

Atividade antioxidante e perfil químico de sementes de linhaça (*Linum urtissimum* L.) variedades marrom e dourada

Antioxidant activity and chemical profile of golden and brown varieties of linseed (Linum urtissimum L.)

Liliane Alves dos Santos Wanderley¹; Andréia Bianchin¹; Débora Carneiro Leite^{1,3}; Walter Antônio Roman Junior²

¹ Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ, Laboratório de Análises de Alimentos, Chapecó, SC

² Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ, Laboratório de Farmacognosia, Chapecó, SC

³ Autor para Correspondência (*author for correspondence*): deby@unochapeco.edu.br

Resumo

Atualmente cresce entre os consumidores o interesse em relação aos alimentos funcionais, os quais desempenham papel fundamental para a prevenção de doenças e manutenção da saúde. A linhaça (*Linum urtissimum* L.) planta asiática e aclimatada no Brasil é rica em ácidos graxos ômega-3 e 6 e é reconhecida por apresentar atividades biológicas hipo lipidêmica e antibacteriana. O objetivo do trabalho foi avaliar o perfil de qualidade e a atividade antioxidante de duas variedades de linhaça. O trabalho foi desenvolvido a partir de ensaios de caracterização química e de atividade antioxidante de sementes de linhaça variedades marrom e dourada. Os métodos de caracterização química de cinzas totais (CT) e perda por dessecação (PD) nas sementes foram realizados conforme a Farmacopéia Brasileira 5ª edição. As análises de cromatografia em camada delgada (CCD) dos óleos foram realizadas com eluente acetato de etila: hexano (94:6 v/v) utilizando como revelador a vanilina em ácido sulfúrico, seguida de exposição a temperatura de 105 °C (5 min) com posterior observação em UV/Vis (360 nm). A quantificação dos óleos foi realizada por Soxhlet e as atividades antioxidantes avaliadas por meio de CCD e espectrometria em UV/Vis (470 nm). Os reduzidos resultados de PD e CT para as variedades testadas demonstraram reduzida possibilidade de contaminação e degradação química. Por meio da CCD foi possível observar para as variedades, a presença de ômega-3 e 6, tanto para as amostras *in natura* quanto para as trituradas. As variedades marrom e dourada trituradas apresentaram os maiores percentuais no rendimento do óleo (38,91 e 31,71%, respectivamente) quando comparadas com as amostras *in natura* (1,27 e 1,24%, respectivamente). A triagem da atividade antioxidante foi detectada em CCD e por meio de espectrometria de UV/Vis, e o efeito antioxidante mais representativo foi observado para a variedade dourada tanto triturada como *in natura* (100 e 82,02%, respectivamente) sendo que a variedade marrom *in natura* apresentou a menor atividade (65,64%). O perfil cromatográfico inexistente em outras literaturas para ômega-3 e 6 pode ser utilizado por indústrias alimentícias e de medicamentos como parâmetro de qualidade. Apesar da variedade dourada render uma quantidade menor de óleo, sua atividade antioxidante é muito maior que a variedade marrom tanto *in natura* quanto triturada.

Palavras-chave: óleo, extração à quente, ômega-3 e 6, antioxidante.

