

## Condições ambientais e horário da coleta influenciam na produção do óleo essencial das folhas de *Lippia sidoides* no litoral cearense

Environmental conditions and time of collection influence the production of essential oil from the leaves of *Lippia sidoides* on the coast of Ceará

Las condiciones ambientales y el tiempo de recolección influyen en la producción de aceite esencial a partir de las hojas de *Lippia sidoides* en la costa de Ceará

Recebido: 03/12/2022 | Revisado: 14/12/2022 | Aceitado: 15/12/2022 | Publicado: 20/12/2022

### Moises Marques da Silva Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6484-6959>  
Centro Universitário do Vale do Jaguaribe, Brasil  
E-mail: [marquesmoisesjr@gmail.com](mailto:marquesmoisesjr@gmail.com)

### José Damião da Silva Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0931-3711>  
Universidade Federal do Ceará, Brasil  
E-mail: [jdsf\\_junior@hotmail.com](mailto:jdsf_junior@hotmail.com)

### Bruno de Castro Amoni

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4373-6221>  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Brasil  
E-mail: [bruno.amoni@fvj.br](mailto:bruno.amoni@fvj.br)

### Darcielle Bruna Dias Elias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3766-6469>  
Centro Universitário do Vale do Jaguaribe, Brasil  
E-mail: [darcielle.elias@unijagaribe.edu.br](mailto:darcielle.elias@unijagaribe.edu.br)

### Anielle Torres de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2387-2288>  
Centro Universitário do Vale do Jaguaribe, Brasil  
E-mail: [anielle.torres@fvj.br](mailto:anielle.torres@fvj.br)

### Rodolfo de Melo Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1428-4502>  
Universidade Federal do Ceará, Brasil  
Centro Universitário Fametro, Brasil  
Centro Universitário do Vale do Jaguaribe, Brasil  
E-mail: [rodolfo\\_k6@yahoo.com.br/rodolfonunesufc@gmail.com](mailto:rodolfo_k6@yahoo.com.br/rodolfonunesufc@gmail.com)

### Resumo

A literatura aponta que além das influências como temperatura, umidade e técnicas de cultivo, outras variáveis interferem na produção de óleos essenciais por plantas aromáticas, destacando-se a sazonalidade e ciclo circadiano próprio da planta. Este estudo tem como objetivo avaliar a influência das condições ambientais e do horário da coleta na produção de óleos essenciais das folhas do Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). As folhas foram coletadas em outubro-novembro/2019 no horto de plantas medicinais da Faculdade do Vale do Jaguaribe, Aracati-Ceará. A coleta foi inteiramente casualizada e dividida em quatro horários (6:00, 10:00, 14:00 e 18:00), com quatro repetições e em duplicatas. A análise estatística foi realizada empregando-se o teste T de Student, considerando  $p < 0.05$ . As amostras apresentaram menor umidade (60,5%) às 10h, em contrapartida, 6h foi verificada uma maior umidade (64,1%). As análises mostraram que as maiores quantidades de óleo essencial, em termos relativos, foram produzidas às 10h (20,8%). A temperatura ambiente apresentou uma relação positiva com o peso da folha seca e negativa com a umidade da folha. Dessa forma, foi possível verificar que os teores de óleo essencial são influenciados por diferentes variáveis, recomendando-se a colheita às 10h.

**Palavras-chave:** Lippia; Óleo essencial; Ambiente.

### Abstract

The literature points out that in addition to influences such as temperature, humidity and cultivation techniques, other variables interfere in the production of essential oils by aromatic plants, highlighting the seasonality and circadian cycle of the plant. This study aims to evaluate the influence of some environmental conditions on the production of essential oils from Rosemary-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). Collections carried out in October-November/2019 in the medicinal plant garden of Faculdade do Vale do Jaguaribe, Aracati-Ceará. The collection was completely

randomized and divided into four times (6:00 am, 10:00 am, 2:00 pm and 6:00 pm), and with four repetitions and one with duplicates. Statistical analysis was performed using Student's t test, considering  $p < 0.05$ . The samples showed lower humidity (60.5%) at 10 am, on the other hand, at 6 am a higher humidity was verified (64.1%). The analyzes showed that the largest amounts of essential oil, in relative terms, are produced at 10 am (20.8%). Room temperature has a positive relationship with dry leaf weight and a negative relationship with leaf moisture. Thus, the essential oil contents are influenced by different variables, recommending the harvest in this garden at 10 am.

