

Propriedades físicas de óleos essenciais: Uma ferramenta experimental no ensino de Química

Physical properties of essential oils: An experimental tool in Chemistry teaching

Propiedades físicas de los aceites esenciales: Una herramienta experimental en la enseñanza de la Química

Recebido: 29/09/2020 | Revisado: 04/10/2020 | Aceito: 06/10/2020 | Publicado: 08/10/2020

Débora Odília Duarte Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3557-8366>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: biodeboraleite@yahoo.com.br

Lucas Ribeiro Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1688-5320>

Centro Universitário Dr. Leão Sampaio, Brasil

E-mail: ribeirocosta1996@gmail.com

Cristiane Marinho Uchôa Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4543-7690>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: cristiane.marinho@ufca.edu.br

Antonio Yony Felipe Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8448-2371>

Centro Universitário de Saúde do ABC, Brasil

E-mail: yonyrodrigues@hotmail.com

José Galberto Martins da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4268-663X>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: galberto.martins@gmail.com

Resumo

As atividades experimentais representam recurso indiscutível no processo ensino – aprendizagem. Para alunos de graduação essas práticas se tornam mais eficientes quando tratadas de forma contextualizada. Métodos físicos de análises são alternativas simples, de baixo custo e rápidas na verificação da autenticidade de óleos essenciais com alto valor

comercial, além de oferecer didática experimental que facilita o aprendizado de discentes dos cursos de química e áreas afins. Entre os parâmetros físicos destacam-se densidade, índice de refração e rotação óptica, que regulamentam a comercialização de fitoterápicos no Brasil. O presente estudo tem como objetivo fornecer alternativas de atividade experimental no ensino de química voltado para aplicação prática relacionada a regulamentação na comercialização de óleo essencial com alto valor agregado e produção científica na área. Os óleos essenciais foram obtidos por hidrodestilação. A densidade, o índice de refração e a rotação específica foram medidos em aparelhos específicos. O óleo essencial de candeieiro obteve maior rotação específica ($-58,75^\circ$ à $-59,25^\circ$). O índice de refração foi maior para o pau-de-óleo ($1,501560 \pm 0,000000$ nD). A densidade foi superior para o óleo essencial da marangaba vermelha ($0,98 \pm 0,015$ g/mL). Alterações na composição química de óleos essenciais apresentam mudanças significativas nas suas propriedades físicas, estas podem ser facilmente identificadas com a ajuda de aparelhos de fácil acesso e manuseio, garantindo eficiência das suas propriedades biológicas. Os estudantes, podem desenvolver habilidades profissionais para identificação dessas características, possibilidade esta, que representa motivação no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino; Ensino de química; Óleo essencial; Densidade; Índice de refração; Rotação óptica.

Abstract

Experimental activities represent an indisputable resource in the teaching - learning process. For undergraduate students these practices become more efficient when treated in a contextualized manner. Physical methods of analysis are simple, low cost and fast alternatives in verifying the authenticity of essential oils with high commercial value, besides offering experimental didactics that facilitate the learning of students in chemistry and related areas. Among the physical parameters are density, refractive index and optical rotation, which regulate the commercialization of herbal medicines in Brazil. This study aims to provide alternatives of experimental activity in the teaching of chemistry aimed at practical application related to regulation in the marketing of essential oil with high added value and scientific production in the area. The essential oils were obtained by hydrodistillation. Density, refractive index and specific rotation were measured in specific devices. The lamp essential oil obtained higher specific rotation (-58.75° to -59.25°). The refraction index was higher for the oil stick (1.501560 ± 0.000000 nD). The density was higher for the red marangaba essential oil (0.98 ± 0.015 g/mL). Changes in the chemical composition of essential

oils present significant changes in their physical properties, these can be easily identified with the help of easily accessible and handling devices, ensuring efficiency of their biological properties. The students can develop professional skills to identify these characteristics, a possibility that represents motivation in the teaching-learning process.

Keywords: Teaching; Teaching of chemistry; Essential oil; Density; Refractive index; Optical rotation.

