firmemente selados com fita adesiva e guardados em filme plástico escuro para prevenção da oxidação lipídica até sua utilização, sendo no máximo 48 horas após a moagem.

- *Óleo de linhaça dourada e marrom*

Os óleos de linhaça dourada e marrom, da mesma marca selecionada e comercializada no país, foram obtidos por meio de fornecedores especializados da cidade de Campinas (SP) durante os meses de janeiro a junho de 2009, sempre observando-se um prazo de validade mínimo de oito meses (estabelecido pelo fabricante). Foram utilizadas para a amostragem sete embalagens de vidro na cor âmbar, contendo 250 mL de óleo linhaça cada uma.

Avaliação da composição físico-química

- *Determinação da umidade*

Foi realizada de acordo com a Association of Official Analytical Chemists¹⁹ em triplicata, que consiste em secagem a 105 °C até peso constante.

- *Determinação de proteínas*

Avaliaram-se as amostras por meio da análise do nitrogênio total, em triplicata, pelo método Kjeldahl determinado ao nível semimicro¹⁹. Utilizou-se o fator de conversão de nitrogênio para proteína de 6,25.

- *Determinação de lipídios*

O teor de lipídios foi verificado em triplicata, pelo método de Bligh e Dyer²⁰.

- *Determinação de cinzas*

A porcentagem de cinzas foi determinada em mufla a 550 °C, em triplicata, conforme metodologia de AOAC¹⁹.

- *Determinação de carboidratos*

A determinação de carboidratos foi realizada por meio de cálculo teórico (por diferença) nos resultados das triplicatas, conforme fórmula a seguir:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ proteína} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ cinzas})$$

- *Determinação de fibras*

Foram realizadas análises de fibra bruta da linhaça dourada e marrom, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz²¹.

- *Determinação do valor calórico*

O total de calorias (kcal) foi calculado em relação a 100 g da amostra utilizando os valores Atwater (ou calor de combustão) para gordura (9 kcal/g), proteína (4,02 kcal/g) e carboidratos (3,87 kcal/g)²².

- *Determinação do perfil de ácidos graxos*

Esta análise foi realizada no Laboratório de Óleos e Gorduras do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Unicamp.

Para o preparo dos ésteres metílicos, as amostras de farinha de linhaça dourada e marrom passaram inicialmente por processo de extração de lipídios, segundo Bligh e Dyer²⁰. O óleo de linhaça dourada e marrom, bem como os lipídios extraídos da farinha de linhaça dourada e marrom, foram saponificados e esterificados, em triplicata, conforme metodologia proposta por Hartmann e Lago²³.

O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução²⁴, sendo avaliados: SFA, MUFAs e PUFAs, individualmente. Foi utilizado um cromatógrafo Gasoso Capilar (Agilent, 6850 Series GC System, U.S.A.), contendo coluna capilar: DB-23 Agilent (50% cyanopropyl – methylpolysiloxane), dimensões 60 m, Ø int: 0,25 mm, 0,25 µm filme.

As condições de operação do cromatógrafo foram: fluxo da coluna de 1,00 mL/min, velocidade linear de 24 cm/seg.; temperatura do detector de 280 °C; temperatura do injetor de 250 °C, temperatura do forno de 110 °C – 5 minutos, 110 – 215 °C (5 °C/min), 215 °C – 24 minutos; o gás de arraste utilizado foi o hélio, sendo injetada uma alíquota de 1 µL das amostras no aparelho.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção dos picos da amostra com os tempos de retenção dos picos dos padrões. Os resultados obtidos foram em % de área e convertidos a g/100 g, utilizando o fator de conversão indicado para óleos e gorduras (0,956)²⁵. O cálculo utilizado para conversão da % de área em g/100 g de alimento avaliado encontra-se a seguir:

$$AGi = \% \text{ \u00e1rea} \times L \times F / 100$$

Onde:

AGi = \u00e1cido graxo individual, expresso em g/100 g de amostra;

% \u00e1rea = porcentagem de \u00e1rea dos picos obtidos nos cromatogramas;

L = teor de lip\u00eddio da amostra em g/100 g;

F = Fator de convers\u00e3o do alimento.

- *Determina\u00e7\u00e3o das subst\u00e2ncias reativas ao \u00e1cido tiobarbit\u00farico (TBARS)*

A extens\u00e3o da oxida\u00e7\u00e3o lip\u00eddica foi determinada no \u00f3leo de linha\u00e7a dourada e marrom, atrav\u00e9s da quantidade (mg/kg) de subst\u00e2ncias reativas ao \u00e1cido tiobarbit\u00farico, de acordo com Tarladgis et al.²⁶, em triplicata.

Avalia\u00e7\u00e3o microbiol\u00f3gica

Foram realizadas avalia\u00e7\u00f5es microbiol\u00f3gicas nas amostras de farinha e \u00f3leo de linha\u00e7a dourada e marrom estocadas \u00e0 temperatura ambiente (20 \u00b0C). Os coliformes foram enumerados pela t\u00e9cnica do N\u00famero Mais Prov\u00e1vel (NMP). A contagem total de microrganismos mes\u00f3filos aer\u00f3bios (UFC/g), microrganismos aer\u00f3bios psicotr\u00f3ficos (UFC/g), coliformes totais (35 \u00b0C) e coliformes termotolerantes (45 \u00b0C) foram realizadas de acordo com Downes e Ito²⁷. A farinha de linha\u00e7a dourada e marrom foi analisada pela t\u00e9cnica *pour plate*, com inocula\u00e7\u00e3o por plaqueamento em profundidade. As amostras de \u00f3leo foram emulsionadas com Tween 80 (90 mL do diluente com 1% de Tween 80 e 10 g de amostra) para, posteriormente, serem avaliadas pela t\u00e9cnica de inocula\u00e7\u00e3o por superf\u00edcie²⁷.