**Keywords:** Lippia; Essential oil; Environment.

### Resumen

La literatura señala que además de influencias como la temperatura, la humedad y las técnicas de cultivo, otras variables interfieren en la producción de aceites esenciales por parte de las plantas aromáticas, destacando la estacionalidad y el ciclo circadiano de la planta. Este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de algunas condiciones ambientales en la producción de aceites esenciales de Romero-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). Colectas realizadas en octubre-noviembre/2019 en el jardín de plantas medicinales de la Faculdade do Vale do Jaguaribe, Aracati-Ceará. La colecta fue completamente al azar y dividida en cuatro tiempos (6:00 am, 10:00 am, 2:00 pm y 6:00 pm), y con cuatro repeticiones y una con duplicados. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba t de Student, considerando  $p < 0,05$ . Las muestras presentaron menor humedad (60,5%) a las 10 am, en cambio a las 6 am se verificó mayor humedad (64,1%). Los análisis mostraron que las mayores cantidades de aceite esencial, en términos relativos, se producen a las 10 am (20,8%). La temperatura ambiente tiene una relación positiva con el peso seco de la hoja y una relación negativa con la humedad de la hoja. Así, los contenidos de aceite esencial están influenciados por diferentes variables, recomendándose la cosecha en este jardín a las 10 am.

**Palabras clave:** Lippia; Aceite esencial; Medio ambiente.

## 1. Introdução

O alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) é uma planta medicinal típica do nordeste brasileiro. Própria da vegetação do semiárido o alecrim-pimenta é um grande arbusto muito ramificado e de folhas aromáticas, que medem aproximadamente 2-3 cm de comprimento. Suas folhas e flores formam a fração medicinal desta planta. Utilizado de diferentes formas e contendo até 4,5% de óleo essencial (OE) abundante em timol e carvacrol, o alecrim-pimenta apresenta fortíssima atividade antimicrobiana e antifúngica (Matos; Lorenzi, 2008; Monteiro et al., 2020; Melo et al., 2022).

Os óleos essenciais (OEs) são combinações de várias moléculas com características lipofílicas, aromáticas e de baixo peso molecular. Estudos demonstram que os OEs podem ser constituídos por diferentes complexos, como álcoois, cetonas, aldeídos, hidrocarbonetos entre outros, os quais são responsáveis pelas características biológicas e físico-químicas do vegetal (Peixoto-Neves et al., 2010, Saraiva et al., 2020).

Entre os muitos OEs conhecidos, o OE de alecrim-pimenta se destaca por conter em sua estrutura, uma grande quantidade dos monoterpenos aromáticos, timol e carvacrol, que por sua vez, apresentam notórias características farmacológicas (Simões et al., 2004, Saraiva et al., 2020). O carvacrol 2-metil-5-(1-metiletil)-fenol e seu isômero timol 5-metil-2-(1-metiletil)- fenol são biossintetizados a partir do  $\gamma$ -terpineno e do  $\rho$ -cimeno (Nostro; Papalia, 2012; de Souza et al., 2018). Similares estruturalmente, variando apenas a posição do grupo hidroxila no anel fenólico. Estudos apontam que as propriedades antifúngicas e antibacterianas desses dois monoterpenos estão relacionadas principalmente com a interação que estes compostos possuem com as membranas celulares e capacidade de ligações por meio de suas hidroxilas (OH) com os grupos amina e hidroxilamina de proteínas presentes nas membranas, ocasionando uma alteração da permeabilidade das mesmas (Juven et al., 1994; Monteiro et al., 2020).

Sabe-se que as altas temperaturas podem causar a volatilização dos óleos essenciais, em contrapartida, é válido constatar que menores teores de óleo essencial podem estar ligados à umidade sobre as folhas, que pode interferir na extração de seus metabólitos (Silva et al., 2003; Stevanović et al., 2018).

O que torna diferente a colheita de plantas medicinais e aromáticas das demais é o objetivo da obtenção de maior concentração de biomassa e teor metabólitos secundários produzidos pela planta no momento da extração (Bezerra et al.,

2008). Assim, a definição de um horário pré-estabelecido de colheita é vital para a consecução de uma maior quantidade e qualidade de metabolitos secundários (Carvalho et al., 2006).

