



PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE ÓLEO DE SEMENTE DE ROMÃ (*PUNICA GRANATUM L.*) POR PRENSAGEM A FRIO

*Fatty acid profile of seed oils from pomegranate (*Punica granatum L.*) by cold pressing*

Jideane Menezes SANTOS^{1*}, Juliete Pedreira NOGUEIRA², Narendra NARAIN³, Patrícia Beltrão Lessa CONSTANT⁴

RESUMO: A romã (*Punica granatum L.*), pertencente à família Punicaceae, é uma fruta bastante apreciada devido ao seu valioso potencial medicinal e teor de compostos fitoquímicos. É originária da Ásia Central, mas está distribuída em todo território global. O óleo obtido da semente da romã é fonte do ácido púnico, um isômero do ácido linolênico e que possui ação benéfica à saúde humana. Diferentes métodos têm sido empregados para extração de óleos entre eles tem-se a prensagem a frio que emprega a pressão para obtenção e não utiliza solventes químicos. Esse estudo teve como objetivo avaliar, por Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas (CG/EM), o perfil de ácidos graxos, em especial o ácido púnico, oriundos de óleos, obtidos por prensagem a frio, de sementes de romã (*Punica granatum L.*) cultivadas na região Nordeste do Brasil. Foram detectados 8 ácidos graxos em dois lotes do óleo de semente de romã prensados a frio dos quais dois são ácidos graxos poli-insaturados (ácido linoléico e ácido púnico) e um ácido monoinsaturado (ácido oléico). O principal componente, o ácido púnico, apresentou uma faixa de 85,1 a 86,98%, o ácido linoléico 4,07 a 4,28% e o oléico 3,33 a 4,30% do total de ácidos graxos. O teor de ácido púnico, em comparação com outros estudos, foi promissor visto que foi empregada uma extração ecologicamente sustentável, que minimiza os impactos ao meio ambiente. Dessa forma, o óleo de semente de romã prensado a frio foi uma ótima fonte do ácido púnico.

Palavras-chave: Extração. Ácido púnico. CG/EM.

ABSTRACT: Pomegranate (*Punica granatum L.*), belonging to the Punicaceae family, is a fruit that is highly appreciated due to its valuable medicinal potential and the content of phytochemicals. It is originally from Central Asia but is distributed throughout the global territory. The oil obtained from the pomegranate seed is a source of punicic acid, an isomer of linolenic acid that has a beneficial effect on human health. Different methods have been used for oil extraction, including cold pressing that uses pressure to obtain and does not use chemical solvents. This study aimed to evaluate the fatty acid profile, especially punicic acid, by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) of oils, obtained by cold pressing, from pomegranate (*Punica granatum L.*) seeds cultivated in the Northeast region of Brazil. Eight fatty acids were detected in two batches of cold-pressed pomegranate seed oil of which two are polyunsaturated fatty acids (linoleic acid and punicic acid) and a monounsaturated acid (oleic acid). The main component, punicic acid, presented a range of 85.1 to 86.98%, linoleic acid 4.07 to 4.28%, and oleic 3.33 to 4.30% of the total fatty acids. The content of punicic acid, compared to other studies, was promising since an ecologically sustainable extraction was used, which minimizes impacts to the environment. Thus, cold-pressed pomegranate seed oil was a great source of punicic acid.

Key words: Extraction. Punicic acid. GC/MS.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE; (79) 31946514, E-mail: jideanemenezes@hotmail.com*

²Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, E-mail: juliete_nogueira@yahoo.com

³Doutor (PhD) em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, E-mail: narendra.narain@gmail.com

⁴Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, E-mail: pblconstant@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Frutas e vegetais tem sido cada vez mais estudados no que diz respeito ao teor de ácidos graxos essenciais, particularmente os poli-insaturados (n-3), em virtude do potencial destes a saúde (SASSANO et al., 2009).