Abstract

Currently, interest among consumers in functional foods have been growing. Functional foods play an important role in preventing diseases and health maintenance. Linseed (*Linum urtissimum* L.) asian plant acclimated in Brazil - rich in fatty acids omegas-3 and 6 in addition to being recognized for presenting hipo lipidemic and antibacterial biological activities. The objective was to evaluate the quality profile and the antioxidant activity of two varieties of linseed. The research was conducted from chemical and antioxidant characterization essays of linseed of the varieties brown and golden. The 5th edition of the "Farmacopéia Brasileira" was used as guidelines for the applied chemical characterization methods of analysis of total ashes (TA) and lost by dissection (LD). The thin-layer chromatography analysis of the oils where executed with etila acetate eluent: hexane (94:6 v/v) using vanilin in sulfuric acid as aid in visualizing, followed by exposition at 105°C (for 5 minutes) and observation using UV/Vis (360 nm). The oils quantification was achieved using the method presented by Soxhlet and the antioxidant activities were evaluated by using CCD and spectrometry using UV/Vis (470 nm). The low achieved results of TA and LD for the tested varieties demonstrate the reduced possibility of contamination and chemical degradation. Presence of Omega-3 and 6 in the varieties was observed by using CCD in both raw and crushed samples. The brown and golden varieties when crushed presented the higher percentages of oil extraction efficiency (38,91 and 31,71%, respectively) when compared to the raw samples (1,27 and 1,24%, respectively). The screening of antioxidant activity was detected in CCD by using UV/Vis spectrometry and the most significant antioxidant effect was observed for the golden variety, both raw and crushed (100 and 82,02%, respectively), with the brown variety displaying the lower activity (65,64%). The chromatographic profile for omega-3 and 6 is non-existent in literature and can be used by the food and pharmaceutic industry as quality assurance parameters. Even though the golden variety lower performance at oil extraction, its antioxidant activity is much higher than the brown variety both in raw and crushed formats.

Keywords: oil; hot extraction, omega-3 and 6, antioxidant.

INTRODUÇÃO

Um grande número de vegetais com propriedades nutricionais e terapêuticas tem sido disponibilizado atualmente no mercado e utilizado como alimento para o tratamento e manutenção da saúde, sendo denominados de alimentos funcionais. As experiências clínicas e científicas mais consistentes, relacionam uma gama de atividades biológicas de vegetais com a presença dos ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, cujas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras são reiteradas há várias décadas (Faintuch et al., 2006).

Entre os alimentos funcionais, a linhaça (*Linum urtissimum* L.) é reconhecidamente uma das maiores fontes dos ácidos graxos; em que extrai-se das sementes o óleo que detém majoritariamente os ácidos linolêicos reconhecidos como uma das maiores fontes dos ácidos graxos essenciais ômega-3 e 6, possuindo ainda, vários nutrientes como, fibras e compostos fenólicos responsáveis pela atividade antioxidante (Galvão et al., 2008). Contém ainda cerca de 35% de lipídeos totais, dos quais 50% são representados pelo ácido linoleico (Mori, 2001).

Os antioxidantes são substâncias capazes de prevenir os efeitos deletérios da oxidação pela inibição da lipo peroxidação, sequestro de radicais livres e/ou quelação de íons metálicos, que se divide em dois grupos: os com atividade enzimática, que são compostos capazes de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio, e os sem atividade, que compreendem moléculas que interagem com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação (Moreira & Mancini Filho, 2003).

As substâncias antioxidantes bloqueiam a ação dos radicais livres, propriedade que se torna interessante à crescente industrialização que vivenciamos. Com a inovação da indústria alimentícia cada vez mais o aumento

do período de armazenamento e o incremento de substâncias nas formulações torna o alimento vulnerável a deterioração oxidativa. Por isso a necessidade de pesquisa em busca de substâncias que protejam os alimentos contra a oxidação (Araújo, 2008). Essas substâncias, presentes no óleo de linhaça, quando aplicados na indústria alimentícia podem aumentar o tempo de estocagem dos alimentos, reduzirem as perdas nutricionais e permitirem o uso de óleos e gorduras mais suscetíveis frente à oxidação. Dessa maneira, a pesquisa de compostos com potencial antioxidante em alimentos como a linhaça desponta como uma alternativa natural frente aos efeitos oxidativos dos radicais livres (Bernardo-Gil et al., 2002).

Estudos realizados por Pellizzon et al (2007), apontam que a ingestão de pequenas quantidades de linhaça durante o dia promovem alterações hormonais contribuindo com a redução do risco de câncer e diabetes, dos níveis de colesterol total e LDL-c, assim como favorece a diminuição da agregação antiplaquetária.