Visando privilegiar a melhoria do teor de óleo essencial do Alecrim-pimenta, o propósito do presente trabalho foi avaliar se as condições ambientais e horário de colheita podem interferir na produção de óleos essenciais da planta, favorecendo a tomada de decisões agrônômicas e uma maior eficiência na extração do óleo essencial do Alecrim-pimenta cultivado na Faculdade do Vale o Jaguaribe (FVJ), Aracati, Ceará, Brasil.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Desenho do estudo e local**

O estudo foi desenvolvido na Faculdade do Vale do Jaguaribe (FVJ) entre os meses de outubro a novembro de 2019. As amostras foram coletadas a partir de plantas matrizes do Horto de Plantas Medicinais da Faculdade do Vale do Jaguaribe, está localizada na Rodovia CE-040 S/N, Km 138, Bairro Aeroporto, Aracati – Ceará.

O delineamento experimental foi adaptado de Melo et al. (2011). A coleta foi inteiramente casualizada, dividida em quatro horários específicos (6:00, 10:00, 14:00 e 18:00) e foram feitas quatro repetições com duplicatas de cada horário, com um total de 32 análises.

### **2.2 Coleta e extração**

Foram coletadas 40g de folhas em cada horário e divididos em 2 duas extrações. Após coleta, as folhas passaram por um processo de secagem em forno micro-ondas digital doméstico (Panasonic) com as seguintes características: 220 V60Hz, 800We. O ajuste de tempo foi realizado com o relógio do próprio forno, totalizando 7 minutos de secagem por amostra na potência de 500W. (Barboza et al., 2001). O processo ocorreu durante 7 minutos, divididos em (3:1:1:1) com intervalos de 1 minuto entre cada secagem até peso constante. Em seguida, a matéria seca foi moída em moinho de facas, pesada e compactada em um papel filtro para ser submetida ao processo de extração.

A extração do óleo essencial se deu pelo método de Soxhlet (Sartor, 2009; Beginini et al., 2022), que utilizou o hexano (Filippis, 2001) como solvente, em um processo de refluxo intermitente. Após 2 horas de ciclo e lavagem contínua, as misturas líquidas resultantes foram levadas juntamente com uma manta térmica a uma capela de exaustão e passaram por um processo de separação térmica de compostos líquidos, através da evaporação do solvente por seu ponto de ebulição até atingir peso constante. O processo de evaporação do solvente durou cerca de 5 horas para cada amostra e sob temperatura média de 70°C.

### **2.3 Análises dos dados**

Os dados foram expressos como média  $\pm$  EPM, média de porcentagem e correlação linear. A análise estatística foi realizada empregando-se o teste T de Student, com significância aceita quando  $P < 0.05$ . Os dados foram analisados usando o software GraphPad Prism®, versão 8.0 (Graph-Pad Software, Inc., La Jolla, CA, USA).

## **3. Resultados**

Inicialmente foram coletadas amostras de folhas de Alecrim pimenta em quantidade padronizada para todas as análises experimentais (20g). As folhas do Alecrim pimenta obtidas no experimento em quatro diferentes horários do dia (6h, 10h, 14h e 18h) foram secadas e cuidadosamente pesadas em balança analítica e os resultados do peso seco das folhas obtidos foram comparados entre si. A análise estatística dos dados mostra que peso seco das folhas da planta está significativamente

maior nos horários de 10h ( $7891 \pm 86,8$ ), 14h ( $7752 \pm 120,6$ ) e 18h ( $7598 \pm 34,2$ ) quando comparado ao valor do peso seco obtido às 6h ( $7174 \pm 60,1$ ). Há, ainda, aumento no peso das folhas secas no horário de 10h quando comparado às 18h.

A quantidade de água presente nas folhas foi mensurada através da diferença entre a quantidade de amostra fresca coletada e o peso da folha seca. A Tabela 1 mostra os valores das médias das quatro duplicatas e a média final da umidade de cada horário. Observa-se que no horário das 10h as amostras possuem uma menor umidade (60,5%), seguido pelos horários das 14h (61,2%) e das 18h (62,0%). Às 6h, observa-se que as folhas possuem um maior conteúdo de água quando comparado com todos os demais horários (64,1%).

