

Teor e identificação química do óleo essencial de manjeriço (*ocimum basilicum*, Var. *cinamon*) l submetido ao estresse hídrico em ambientes distintos

Content and chemical identification of essential basil oil (*ocimum basilicum*, var. *cinamon*) l submitted to water stress in different environments

Contenido e identificación química del aceite esencial de albahaca (*ocimum basilicum*, var. *cinamon*) l enviado al estrés de agua en entornos diferentes

Recebido: 03/06/2020 | Revisado: 20/07/2020 | Aceito: 21/07/2020 | Publicado: 02/08/2020

Ana Larissa Raynara da Silva Domingos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1259-8500>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: raynara.ana@gmail.com

Cláudia Araújo Marco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3631-8817>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: claudia.marco@ufca.edu.br

Maria Inês Rodrigues Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8016-6999>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: ines.machado@ufca.edu.br

Antonio Jorge Soares Feitosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5838-2345>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: antoniojorgesoesufca@gmail.com

Isis Alves Palmeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8678-7195>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: isisalves10@yahoo.com.br

João Hermínio da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9518-3206>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: herminio.silva@ufca.edu.br

Resumo

O manjeriço (*Ocimum basilicum L, Var. Cinamon*) é uma das culturas com maior potencial para o mercado de exportação devido ser é uma espécie medicinal muito utilizada devido às características de seus óleos essenciais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar geral avaliar o teor e identificação química do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum L, var. Cinamon*) submetido ao estresse hídrico em ambientes distintos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos (DBC) com esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tipos de ambientes no qual as plantas foram submetidas ao ambiente telado e a céu aberto e cinco dias de manejo de estresse. Para a identificação dos grupos funcionais foi utilizado à espectroscopia Raman de ATR. Os resultados evidenciaram a presença de alcoóis e fenóis apresentando bandas de estriamentos intensas de O-H (quelato) centradas entre 3000 e 2500 cm⁻¹, constando- se assim, a presença desses dois grupos funcionais, majoritariamente. Os teores de óleo essencial das plantas submetidas à ambiente telado e a céu aberto não apresentaram diferença estatística. Constatou-se que os óleos essenciais coletados após cartoze dias de estresse hídrico e submetido à variável de ambiente telado apresentaram melhores resultados de picos e intensidade de absorção. Constatando- se, assim, a presença de alcoóis e fenóis como os grupos funcionais majoritários.

Palavras-chave: *Ocimum basilicum L*; Espectroscopia ATR; Grupos funcionais.

Abstract

Basil (*Ocimum basilicum L, var. Cinamon*) is one of the crops with the greatest potential for the export market because it is a medicinal species widely used due to the characteristics of its essential oils. The present work had as objective to evaluate general to evaluate the content and chemical identification of the essential oil of basil (*Ocimum basilicum L, var. Cinamon*) submitted to water stress in different environments. The experimental design used was in blocks (DBC) with a 2 x 5 factorial scheme, with two types of environments in which the plants were submitted to a screened and open environment and five days of stress management. For the identification of functional groups, ATR Raman spectroscopy was used. The results showed the presence of alcohols and phenols with bands of intense striations of O-H (chelate) centered between 3000 and 2500 cm⁻¹, thus constituting the presence of these two functional groups, mostly. The levels of essential oil in plants submitted to a screened and open environment showed no statistical difference. It was found that the essential oils collected after 12 days of water stress and subjected to the screened environment variable showed better results of peaks

and intensity of absorption. Thus, the presence of alcohols and phenols as the major functional groups was verified.

Keywords: *Ocimum basilicum L*; ATR spectroscopy; Functional groups.

Resumen

La albahaca (*Ocimum basilicum L*, var. Canela) es uno de los cultivos con mayor potencial para el mercado de exportación porque es una especie medicinal ampliamente utilizada debido a las características de sus aceites esenciales. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar en general para evaluar el contenido y la identificación química del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum L*, var. Canela) sometido a estrés hídrico en diferentes ambientes. El diseño experimental utilizado fue en bloques (DBC) con un esquema factorial 2 x 5, con dos tipos de entornos en los que las plantas se sometieron a un entorno selectivo y abierto y cinco días de manejo del estrés. Para la identificación de grupos funcionales, se utilizó la espectroscopía ATR Raman. Los resultados mostraron la presencia de alcoholes y fenoles con bandas de estrías intensas de O-H (quelato) centradas entre 3000 y 2500 cm^{-1} , lo que constituye la presencia de estos dos grupos funcionales, principalmente. Los niveles de aceite esencial en plantas sometidas a un entorno selectivo y abierto no mostraron diferencias estadísticas. Se descubrió que los aceites esenciales recolectados después de 12 días de estrés hídrico y sometidos a la variable de entorno selectivo mostraron mejores resultados de picos e intensidad de absorción. Por lo tanto, se verificó la presencia de alcoholes y fenoles como los principales grupos funcionales.

Palabras clave: *Ocimum basilicum L*. Espectroscopía ATR; Grupos funcionales.

1. Introdução

O manjeriço (*Ocimum basilicum L*) é uma das culturas com maior potencial para o mercado de exportação (Ojeda-Silvera et al., 2015), devido às características de seus óleos essenciais, utilizados principalmente na indústria açucareira, cosméticos para a fabricação de perfumes. Na indústria farmacêutica é utilizado pelas suas propriedades diuréticas e estimulantes, na comida é aplicada para aromatizar vinagres, pelo seu cheiro agradável e sabor, também é usado como um tempero fresco (Tarchune et al., 2012, 24; Heidari & Golpayegani, 2013).