Resumen

Las actividades experimentales representan un recurso indiscutible en el proceso de enseñanza - aprendizaje. En el caso de los estudiantes universitarios, estas prácticas se vuelven más eficientes cuando se tratan de manera contextualizada. Los métodos físicos de análisis son alternativas sencillas, de bajo costo y rápidas para verificar la autenticidad de los aceites esenciales de alto valor comercial, y ofrecen una didáctica experimental que facilita el aprendizaje de los estudiantes de química y otras esferas conexas. Entre los parámetros físicos se encuentran la densidad, el índice de refracción y la rotación óptica, que regulan la comercialización de las medicinas a base de hierbas en el Brasil. Este estudio tiene por objeto proporcionar alternativas de actividad experimental en la enseñanza de la química dirigidas a la aplicación práctica relacionada con la regulación en la comercialización de aceites esenciales de alto valor añadido y la producción científica en el área. Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación. La densidad, el índice de refracción y la rotación específica se midieron en dispositivos específicos. El aceite esencial de la lámpara obtuvo una rotación específica más alta ($-58,75^\circ$ a $-59,25^\circ$). El índice de refracción fue mayor para la barra de aceite (1.501560 ± 0.000000 nD). La densidad fue mayor para el aceite esencial de marangaba roja ($0,98 \pm 0,015$ g/mL). Los cambios en la composición química de los aceites esenciales muestran cambios significativos en sus propiedades físicas, que pueden identificarse fácilmente con la ayuda de dispositivos de fácil acceso y manipulación, lo que garantiza la eficacia de sus propiedades biológicas. Los estudiantes pueden desarrollar habilidades profesionales para identificar estas características, una posibilidad que representa la motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Enseñanza; Enseñanza de la química; Aceite esencial; Densidad; Índice de refracción; Rotación óptica.

1. Introdução

A atividade experimental no ensino de ciências é recurso didático indispensável, porém bastante questionado em se tratando de cumprimento dos objetivos pretendidos (Lôbo, 2012). Muitas vezes as aulas experimentais destinam-se a aprendizagem de conceitos e adequada manipulação dos equipamentos sem levar em consideração a contextualização da prática no cotidiano social. Essa contextualização se torna mais eficiente para a aprendizagem de discentes de cursos superiores, pois esse tipo de prática possibilita a visualização de aplicação na carreira profissional e inserção no mercado de trabalho, contribuindo para melhor qualidade de vida da população em geral, o que representa uma motivação para a aprendizagem dos conteúdos (Rodrigues & Oliveira, 2009).

A utilização de extratos naturais é vista como grande atrativo comercial. Óleos essenciais são extratos voláteis constituídos de misturas de compostos orgânicos que influenciam o aroma, o sabor e a fragrância das plantas. Apresentam aplicações na saúde, agricultura, na indústria de cosmético e na área alimentícia, devido suas propriedades medicinais e olfativas, portanto, representam importante produto no campo industrial. A extração de óleo essencial nem sempre resulta em bons rendimentos sendo necessária grande quantidade de material vegetal para obtenção de um volume considerável. Nesse contexto, esse recurso natural estar suscetível a adulterações, principalmente pela adição de produtos sintéticos mais baratos (Cuchet, et al., 2019; Moghaddam & Mehdizadeh, 2017).

O mercado mundial de óleo essencial gira em torno de U\$\$ 15 milhões/ ano, sendo os EUA o principal consumidor e o Brasil está entre os principais fornecedores, porém perde na qualidade por falta de investimento (Bizzo, et al., 2009). Diante do alto valor econômico encontrado para óleos essenciais, sendo cada vez mais difundido como alternativas farmacêuticas e alimentícias em substituição a produtos sintéticos, é importante garantir boa qualidade em termos de composição química para manter suas propriedades terapêuticas (Bakkali, et al., 2008). Semelhanças taxônomicas, físico-química e sensoriais são usadas para falsificar produtos originais, adulterações grosseiras também são práticas comuns principalmente em mercados locais (Kharbach, et al., 2020).