An\u00e1lise estat\u00edstica

Os resultados estat\u00edsticos foram avaliados por meio da an\u00e1lise de vari\u00e2ncia (Anova), com o teste t de *student* para compara\u00e7\u00e3o de m\u00e9dias em n\u00edvel de 5% de signific\u00e2ncia. Todos os c\u00e1lculos foram realizados pelo *software Statgraphics Plus, vers\u00e3o 5.1*.

RESULTADOS E DISCUSS\u00c3O

Avalia\u00e7\u00e3o da composi\u00e7\u00e3o f\u00edsico-qu\u00edmica

Na Tabela 1, pode-se verificar a composi\u00e7\u00e3o f\u00edsico-qu\u00edmica da semente e do \u00f3leo de linha\u00e7a dourada e marrom.

Houve diferen\u00e7a na composi\u00e7\u00e3o das amostras de semente de linha\u00e7a dourada e marrom, com maiores teores (p < 0,05) de umidade, lip\u00eddios, prote\u00ednas e calorias na linha\u00e7a marrom. A linha\u00e7a dourada apresentou maiores valores de cinzas e carboidratos. N\u00e3o houve diferen\u00e7a em rela\u00e7\u00e3o \u00e0 fibra bruta das duas amostras.

Na Tabela 2, \u00e9 poss\u00edvel observar que os valores dos nutrientes da composi\u00e7\u00e3o f\u00edsico-qu\u00edmica da semente de linha\u00e7a variam muito na literatura.

Em estudos de Morris⁹, a linha\u00e7a dourada apresentou valores superiores aos encontrados neste trabalho. Oomah et al.⁸ tamb\u00e9m relataram valores diferentes, principalmente quanto ao baixo teor de carboidratos.

A quantidade de lip\u00eddios na linha\u00e7a pode variar de 34-47 g/100 g e esta diferen\u00e7a \u00e9 vari\u00e1vel de acordo com a origem, localiza\u00e7\u00e3o, cultivo e condi\u00e7\u00f5es ambientais^{2,5,28}.

Madhusudhan¹⁰ verificou maiores teores de umidade, lip\u00eddios e cinzas e menores de prote\u00ednas em amostras de linha\u00e7a marrom, quando comparado \u00e0

Tabela 1. Composi\u00e7\u00e3o f\u00edsico-qu\u00edmica das sementes e dos \u00f3leos de linha\u00e7as dourada e marrom

Avalia\u00e7\u00e3o	Semente de linha\u00e7a dourada		Semente de linha\u00e7a marrom		\u00d3leo de linha\u00e7a dourada		\u00d3leo de linha\u00e7a marrom	
	M\u00e9dia \u00b1 SD	EPM	M\u00e9dia \u00b1 SD	EPM	M\u00e9dia \u00b1 SD	EPM	M\u00e9dia \u00b1 SD	EPM
Umidade (g/100 g)	4,30 \u00b1 0,03 ^b	0,02	5,05 \u00b1 0,01 ^a	0,01	0,06 \u00b1 0,00 ^a	0,00	0,06 \u00b1 0,00 ^a	0,00
Cinzas (g/100 g)	3,77 \u00b1 0,05 ^a	0,03	2,67 \u00b1 0,02 ^b	0,04	0,02 \u00b1 0,01 ^a	0,01	0,02 \u00b1 0,00 ^a	0,00
Lip\u00eddios (g/100 g)	35,62 \u00b1 0,09 ^b	0,07	36,91 \u00b1 0,04 ^a	0,03	99,92 \u00b1 0,28 ^a	0,20	99,92 \u00b1 0,14 ^a	0,10
Prote\u00ednas (g/100 g)	23,14 \u00b1 0,13 ^b	0,09	27,14 \u00b1 0,82 ^a	0,58	-	-	-	-
Carboidratos (g/100 g)	33,17 \u00b1 0,04 ^a	0,03	28,23 \u00b1 0,85 ^b	0,60	-	-	-	-
Fibra bruta (g/100 g)	16,88 \u00b1 0,95 ^a	0,67	17,10 \u00b1 0,41 ^a	0,21	-	-	-	-
Calorias - (kcal/100 g)	542,05 \u00b1 0,13 ^b	0,09	550,53 \u00b1 0,42 ^a	0,30	899,28 \u00b1 2,54 ^a	1,80	899,28 \u00b1 1,27 ^a	0,90

*Letras diferentes na linha indicam diferen\u00e7a significativa pelo teste t de *student* (p<0,05); SD: desvio-padr\u00e3o da m\u00e9dia; EPM: erro-padr\u00e3o da m\u00e9dia; carboidratos: calculados por diferen\u00e7a

