

Avaliação de identidade, pureza e metais em óleos essenciais de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Melaleuca), *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta) e *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim)

Cleide Salete Sarturi

Egressa de Química. Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória.

Contato: cleidesarturi@gmail.com

Deise Moda Borchhardt

Professora do Colegiado de Química. Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória.

Contato: deise-borchhardt@hotmail.com

Resumo: A adulteração e/ou falsificação de óleos essenciais datam de um longo tempo devido ao demorado processo e custo para a obtenção de diferentes óleos essenciais puros. Neste trabalho foram aplicados testes para a verificação da qualidade dos óleos de: *Melaleuca alternifolia* Cheel (melaleuca), *Mentha x piperita* L. (hortelã pimenta) e *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim), sendo nove amostras de três marcas diferentes (A, B e F). O primeiro estudo foi a respeito do rótulo dos frascos, os testes para cor, odor e estado físico se encontraram nos padrões. Os óleos que se apresentaram fora dos valores padrões de rotação ótica e resíduo de evaporação foram o óleo de *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim) das marcas F e B, respectivamente, sendo assim os mesmos são indicados como prováveis produtos com adulterações e/ou falsificações. Realizou-se também análise de metais chumbo, cobalto, níquel e ferro presentes nas amostras de óleo. Para chumbo não houve a detecção de nenhuma quantidade presente nas amostras, o que se torna um bom resultado para a saúde dos consumidores, o cobalto foi encontrado no óleo de hortelã pimenta, o níquel foi determinado para todas as amostras assim como o ferro.

Palavras-chave: Óleo Essencial; Adulteração; Controle de qualidade.

Evaluation of identity, purity and metals in essential oils of *Melaleuca alternifolia* Cheel (Melaleuca), *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta) and *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim)

Abstract: The adulteration and / or falsification of essential oils date back a long time due to the time consuming process and cost to obtain different pure essential oils. In this work, tests were carried out to verify the quality of the oils of: *Melaleuca alternifolia* Cheel (Melaleuca), *Mentha x piperita* L. (Peppermint) and *Rosmarinus officinalis* L. (Rosemary), nine samples of three different brands (A, B and F). The first study was on the label of the bottles, the tests for color, odor and physical state met the standards. The oils that presented outside the standard values of optical rotation and evaporation residue were the oil of *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) of the marks F and B, respectively, thus being indicated as probable products with adulterations and / or falsifications. Analysis of lead, cobalt, nickel and iron metals present in the oil samples was also performed. For lead there was no detection of any quantity present in the samples, which becomes a good result for the health of consumers, cobalt was found in peppermint oil, nickel was determined for all samples as well as iron.

Keywords: Essential oils; Tampering; Quality control.

Como citar este artigo:

SARTURI, C. S.; BORCHHARDT, M. D. Avaliação de identidade, pureza e metais em óleos essenciais de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Melaleuca), *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta) e *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim). **Luminária**, União da Vitória, v.19, n.02, p. 30 – 38, 2017.

INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são constituídos por substâncias voláteis presentes em várias partes das plantas que desenvolvem papel fundamental quanto a sua sobrevivência e na defesa contra microorganismos e predadores. De um modo geral, classificam-se como misturas complexas, que podem ser denominadas quanto à composição lipofílica, geralmente odorífera e líquida. Quimicamente, em sua maioria são constituídos de terpenóides e de derivados fenilpropanóides. Na composição de óleos voláteis podem ser encontrados em diferentes concentrações os seguintes grupos químicos: hidrocarbonetos insaturados, álcoois, aldeídos, cetonas, lactonas, tropolonas, entre outros. Alguns derivados terpenóides são: linalol, geraniol, α -pineno, mentol e carvona. E alguns derivados fenilpropanóides são: eugenol e aldeído cinâmico (SIMÕES, 2007).