Apesar de todo potencial nutricional e farmacêutico relacionado à linhaça poucos são os estudos que contemplam as atividades antioxidantes e perfil de qualidade para este vegetal. Sendo assim, este trabalho pretende avaliar a atividade antioxidante para o óleo de sementes de linhaça variedades marrom e dourada através de espectrofotometria de UV/Vis e perfil cromatográfico, bem como, realizar estudos químicos de caracterização e diferenciação das duas variedades.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Farmacognosia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ. Foram adquiridas cinco amostras de sementes de *Linum urtissimum* L. variedade marrom (linhaça marrom) e *Linum urtissimum* L. variedade dourada (linhaça dourada) em comércio de produtos naturais na cidade de Chapecó (27° 05' 26,30" S e 52° 36' 19,46" O) –

Santa Catarina. Após a aquisição, estas foram selecionadas, identificadas e estocadas em temperatura controlada (25 ± 2 °C), protegidas da luz direta e umidade no Laboratório de Farmacognosia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ, até a realização dos ensaios de caracterização química e de atividade antioxidante.

Planejamento da amostragem

1 Estudo químico para sementes de linhaça

1.1 Determinação do teor de cinzas totais - CT

Para determinação do teor de cinzas utilizou-se almofariz de porcelana previamente calcinados que receberam 1g de sementes de linhaça variedade marrom e dourada, com cinco repetições (n=5) com 1 g para cada variedade. Posteriormente, as amostras, foram submetidas ao forno mufla na temperatura de 450°C por 4h, e em seguida deixou-se esfriar no dessecador por 12 h para posterior pesagem em balança analítica (Farmacopéia..., 1988).

1.2 Determinação da perda por dessecação – PD

Nesta etapa utilizou-se pesa filtro, que foram previamente dessecados e na sequência pesados. Cada pesa filtro recebeu 2 g das amostras das variedades de linhaça, na sequência foram submetidas à estufa, com temperatura de 100-105°C por 24 horas. Para a realização dessa análise foram feitas cinco repetições com 2 g para cada variedade (n=5). A seguir colocaram-se as amostras no dessecador por uma hora para posterior pesagem (Farmacopéia ..., 1988).

1.3 Extração e rendimento do óleo de linhaça

O método utilizado para a extração do óleo de linhaça foi por Soxhlet, sendo utilizadas duas amostras de 50 g de cada variedade de linhaça (n=2), assim identificadas: sementes de linhaça na forma *in natura* (sem triturar) marrom (LM); dourada *in natura* (LD); marrom triturada (LMT) e dourada triturada (LDT). Estas amostras foram completamente envoltas por papel filtro e submetidas à extração. Como o solvente, utilizou-se 300 mL de éter etílico e o processo de extração foi

aplicado por 4 h (Farmacopéia Brasileira, 1988). Na sequência submeteu-se a parte orgânica obtida de cada amostra ao processo de partição com água em funil de separação. O posterior esgotamento da parte orgânica ocorreu por circulação de vapor a quente (≤ 40 °C) e o rendimento calculado a partir da proporção droga:óleo (p/p).

2 Identificação cromatográfica do óleo da linhaça

O método de identificação empregado foi por cromatografia de camada delgada. Nesta etapa pesou-se 10 mg de cada variedade de óleo de linhaça extraídos e aplicou-se em placa cromatográfica de gel de sílica F254. Utilizou-se padrões comerciais de ômega-3 e 6 diluídos em 1 mL de éter etílico aplicando-se 2 μ L e 5 μ L nas placas cromatográficas (em triplicata). O sistema eluente utilizado foi acetato de etila: hexano (94:6 v/v). Como revelador utilizou-se vanilina em ácido sulfúrico seguida de exposição a uma temperatura de 105°C por 5 minutos com posterior observação em UV/Vis em 360 nm (Farmacopéia..., 1988).

3 Atividade antioxidante do óleo da linhaça

3.1 Atividade antioxidante através de perfil cromatográfico

A atividade antioxidante (AA) foi realizada em placas cromatográficas, utilizou-se o método de descolorimento do β -caroteno, que consiste em revelar a placa contendo perfil cromatográfico dos óleos das amostras de linhaça e do padrão de ômega-3 e 6 com a solução de β -caroteno (β -caroteno 10% em hexano) e observação do desbotamento do revelador em 24 horas (em triplicata). Além do método utilizado acima, também utilizou-se o método do DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) consiste na aplicação de uma substância oxidante como revelador sendo capaz de descorar o radical livre. Utilizou-se como revelador solução etanólica de DPPH (1%) (Borges et al, 2011).