Tabela 2. Composição físico-química das sementes de linhaças dourada e marrom

Referência	Umidade (g/100 g)	Proteína (g/100 g)	Lipídios (g/100 g)	Carboidratos (g/100 g)	Cinzas (g/100 g)	kcal (kcal/100 g)
Linhaça dourada						
Oomah et al. ⁸	-	19,02	43,61	7,99	-	-
Morris ⁹	7,00	29,20	43,60	-	-	-
Mueller et al. ¹¹	7,30	23,30	44,00	29,40	3,38	-
Linhaça marrom						
Oomah et al. ⁸	-	19,53	40,33	8,19	-	-
Morris ⁹	-	20,00	41,00	29,00	-	450,00
Madhusudhan ¹⁰	8,00	20,00	41,00	-	4,00	-
Mueller et al. ¹¹	7,40	23,40	45,20	27,80	3,50	-

presente pesquisa. Já Morris⁹, avaliando variedades de linhaça marrom canadense, observou, também, menores resultados de proteínas e calorias e maiores de lipídios, porém semelhantes em carboidratos.

No trabalho de Oomah et al.⁸, que avaliaram variedades de linhaça marrom provenientes do Canadá, foram observados além de menores teores de proteínas e maiores de lipídios, como os demais autores, valores bem inferiores de carboidratos, quando correlacionados a atual pesquisa.

Mueller et al.¹¹ compararam em seus estudos linhaças dourada e marrom e não observaram nenhuma diferença estatística entre os dois produtos, o que discorda da presente pesquisa.

Conforme Oomah e Mazza²⁹, os teores de proteína na linhaça também podem ser distintos entre países e cultivares, cujas diferenças podem ser atribuídas à genética e ao ambiente. Outro ponto que pode ter influência sobre a composição físico-química dos alimentos é o método de extração dos compostos para realização das análises. Estes fatores, portanto, podem explicar a grande variação nos resultados verificados entre a literatura e o presente trabalho, tanto na variedade de linhaça dourada como na marrom, necessitando, assim, de constantes avaliações.

Na Tabela 1, é possível verificar, também, que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras de óleo de linhaças dourada e marrom, em relação aos nutrientes da composição físico-química. Conforme explica Choo et al.¹³, a água contribui para a hidrólise do óleo durante a manipulação e o processamento de várias etapas que geram ácidos graxos livres e glicerol; assim, é desejável haver baixa umidade nos óleos, o que foi constatado na avaliação.

Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos da semente e do óleo de linhaças dourada e marrom pode ser verificado na Tabela 3.

Na avaliação da sementes de linhaças dourada e marrom, os ácidos palmítico e esteárico foram aqueles encontrados em maior quantidade. A porcentagem total de ácidos graxos saturados foi 10,66% na linhaça dourada e 12,65% na marrom.

Ressalta-se que, segundo Grundy³⁰, o ácido palmítico aumenta a lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol), sendo considerado hipercolesterolêmico na dieta, elevando o risco de doenças como obesidade e resistência à insulina. Porém, apesar da linhaça conter um teor relativamente alto deste ácido graxo, o consumo diário pelos indivíduos é de pequena quantidade e não chega a ser preocupante, pois ela possui também outros nutrientes considerados essenciais ao organismo.

Já o ácido esteárico, presente também na linhaça, pode ser considerado neutro nos seus efeitos sobre as lipoproteínas³¹.

Os ácidos mirístico, palmítico, esteárico, araquídico e o total de saturados foram superiores ($p < 0,05$) na linhaça marrom. Os demais ácidos graxos saturados não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$). A semente de linhaça dourada, por apresentar menor teor de ácidos graxos saturados, pode ser considerada de melhor qualidade nutricional para o consumo humano. Apesar dessa diferença entre as duas variedades, a linhaça, em geral, pode ser considerada um alimento naturalmente pobre em gorduras saturadas¹⁰.

O ácido oleico foi verificado em maior teor, dentre os MUFAs, obtendo-se uma porcentagem total destes ácidos graxos de 26,08% e 24,62%, respectivamente, para as linhaças dourada e marrom. O ácido graxo erúcido foi superior na linhaça marrom, não havendo diferença

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos das sementes e dos óleos de linhaça dourada e marrom (g/100 g de produto)