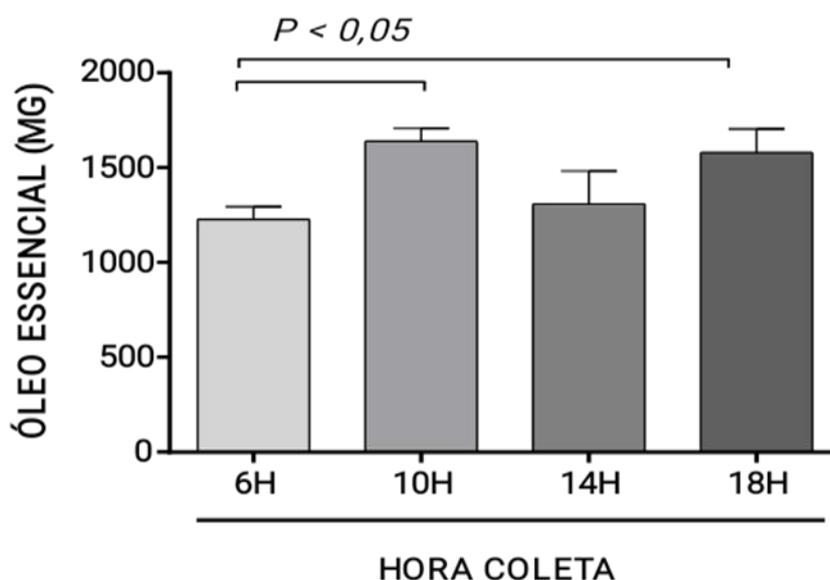
**Tabela 1** - Teor de umidade encontrado nas folhas de Alecrim pimenta em função do horário.

Horário da coleta	6h	10h	14h	18h
Média da umidade na duplicata (%)	63,9	61,3	60,7	62,2
	65,0	59,5	63,0	62,2
	63,7	60,2	60,3	62,1
	63,9	61,2	61,0	61,5

Fonte: Próprio autor.

O Gráfico 1 mostra os resultados da pesagem do óleo essencial (mg) extraído das folhas de *Lippia sidoides Cham.* obtido através de mensuração em balança analítica. A análise estatística dos valores absolutos de óleo essencial mostra que há uma maior quantidade de óleo essencial nas folhas nos horários de 10h ( $1639 \pm 69,4$ ) e 18h ( $1580 \pm 123,7$ ) quando comparado com o horário de 6h ( $1227 \pm 67,5$ ), momento em que houve menor quantidade de óleo essencial. Não houve diferença estatística entre a quantidade de óleo obtido às 14h ( $1309 \pm 174,0$ ) quando comparado aos demais horários.

**Gráfico 1** – Quantidade de óleo essencial obtido por horário de colheita.



Fonte: Próprio autor.

Para avaliar o rendimento da extração de óleo obtido das folhas de *Lippia sidoides Cham.* foi realizado um cálculo

correlacionando a quantidade de óleo essencial presente na matéria seca vegetal. Os dados são expressos na Tabela 2 em porcentagem de óleo essencial presente na matéria seca.

**Tabela 2** - Óleo essencial obtido por peso seco da folha do alecrim pimenta em função do horário.

ÓLEO ESSENCIAL (% DO PESO SECO)				
Horário da coleta	6h	10h	14h	18h
	14,8	19,9	12,4	21,1
<b>Média do óleo essencial obtido na duplicata (% do peso seco)</b>	19,2	19,3	23,5	16,3
	18,4	20,2	13,6	23,8
	16,1	23,7	18,4	21,9
<b>Média Final</b>	<b>17,1</b>	<b>20,8</b>	<b>16,7</b>	<b>20,8</b>

Fonte: Próprio autor.

Pode-se observar que maiores quantidades de óleo essencial, em termos relativos, são produzidas às 10h (20,8%) e às 18h (20,8%), seguido pela produção das 6h (17,1%). O menor rendimento de óleo essencial se dá às 14h (16,7%).