3.2 Atividade antioxidante através da determinação espectrofotométrica

Determinou-se a atividade antioxidante (AA) pela oxidação do β -caroteno e do ácido

linoleico. Dissolveu-se 5 mg de β -caroteno em 5 mL de clorofórmio e adicionou-se a um frasco contendo 60 mg de ácido linoleico e 200 mg de Tween 40. Evaporou-se o clorofórmio a 40°C por 5 minutos em banho-maria e logo em seguida adicionou-se lentamente 50 mL de água destilada. Dessa solução transferiu-se 1 mL para tubos de ensaio contendo 0,5 mL de óleo de todas as variedades de linhaças e diluiu-se 1/10 v/v (Park & Ikegaki, 1998). Os tubos foram colocados em banho maria a 40°C e realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 470nm nos tempos 0, 1, 2 e 3h. A atividade antioxidante dos extratos foram avaliados em termos do descolorimento do β -caroteno utilizando a equação (Alencar et al., 2004):

$$AA = \frac{\text{absorbância após 3h de reação} \times 100}{\text{absorbância inicial}}$$

Os experimentos foram realizados em triplicata. Os dados foram submetidos à análise de média e de desvio padrão, sendo trabalhadas utilizando o teste t de Student (para amostras de 2 grupos - amostras independentes) e ANOVA com Tukey e Duncan para significância estatística dos

dados foi estipulada em 5% ($< 0,05$). O teste de normalidade também foi aplicado usando o Kolmogorov-Smirnov (KS) para todos os resultados do estudo, na qual todas as variáveis apresentaram normalidade nas suas distribuições. Foi utilizado o software comercial IBM SPSS Statistics v.22.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores alterados de perda por dessecação podem provocar reações de hidrólise e contaminação microbiana, fatores esses que são influenciados pelos teores de umidade. As cinzas totais apresentam os valores de materiais fisiológicos e minerais presentes em amostras vegetais e valores elevados geralmente estão relacionados a adulterações e contaminações. Para as variedades de linhaça marrom e dourada (Tabela 1), os valores apresentados para análises de perda por dessecação e cinzas totais foram satisfatórios e demonstram semelhança com os estudos de Silva et al. (2011a), com sementes de gergelim, onde para cinzas os resultados variaram de 3,76 a 4,28% e no ensaio de perda por dessecação os resultados variaram de 3,03 a 3,24%.

Tabela 1. Percentuais do teor de cinzas e perda por dessecação dos dois tipos de semente de linhaça.

Table 1. Percentage of ash content and loss on drying of both types of flaxseed.

Variedades de linhaça	Determinação de água (%) (média \pm DP)	Cinzas totais (%) (média \pm DP)
Marrom	3,26 \pm 0,22	3,55 \pm 0,28
Dourada	2,46 \pm 0,49	3,20 \pm 0,07

Na extração de óleos, os maiores rendimentos observados foram para as sementes de linhaça marrom e dourada trituradas (LMT e LDT), os quais apresentaram valores de 38,91% e 31,71% respectivamente. Já para as sementes *in natura* o rendimento foi de apenas 1,27% para a variedade marrom (LM) e 1,24% para a variedade dourada (LD).

De acordo com Credidio (2005), o rendimento na extração de óleos das sementes poderia apresentar diferenças significativas em função da forma de cultivo, tendo em

vista que a linhaça marrom possui casca mais resistente e é cultivada em regiões de clima quente e úmido, e a linhaça dourada é cultivada em regiões frias. No entanto, neste trabalho esta expectativa de que o cultivo diferenciado influenciaria na produtividade dos óleos não se confirmou, já que a diferença de produtividade entre as sementes não trituradas foi de 38,91% e 31,71% (LM e LD, respectivamente) e entre as trituradas foi de 1,27% e 1,24% (LM e LD, respectivamente).