Ácidos graxos	Semente de linhaça dourada		Semente de linhaça marrom		Óleo de linhaça dourada		Óleo de linhaça marrom	
	Média ± SD	EPM	Média ± SD	EPM	Média ± SD	EPM	Média ± SD	EPM
SFA								
Ac. láurico (C12:0)	0,01 ± 0,00 ^a	0,00	0,01 ± 0,00 ^a	0,00	0,02 ± 0,00 ^b	0,00	0,03 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. mirístico (C14:0)	0,03 ± 0,00 ^b	0,00	0,04 ± 0,04 ^a	0,04	0,05 ± 0,00 ^a	0,00	0,06 ± 0,05 ^a	0,06
Ac. pentadecanoico (C15:0)	0,01 ± 0,00 ^a	0,00	0,01 ± 0,02 ^a	0,00	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,02 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. palmítico (C16:0)	1,93 ± 0,01 ^b	0,07	2,31 ± 0,05 ^a	0,10	5,49 ± 0,00 ^b	0,00	6,05 ± 0,10 ^a	0,10
Ac. margárico (C17:0)	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,06 ± 0,00 ^a	0,00	0,07 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. esteárico (C18:0)	1,44 ± 0,07 ^b	0,05	1,84 ± 0,04 ^a	0,03	3,86 ± 0,00 ^b	0,00	5,03 ± 0,10 ^a	0,07
Ac. araquídico (C20:0)	0,06 ± 0,00 ^b	0,00	0,07 ± 0,00 ^a	0,00	0,19 ± 0,00 ^a	0,00	0,19 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. behênico (C22:0)	0,06 ± 0,00 ^a	0,00	0,06 ± 0,00 ^a	0,00	0,17 ± 0,00 ^a	0,00	0,18 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. lignocérico (C24:0)	0,05 ± 0,00 ^a	0,00	0,05 ± 0,00 ^a	0,00	0,11 ± 0,00 ^a	0,00	0,11 ± 0,00 ^a	0,00
Total	3,61 ± 0,04 ^b	0,03	4,40 ± 0,10 ^a	0,07	9,97 ± 0,06 ^b	0,04	11,74 ± 0,06 ^a	0,04
Porcentagem total (%)	10,66		12,65		10,48		12,36	
MUFAs								
Ac. palmitoleico (C16:1 ω-7)	0,05 ± 0,00 ^a	0,00	0,05 ± 0,01 ^a	0,00	0,09 ± 0,00 ^a	0,00	0,09 ± 0,01 ^a	0,01
Ac. margaroleico (C17:1 ω-7)	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,04 ± 0,00 ^a	0,00	0,04 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. oleico (C18:1 ω-9)	8,70 ± 0,31 ^a	0,22	8,43 ± 0,07 ^a	0,05	21,31 ± 0,00 ^a	0,00	20,73 ± 0,14 ^a	0,10
Ac. gadoleico (C20:1 ω-9)	0,06 ± 0,00 ^a	0,00	0,06 ± 0,00 ^a	0,00	0,17 ± 0,00 ^a	0,00	0,12 ± 0,01 ^b	0,00
Ac. erúcico (C22:1 ω-9)	0,00 ^b	0,00	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,00 ^b	0,00	0,01 ± 0,00 ^a	0,00
Total	8,83 ± 0,31 ^a	0,22	8,57 ± 0,06 ^a	0,04	21,61 ± 0,05 ^a	0,03	20,99 ± 0,16 ^a	0,11
Porcentagem total (%)	26,08		24,62		22,71		22,10	
PUFAs								
Ac. linoleico (C18:2 ω-6)	5,14 ± 0,05 ^a	0,03	5,23 ± 0,03 ^a	0,02	17,41 ± 0,01 ^a	0,00	16,01 ± 0,15 ^b	0,61
Ac. α-linolênico (C18:3 ω-3)	16,28 ± 0,00 ^a	0,00	16,61 ± 0,12 ^a	0,08	46,15 ± 0,00 ^a	0,00	46,24 ± 1,29 ^a	0,91
Total	21,42 ± 0,05 ^a	0,00	21,84 ± 0,08 ^a	0,06	63,56 ± 0,01 ^a	0,01	62,25 ± 0,06 ^b	0,02
Porcentagem total (%)	63,26		62,75		66,80		65,54	
Porcentagem total ω-6 (%)	15,18		15,02		18,30		16,86	
Porcentagem total ω-3 (%)	48,08		47,73		48,51		48,68	
Ácidos graxos trans								
Ac. linolelaídico (C18:2 trans t9, t12)	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,02 ± 0,00 ^a	0,00	0,05 ± 0,00 ^a	0,00	0,05 ± 0,00 ^a	0,00
Ac. trans linolênico (C18:3 trans)	0,08 ± 0,00 ^a	0,00	0,08 ± 0,00 ^a	0,00	0,19 ± 0,00 ^a	0,00	0,19 ± 0,00 ^a	0,00
Total	0,10 ± 0,00 ^a	0,00	0,10 ± 0,00 ^a	0,00	0,24 ± 0,00 ^a	0,00	0,24 ± 0,00 ^a	0,00
Relações								
Relação ω-6/ω-3	0,32 ± 0,00 ^a	0,00	0,31 ± 0,00 ^a	0,00	0,38 ± 0,00 ^a	0,00	0,35 ± 0,03 ^a	0,02
Relação PUFAs/SFA	5,93 ± 0,08 ^a	0,06	4,97 ± 0,23 ^b	0,16	6,38 ± 0,04 ^a	0,03	5,30 ± 0,17 ^b	0,12

*Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste t de *student* ($p < 0,05$); SD: Desvio padrão da média; EPM: Erro padrão da média; MUFAs: monoinsaturados; PUFAs: poli-insaturados; SFA: saturados; Ac.: ácido. Obs.: aproximadamente 2 g de ácidos graxos (do total de lipídios) da semente não foram identificados na análise; aproximadamente 5 g de ácidos graxos (do total de lipídios) do óleo não foram identificados na análise.

significativa entre os demais ($p > 0,05$). Os dois produtos apresentaram semelhantes teores totais de MUFAs e são avaliados por Madhusudhan¹⁰ como alimentos que fornecem quantidades moderadas destes ácidos graxos. Sendo assim, ambas as variedades possuem boas características nutricionais.

De acordo com estes resultados, verificou-se um benefício no consumo da linhaça e derivados, uma vez

que o ácido oleico, em geral, tem sido considerado neutro para o risco de hipercolesterolemia. Porém, alguns autores relatam que este ácido graxo pode ter efeito hipocolesterolêmico, baixando a concentração sérica de colesterol total³¹.