Métodos físicos de análises são alternativas simples, de baixo custo e rápidas na verificação da autenticidade de óleos essenciais com alto valor comercial. Entre os métodos, a densidade, o índice de refração e a potência de rotação óptica são parâmetros aceitáveis por órgãos regulamentadores, por exemplo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, Brasil. Os óleos essenciais apresentam alto índice de refração, rotação óptica ideal, pois

resultam de muitos compostos assimétricos e densidade relativa mais baixa que a água, com exceções (Moghaddam & Mehdizadeh, 2017). A densidade diz respeito a razão entre a massa volumétrica do óleo essencial e a massa volumétrica de um composto de referência. O índice de refração corresponde a razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração obtidos através da passagem do raio luminoso de comprimento de onda conhecido pelo óleo essencial, a uma temperatura constante. A rotação óptica é o ângulo de rotação do plano de polarização da radiação de comprimento de onda conhecido, passada por uma espessura de 1dm de óleo essencial a uma temperatura constante (Do, et al., 2015). Porém, são poucos os estudos com óleos essenciais que apresentam além da composição química, suas propriedades físicas, o que dificulta a utilização desses métodos como forma de fiscalização.

A determinação desses métodos de análises pode auxiliar na ilustração de conceitos no ensino de físico-química, representando ferramenta complementar na aprendizagem dessa disciplina em cursos de nível superior como Química, Farmácia e Engenharia de Alimentos, além de promover a divulgação científica, já que são poucos os artigos científicos que trazem essas propriedades de óleos essenciais tão necessárias à sua autenticidade. Com isso, o objetivo do presente estudo é utilizar técnicas de métodos físicos de análises para contribuir na formação de profissionais qualificados para o mercado de trabalho e fornecer informações sobre propriedades químicas e físicas de óleos essenciais utilizados em pesquisas científicas.

2. Metodologia

2.1 Amostra vegetal

Os óleos essenciais utilizados pertencem ao acervo do Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais da Universidade Regional do Cariri. Os óleos foram extraídos das folhas de *Psidium myrsinites*, da polpa de *Caryocar brasiliense*, do cerne de *Vanillosmopsis arborea*, das folhas de espécies do gênero *Psidium* e da resina de *Copaifera langsdorffii*. Foram obtidos por hidrodestilação, utilizando aparelho tipo Clevenger, por período de duas horas, seguido da adição de sulfato de sódio anidro para remoção de água.

2.2 Rotação Específica

A rotação óptica foi medida em polarímetro digital automático QUIMIS modelo 760M2. A leitura foi realizada em sextuplicata utilizando camada de 1 dm de espessura,

temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e comprimento de onda da raia D. A rotação específica foi calculada de acordo com a equação:

$$|\alpha|_D^{20} = \alpha / Lc$$

Onde, α corresponde a rotação óptica obtida, L o comprimento do tubo em dm e c a concentração da substância em g.mL^{-1} .

2.3 Índice de Refração

O valor de Brix (%) foi obtido em refratômetro digital AKSO modelo MA871 com fonte de luz LED amarela, célula de amostragem anel SS e prisma de cristal de rocha, temperatura de operação entre 10 e 40°C . Os valores foram transformados em índice de refração e expressos como médias \pm D.P. ($n=3$).

2.4 Densidade

O volume foi obtido utilizando micropipetas e a massa em uma balança analítica Shimadzu modelo AUW220D, devidamente calibrados. A densidade foi calculada como o resultado da razão entre a massa volumétrica do óleo essencial e massa volumétrica da água bidestilada. Os valores foram expressos como médias \pm D.P. ($n=3$).