Os óleos essenciais estão presentes em diversas partes das plantas, como por exemplo: em raízes, rizomas, folhas, flores, frutos, sementes e cascas, e dependendo da planta essa extração pode se tornar um processo demorado e custoso (BIZZO, 2013). É necessária a preparação do solo, cuidados com o clima, enfim, o cultivo de uma forma geral até a extração, e por essa demora esse processo e consequentemente o óleo obtido poderá ter um custo mais elevado. Para o óleo essencial de Rosa são necessárias cinco toneladas de pétalas para se produzir um quilograma do óleo, assim, devido ao alto custo envolvido na obtenção dos óleos essenciais, ocorre a adulteração e falsificação destes (DIAS, 2013).

É visível o crescimento e a busca pela utilização dos óleos essenciais seja na indústria alimentícia, cosmética ou farmacêutica. A avaliação da atividade antifúngica de constituintes de óleos essenciais contra *Aspergillus niger* foi descrita por Veneranda e colaboradores. Os ensaios mostraram que os constituintes: timol, eugenol e cinnamaldeído tiveram efeito inibitório (VENERANDA, 2018). Outras propriedades como antioxidante (MEZZA, 2018) e antibacteriana tem sido estudadas para óleos essenciais (HAMDAOUI, 2018). Este aumento na pro-

cura pelo uso dos óleos essenciais requer uma grande atenção quanto à qualidade dos produtos que são comercializados sejam para fins farmacêuticos, de aromatização ou outros (BIZZO, 2013).

Há tempos que a falsificação e adulteração dos óleos voláteis vêm sendo observadas e estudadas neste amplo mercado consumidor. Para a avaliação das possíveis falsificações devem ser observadas as características dos óleos voláteis, que também podem ser chamados de óleos etéreos ou essências. Eles são geralmente solúveis em solventes orgânicos apolares, como o éter. Em água apresentam pouca ou nenhuma solubilidade. Apresentam sabor que é geralmente acre, quanto à coloração quando recém extraídos são incolores ou amarelados, são poucos os que apresentam cor. Quanto à estabilidade de forma geral são instáveis principalmente na presença de ar, luz, umidade, calor e metais, e a maioria dos óleos voláteis possui índice de refração e são opticamente ativos, propriedades essas importantes para a identificação e controle da qualidade dos óleos. Há diversos procedimentos de falsificação, como: adição de compostos sintéticos de baixo custo ou mistura com óleos de menor valor para aumento do rendimento, adição de substâncias sintéticas do componente principal do óleo em si, falsificação completa do óleo a partir de misturas de componentes sintéticos, entre outros (SIMÕES, 2007).

É importante ressaltar que segundo Simões (2007), aproximadamente 80% dos óleos voláteis presentes no mercado não apresentam mais sua composição original. Desta forma surge a preocupação com a qualidade dos óleos que estão sendo comercializados.

Os óleos essenciais escolhidos para avaliação apresentam diversas aplicações de grande importância medicinal bem como econômica, e o seu uso cresce constantemente devido as suas propriedades naturais e os seus benefícios aos consumidores. A realização deste trabalho trará informações sobre a qualidade destes produtos, que por vezes têm um alto custo e podem não apresentar poder medicinal ou benéfico com o seu uso.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ensino de Química da UNESPAR – campus de União da Vitória. As amostras foram obtidas comercialmente em farmácia de manipulação e loja de produtos naturais.

O primeiro teste a ser realizado foi quanto à cor, odor e estado físico. Para isso, pingaram-se dez gotas de cada amostra em um tubo de ensaio, sentindo-se o odor e analisou-se a cor. Com auxílio do termômetro verificou-se a temperatura ambiente.

Na sequência realizou-se a análise da densidade. Com o auxílio de uma pipeta de 1 mL mediu-se 0,1 mL da amostra e pesou-se em balança analítica CELTAC Modelo SA-2104N. Esse teste foi realizado em triplicata. Realizou-se a conversão dos valores para g/mL bem como a média final.

Em um béquer colocou-se 30 mL de água destilada e pingaram-se três gotas de cada amostra no seu respectivo béquer para a verificação da fração solúvel em água.