O ácido α-linolênico apresentou-se em maior quantidade, seguido pelo ácido linoleico, na avaliação dos PUFAs. A porcentagem total de PUFAs foi de

63,26% na linhaça dourada e 62,75% na marrom. A porcentagem total de ácidos graxos ω -3 e ω -6 da linhaça dourada resultou em 48,08% e 15,18%, respectivamente, sendo 47,73% e 15,02%, respectivamente, na variedade marrom. Não houve diferença significativa entre os ácidos linoleico, α -linolênico e total de PUFA's.

Como verificado, a linhaça é um alimento rico em ácidos graxos ω -3. Estudos têm demonstrado que a ingestão de ácidos graxos de cadeia longa ω -3, bem como o consumo de α -linolênico podem reduzir o risco de doenças cardíacas^{2,3,9,10}. Portanto, uma alimentação com linhaça pode trazer resultados positivos para a saúde pública, ajudando a aumentar o nível deste ácido graxo na dieta.

Não foi verificada diferença estatística entre os ácidos graxos *trans* nas duas variedades de semente. Apesar de os produtos apresentarem teores de ácidos graxos *trans*, estes valores podem ser considerados muito pequenos, devido à baixa recomendação na ingestão diária da linhaça (24 g/dia)³. Também, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)³² informa que produtos contendo menos que 0,2 g por porção podem ser declarados na rotulagem como “zero” ou “não contém” ácidos graxos *trans*.

Estes dados trazem informações importantes aos consumidores, uma vez que a maioria dos estudos epidemiológicos relacionam a ingestão dietética de ácidos graxos *trans* com aumento da morbidade e mortalidade por insuficiência coronária e desenvolvimento da aterosclerose^{30,31}.

Devido à maior quantidade de ácidos graxos saturados da semente de linhaça marrom, verificou-se, na Tabela 3, uma menor relação PUFA's/SFA, sendo que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na relação ω -6/ ω -3 entre os produtos.

Pela elevada quantidade de ácido graxo α -linolênico, presente em ambas as variedades de semente de linhaça, observou-se uma relação ω -6/ ω -3 muito baixa. Segundo Madhusudhan¹⁰, a relação ω -6/ ω -3 da linhaça é de 0,3:1, resultados que corroboram com a atual pesquisa. Quando se compara esta relação da linhaça com outras fontes importantes, tais como milho (58:1), soja (7:1) e canola (2:1)³³, a mesma fornece menores teores de ácidos graxos ω -6.

Acredita-se que, na sociedade ocidental atual, a proporção de ω -6/ ω -3 pode ser tão elevada quanto 20-30:1^{5,10,34}, sendo geralmente atribuída à multiplicidade de óleos vegetais atualmente disponíveis e consumidos, os

quais são ricos em ácidos graxos ω -6³³. Esta proporção se encontra muito distante da recomendação atual para a relação ω -6/ ω -3 (4:1 a 10:1)³⁴. Assim, a suplementação da dieta com semente de linhaça proporciona uma boa fonte de ácido graxo ω -3 (α -linolênico), baixos níveis de ácido linoleico, bem como uma baixa relação ω -6/ ω -3.

Ressalta-se que o nível aceitável de ingestão de ácido graxo α -linolênico é de 1,6 g/dia para homens e 1,1 g/dia para mulheres³⁴. Assim, para se obter estas recomendações adequadas, seria necessário um consumo diário de aproximadamente 10 g de semente de linhaça dourada ou marrom para homens e 7 g para mulheres.

Avaliando-se os óleos de linhaças dourada e marrom, em relação aos ácidos graxos saturados, o ácido palmítico foi encontrado em maior quantidade, seguido do esteárico, concordando com estudos de Oomah e Mazza⁶ com óleo de linhaça marrom. A porcentagem total de ácidos graxos saturados foi de 10,48% para o óleo de linhaça dourada, concordando com estudos de Morris⁹, sendo 12,36% para o óleo de linhaça marrom.

Não houve diferença estatística entre as amostras de óleo de linhaça dourada e marrom entre os ácidos mirístico, pentadecanóico, margárico, araquídico, behênico e lignocérico. Valores maiores ($p < 0,05$) de ácidos graxos láurico, palmítico, esteárico e, conseqüentemente, no total de saturados foram observados no óleo de linhaça marrom. Assim, este óleo apresentou-se menos propício ao consumo humano que o óleo de linhaça dourada, uma vez que ofereceu uma maior quantidade de gorduras saturadas, consideradas prejudiciais ao organismo, principalmente o ácido palmítico, correlacionado à hipercolesterolemia^{5,15,16,30,31}.

O ácido graxo oleico obteve maior teor, dentre os MUFA's, em ambos os óleos, com porcentagem total de MUFA's de 22,71% no óleo de linhaça dourada e 22,10%, no óleo de linhaça marrom, dados que corroboram com pesquisas de Morris⁹. A maioria dos MUFA's mostrou valores que não diferiram significativamente entre as amostras. Porém, o ácido graxo gadoleico foi superior no óleo de linhaça dourada e o ácido graxo erúcido foi maior no óleo de linhaça marrom. Entretanto, não houve diferença ($p > 0,05$) entre o teor total de MUFA's de ambas as amostras. Neste quesito, ambos os óleos são igualmente benéficos para o consumo.