3. Resultados e Discussão

As propriedades físicas, rotação óptica específica, índice de refração e densidade dos óleos essenciais das espécies mencionadas estão apresentadas na Tabela 1. O óleo essencial do candeeiro forneceu maior rotação específica ($-58,75^{\circ}$ à $-59,25^{\circ}$). A polarimetria é um método prático e importante para identificação, caracterização e determinação da pureza de um produto e pode variar de acordo com a temperatura, quantidade de moléculas e solvente utilizado, portanto, etanol foi usado para análises dos óleos de marangaba amarela e marangaba vermelha, para as demais espécies foi utilizado clorofórmio. O índice de refração foi maior para o pau-de-óleo ($1,501560 \pm 0,000000$), esse parâmetro é uma característica constante em determinado comprimento de onda, temperatura e pressão sendo útil para identificar substâncias e também a presença de impurezas. A densidade foi superior para marangaba vermelha ($0,98 \pm 0,015$).

Tabela 1. Propriedades físicas de óleos essenciais de plantas do Cariri Cearense.

Nome científico	Nome popular	Rotação específica	Índice de refração (nD)	Densidade (g/mL)
<i>Psidium myrsinites</i>	Marangaba Amarela	-10,75° à -3,75°	1,46651467 ± 0,000141	0,95 ±0,005774
<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi	+2,125° à +6,125°	1,465456 ± 0,000000	0,95 ±0,03
<i>Vanillosmopsis arborea</i>	Candeeiro	-58,75° à -59,25°	1,49367367 ± 0,001598	0,93 ±0,02
<i>Psidium sobralianum</i>	Araçá de veado	+6° à +7,25°	1,491842 ± 0,000659	0,86 ±0,1
<i>Psidium salutare</i>	Marangaba Vermelha	-8,125° à -8,75°	1,46896933 ± 0,000376	0,98 ±0,015
<i>Psidium sp.</i>	Araçá preto	-6,5° à -4,375°	1,48914433 ± 0,000261	0,92 ±0,02
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Pau d'óleo	+4,75° à +5,5°	1,501560 ± 0,000000	0,87 ±0,06

Fonte: Os autores (2020).

O gênero *Psidium* é amplamente estudado. Espécies desse gênero apresentam potencial antioxidante, antimicrobiano, antiproliferativo, anti-inflamatória e anti-edematogênico (Mahomoodally, et al., 2019; Weli, et al., 2019; Nascimento, et al., 2018). Em relação a marangaba amarela (*P. myrsinites*) esse é o primeiro estudo com relatos dessas propriedades físicas para o óleo essencial de suas folhas. Essa espécie apresenta potencial antioxidante com IC₅₀ 7.52 mg mL⁻¹ (Leite, et al., 2016) e existem relatos etnofarmacológicos

sobre a utilização dessa espécie para dores de estômago, diarreia (Ribeiro et al., 2014), e cicatrização do umbigo de recém-nascidos (Yazbek, et al., 2016).

Muitos estudos têm sido realizados com o óleo de pequi (*C. brasiliense*) a fim de elucidar suas propriedades biológicas. Entre as atividades estudadas o potencial anti-inflamatório desse óleo foi avaliado em humanos, e os resultados sugerem atuação na redução da pressão arterial (Vilela, et al., 2009). Também em humanos foram realizados testes antioxidantes para redução de danos ao DNA, e os resultados apresentados indicam que o potencial antioxidante suplementado sofre influência de fatores genéticos, do sexo e da idade (Vilela, et al., 2011). A avaliação do efeito hepatoprotetor em ratos com lesões no fígado também foi estudado demonstrando resultados satisfatório principalmente por seu potencial antioxidante e anti-inflamatório (Torres, et al., 2016). Muitos estudos tratam da composição química do óleo essencial do pequi, porém são poucos os relatos das propriedades físicas. Machado et al. (2015), apresenta valor de °Brix equivalente a $2,3 \pm 0,1$ correspondendo a um índice de refração de 1,336300.

O candeeiro (*V. arbórea*) é uma planta pouco estudada que apresenta na sua composição um alto teor de bisabolol, substância com potencial gastroprotetor, larvicida, antimicrobiana e anti-inflamatória (Leite, et al., 2011). Resultados de testes em ratos utilizando o óleo como modulador da inflamação e agente antinociceptivo demonstraram efeitos satisfatório, sugerindo maiores estudos para elucidação do mecanismo de ação (Leite, et al., 2019; Leite, et al., 2011). Não foram encontrados estudos que apresentassem as características físicas do óleo essencial de *V. arbórea*.