Em decorrência da sua composição fitoquímica de alto interesse medicinal, a romã (*Punica granatum* L.) pertencente à família Punicaceae, é uma fruta bastante apreciada e consumida mundialmente (MUSHTAQ et al., 2015). Tem como origem a Ásia Central, porém com uma vasta distribuição em todo o território global devido a sua fácil adaptação a diversos tipos de clima (TEIXEIRA DA SILVA et al., 2013), sendo que seu cultivo é abrangente em regiões subtropicais do Oriente Médio, África, Ásia e América do Norte (AL-SADI et al., 2015).

Os atributos de físicos da romã variam de acordo com a sua origem: a massa da fruta de 161,43g a 232,70g; o comprimento de 76,60mm a 102,10mm; o diâmetro de 71,63mm a 77,82mm; a espessura da casca de 3,02mm a 4,04mm; os rendimentos da casca, da semente e do suco de 37,77% a 48,23%, 11,69% a 14,93%, 36,84% a 49,81% respectivamente (ATAÍDE et al., 2018).

Schubert et al. (1999) verificou que dos ácidos graxos que compõe o óleo da semente de romã estão incluídos os ácidos oléico, linoléico, palmítico, púnico e esteárico.

Os ácidos linolênicos conjugados (ALnC), que é um termo coletivo para os isômeros posicionais e geométricos dos ácidos octadecatrienóicos não ocorrem, em quantidade significativa, em matrizes lipídicas de origem animal (CAO et al., 2006). Dentre esses ácidos, inclui-se o ácido púnico, ácido graxo poli-insaturados que apresentam três ligações duplas conjugadas nas posições 9 cis, 11 trans e 13 cis e exibe uma vasta bioatividade, incluindo propriedades anticancerígena, antidiabética, antiobesidade, antioxidante e anti-inflamatória (HOLIC et al., 2018).

A ação benéfica desse ácido graxo foi verificada por Tanaka et al. (2011) em seu estudo sobre a capacidade quimiopreventiva do câncer de ácidos linolênicos conjugados; Anusree et al. (2014) relatou o potencial nutracêutico do ácido púnico relevante para o diabetes via expressão aumentada de GLUT4 e secreção de adiponectina e Ferreira et al. (2016) sugere o uso potencial de nanoemulsões de óleo de semente de romã no tratamento de glioma maligno.

Diferentes métodos têm sido empregados para extração de óleos, incluindo a agitação normal, de Soxhlet, a irradiação de micro-ondas, a irradiação de ultrassom (utilizando n-hexano e benzeno de petróleo), e fluido supercrítico (CO₂) (ABBASI et al., 2008), extração por hexano superaquecido, Soxhlet e prensagem a frio (EIKANI et al., 2012) e extração enzimática aquosa assistida por ultrassom (GOULA et al., 2018).

A prensagem a frio é um tipo de extração que emprega a pressão para obtenção de óleo de diversas fontes. Trata-se de um método mecânico e tem como principal vantagem a não utilização de solventes orgânicos, dessa forma não traz impactos ao meio ambiente (KHODDAMI et al., 2014).

Em virtude do número reduzido de estudos sobre a caracterização de óleo de sementes de romã cultivadas no Nordeste brasileiro, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, por Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas

(CG/EM), o perfil de ácidos graxos, em especial o ácido púnico, oriundos de óleos de semente de romã (*Punica granatum* L.) obtidos por prensagem a frio.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais e preparação da amostra

As romãs foram adquiridas no Mercado Municipal da cidade de Aracaju/SE, foram encaminhadas para o Laboratório de Flavor e Análises Cromatográficas, na Universidade Federal de Sergipe, onde foram processadas.

As frutas foram higienizadas, cortadas com faca e retirada manualmente as sementes contendo o aril. Posteriormente, foi separado o aril (em forma de suco) das sementes por meio da fricção em peneira plástica. As sementes foram devidamente acondicionadas em embalagem de polipropileno de 400 mL e estocadas em freezer à temperatura de -18°C. Posteriormente, as sementes de romã foram secas em estufa de secagem com circulação de ar (modelo SL-100/42, Solab, Brasil) a 40°C até atingir umidade aproximada de 10%, conforme descrito por Leão et al. (2014). As sementes desidratadas foram moídas em liquidificador (modelo RI2137, Philips Walita, Brasil) e armazenadas à temperatura ambiente (25,0±2,0°C) em embalagens de polipropileno até a realização das extrações do óleo.