A rotação ótica foi medida em um Polarímetro WXG-4. Preparou-se a amostra a 25% diluída em álcool iso-propílico 99,5%, e deixou-se em repouso. Ligou-se o Polarímetro e esperou-se até que a lâmpada de sódio apresentasse uma luz amarelada, em sequência ajustou-se a posição zero no disco. Abriu-se a tampa do compartimento de amostras e colocou-se o tubo de teste com água destilada deixando que a bolha de ar permaneça no bulbo do tubo de teste, fechado a tampa do compartimento da amostra observou-se o campo de visão. Colocou-se a amostra no tubo de teste deixando que a bolha de ar permanecesse no bulbo, ajustou-se a posição zero no disco de modo ao campo de visão estar totalmente claro. Colocou-se a amostra e fechou-se a tampa do compartimento, o campo triplo de visão muda, ficando distinto. Girou-se o botão do disco até que estivesse todo o campo iluminado, anotaram-se os graus e calculou-se a rotação ótica. O procedimento com a água destilada realizou-se apenas uma vez, e o mesmo procedimento aplicou-se para todas as amostras.

Para a determinação do índice de refração utilizou-se um Refratômetro ABBE mo-

delo 2WAJ realizou-se a calibração com água destilada. Primeiramente limpou-se as partes óticas com algodão, colocou-se 3 gotas de água destilada na superfície do prisma refrator, tampou-se a entrada de luz e travou-se com a manivela de ajuste. Abriu-se a tampa para a entrada de luz e fechou-se o espelho refletor, ajustando a visibilidade da ocular tornando-a totalmente clara. Girou-se a manivela para trazer a linha escura para o centro da grade, fez-se a leitura da temperatura e a leitura indicada na escala do refratômetro, comparando os valores com a tabela contida no manual com correção para cada temperatura.

Para o resíduo de evaporação pesou-se o papel filtro em triplicata em balança analítica antes e após a adição de óleo. Pingou-se uma gota da amostra sobre cada papel filtro e levou-se a estufa pré-aquecida à 90°C, por uma hora. Os testes foram realizados em triplicata.

Para a análise de metais, as amostras foram evaporadas em um béquer de quartzo, calcinadas a 550°C para eliminação de matéria orgânica e realizada a digestão ácida com ácido nítrico ultra puro para introduzi-las no ICP OES Varian Vista-MPX CCD Simultaneous (Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Acoplado Indutivamente). A leitura para cada metal foi feita de acordo com o respectivo comprimento de onda adequado para cada caso. Os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) foram calculados segundo as equações abaixo, respectivamente.

$$LD = (3 \times SD)/b$$

Sendo SD o desvio padrão e b o coeficiente angular da equação da reta

$$LQ = 3,3 \times LD$$

SD representa o desvio padrão de 20 leituras do branco (água ultrapura acidificada com ácido nítrico) da curva de calibração.

Na Tabela 1 podem ser observados os elementos e os comprimentos de onda para a realização da análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cor, odor e estado físico

Os resultados para os testes de avaliações da cor, odor e estado físico podem ser visualizados nas Tabelas 2, 3 e 4:

Tabela 1. Parâmetros utilizados na análise de metais. ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica.

Elementos	λ (nm)	LD/ (mg.Kg ⁻¹)	LQ/ (mg.Kg ⁻¹)
Fe	238,204	0,004	0,01
Fe	234,350	0,01	0,05
Co	238,345	0,009	0,03
Co	258,033	0,02	0,07
Ni	216,555	0,03	0,12
Pb	280,199	0,14	0,47
Pb	217,000	0,05	0,18

Para estes testes não houve identificação de partículas estranhas que comprometessem as características originais das amostras, ressaltando que a cor, e o estado físico estavam dentro dos padrões. Para o odor, analisou-se quanto à degradação química e microbiana e a intensidade dos aromas. Em comparação com as outras amostras, a Amostra 2 demonstrou para a melaleuca e hortelã pimenta odores mais suaves, e para o alecrim apresentou certo odor canforáceo, diferentemente das outras amostras. Quanto à avaliação de degradação química e microbiana em caráter odorífero apresentou odor característico, sendo essa apenas uma análise perceptiva.

Tabela 2. Resultados avaliativos para *Melaleuca alternifolia* Cheel (Melaleuca) à 22°C. ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica.