O perfil cromatográfico (Figura 1) dos óleos extraídos de sementes de linhaça em relação aos padrões ômega-3 e 6 foi semelhante (triplicata). É importante destacar que na literatura consultada não havia descrição de

método cromatográfico aplicado a óleo de linhaça. Estes resultados servem de ferramenta para controle de qualidade de sementes de linhaça tanto na área farmacêutica como alimentícia.

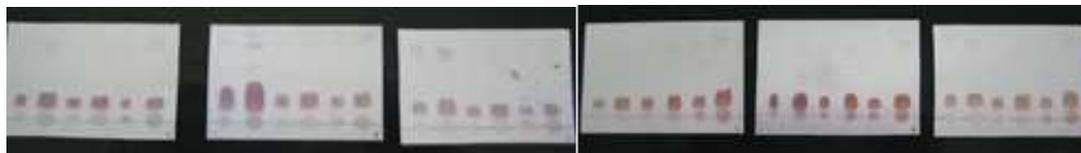


Figura 1. Perfil cromatográfico dos óleos de linhaça extraídos e dos padrões ômega-3 e 6. Imagens da esquerda tipo LM e imagens da direita LD. Quatro primeiras aplicações de cada placa ômega-3 e 6.

Figure 1. Chromatographic profile of flaxseed oil extracted and the standards omega-3 and 6. Images of the left type LM and direct LD images. Four first applications of each board omega-3 and 6.

O método de atividade antioxidante em CCD permitiu a visualização do descolorimento da placa quando utilizado o DPPH ao contrário da técnica utilizando β -caroteno apresentando-se, portanto, como uma boa

ferramenta para monitoramento ou triagem de substâncias oxidantes (Figura 2).

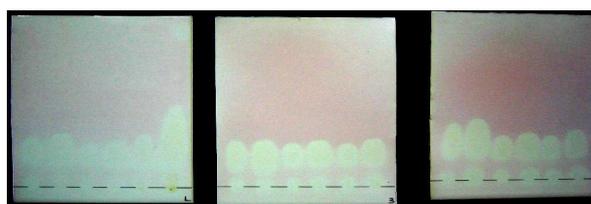


Figura 2. Perfil cromatográfico dos óleos extraídos de sementes de linhaça e o descolorimento da placa utilizando o método DPPH (em triplicata). Placa 1: LM e LD. Placa 2: ômega-3. Placa 3: ômega-6.

Figure 2. Chromatographic profile of the oils extracted from flax seeds and the board bleaching using the DPPH method (in triplicate). Plate 1: LM and LD. Plate 2: omega-3. Plate 3: omega-6.

De acordo com Almeida et al. (2006), para que os compostos fenólicos sejam considerados antioxidantes e possam exercer seu papel biológico, é necessário que, em baixa concentrações, estes sejam capazes de impedir, retardar e prevenir a auto oxidação ou oxidação mediada por radicais livres e que o produto formado após a reação seja estável. Estas características foram observadas em nosso experimento.

Abdille et al. (2005), explica que a medida da atividade antioxidante através do método de descoloração do β -caroteno é baseada na perda da cor amarela devido as reações com

radicais formados durante a oxidação do ácido linoleico em uma emulsão.

No método usado, o β -caroteno sofre uma rápida descoloração na ausência de um antioxidante devido à oxidação acoplada do β -caroteno e do ácido linoleico, os quais geram radicais livres. Estes radicais atacam as moléculas de β -caroteno altamente insaturadas. Assim, o β -caroteno é oxidado, as moléculas menores são quebradas e conseqüentemente o sistema perde o cromóforo. A descoloração amarelada do mesmo pode ser monitorada através da leitura no espectrofotômetro.