Figura 1. Romã (*Punica granatum* L.): fruta integra (a), sementes com aril (b) e desidratadas e moídas (c).



Extração por prensagem a frio

As sementes de romã desidratadas e moídas foram submetidas à prensagem a frio em prensa hidráulica (modelo 60T, SIWA, Brasil) sob 50 toneladas por 2 horas. Os óleos obtidos foram armazenados em frascos de vidro âmbar a -18 °C até a realização das análises.

Perfil de ácidos graxos do óleo de sementes de romã por CG/EM

Para a análise de composição de ácidos graxos, a esterificação dos óleos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram preparados em duas etapas: saponificação dos óleos com hidróxido de potássio KOH 0,5 M; e esterificação dos óleos com solução esterificante (120 mL de metanol, 4 g de cloreto de amônio e 6 mL de ácido sulfúrico). Foi utilizado o sistema CG/EM (GC System 7890A/GC/MS Triple Quad 7000, Agilent, EUA) com coluna capilar de alta polaridade VF-23ms (60m x 0,25 mm, 0,25 µm; JW Scientific, Folsom, EUA) instalada. O volume de 0,5 µL da amostra em n-hexano foi injetado com divisão de fluxo de 100:1. O hélio (99,999%) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 1 mL min⁻¹. Inicialmente, a temperatura do forno foi de 100°C, aumentando à taxa de 2,5 °C min⁻¹ até 240°C, mantida por 20 minutos. As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas a 250 °C e 255 °C, respectivamente. O espectrômetro de massas operou com ionização por impacto eletrônico de 70 eV em modo scan e intervalo de m/z (razão massa carga) entre 35 e 550.

Os ácidos graxos individuais foram identificados por comparação com os espectros de massas da biblioteca de espectros de massas NIST Mass Spectral Search Program Version 2.0g (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, EUA, 2011) e pelos índices de retenção (IR) de cada composto na amostra calculados a partir dos tempos de retenção dos alcanos da mistura padrão de n-alcanos (C7 a C30, Sigma-Aldrich St. Louis, EUA) injetada nas mesmas condições das amostras. Além disso, uma mistura padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos (C8 a C20,

Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA) também foi utilizada para a identificação.

Análise estatística

Os dados experimentais da composição de ácidos graxos de óleo de semente de romã foram analisados e expressos em média ± desvio padrão, usando o software SAS® University Edition (Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, EUA). Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada para determinar diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras quanto aos ácidos graxos individuais, e o Teste de Tukey foi utilizado para detectar diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1 para o perfil de ácidos graxos de óleo de romã extraídos por prensagem a frio foram detectados 8 ácidos graxos dos quais dois são ácidos graxos poli-insaturados (ácido linoléico e ácido púnico) e um ácido monoinsaturado (ácido oléico), esses ácidos insaturados totalizam $93,68 \pm 0,28\%$ da área total do cromatograma e $94,38 \pm 0,30\%$ da área total do cromatograma para os lotes 1 e 2 respectivamente. Estudos apontam para a prevenção de doenças cardiovasculares (DCV) associada ao consumo de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) mais especificamente o ômega-3 (FLEMING; KRIS-ETHERTON, 2014; JACA; HARBRON, 2020; KROMHOUT; DE GOEDE, 2014).

O perfil de ácidos graxos do óleo de romã foi analisado usando o sistema CG/EM. Diferenças significativas no conteúdo de ácidos graxos insaturados foram encontradas entre os lotes 1 e 2 a 5% de significância.

Tabela 1 – Perfil de ácidos graxos em óleo de semente de romã extraído por prensagem a frio.