Parâmetros	Dados Teóricos ^b	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Cor	Incolor à amarelo pálido	Incolor	Incolor	Incolor
Odor	Herbal Fresco/remédio	Característico	Característico	Característico
Estado Físico	Líquido à 20°C	Líquido	Líquido	Líquido

Tabela 3. Resultados avaliativos para *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta) à 21°C. ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica. ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica.

Parâmetros	Dados Teóricos ^b	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Cor	Incolor, amarelo pálido ou amarelo esverdeado pálido	Incolor	Incolor	Amarelado
Odor	Mentolado	Característico	Característico	Característico
Estado Físico	Líquido à 20°C	Líquido	Líquido	Líquido

Tabela 4. Resultados avaliativos para *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim) à 21°C. ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica.

Parâmetros	Dados Teóricos ^b	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Cor	Incolor ou levemente amarelo-esverdeado	Levemente amarelado	Incolor	Incolor
Odor	Herbal Fresco e canforáceo	Característico	Característico	Característico
Estado Físico	Líquido à 20°C	Líquido	Líquido	Líquido

Densidade

Os valores de densidade foram expressos da média obtida de triplicata e os resultados podem ser visualizados nas Tabelas 5, 6 e 7. Para a densidade (teste em triplicata) obtive-

ram-se valores correspondentes aos teóricos para todas as amostras.

Tabela 5. Densidade para *Melaleuca alternifolia* Cheel (melaleuca) à 20°C. ^aFonte: Farmacopeia Brasileira

Densidade Teórica ^a (g/mL)	Amostra 1 (g/mL)	Amostra 2 (g/mL)	Amostra 3 (g/mL)
0,885-0,906	0,910 ±0,016	0,859 ±0,017	0,877 ±0,026

Tabela 6. Médias da densidade para *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta) à 21°C. ^aFonte: Farmacopeia Brasileira.

Densidade Teórica ^a (g/mL)	Amostra 1 (g/mL)	Amostra 2 (g/mL)	Amostra 3 (g/mL)
0,900-0,916	0,892 ±0,023	0,892 ±0,012	0,894 ±0,004

Tabela 7. Médias da densidade para *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim) à 20°C. ^aFonte: Farmacopeia Brasileira.

Densidade Teórica ^a (g/mL)	Amostra 1 (g/mL)	Amostra 2 (g/mL)	Amostra 3 (g/mL)
0,894-0,912	0,898 ±0,002	0,905 ±0,002	0,912 ±0,002

Fração Solúvel em Água

Este teste prioriza pela visualização imediata de adulterações nas amostras de óleos essenciais através de substâncias esbranquiçadas que possam aparecer na amostra em contato com a água. Nenhuma das amostras apresentou este tipo de identificação, classificando-as sem adulterações por substâncias polares, como álcoois, glicóis, entre outros.

Rotação Ótica

Para a água destilada não houve mudança no campo de visão do polarímetro, demonstrando que o mesmo estava apto para as medições posteriores. Os resultados para

os valores de rotação ótica podem ser visualizados nas Tabelas 8, 9 e 10:

No polarímetro, para estas amostras o disco de Vernier foi girado para a direita, no sentido horário, ficando o campo de visão escuro dos lados e claro no meio. Para que voltasse a ficar totalmente claro, o ângulo girado para a direita foi de +2°, esse resultado foi identificado para as três amostras deste óleo essencial. Realizando o cálculo, considerando a fórmula abaixo, temos:

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{Q}{L \cdot C} \cdot 100$$

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{+2^{\circ}}{1 \text{ dm} \cdot 22,6 \text{ g}} \cdot 100$$

$$[\alpha]_{\lambda}^t = +8,85$$

Tabela 8. Valores da rotação ótica para *Melaleuca alternifolia* Cheel (melaleuca) à 20°C. ^aFonte: Farmacopeia Brasileira.

Dado teórico ^a	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
+5° à +15°	+ 8,85° (0)	+ 8,85° (0)	+ 8,85° (0)

Tabela 9. Valores da rotação ótica para *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta) à 20°C. ^aFonte: Farmacopeia Brasileira.