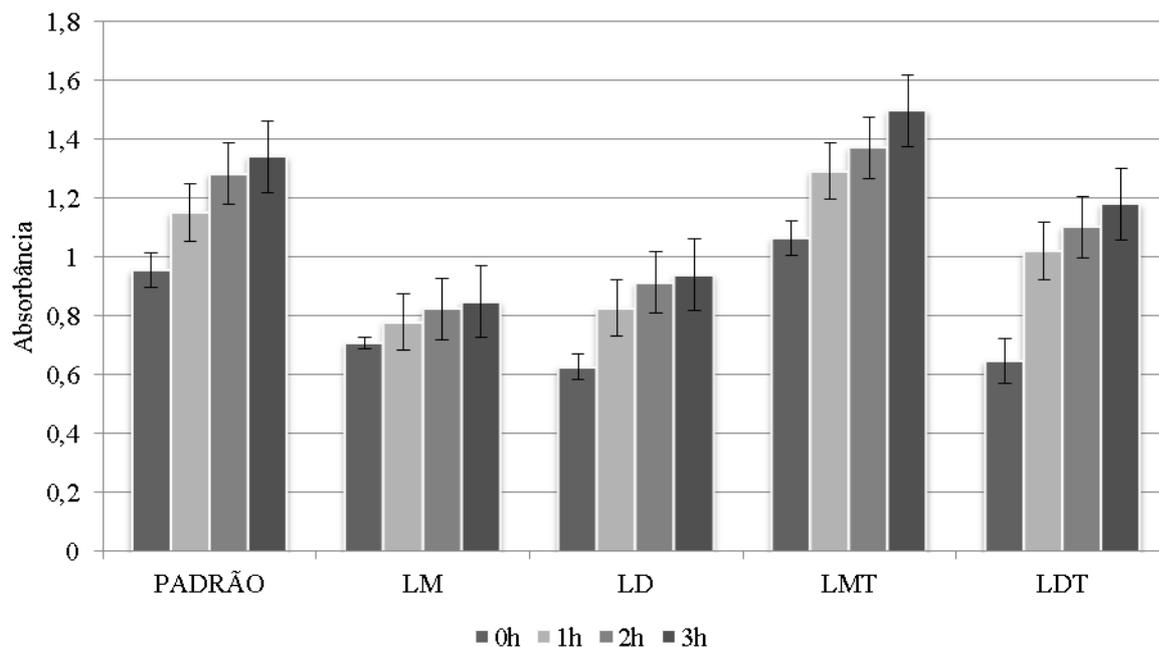


Figura 3. Absorbâncias dos óleos de linhaça do tempo 0 h até o tempo 3 h (média \pm ER).
Figure 3. Absorbance of time flaxseed oils 0 h until the time 3 h (average values \pm SE).

O método aplicado exige quantificação de valores no tempo zero e em intervalos de 60 minutos até completar 3 horas. A Figura 3 demonstra os valores da absorbância, onde há um aumento linear dos valores ao decorrer do tempo, e no quarto horário (após 3 h) pode-se constatar uma maior atividade antioxidante em todas as amostras analisadas. O resultado mais significativo foi observado para o óleo de linhaça variedade dourada triturada (LDT) com desvio padrão de 0,237 e significância de $p=0,004$, ou seja, valor maior que o padrão em 38%. A atividade antioxidante mais baixa foi observada para o óleo de linhaça variedade marrom *in natura* (LM) com desvio padrão de 0,062 e significância de $p=0,000$, valor menor que o padrão em 64%.

Todas as amostras de óleo de linhaça apresentaram atividade antioxidante maiores que 50%, podendo ser justificado pela descoloração amarela do β -caroteno por neutralizar o radical livre do ácido linoleico, quanto maior a atividade antioxidante da substância em teste, maior será a manutenção da cor característica do β -caroteno, pela menor degradação do mesmo. Ressalta-se que quanto maior for o desvio padrão referente à

última leitura, mais significativo será o teor da atividade antioxidante, indicando maior intensidade de reação e maior ação antioxidante o óleo apresenta. Portanto Após aplicação do teste “t” entre os tratamentos avaliados, o método aplicado apresentou valores significativos ($<0,05$) com adequação forte tendo em vista a correlação. As linhaças trituradas apresentaram uma melhor significância nos resultados $p=0,03$, se compararmos com as linhaças inteiras $p=0,424$, para todas as amostras em estudo, onde o efeito antioxidante dos óleos oxidou os radicais livres, mantendo a coloração das amostras monitoradas pela leitura em espectrofotometria UV/Vis. O Desvio padrão aplicado para este teste foi 0,8070 para os resultados das amostras de linhaças *in natura* e 0,6932 para os resultados das amostras das linhaças trituradas.