Ácidos graxos	Prensagem a frio	
	Lote 1	Lote 2
Ácido caprílico C8:0	nd	nd
Ácido cáprico C10:0	nd	nd
Ácido láurico C12:0	$0,06 \pm 0,01^a$	$0,05 \pm 0,01^b$
Ácido mirístico C14:0	$0,04 \pm 0,00^a$	$0,03 \pm 0,01^b$
Ácido miristoleico C14:1	nd	nd
Ácido pentadecanoico C15:0	nd	nd
Ácido 10-pentadecanoico C15:1	nd	nd
Ácido palmítico C16:0	$3,29 \pm 0,26^a$	$2,81 \pm 0,32^a$
Ácido palmitoleico C16:1	nd	nd
Ácido margárico C17:0	nd	nd
Ácido esteárico C18:0	$1,81 \pm 0,02^a$	$1,60 \pm 0,09^a$
Ácido oléico (w9) C18:1c	$4,30 \pm 0,18^a$	$3,33 \pm 0,14^b$

Cont. Tabela 1 – Perfil de ácidos graxos em óleo de semente de romã extraído por prensagem a frio.

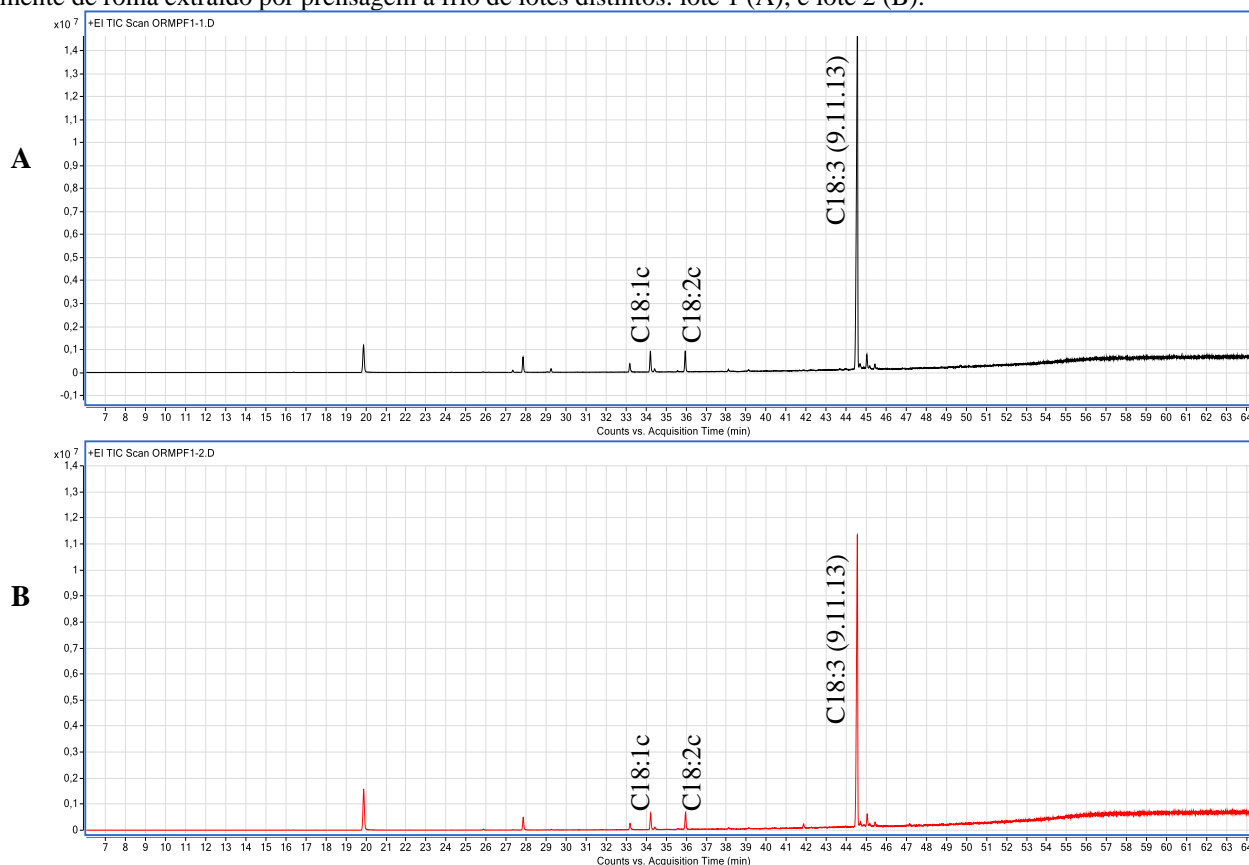
Ácidos graxos	Prensagem a frio	
	Lote 1	Lote 2
NI	$0,55 \pm 0,04^a$	$0,56 \pm 0,01^a$
NI	$0,22 \pm 0,03^a$	$0,20 \pm 0,01^a$
Ácido linoléico (w6) C18:2c	$4,28 \pm 0,09^a$	$4,07 \pm 0,25^a$
Ácido araquídico C20:0	$0,35 \pm 0,00^a$	$0,38 \pm 0,10^a$
Ácido púnico C18:3 (9.11.13)	$85,10 \pm 0,54^b$	$86,98 \pm 0,68^a$
NI	$2,74 \pm 0,24^a$	$2,60 \pm 0,47^a$
NI	$0,87 \pm 0,09^a$	$0,68 \pm 0,14^a$