Dado teórico ^a	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
-10 à -30	-24,7° ±0,1	-22,1 (0)	-31,8 ±0,2

Os resultados observados estão de acordo com o teórico, com exceção da Amostra 3 que apresentou uma pequena variação.

A única amostra que apresentou um resultado diferente da faixa permitida teoricamente foi a Amostra 2, demonstrando que

não há pureza neste óleo essencial e sim uma provável adulteração.

Índice de Refração

Os resultados obtidos para os valores de índice de refração podem ser visualizados nas Tabelas 11, 12 e 13:

Tabela 10. Valores da rotação ótica para *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim) à 20°C. ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica.

Dado teórico ^b	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
-5,0° à +15,0° -5,0° à +8,0°	+2,21° ± 0,1	+22,5° ± 0,1	+2,21° ± 0,1

Tabela 11. Valores do índice de refração para *Melaleuca alternifolia* Cheel (melaleuca). ^aFonte: Farmacopeia Brasileira.

Dado teórico ^a	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1,475-1,482 à 20°C	1,476 (0)	1,477 (0)	1,477 (0)

Tabela 12. Valores do índice de refração para *Mentha x piperita* L. (Hortelã Pimenta). ^aFonte: Farmacopeia Brasileira.

Dado teórico ^a	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1,457 à 1,467 à 20°C	1,460 (0)	1,459 (0)	1,461 (0)

Tabela 13. Valores do índice de refração para *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim). ^bFonte: Farmacopeia Brasileira e Britânica

Dado teórico ^b	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1,460-1,476 à 20°C 1,464-1,473 à 20°C	1,468 (0)	1,468 (0)	1,471 (0)

Para o índice de refração foram realizados os cálculos de correção das medições de acordo com a temperatura lida nas análises.

Todas as análises para a leitura do índice de refração foram realizadas em duplicata onde os valores permaneceram os mesmos, sem haver um desvio padrão. Nenhum valor ficou fora do padrão estabelecido para cada óleo essencial. Demonstrando que por este tipo de análise não houve indicativo de valores diferentes da literatura.

Resíduo de Evaporação

Apenas uma amostra apresentou resíduo de evaporação, a Amostra 2 de *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim). O valor médio do resíduo foi de $0,027g \pm 0,010$. Todas as

amostras permaneceram por uma hora na estufa à 90°C.

Avaliação da quantidade de metais (Fe, Co, Ni, e Pb)

As concentrações dos metais nas Amostras 1, 2 e 3 podem ser observadas nas Tabelas 14, 15 e 16.

Não houve a detecção de chumbo nas amostras, o que se torna um bom resultado para a saúde dos consumidores, o cobalto foi encontrado para o óleo de *Mentha x piperita* L. (hortelã pimenta), o níquel foi encontrado em todas as amostras assim como o ferro.

Tabela 14. Resultados da análise de metais para o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*. ^c sendo LD= limite de detecção

Amostra	Fe/mg.Kg ⁻¹	Co/mg.Kg ⁻¹	Ni/mg.Kg ⁻¹	Pb/mg.Kg ⁻¹
1	0,148313	< LD ^c	< LD	< LD
2	0,177978	< LD	< LD	< LD
3	3,51981	< LD	0,35945	< LD

Tabela 15. Resultados da análise de metais para o óleo essencial de *Mentha x piperita*.

Amostra	Fe/ mg.Kg ⁻¹	Co/ mg.Kg ⁻¹	Ni/ mg.Kg ⁻¹	Pb/ mg.Kg ⁻¹
1	0,184649	< LD	< LD	< LD
2	0,156353	< LD	< LD	< LD
3	4,34132	0,002660	0,350612	< LD

Tabela 16. Resultados da análise de metais para o óleo essencial de *Rosmarinus officinalis*.

Amostra	Fe/mg.Kg ⁻¹	Co/ mg.Kg ⁻¹	Ni/ mg.Kg ⁻¹	Pb/ mg.Kg ⁻¹
1	0,14584	< LD	< LD	< LD
2	0,169736	< LD	< LD	< LD
3	3,62815	< LD	0,352878	< LD

Não houve a detecção de chumbo nas amostras, o que se torna um bom resultado para a saúde dos consumidores, o cobalto foi encontrado para o óleo de *Mentha x piperita* L. (hortelã pimenta), o níquel foi encontrado em todas as amostras assim como o ferro.