O óleo-resina de *C. langsdorffii* é um fitoterápico amplamente utilizado para o tratamento de distúrbios gastrointestinais, agente anti-inflamatório e antifeccioso (Paiva, et al., 2004). Estudos *in vivo* apontam forte capacidade antioxidante, atividade anti-inflamatória e anti-psoriática (Gelmini, et al., 2013). O óleo-resina também exibiu atividade antibacteriana frente a microrganismos que causam cárie dentária (Bardají, et al., 2016). Diterpenos presentes em sua constituição, como *ent*-polyalthic acid, *ent*-kaurenoic acid, kolavenic acid e (13*E*)-*ent*-labda-7,13-dien-15-oic acid são os principais responsáveis pelo efeito antimicrobiano (Barbosa, et al., 2019). Não há relatos das propriedades físicas descritas no presente artigo para o óleo essencial da resina de *C. langsdorffii*

Os estudos que tratam de atividades biológicas de óleos essenciais podem apresentar-se com valores diferenciados tendo em vista tratar-se de uma mistura de compostos que podem ser afetados por condições naturais, como variações geográficas e sazonais, e por processamento, como período de colheita, processos de secagem e armazenamento

(Kharbach, et al., 2020). Alterações na composição química, além de alterar as propriedades biológicas, pois resultam das interações entre as moléculas, também alteram suas propriedades físicas. Quanto mais específico for a caracterização química e física do óleo essencial maior a garantia da reprodutibilidade das atividades terapêuticas testadas.

Uma pesquisa realizada na Universidade Federal do Ceará com graduandos do curso de Farmácia (Rodrigues & Oliveira, 2009), aponta que 48% dos entrevistados não encontram aplicações desse conteúdo para a futura vida profissional, esses achados ressaltam a importância de se trabalhar uma prática contextualizada que possa culminar na produção de conhecimento científico, e não apenas a apresentação de conceitos e manuseio de equipamentos. Em relação a dificuldade na aprendizagem, 68% consideraram a técnica de polarimetria mais complicada, 28% consideraram a técnica de refratometria, e 4% consideraram todas as técnicas, incluindo a densidade, de difícil compreensão. Motivar o aluno faz parte do processo de ensino-aprendizagem e nada mais motivador, principalmente para alunos de graduação, do que visualizar uma aplicação profissional dos conceitos estudados nas disciplinas, o que pode facilitar o processo de assimilação dos conteúdos.

4. Considerações Finais

Muitos produtos naturais com atividades biológicas relatadas acabam se tornando fitoterápicos de importante valor econômico, principalmente pela demora para a concepção de um fármaco. A comercialização de óleos essenciais para fins medicinais é uma prática comum em localidades que valorizam os costumes e tradições passadas através das gerações. O grande desafio é garantir que, de fato, o que está sendo ofertado se refere ao que está sendo rotulado. Popularizar e divulgar as propriedades físicas de um produto natural no meio acadêmico, além da composição química, se torna importante para reconhecer alterações grosseiras em um suposto fitoterápico. Em se tratando de óleo essencial, no Brasil, é obrigatório pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que para regulamentação do fitoterápico sejam apresentadas as propriedades físicas relatadas nesse estudo, visto que alterações na composição do óleo representam alterações na sua aplicabilidade. Portanto, essas propriedades de fácil reconhecimento e custo mínimo se tornam importantes aliados na fiscalização e identificação de óleos essenciais adulterados, trazendo mais informação e segurança para a população consumidora. A possibilidade de se tornar um profissional capacitado para identificar essas propriedades, representa uma motivação extra no processo de ensino-aprendizagem, estreitando as barreiras existentes entre a

complexidade dos conteúdos e a sua compreensão por parte dos discentes.

Referências

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Ideomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475.

Barbosa, A. L. P., Storjohann, A. W., Barbosa, J. D., Zidorn, C., Peifer, C., Tasdemir, D. & Çiçek, S. S. (2019). Antimicrobial and cytotoxic effects of the *Copaifera reticulata* oleoresin and its main diterpene acids. *Journal of Ethnopharmacology*, 233, 94-100.