Saturados	5,56 ± 0,29 ^a	4,86 ± 0,33 ^b
Monoinsaturados	4,30 ± 0,18 ^a	3,33 ± 0,14 ^b
Poli-insaturados	89,38 ± 0,45 ^b	91,05 ± 0,44 ^a
Total insaturados	93,68 ± 0,28 ^b	94,38 ± 0,30 ^a

Resultados foram expressos em Média (% de área total do cromatograma) ± desvio padrão (n=2). NI: não identificado; nd: não detectado. Médias com mesmas letras nas linhas não diferiram significativamente (p > 0,05).

A Figura 2 representa os cromatogramas para os ésteres observar os picos dos insaturados, ácido oléico (C18:1c), metílicos de ácidos graxos dos óleos de semente de romã linoléico (C18:2c) e púnico (C18:3), presentes nos lotes 1 e extraídos por prensagem a frio nos quais foram possíveis 2.

Figura 2. Cromatograma de íons totais (*Total Ion Chromatogram* TIC) para os ésteres metílicos de ácidos graxos de óleo de semente de romã extraído por prensagem a frio de lotes distintos: lote 1 (A); e lote 2 (B).



A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para os teores de ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico e púnico) em comparação com alguns autores da literatura.

Tabela 2 – Resultados dos teores de ácidos graxos insaturados presentes em óleo de semente de romã (%).

	Ácido oléico (C18:1)	Ácido linoléico (C18:2)	Ácido Púnico (C18:3)
Teores	3,33 - 4,30	4,07- 4,28	85,1- 86,98
Eikani et al. (2012)	10,50	8,95	69,79
Khoddami et al. (2014)	7,12-8,04	6,63-8,68	75,23-78,23
Costa et al. (2019)	3,16 - 4,00	3,27 - 4,67	55,24-62,69
Silva et al. (2019)	4,15	3,84	75,90

O principal componente presente nos óleos, o ácido púnico, um ácido linolênico conjugado (ALnC), conhecido

por possuir atividade biológica, representou mais de 85% do total de ácidos graxos em ambos os lotes. Esse valor foi consideravelmente maior do que os valores obtidos em estudos realizados anteriormente para óleos de sementes de romã extraídos por prensagem a frio. Eikani et al. (2012) obtiveram um teor de 69,79% de ácido púnico em seu estudo avaliativo dos efeitos de algumas condições operacionais na eficiência da extração por hexano superaquecido, Soxhlet e prensagem a frio com romãs adquiridas na Província de Fars no Irã; Khoddami et al. (2014) obtiveram teores de 75,23 a 78,23% de ácido púnico comparando óleos de semente de romã de uma variedade do Irã com óleos comerciais do próprio Irã e da Turquia; Costa et al. (2019) verificaram uma faixa de 55,24 a 62,69% em sua investigação da composição química de três óleos comerciais da Turquia e Israel com ênfase na bioatividade e qualidade. Por sua vez, Silva et al. (2019) obtiveram um teor de 75,90% de ácido púnico para o óleo extraído por prensagem a frio de sementes de romãs produzidas no Estado de Pernambuco no Brasil em seu trabalho sobre a influência das técnicas de extração (prensagem a frio, com álcool e CO₂ supercrítico) na

composição química, capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa dos óleos obtidos.