Não há dados sobre a quantidade máxima de metais encontrados especificamente em óleos essenciais, porém, segundo o Guideline for Elemental Impurities, definem-se algumas quantidades permissíveis de metais em medicamentos administrados na forma: oral, parenteral, e por inalação. Considerando que alguns óleos podem atuar em cicatrizações de pele, em inalações, para alergias, são usados na forma de medicamentos, os valores permissíveis de metais em medicamentos podem ser usados como um parâmetro para esta pesquisa. Sendo assim, o permitido para chumbo é de 5,0 µg/dia para todas as formas citadas, para níquel é de 600 ug/dia (oral), 60 ug/dia (parenteral), e 6,0 ug/dia (inalação), para cobalto é de 50 ug/dia (oral), 5,0 ug/dia (parenteral), e 2,9 ug/dia (inalação), para o ferro não existe valor fixado.

A escolha dos metais analisados foi devido ao caráter tóxico do chumbo, para o cobalto e níquel porque podem se acumular em

plantas diversas, e o ferro como um metal novo a ser determinado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo que apresentou valores fora dos padrões de rotação ótica e resíduo de evaporação foi o óleo de *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim) (Amostras 2 e 3), respectivamente. As análises feitas neste trabalho são técnicas para a avaliação da identidade e pureza de óleos essenciais onde métodos cromatográficos poderiam trazer valores quantitativos quanto à determinação de quais componentes contém em cada amostra de óleo essencial. As farmacopéias preconizam por estes tipos de testes onde os mesmos apresentam dados e valores permitidos para que se avalie a identidade e pureza de óleos essenciais. Sendo assim o óleo de *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim) (Amostras 2 e 3), são indicados como prováveis produtos com adulterações e/ou falsificações. Sendo assim, uma pesquisa importante seria analisar diversas marcas desse óleo e fazer comparações entre si, bem como para os metais, pois uma parte dessa acumulação que vai para a planta do alecrim, pode ser transferida até o óleo volátil.

A determinação de metais em óleos essenciais pode ser considerada inovadora e útil. Para posteriores determinações o conhecimento do plantio e todos os fatores que o norteiam, bem como a extração de cada óleo seriam fatores a serem estudados e aprimorados para continuidade desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. Volume 1 e 2. 5 ed. Brasília: 2010.
- BARD, A. J., FAULKNER L. R., **Electrochemical methods: Fundamentals and Applications**. 2.ed. Ed. Wiley: 2000. p. 687.
- BENAVIDES, M. P.; GALLEGO, S. M.; TOMARO, M. L. Cadmium toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202005000100003>, acesso em 25 out. 2013.
- BIZZO, H. R. et al. **Óleos Essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a05v32n3.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- BRITISH PHARMACOPOEIA. **Herbal Drugs and Herbal Drug Preparations – Peppermint Oil, Rosemary Leaf and Tea Tree oil**. Volume III: 2009. p. 7233-7237, 7329-7331, e 7447-7449.
- CALA, V.; CASES M. A.; WALTER, I. **Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste amended soil**. *Journal of Arid Environments*, v. 62, n. 3, p. 1-12.
- CASTRO, C. et al. **Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca Alternifolia* Cheel**. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829207>>. Acesso em 06 out. 2013.
- DIAS, S. M.; SILVA, R. R. **Perfumes: Uma Química Inesquecível**. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- EL HAMDAOUI, A.; MSANDA, F.; BOUBAKER, H.; LEACH, D.; BOMBARDA, I.; VANLOOT, P.; EL-AOUAT, N.; ABBAD, A.; BOUDYACH, E. H.; ACHEMCHER, F.; ELMOSLHI, A.; AOUMAR, A. A. B.; EL MOUSADIK, A. Essential oil composition, antioxidant and antibacterial activities of wild and cultivated *Lavandula mairei* humbert. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 76, p. 1-7, 2018.
- GOMES, F., **Estudo dos compostos voláteis do alecrim utilizando as técnicas de microextração em fase sólida (SPME), hidrodestilação e extração com fluido supercrítico (SFE)**. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3145/000382881.pdf?sequence=1>>. Acesso em 05 out. 2013.
- GUIDELINE FOR ELEMENTAL IMPURITIES, **International conference on harmonisation of technical requirements for registration of pharmaceuticals for human use, Q3D**, disponível em: <http://www.ich.org/fileadmin/Public_Web_Site/ICH_Products/Guidelines/Quality/Q3D/Q3D_Step2b.pdf> Current *Step 2b* version, 26 July 2013.
- HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S. R., **Princípios de análise instrumental**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- LAL, K. et al. Productivity, essential oil yield, and heavy metal accumulation in lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*) under varied wastewater-groundwater irrigation regimes. **Industrial Crops and Products**, p. 1-9, 01 jan. 2013.
- MARTINS, J. A. S. et al. **Avaliação do efeito do óleo de *Melaleuca Alternifolia* sobre o crescimento micelial *In Vitro* de fungos fitopatogênicos**. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7379>>. Acesso em 10 abr. 2013.