Dentre os PUFA's, o ácido α -linolênico foi verificado em maior quantidade, seguido pelo ácido linoleico, tanto nos óleos de linhaça dourada como marrom. Oomah e Mazza⁶, pesquisando o óleo de linhaça

marrom da variedade *Norman*, também encontraram valores semelhantes de ácido graxo C18:2, ω -6. Ressalta-se que a porcentagem total de PUFA, ω -3 e ω -6 no óleo de linhaça dourada foi de 66,80%, 48,51% e 18,30%, enquanto, no óleo de linhaça marrom, obteve-se 65,54%, 48,68% e 16,86%, respectivamente, corroborando com resultados de Morris⁹.

Constatou-se, também, que o teor de ácido linoleico, o total de PUFA e a relação PUFA/SFA foram superiores no óleo de linhaça dourada, sendo que a quantidade de ácido graxo α -linolênico não diferiu entre os produtos ($p > 0,05$). O óleo de linhaça dourada mostrou melhor qualidade para a ingestão humana, uma vez que este perfil, principalmente os ácidos graxos ω -3, é considerado como preventivo de várias patologias^{1,2,9,10}.

Conforme a DRI³⁴, um consumo diário de aproximadamente 4 g de óleo de linhaças dourada ou marrom para homens e 3 g para mulheres seria adequado para atingir as recomendações nutricionais do ácido graxo C18:3, ω -3.

O teor de ácidos graxos *trans* e a relação ω -6/ ω -3 das amostras de óleo de linhaça dourada e marrom não mostraram diferença significativa, sendo o ácido *trans* linolênico encontrado em maior quantidade nos óleos, representando fontes igualmente benéficas para aquisição dos consumidores nesta avaliação.

Green e Marshall³⁵, analisando o óleo das variedades de linhaças dourada e marrom, observaram diferenças consideráveis entre os ácidos graxos, sendo 3,80% a 9,20% de ácido palmítico, 1,30% a 6,20% de ácido esteárico, 13,30% a 25,20% de ácido oleico, 10,40% a 20,90% de ácido linoleico e 45,50% a 63,10% de α -linolênico. Assim, verificou-se que as análises do atual trabalho estão conforme as variações relatadas pelos autores, sendo que o principal motivo destas diferenças pode ser explicado pela heterogeneidade genética dos produtos.

Avaliações microbiológicas

Na Tabela 4, podem ser observadas as avaliações microbiológicas da semente e óleo de linhaça dourada e marrom.

Na Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001³⁶, que define critérios para os padrões microbiológicos sanitários em alimentos, existem apenas limites para coliformes a 45 °C/g, o qual melhor se enquadra para a semente de linhaça por definir parâmetros microbiológicos para sementes comestíveis cruas. Sendo assim, todas as avaliações microbiológicas encontram-se dentro dos limites aceitáveis para as amostras de semente de linhaça dourada e marrom, sugerindo condições higiênicas satisfatórias dos produtos. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Moraes et al.³⁷, que avaliaram amostras de semente de linhaça dourada e marrom quanto à presença de coliformes a 45 °C.

De forma semelhante, não existe uma legislação específica para a contagem total de microrganismos, tanto para o óleo como para a semente de linhaça. Entretanto, Riedel³⁸ afirma que alimentos que mostram contagens entre 10⁵ e 10⁶ UFC/g são considerados como altamente contaminados e, conseqüentemente, impróprios para o consumo. Baseando-se nisso, nenhuma das amostras avaliadas representa um risco potencial para os consumidores.

Apesar das contagens microbianas observadas estarem dentro dos limites para ingestão, deve-se observar a importância de boas práticas na manipulação e conservação desses produtos como ingredientes alimentícios, pois serão aplicados em formulações ou consumidos diretamente. Os fatores ambientais, tais como: umidade relativa, qualidade microbiológica da água e temperatura, assim como aqueles relacionados com o produto elaborado (pH, atividade de água e acidez), também desempenham um papel fundamental na qualidade microbiológica do produto final³⁹, podendo comprometer a vida de prateleira dos alimentos industrializados.

Tabela 4. Avaliação microbiológica da semente e do óleo de linhaça dourada e marrom

Determinação	Semente de linhaça dourada	Semente de linhaça marrom	Óleo de linhaça dourada	Óleo de linhaça marrom
Psicrotróficos (UFC/g)/Log (UFC/g)	1,21 × 10 ⁴ /4,08	2,75 × 10 ⁴ /4,44	<1	<1
Mesófilos (UFC/g)/Log (UFC/g)	7,71 × 10 ³ /3,89	9,85 × 10 ³ /3,99	<1	<1
NMP coliformes totais/g (35 °C)	4	15	<3	<3
NMP coliformes termotolerantes/g (45 °C)	<3	<3	<3	<3

*UFC: Unidade formadora de colônia; NMP: número mais provável; Log: logaritmo.

Teores de TBARS no óleos de linhaças dourada e marrom

Por meio da Figura 1 verificam-se os teores de TBARS do óleo de linhaça dourada e marrom.