Fatores ambientais foram avaliados e correlacionados com o rendimento do óleo essencial. Uma análise da correlação foi realizada, e os dados da significância dessas correlações podem ser observadas na Tabela 3. A umidade da folha tem uma relação perfeita negativa com o peso da folha seca, uma vez que o peso final da folha é resultado do somatório dessas duas variáveis. Observa-se que há uma relação negativa entre a temperatura ambiental e a umidade da folha (-0,68). Esse dado é confirmado após avaliação do nível de significância, obtendo-se  $p=0,0039$  (Tabela 3). Houve, ainda, correlação positiva entre a temperatura ambiental e o peso da folha seca (+0,68), sendo confirmada pelo nível de significância  $p=0,0039$ .

**Tabela 3** - Valores de p de Student da Matrix de correlação.

	Umidade (%)	Peso da Folha Seca (mg)	Horário	Temperatura (°C)	Teor de Óleo (%)
<b>Umidades (%)</b>	-	<0,0001	0,1085	0,0039	0,9701
<b>Peso da folha seca (mg)</b>	<0,0001	-	0,1085	0,0039	0,9331
<b>Horário</b>	0,1085	0,1085	-	0,5551	0,3805
<b>Temperatura (°C)</b>	0,0039	0,0039	0,5551	-	0,7511
<b>Teor de Óleo (%)</b>	0,9701	0,9701	0,3805	0,7511	-

Fonte: Próprio autor.

#### 4. Discussão

A literatura aponta que além das influências como temperatura, umidade e técnicas de cultivo, outras variáveis interferem na produção de óleos essenciais por plantas aromáticas, destacando-se a sazonalidade e ciclo circadiano próprio da planta. Esses fatores podem estar relacionados com os resultados encontrados por nós, por mostrarem influência importante na produção de óleo essencial particularmente em cada espécie (Ehlert et al., 2013).

Os dados obtidos corroboram entre si, uma vez que se observa que no horário em que a folha possui menor peso seco é também aquele em que contém mais água, visto às 6h. Em contrapartida, no horário das 10h a folha possui maior peso seco, e, conseqüentemente, menor umidade.

Resultados semelhantes podem ser encontrados no trabalho publicado por Melo *et al.* (2011), que encontraram um maior teor de umidade em folhas de *Lippia sodoides Cham.* no horário das 6:00 da manhã (73,3% de umidade), entretanto, a umidade nas folhas foi decrescendo ao longo do dia, chegando ao valor mínimo de 69,73% às 18h. Esses resultados entram em confronto quando comparados aos valores de umidade obtidos no presente trabalho, uma vez que encontramos uma menor umidade nas folhas no horário das 10h, quando comparados aos outros horários do dia. Essas diferenças na quantidade de água presente nas folhas em relação ao horário podem ser explicadas pelas diferenças climáticas entre a região Nordeste e a Sudeste, local em que foi realizado o estudo por Melo *et al.* (2011). A região Nordeste conhecidamente possui um clima mais quente, o que poderia explicar o menor percentual de umidade encontrado no presente trabalho.

Um estudo avaliando o efeito do horário de colheita sobre o rendimento e constituintes majoritários do óleo essencial de *Lippia Alba* (Mill) cultivada no Ceará, mostrou que o horário ideal para coleta seria entre 15h e 17h, especialmente na estação seca do ano, comparativamente com a estação chuvosa. Além disso, às 15h, há também maior concentração dos constituintes citral e limoneno (Nagao et al., 2004). Dados semelhantes foram encontrados por Santos e Innecco (2004).

Avaliando o rendimento do óleo essencial das folhas de Alecrim pimenta na região Sudeste, Melo *et al.* (2011) encontraram um maior percentual de produção às 9h (5,64%) e o menor percentual às 6h (3,08%). Valores intermediários foram vistos às 12h (5,38%), 15h (4,36%) e 18h (4,78%). Os autores recomendam o horário em torno de 10h da manhã para obtenção de um maior teor de óleo essencial. Esse resultado corrobora com o encontrado no presente estudo, uma vez que às 10h também encontramos teores aumentados de óleo essencial.