Bardají, D. K. R., Silva, J. J. M., Bianchi, T. C., Eugênio, D. S., Oliveira, P. F., Leandro, L. F., Rogez, H. L. G., Venezianni, R. C. S., Ambrosio, S. R., Tavares, D. C., Bastos, J. K. & Martins, C. H. G. (2016). *Copaifera reticulata* oleoresin: Chemical characterization and antibacterial properties against oral pathogens. *Anaerobe*, 40, 18-27.

Bizzo, H. R., Hovell, A. M. C. & Rezende, C. M. (2009). Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, 32, 588-594.

Crepaldi, C. G., Campos, J. L. A., Albuquerque, U. P. & Sales, M. F. (2016). Riqueza e etnobotânica da família Euphorbiaceae em uma paisagem semiárida tropical do Nordeste do Brasil. *South African Journal of Botany*, 102, 157-165.

Cuchet, A., Jame, P., Anchisi, A., Schiets, F., Oberlin, C., Lefèvre, J. C., Carenini, E. & Casabianca, H. (2019). Authentication of the naturalness of wintergreen (*Gaultheria* genus) essential oils by gas chromatography, isotope ratio mass spectrometry and radiocarbon assessment. *Industrial Crops and Products*, 142.

Do, T. K. T., Minaglou, F. H., Antoniotti, S. & Fernandez, X. (2015). Authenticity of essential oils. *Trends in Analytical Chemistry*, 66, 146–157.

Gelmini, F., Beretta, G., Anselmi, C., Centini, M., Magni, P., Ruscica, M., Cavalchini, A. & Facino, R. M. (2013). GC–MS profiling of the phytochemical constituents of the oleoresin

from *Copaifera langsdorffii* Desf. and a preliminary in vivo evaluation of its antipsoriatic effect. *International Journal of Pharmaceutics*, 440 (2013), 170-178.

Kharbach, M., Marmouzi, I., Jemli, M. E., Bouklouze, A. & Heyden, Y.V. (2020). Recent advances in untargeted and targeted approaches applied in herbal-extracts and essential-oils fingerprinting - A review. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 177.

Leite, G. O., Leite, L. H. I., Sampaio, R. S., Araruna, M. K. A., Rodrigues, F. F. G., Menezes, I.R.A., Costa, J. G. M. & Campos, A. R. (2011). Modulation of topical inflammation and visceral nociception by *Vanillosmopsis arborea* essential oil in mice. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 1, 216-222.

Leite, L. H. I., Leite, G. O., Silva, B. A. F., Santos, S. A. A. R., Magalhães, F. E. A., Menezes, P. P., Serafini, M. R., Teixeira, C. S., Brito, R. G., Santos, P. L., Costa, J. G. M., Araújo, A. A. S., Júnior, L. J. Q., Menezes, I. R. A., Coutinho, H. D. M. & Campos, A. R. (2019). Molecular mechanism underlying orofacial antinociceptive activity of *Vanillosmopsis arborea* Baker (Asteraceae) essential oil complexed with β -cyclodextrin. *Phytomedicine*, 55, 293-301.

Leite, N.F., Souza, C. E. S., Matias, E. F. F., Alencar, L. B. B., Albuquerque, R.S., Braga, M. F. B. M., Souza, E. O. & Coutinho, H. D. M. (2016). Efeito citiprotetor de *Eugenia jambolana* e *Psidium myrsinites* DC.A. conta a peroxidação lipídica induzida pelo ferro II. *Acta Toxicologica Argentina*, 24, 187-192.

Lôbo, S. F. (2012). O Trabalho Experimental no Ensino de Química. *Química Nova*, 35(2), 430-434.

Machado, M. T. C., Mello, B. C. B. S. & Hubinger, M. D. (2015). Evaluation of pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.) aqueous extract quality processed by membranes. *Food and Bioproducts Processing*, 95, 304-312.