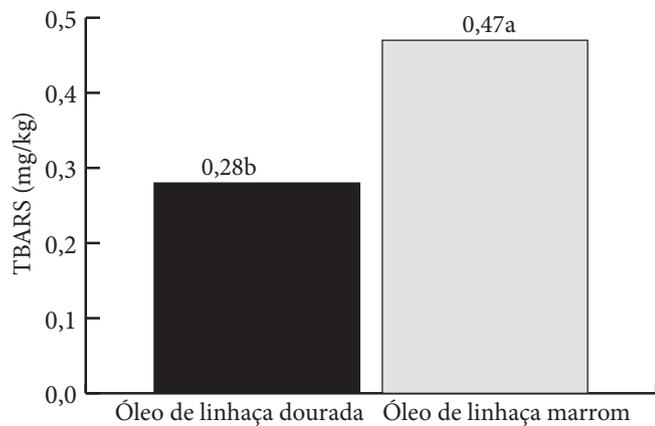


Figura 1. Teor de TBARS do óleo de linhaça dourada e marrom

*Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste t de *student* ($p < 0,05$).

O óleo de linhaça dourada apresentou menor resultado ($p < 0,05$) de TBARS, comparado ao óleo de linhaça marrom. Entretanto, as duas amostras podem ser consideradas com valores baixos de oxidação lipídica, conforme a legislação atual (máximo de 0,8 g/100 g)⁴⁰. Estes resultados podem ser explicados, uma vez que a linhaça tem sido apontada como uma alternativa natural contra os efeitos oxidativos dos radicais livres, por possuir compostos com potencial antioxidante^{2,3,10,18}.

Ressalta-se que o alto teor de α -linolênico no óleo de linhaça é altamente suscetível à oxidação, levando à rápida deterioração da qualidade do produto. A oxidação destes óleos pode ser acelerada pela exposição à luz (foto-oxidação), presença de oxigênio e fotossensibilizadores, que podem produzir hidroperóxidos de ácidos graxos insaturados e ésteres¹³.

Entretanto, para aumentar a vida útil de um produto, a tecnologia de alimentos visa o emprego de algumas técnicas específicas, como mudanças de temperatura, atividade de água, valor do pH, potencial de oxidorredução, destruição dos microorganismos e de embalagens apropriadas⁴¹. Destaca-se que, mesmo após a extração a frio, para evitar a rápida ocorrência do ranço, o óleo de linhaça é, muitas vezes, complementado com vitamina E e armazenado em frascos de vidro escuros, sendo que não é indicado para fritura^{3,5,13}. Assim, devido aos baixos teores de TBARS, os produtos analisados revelam boa procedência tecnológica.

CONCLUSÃO

A semente de linhaça dourada mostrou melhor qualidade nutricional, uma vez que proporcionou menor conteúdo total de ácidos graxos saturados. Tanto a linhaça dourada como a marrom apresentaram semelhantes benefícios para o consumo, uma vez considerados os teores totais de MUFAs, PUFAs, ácidos graxos *trans* e relação ω -6/ ω -3.

Os óleos de linhaça dourada e marrom apresentaram composição físico-química similares. Entretanto, na avaliação do perfil de ácidos graxos, o óleo de linhaça dourada mostrou-se mais favorável ao consumo humano, oferecendo menor quantidade de ácidos graxos saturados e maior teor total de PUFAs. Ambos os óleos foram considerados igualmente benéficos para o consumo humano, em relação à quantidade total de MUFAs, ácidos graxos *trans* e relação ω -6/ ω -3.

Na avaliação geral das relações dos ácidos graxos do óleos e das sementes de linhaças dourada e marrom, verificou-se a predominância do ácido graxo α -linolênico, obtendo-se uma baixa relação ω -6/ ω -3 e alta relação PUFAs/SFA.

Os teores de ácidos graxos *trans* foram baixos, tanto no óleo quanto na semente de linhaça dourada e marrom.

Diante do exposto, a linhaça e seus derivados mostraram potencial para o uso como alimentos e/ou ingredientes funcionais em produtos alimentícios, com destaque à linhaça dourada devido ao seu melhor perfil de ácidos graxos.

REFERÊNCIAS

1. Carter JF. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. *Cer Foods World*. 1993;38(10):753-9.
2. Morris DH, Vaisey-Genser M. Flaxseed. *Enc Food Sci Nutr*. 2003;10(2):2525-31.
3. Trucom C. A importância da linhaça na saúde. São Paulo, SP: Alaúde; 2006.
4. Oomah BD, Der TJ, Godfrey DV. Thermal characteristics of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) proteins. *Food Chem*. 2006;98(4):733-41.
5. Daun JK, Barthelet VJ, Chornick TL, Duguid S. Structure, composition, and variety development of flaxseed. In: Thompson LU, Cunnane SC. (Eds.). *Flaxseed in Human Nutrition*. 2. ed. Champaign: AOCS Press; 2003. p. 1-40.
6. Oomah BD, Mazza G. Effect of dehulling on chemical composition and the physical properties of flaxseed. *LWT*. 1997;30(2):135-40.