É importante ressaltar que no presente estudo, o teor máximo de óleo essencial extraído no mesmo horário foi 3,7 vezes maior do que o encontrado por Melo *et al.* (2011). A literatura mostra que o clima quente e a luminosidade favorecem a produção de óleo essencial. Além disso, métodos de cultivo podem interferir diretamente na produção dos constituintes vegetais (Guimarães et al., 2015). A influência do espaçamento entre as plantas na biomassa e a disponibilidade de nutrientes e água são fatores a serem considerados durante o cultivo (Melo et al., 2011; Alvarenga et al., 2011). O tempo de colheita após o plantio também possui influência direta sobre a biossíntese de seus compostos (Figueiredo et al., 2009). Dessa forma, diferenças desde o plantio até a colheita podem ser a justificativa para a maior produção de óleo essencial no nosso estudo.

Os dados apresentados corroboram entre si, pois com o aumento da temperatura ambiental espera-se que o conteúdo de água presente nas folhas tenda a evaporar, resultando em um aumento na matéria seca vegetal.

Não foi obtida correlação ou significância estatística entre o teor de óleo essencial e as demais variáveis, mostrando que fatores ambientais, como a temperatura, não parecem ser determinantes na produção de óleo essencial pelo Alecrim pimenta cultivado na nossa região. Algumas discrepâncias foram observadas em relação ao presente estudo e trabalhos que mostravam o rendimento de óleo essencial de Alecrim-pimenta em função do horário, provavelmente por existirem diferentes genótipos da planta e os trabalhos não mencionarem com qual estavam trabalhando.

## 5. Considerações Finais

Os teores de óleo essencial são influenciados por diferentes variáveis. Assim, o conhecimento do horário ideal para colheita das plantas, visando à obtenção de maiores teores de princípios ativos, é de fundamental importância para a produção de medicamentos que utilizem Alecrim pimenta. Dessa forma, sugere-se que a colheita do alecrim pimenta cultivado no horto de plantas medicinais da Faculdade do Vale do Jaguaribe seja realizado, preferencialmente, às 10h.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Núcleo técnico do horto de plantas medicinais e ao Núcleo de Laboratórios da Faculdade do Vale do Jaguaribe.