- MELO, G. M. P.; MELO, V. P.; MELO, W. J. **Metais pesados no ambiente decorrente da aplicação de lodo de esgoto em solo agrícola.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/CB5F6214/LODOMETAL.pdf>>, Acesso em 29 out. 2013.
- MEZZA, G. N.; BORGARELLO, A. V.; GROSSO, N. R.; FERNANDEZ, H.; PRAMPARO, M. C.; GAYOL, M. F., Antioxidant activity of rosemary essential oil fractions obtained by molecular distillation and their effect on oxidative stability of sunflower oil. **Food chemistry**, v. 242, p. 9-15, 2018.
- PALA, A. C. T.; SALIN, C. T.; CORTEZ, L. E. R. **Controle de qualidade de óleos essenciais de Alecrim (*Rosmarinum officinalis*) e Lavanda (*Lavandula angustifolia*) comercializados em farmácias de dispensação.** Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/quin_mostra/amanda_caroline_tome_pala.pdf>. Acesso em 05 mar. 2013.
- PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; ENGEL, R. G. **Química Orgânica Experimental: Técnicas de pequena escala.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. p. 729-737.
- PEREIRA, M. A. A. et al. **Controle de qualidade de óleos essenciais.** Disponível em: <<http://www.oleoessencial.com.br/controlOE.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2013.
- PILLING, S. **Prática 12 – Introdução a Polarimetria. Lei de Biot.** Disponível em: <http://www1.univap.br/spilling/FQE2FQE2_EXP12_Polarimetria.pdf>. Acesso em 04 out. 2013.
- RIBEIRO, D. S. et al. **Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana.** Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/7496/0>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- SCHIEDECK, G. **Óleos essenciais: Aspectos gerais da extração.** Disponível em: <<http://petfaem.files.wordpress.com/2011/11/extrac3a7c3a3o-de-oe.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2013.
- SIMAS, N. K. et al. **Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue - atividade larvicida de *Myroxylonbalsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s010040422004000100009&script=sci_arttext>. Acesso em: 17 abr. 2013.
- SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 467-492 p.
- SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- SOUZA, G. H. B.; MELLO, J. C. P.; LOPES, N. P. **Farmacognosia: coletânea científica.** Editora UFOP: Ouro Preto, 2012. p. 29.
- STEFFEN, R. B. **Efeito do óleo essencial de *Eucalyptus grandis* no crescimento de isolados de fungos ectomicorrízicos em diferentes concentrações de cobre, zinco e níquel.** Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/259>>. Acesso em 14 out. 2013.
- VENERANDA, M.; BLANCO-ZUBIAGUIRRE, L.; ROSELLI, G.; DIGIROLAMI, G.; CASTRO, K.; MADARIAGA, J. M. **Evaluating the exploitability of several essential oils constituents as a novel biological treatment against cultural heritage biocolonization.** **Microchemical Journal**, v. 138, p. 1-6.

Submetido: 06/10/2017.

Aceito: 23/02/2018.