7. Lima JR. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. *Ciênc Agrot*. 2008;32(1):191-5.
8. Oomah BD, Mazza G, Kenaschuk EO. Flavonoid content of flaxseed. Influence of cultivar and environment. *Euphytica*. 1996;90(1):163-7.
9. Morris DH. Flax – A Health and Nutrition Primer. 4. ed. Winnipeg: Flax Council of Canada; 2007.
10. Madhusudhan B. Potential benefits of flaxseed in health and disease: a perspective. *Agric Consp Sci*. 2009;74(2):67-72.
11. Mueller K, Eisner P, Yoshie-Stark Y, Nakada R, Kirchhoff E. Functional properties and chemical composition of fractionated brown and yellow linseed meal (*Linum usitatissimum* L.). *J Food Eng*. 2010;98(4):453-60.
12. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 60, de 10 de dezembro de 2009. Estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade para a Produção de Sementes das Espécies: *Brassica napus* L. var. *oleifera* (canola); *secale cereale* L. (centeio) e *hordeum vulgare* L. (cevada); *pisum sativum* L. s.l. (ervilha); *sesamum indicum* L. (gergelim); *corchorus capsularis* L. e *c. olitorius* L. (juta); *linum usitatissimum* L. (linho); e *nicotiana tabacum* L. (tabaco). [acesso 2011 out 12] Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?jsessionid=3807195571783092859c484aa85e1a3d85b5ae066f0a4cfff65f7943fbbb363a.e3uQbh0LahaSe34Pbh0 Kbx0Mahn0?operacao=visualizar&id=21236].
13. Choo WS, Birch J, Dufour JP. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *J Food Comp Anal*. 2007;20(3-4):202-11.
14. Hotchkiss JH, Parker RS. Toxic compounds produced during cooking and meat processing. *Adv Meat Res*. 1990;6(1):105-34.
15. Webb EC, O'neill HA. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Sci*. 2008;80(1):28-36.
16. Bobbio FO, Bobbio PA. Introdução à química de alimentos. 3ª ed. São Paulo, SP: Varela, 2003.
17. Cunnane SC, Hamadeh MJ, Liede AC, Thompson LU, Wolever TM, Jenkins DJ. Nutritional attributes of traditional flaxseed in healthy young adults. *Am J Clin Nutr*. 1995;61(1):62-8.
18. Galvão EL, Silva DCF, Silva JO, Moreira AVB, Sousa EMBD. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2008;28(3):551-7.
19. AOAC. Analysis of Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 13. ed. Washington, DC: AOAC; 1980.
20. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 1959;37(8):911-7.
21. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª ed. Brasília, DF: Anvisa; 2005.
22. Atwater WO, Woods CD. The chemical composition of American food materials. *Farmers' Bulletin*, n. 28. Washington, DC: Department of Agriculture; 1896.
23. Hartman L, Lago RCA. Rapid preparation of fatty acid methyl ester from lipids. *Lab Pract*. 1973;22(6):475-6.
24. AOCS. American Oil Chemist's Society. Official methods and recommended practices of the American oil chemist's society. 5ª ed. Champaign: AOAC Press; 2004.
25. McCance RA, Widdowson's EM. McCance and Widdowson's: The composition of foods. 6ª ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry; 2004.
26. Tarladgis BG. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J Am Oil Chem Soc*. 1960;37(1):44-8.
27. Downes FP, Ito K. APHA. American Public Health Association. Compendium of Methods Microbiological Examination of Foods. 4. ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2001.
28. Fitzpatrick K. North America Flax Facts Important Questions & Answers For Improved Health and Nutrition. 2. ed. Revised May 2006. [acesso 2011 nov 29]. Disponível em: [http://www.ameriflax.com/UserFiles/Image/Flax_Facts_II.pdf].
29. Oomah BD, Mazza G. Flaxseed proteins - A review. *Food Chem*. 1993;48(1):109-14.
30. Grundy SM. Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other long-chain fatty acids. *Am J Clin Nutr*. 1994;60(6 suppl):986S-90S.
31. Hegsted DM, Mcgandy RB, Myers ML, Stare FJ. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr*. 1965;17(5):281-95.
32. Brasil. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. [acesso 2011 out 03]. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/36_0_03rdc.htm].
33. Vaisey-Genser M, Morris D. Flaxseed: Health, Nutrition and Functionality. Winnipeg: Flax Council of Canada; 1997.
34. DRI. Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). 2005. [acesso 2011 nov 23]. Disponível em: [http://search.nap.edu/nap/cgi/de.cgi?term=fiber].
35. Green AG, Marshall DR. Variation for oil quantity and quality in linseed (*Linum usitatissimum*). *Aus J Agric Res*. 1981;32(1):599-607.
36. Brasil. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico de padrões microbiológicos em alimentos. [acesso 2011 mai 14]. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br].
37. Moraes VAD. Linhaça - alimento seguro? Fundação Ezequiel Dias, Instituto Octávio Magalhães, Divisão de Vigilância Sanitária. [acesso 2011 out 30]. Disponível em: [http://www.hbatools.com.br/.../VANESSA_MORAIS_CPF_27594726634ENVIO_862009_16-40-46.doc].
38. Riedel G. Controle sanitário dos alimentos. 2. ed. São Paulo, SP: Atheneu; 1992.
39. Nascimento MGF, Oliveira CZF, Nascimento ER. Hambúrguer: evolução comercial e padrões microbiológicos. *Bol CEPPA*. 2005;23(1):59-74.
40. Brasil. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras vegetais. [acesso 2012 mai 10]. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br].
41. Baruffaldi R, Oliveira MN. Fundamentos de tecnologia de alimentos; v. 3. São Paulo, SP: Atheneu; 1998