Os teores dos ácidos oléico (3,33 - 4,30%) e linoléico (4,07 - 4,28%) foram inferiores aos encontrados por Eikani et al. (2012) e Khoddami et al. (2014) e relativamente similares aos obtidos por Costa et al. (2019) e Silva et al. (2019) como pode ser observado na Tabela 2.

Conforme Khoddami et al. (2014), a variação quantitativa da composição de ácidos graxos dos óleos de semente de romã podem decorrer: da origem dos frutos de romã, os quais distinguem quanto a fatores como o genótipo, a localização, a época de colheita, as condições climáticas; mas também dos processos de pré-tratamento e do método de extração.

CONCLUSÕES

O ácido púnico foi o ácido graxo predominante em ambos os lotes de óleo de semente de romã extraídos por prensagem a frio, esse resultado já era esperado de acordo com estudos anteriores a cerca do perfil de ácidos graxos dessa matriz lipídica. Contudo, no presente trabalho, representou mais de 85% do total de ácidos graxos o que foi bastante promissor em comparação com outros valores encontrados na literatura. Esse elevado teor pode ser decorrente da matéria prima utilizada o que pode evidenciar que óleo de semente de romã cultivada no nordeste brasileiro apresenta uma peculiaridade em relação ao referido ácido; além disso, outro fator positivo foi a utilização de uma extração ecologicamente sustentável na qual não empregou nenhum tipo de solvente químico. Dessa forma minimizou-se os impactos causados ao meio ambiente em relação às técnicas convencionais de obtenção de óleos, em especial aquelas que utilizam solventes orgânicos.

O óleo de semente de romã extraído por prensagem a frio foi sem dúvidas uma rica fonte de ácido púnico, um ácido linolênico conjugado potencialmente bioativo. Em virtude da presença dessa molécula, devem ser aprofundados os estudos para o uso terapêutico em seres humanos com a finalidade de proporcionar benefícios à saúde.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABBASI, H.; REZAEI, K.; EMAMDJOMEH, Z.; MOUSAVI, S. M. E. Effect of various extraction conditions on the phenolic contents of pomegranate seed oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, v. 110 (5), pp. 435-440, 2008.

AL-SADI, A. M.; AL-FAHDI, A. R.; AL-YAHYAI, R. A.; AL-GHAITHI, A. G.; AL-SAID, F. A.; SOLEIMAN, M. J. Genetic analysis suggests a shared origin of *Punica granatum* cultivars in Oman with cultivars from the center of origin, Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 62 (6), pp. 815-821, 2015.

ANUSREE, S. S.; PRIYANKA, A.; NISHA, V. M.; DAS, A. A.; RAGHU, K. G. An *in vitro* study reveals the

nutraceutical potential of punicic acid relevant to diabetes via enhanced GLUT4 expression and adiponectin secretion. *Food & Function*, v. 5 (10), pp. 2590-2601, 2014.

ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. S.; BASTOS, D. C.; SOUZA, J. M. A. Qualidade pós-colheita de romã comercializada no semiárido pernambucano. *Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.5, n.9, p. 429, 2018.

CAO, Y.; GAO, H. L.; CHEN, J. N.; CHEN, Z. Y.; YANG, L. Identification and characterization of conjugated linolenic acid isomers by Ag⁺-HPLC and NMR. *J. Agric. Food Chem.*, v. 54, pp. 9004-9009, 2006.

COSTA, A. M. M.; SILVA, L. O.; TORRES, A. G. Chemical composition of commercial cold-pressed pomegranate (*Punica granatum*) seed oil from Turkey and Israel, and the use of bioactive compounds for samples' origin preliminary discrimination. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 75, pp. 8-16, 2019.

EIKANI, M. H.; GOLMOHAMMADA, F.; HOMAMI, S. S. Extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using superheated hexane. *Food and Bioproducts Processing*, v. 90 (1), pp. 32-36, 2012.