Cabe destacar que o óleo da linhaça dourada triturada apresentou maior percentual de atividade antioxidante, e a linhaça marrom *in natura* apresentou menor índice de atividade antioxidante, conforme apresentado na Figura 4.

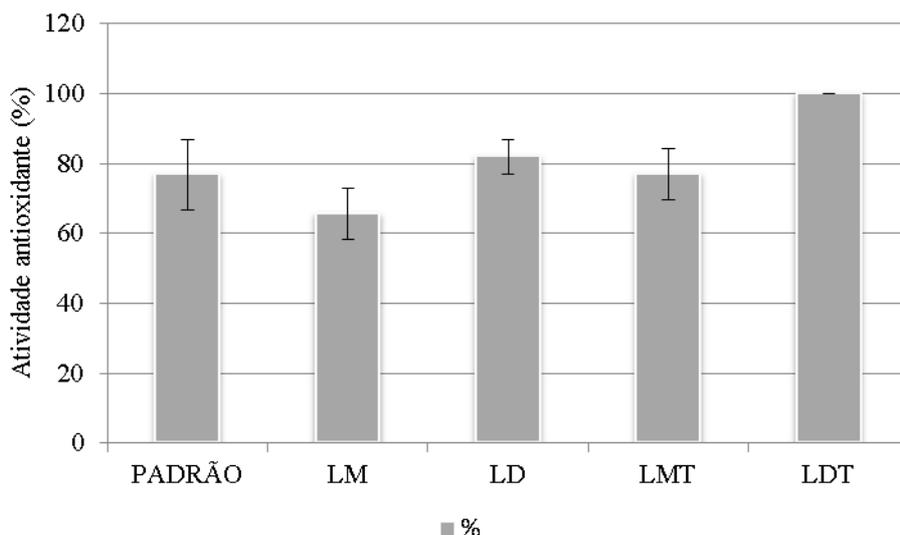


Figura 4. Atividade antioxidante das variedades de linhaça (média \pm ER).

Figure 4. Antioxidant activity of the varieties of flax (average values \pm SE).

Todas as amostras do óleo da linhaça que passaram pela extração por éter etílico apresentaram atividade antioxidante maior que 50%, similares aos de estudos realizados por Galvão et al. (2008). Após aplicação do test “t” entre os percentuais, os valores mostraram-se significativas ($<0,05$).

As amostras de linhaça LD, LDT e LM apresentaram atividade antioxidante acima do controle (82,02; 100 e 76,99 %, respectivamente das linhaças e do padrão 76,89 %, desvio padrão em relação à média de 12,54%). Estudos realizados por Silva et al. (2011b) apontam que a parte oleaginosa da linhaça é composta por 57% de omega-3 e 16% de ômega-6, o que corrobora para o sua ação antioxidante encontrada nos ensaios de descoloramento do β -caroteno por CCD e pela oxidação do β -caroteno e do ácido linoleico por espectrofotometria.

CONCLUSÃO

O método de CCD revelou a presença dos mesmos constituintes dos padrões de ômega-3 e 6 do óleo da linhaça extraído a frio em relação aos óleos extraídos pelo experimento aplicado neste estudo, evidenciando a qualidade dos mesmos. Logo, o óleo de linhaça (*Linum urtissimum* L.) com seu potencial benéfico, possui os ácidos graxos ômega-3 e 6 em proporção considerada.