## Referências

- Alvarenga, I. C. A., Valadares, R. V., Martins, E. R., Oliveira, F. G., Figueiredo, L. S., & Kobayashi, M. K. (2011). Water stress before harvest of pepper-rosmarin. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (7), 706-711.
- Barboza, A. C. R. N., Cruz, C. V. M. S., Graziani, M. B., Lorenzetti, M. C. F., & Sabadini, E. (2001). Aquecimento em forno de microondas/desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*, 24(6), 901-904.
- Begnini, M. L., Souza, T. R. L., Silva, L. R. S., Finzer, J. R. D., & Teixeira, E. P. (2022). Study of drying and extraction of mint essential oil (*Mentha arvensis* L.). *Research, Society and Development*, 11(10), p. e482111032964.
- Bezerra, A. M. E., Filho, S. M., de Oliveira, L. D. M., & Silveira, E. R. (2008). Produção e composição química da macela em função da época de colheita. *Horticultura Brasileira*, 26(01), 26-29.
- Carvalho Filho, J. L. S., Blank, A. F., Alves, P. B., Ehlert, P. A. D., Melo, A. S., Cavalcanti, S. C. H., Arrigoni-Blank, M. F., & Silva-Mann, R. (2006). Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16(01), 24-30.
- de Souza Moraes, V. R., Nogueira, P. C. L., Costa, E. V., Santos, L. S., Silva, V. R., Bomfim, L. M., & Bezerra, D. P. (2018). Phytochemical and Biological Properties of *Lippia gracilis*. In: Akhtar, M., Swamy, M. (eds) *Anticancer plants: Properties and Application*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-8548-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8548-2_2).
- Ehlert, P. A. D., Ming, L. C., Marques, M. O. M., Fernandes, D. M., Rocha, W. A., Luz, J. M. Q., & Silva, R. F. (2013). Influência do horário de colheita sobre o rendimento e composição do óleo essencial de erva-cidreira brasileira *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.] *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, 15(1), 72-77.
- Figueiredo, L. S., Bonfim, F. P. G., Siqueira, C. S., Fonseca, M. M., Silva, A. H., & Martins, E. R. (2009). Efeito da época de colheita na produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial de alecrim-pimenta. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 11(2), 154-158.
- Filippis, F. M. (2001). Extração com CO<sub>2</sub> supercrítico de óleos essenciais de Honsho e Ho-sho- experimentos e modelagem. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 114.
- Guimarães, L. G. L., da Silva, M. L. M., Reis, P. C. J., Costa, M. T. R. C., & Alves, L. L. (2015). General Characteristics, Phytochemistry and Pharmacognosy of *Lippia* sidoses. *Natural Product Communications*, 10(11), 1861-1867.
- Juven, B. J., Kanner, J., Schved, F., & Weisslowicz, H. (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *The Journal of applied bacteriology*, 76(6), 626–631. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1994.tb01661.x>
- Matos, F. J., & Lorenzi, H. (2008). *Plantas Medicinais no Brasil Nativas e Exóticas*. (2ª. ed.): Instituto Plantarum De Estudos Da Flora Ltda.
- Melo, J. O., Blank, A. F., Nunes, R. S., Alves, P. B., Arrigoni-Blank, M. F., Gagliardi, P. R., Nascimento-Júnior, A. F., Sampaio, T. S., Lima, A. D., & Nizio, D. A. C. (2022). Essential oils of *Lippia gracilis* and *Lippia sidoses* chemotypes and their major compounds carvacrol and thymol: nanoemulsions and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae*. *Research, Society and Development*, 11(3), e36511326715. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26715>
- Melo, M. T. P., Ribeiro, J. M., Meira, M. R., de Figueiredo, L. S., & Martins, E. R. (2011). Essential oil content of pepper-rosmarin as function of harvest time. *Ciência Rural*, 41(7), 1166-1169.
- Monteiro, P. C., Majolo, C., Chaves, F. C. M., Bizzo, H. R., O'Sullivan, F. L. A., & Chagas, E. C. (2020). Antimicrobial activity of essential oils from *Lippia sidoses*, *Ocimum gratissimum* and *Zingiber officinale* against *Aeromonas* spp. *Journal of Essential Oil Research*, 33 (2), 152-161. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1848653>.
- Nagao, E. (2003). Práticas de manejo de produção e pós-colheita de erva cidreira (*Lippia alba* Mill N. E. Br.) quimiotipo II (citral/limoneno). 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Nostro, A., & Papalia, T. (2012). Antimicrobial Activity of Carvacrol: Current Progress and Future Prospectives. *Recent Pat. Antiinfect. Drug Discov.*, 7(1), 28-35.

Peixoto-Neves, D., Silva-Alves, K. S., Gomes, M. D., Lima, F. C., Lahlou, S., Magalhães, P. J., Ceccatto, V. M., Coelho-de-Souza, A. N., & Leal-Cardoso, J. H. (2010). Vasorelaxant effects of the monoterpenic phenol isomers, carvacrol and thymol, on rat isolated aorta. *Fundamental & clinical pharmacology*, 24(3), 341–350. <https://doi.org/10.1111/j.1472-8206.2009.00768.x>

Santos, M. R. A., & Innecco, R. (2004). Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. *Horticultura Brasileira*, 22(2), 182-185.

Saraiva, A., Saraiva, G., Albuquerque, R., Nogueira, C., Teixeira, A., Lima, L., Cruz, B., & de Sousa, F. (2020). Chemical analysis and vibrational spectroscopy study of essential oils from *Lippia sidoides* and of its major constituent. *Vib. Spectrosc.* 110, 103111.

Sartor, R. B. (2009). Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 99.

Silva, S. R. S., Demuner, A. J., Barbosa, L. C. A., Andrade, N. J., Nascimento, E. A., & Pinheiro, A. L. (2003). Análise dos constituintes químicos e da atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 6(1), 63-70.

Simões, C. M. O., Schenkel, E. P., Gosmann, G., Mello, J. C. P., Mentz, L. A., Petrovick, P. R. (Org.). (2003). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. (5ª ed.): Editora da UFSC/Editora da UFRGS, p. 467-497.

Stevanović, Z. D., Bošnjak-Neumüller, J., Pajić-Lijaković, I., Raj, J., & Vasiljević, M. (2018). Essential Oils as Feed Additives-Future Perspectives. *Molecules* (Basel, Switzerland), 23(7), 1717. <https://doi.org/10.3390/molecules23071717>.