FERREIRA, L. M.; GEHRCKE, M.; CERVI, V. F.; BITENCOURT, P. E. R.; FERREIRA DA SILVEIRA, E.; AZAMBUJA, J. H.; RAMOS, A. P.; NASCIMENTO, K.; MORETTO, M. B.; BRAGANHOL, E.; SAGRILLO, M. R.; CRUZ, L. Pomegranate seed oil nanoemulsions with selective antiangiogenic activity: optimization and evaluation of cytotoxicity, genotoxicity and oxidative effects on mononuclear cells. *Journal Pharmaceutical Biology*, v. 54 (12), pp. 2968-2977, 2016.

FLEMING, J. A.; KRIS-ETHERTON, P. M. The evidence for α -linolenic acid and cardiovascular disease benefits: comparisons with eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid 1,2. *Adv. Nutr.*, v. 5 (6), pp. 863-876, 2014.

GOULA, A. M.; PAPTAEODOROU, A.; KARASAVVA, S.; KADERIDES, K. Ultrasound-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pomegranate seeds. *Waste and Biomass Valorization*, v. 9 (1), pp. 1-11, 2018.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters. *Laboratory Practice*, v. 22 (6), pp. 475-494, 1973.

HOLIC, R.; XU, Y.; CALDO, K. M. P.; SINGER, S. D.; FIELD, C. J.; WESELAKE, R. J.; CHEN, G. Bioactivity and biotechnological production of punicic acid. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 102 (8), p. 3537, 2018.

JACA, A.; HARBRON, J. Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *SAMJ South African Medical Journal*, v. 110 (12), p. 1158 (2), 2020.

KHODDAMI, A.; MAN, Y. B. C.; ROBERTS, T. H. Physico-chemical properties and fatty acid profile of seed oils from pomegranate (*Punica granatum* L.) extracted by cold

- pressing. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 116 (5), 553-562, 2014.
- KROMHOUT, D.; DE GOEDE, J. Update on cardiometabolic health effects of [omega]-3 fatty acids. *Current Opinion in Lipidology*, v. 25 (1), pp. 85-90, 2014.
- LEÃO, K. M. M.; SAMPAIO, K. L.; PAGANI, A. A. C.; DA SILVA, M. A. A. P. Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressed oil from industrial passion fruit residues. *Industrial Crops and Products*, v. 58, pp. 280-286, 2014.
- MUSHTAG, M.; SULTANA, B.; ANWAR, F.; ADNAN, A.; RIZVI, S. Enzyme-assisted supercritical fluid extraction of phenolic antioxidants from pomegranate peel. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 104, pp. 122-131, 2015.
- SASSANO, G.; SANDERSON, P.; FRANX, J.; GROOT, P.; STRAALLEN, J.; BASSAGANYA-RIERA, J. Analysis of pomegranate seed oil for the presence of jacaric acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 89 (6), pp. 1046-1052, 2009.
- SCHUBERT, S. Y.; LANSKY, E. P.; NEEMAN, I. Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. *J. Ethnopharmacol.*, v. 66 (1), pp.11-17, 1999.
- SILVA, L. O.; RANQUINE, L. G.; MONTEIRO, M.; TORRESA, A. G. Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil enriched with conjugated linolenic acid (cLnA), phenolic compounds and tocopherols: Improved extraction of a specialty oil by supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 147, pp. 126-137, 2019.
- TANAKA, T.; HOSOKAWA, M.; YASUI, Y.; ISHIGAMORI, R.; MIYASHITA, K. Cancer chemopreventive ability of conjugated linolenic acids. *Int. J. Mol. Sci.*, v. 12 (11), pp. 7495-7509, 2011.
- TEIXEIRA DA SILVA, J. A.; RANA, T. S.; NARZÁRIO, D.; VERMA, N.; TARACH E MESHARAM, D.; RANADE, S. A. Pomegranate biology and biotechnology: A review. *Scientia Horticulturae*, v. 160 (27), pp. 85 -107, 2013.