Através do trabalho realizado, e tendo em vista as consequências da extração à quente do óleo de linhaça, a linhagem dourada triturada apresentou maior percentual de atividade antioxidante (100%), e a linhaça marrom *in natura* apresentou menor índice de atividade antioxidante (65,6%). São necessários trabalhos complementares que visem à aplicação do óleo de linhaça nas indústrias alimentícias, tendo em vista a comprovação nos resultados apresentados da atividade da linhaça frente aos efeitos oxidativos dos radicais livres.

AGRADECIMENTOS

A Unochapecó pela infraestrutura viabilizada na realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ABDILLE, M. D. H.; SINGH, R. P.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JENA, B. S. 2005. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, 90(1): 891-896.
- ALENCAR, E. R.; SOUZA, S. L.; MOREIRA, A. P. B.; PINHEIRO, H. M. P. 2004. Conteúdo de carotenos e provitamina A em frutas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 26(4): 453-459.

- ALMEIDA, J.; SANTOS, R.; GENOVESE, M. 2006. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema B-caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e tecnologia dos alimentos**, 26(2): 446-452.
- ARAÚJO, J. M. A. 2008. **Química dos alimentos teoria e prática**. Viçosa-MG: UFV.
- BERNARDO-GIL, M. G.; RIBEIRO, M. A.; ESQUÍVEL, M. M. 2002. Produção de extractos para a indústria alimentar: uso de fluidos supercríticos. **Indústria Alimentar: Boletim de Biotecnologia**, 73(1):14-21.
- BORGES, L. L.; LÚCIO, T. C.; GIL, E. S.; BARBOSA, E.F. 2011. Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais. **Enciclopédia Biosfera**, 7:1-20.
- COLLINS, C. H.; BRAGA G. L.; BONATO, P. S. 1997. **Introdução a métodos cromatográficos**. 7.ed. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas.
- CREDIDIO, E. 2005. Propriedades Nutricionais da Linhaça. **Associação Brasileira de Alimentos Funcionais**. Disponível em: <<http://www.sbaaf.org.br>>. Acesso em 20 jun. 2015.
- FAINTUCH, J.; SCHMIDT, V. D.; HORIE, L. M. 2006. Propriedades antiinflamatórias da farinha de linhaça em pacientes obesos. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, 21(4): 273-277.
- FARMACOPÉIA Brasileira. 1988. 4.ed. São Paulo: Atheneu.
- GALVÃO, E. L.; SILVA, D. C. F.; SILVA, J. O.; MOREIRA, A. V. B.; SOUSA, E. M. B. D. 2008. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, 28(3): 1-7.
- MOREIRA, A. V. B.; MANCINI FILHO, J. 2003. Efeito dos compostos fenólicos de especiarias sobre lípidos polinsaturados. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, 39(3):130-133.
- MORI, A.V. 2001. **Utilização do óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos de galinha**. 162f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PARK, Y. K.; IKEGAKI, M. 1998. Preparation of water and ethanolic extracts of propolis and evaluation of the preparation. **Biosci. Biotechnol. Biochem.**, 62(11):2230-2232.
- PELLIZZON, M. A.; BILLHEIMER, J. T.; BLOEDO, M. L. T. 2007. Flaxseed reduces plasma and cholesterol level in hypercholesterolemic mouse models. **J. Am Coll Nutr**, 26(1):66-75.
- SILVA, E. R.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; ARRIEL, N. H. C.; SILVA, A. C.; RIBEIRO, S. M. R. 2011a. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46(7): 736-742.
- SILVA, R. C. P.; PEREZ, M. G.; ZANINETTI, P. T.; ESCOBAR, D. S.; VARJÃO, J. P.; PEDROSO, C. K.; ISHII, P. L.; LIMEIRAS, S. M. A.; NAVARRO, S. D.; MAURO, M. O.; OLIVEIRA, R. J. 2011b. Efeitos da restrição alimentar, pelo método de meal - feeding, e da suplementação de semente de linhaça no câncer colorretal. **Terra e cultura**, 53(1).

Recebido em 21 de maio de 2015. Aceito em 17 de setembro de 2015.