Mahomoodally, F., Elalfi, Z. A., Venugopala, K. N. & Hosenally, M. (2019). Antiglycation, comparative antioxidant potential, phenolic content and yield variation of essential oils from 19 exotic and endemic medicinal plants. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26, 1779-1788.

Moghaddam, M. & Mehdizadeh, L. (2017). Chemistry of Essential Oils and Factors Influencing Their Constituents. *In book: Soft Chemistry and Food Fermentation*.

Nascimento, K. F., Moreira, F. M. F., Santos, J. A., Kassuya, C. A. L., Croda, J. H. R., Cardoso, C. A. L., Vieira, M. C., Ruiz, A. L. T. G., Foglio, M. A., Carvalho, J. E. & Formagio, A. S. N. (2018). Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. *Journal of Ethnopharmacology*, 210, 351-358.

Paiva, L. A. F., Gurgel, L. A., Campos, A. R., Silveira, E. R. & Rao, V. S. N. (2004). Attenuation of ischemia/reperfusion-induced intestinal injury by oleo-resin from *Copaifera langsdorffii* in rats. *Life Sciences*, 75, 1979-1987.

Ribeiro, D. A., Oliveira, L. G. S., Macêdo, D. G., Menezes, I. R. A., Costa, J. G. M., Silva, M. A. P., Lacerda, S. R. & Souza, M. M. A. (2014). Plantas medicinais promissoras para bioprospecção em área de Cerrado as Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Journal of Ethnopharmacology*, 155, 1522-1533.

Rodrigues, D. H. S. & Oliveira, A. C. (2009). Avaliação de uma proposta contextualizada sobre o ensino de polarimetria nos cursos de farmácia e engenharia de alimentos, na Universidade Federal do Ceará. *Química Nova*, 32 (1).

Saraiva, M. E., Ulisses, A. V. R. A., Ribeiro, D. A., Oliveira, L. G. S., Macêdo, D. G., Sousa, F. F. S., Menezes, I. R. A., Sampaio, E. V. S. B. & Souza, M. M. A. (2015). Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 171, 141-153.

Torres, L. R. O., Santana, F. C., Leal, F. L. T., Melo, I. L. P., Yoshime, L. T., Neto, E. M. M., Seelaender, M. C. L., Araújo, C. M. M., Cogliati, B. & Filho, J. M. (2016). Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) almond oil attenuates carbon tetrachloride-induced acute hepatic injury in rats: Antioxidant and anti-inflammatory effects. *Food and Chemical Toxicology*, 97, 205-216.

Vilela, A. L. M., Alves, P. C. Z., Akimoto, A. K., Lordelo, G. S., Guimarães, M. N. K. & Grisolia, C. K. (2011). Under Increased Hydrogen Peroxide conditions, the Antioxidant Effects of Pequi Oil (*Caryocar brasiliense* Camb.) to Decrease DNA Damage in Runners are Influenced by Sex, Age and oxidative Stress-related Genetic Polymorphisms. *Free Radicals and Antioxidants* 1, 27-39.

Vilela, A. L. M., Pereira, L. C. S., Gonçalves, C. A. & Grisolia, C. K. (2009). Pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp oil reduces exercise-induced inflammatory markers and blood pressure of male and female runners. *Nutrition Research*, 29(12), 850-858.

Weli, A., Kaabi, A. A., Sabahi, J. A., Said, S., Hossain, M. A. & Riyami, S. A. (2019). Chemical composition and biological activities of the essential oils of *Psidium guajavaleaf*. *Journal of King Saud University – Science*, 31, 993-998.

Yazbek, P. B., Cassas, J. T. F. & Rodrigues, E. (2016). Plants used during maternity, menstrual cycle and other women's health conditions among Brazilian cultures. *Journal of Ethnopharmacology*, 179, 310-331.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Débora Odília Duarte Leite – 20%

Lucas Ribeiro Costa – 20%

Cristiane Marinho Uchôa Lopes – 20%

Antonio Yony Felipe Rodrigues – 20%

José Galberto Martins Costa – 20%