Estudos agrônômicos focados em óleo essencial mostram-se importante fase à crescente demanda por produtos naturais dessa natureza, uma vez que seus princípios ativos combatem

uma série de doenças, que direta ou indiretamente afetam plantas, animais e o homem. Estima-se que 25% das substâncias utilizadas como medicamento são originados das plantas, ou seja, 44% de todas as drogas têm como base os vegetais (Bassolé et al., 2012).

A composição química do óleo essencial de manjeriço é influenciada por fatores abióticos, representando uma interação entre as plantas e o ambiente. Dependendo das condições o ambiente ocasiona a biossíntese de vários compostos, dentre estes as interações entre as próprias plantas, estágio de desenvolvimento, idade e outros fatores como, nutrição, temperatura, luminosidade, déficit de água, época e horário de colheita, bem como técnicas de pós – colheita (Morais et al. , 2009).

Além disso, as plantas são uma fonte inesgotável de produtos naturais, muitos deles metabólitos secundários, que o homem utiliza nas mais diversas indústrias, nomeadamente nas indústrias alimentar, de cosmética e perfumaria. No grupo de compostos do metabolismo secundário incluem-se diversas substâncias farmacologicamente ativas, regularmente empregues como fármacos (Figueiredo et al., 2007).

De entre os compostos produzidos pelas plantas, as essências naturais atraíram, desde sempre, a atenção, por aliarem o seu perfume às reconhecidas propriedades antimicrobianas e antioxidantes. A definição de óleo essencial é nacional e internacionalmente aceite (Council of Europe, 2010), e encerra alguns conceitos que importa conhecer. Por um lado, e decorrente das metodologias de extração que lhe são específicas, o óleo essencial representa apenas uma parte do todo da componente volátil (essência) passível de ser obtida de uma planta.

Ademais, para auxílio dos estudos em relação aos óleos essenciais, existem técnicas físicas e químicas para estudo dos componentes de tais, como a espectroscopia de infravermelho e cromatografia gasosa que consiste em uma técnica que melhor fornecem as 14 informações estruturais necessárias; dá origem a uma ferramenta analítica versátil e de grande potencial na análise qualitativa e quantitativa do material a ser estudado.

Considerando esses fatores e a importância do manjeriço (*Ocimum basilicum L.*), o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o teor e identificação química do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum L, var. Cinamon*) submetido ao estresse hídrico em ambientes distintos.

2. Metodologia

O presente ensaio trata-se de uma pesquisa em campo e laboratorial e foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri

(UFCA), com uma distância de 8 km da sede do município do Crato, localizado próximo à encosta da Chapada do Araripe na microrregião do Cariri do Estado do Ceará (Figura 1), situada entre as coordenadas geográficas 7° 13' 46" Sul, 39° 24' 32" Oeste, a uma altitude de 446 m.

Os ensaios foram realizados no período de junho de 2018 a agosto de 2018. A região do Cariri cearense possui características peculiares, devido a sua localização geográfica, apesar da irregularidade espacial das chuvas. De acordo com Köppen o clima da região é caracterizado como quente semiárido brando e tropical quente sub-úmido, com temperatura média anual que varia entre 24 a 26 °C, precipitação pluviométrica anual de 1090,9 mm com chuvas de verão concentradas no início do ano nos meses de janeiro a maio (IPECE, 2014).

Figura 1 - Mapa de localização da região onde foi conduzido o trabalho com a cultura do manjeriço. UFCA. Crato, 2018.



Fonte: Google earth

2.1 Descrição e Caracterização do experimento

2.1.1 Procedimentos experimentais

As mudas de manjeriço, cultivar Cinnamon, foram produzidas no dia nove de junho de 2018 (Figura 2), colocando-se três sementes por célula, em bandejas de isopor de 180 células contendo substrato comercial de 100g de esterco com areias 1:1, em que foi realizado um desbaste nas plantas no dia vinte e seis de junho, após dezessete da germinação. Foram mantidas em ambiente aberto até o transplântio, quando apresentaram quatro folhas completas, aos 30 dias após a sementeira.

Figura 2 - Mudas de manjeriço após transplântio, Crato, 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O cultivo foi feito em vasos (Figura 3), realizado o transplântio no dia nove de julho de 2018, com solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, textura franco-arenosa, coletado na camada de 0 a 20 cm.

Figura 3 – Cultivo em vasos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a padronização do enchimento dos vasos, o solo coletado foi peneirado e misturado com a mesma quantidade de esterco bovino de forma a se obter uma mistura de uma parte de solo para uma parte de esterco, foram colocados 10 kg da mistura em cada vaso. Foi escolhido o solo de classificação mencionada por ser este o mais encontrado na região do Cariri bem como na maior parte do Nordeste, podendo desta forma se alcançar resultados, em campo, parecidos com os que serão obtidos neste experimento.

Durante a condução do experimento foi realizada uma aplicação de mistura repelente para controle do ataque de ácaro, sendo a aplicação realizada uma vez no dia dezoito de julho; e controle de ervas daninha através de catação manual.

A primeira colheita foi feita 76 dias após o transplântio, contabilizando dias de estresse; cartoze, quinze, dezesseis e dezessete para avaliar-se o teor e rendimento de óleo, além da influencia na formação dos grupos funcionais. Esta colheita foi realizada as 07h00min da manhã.

2.1.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram da combinação de indução do estresse hídrico de colocados em ambientes diferentes, sendo dentro de uma estufa, com sombreamento (Figura 4).

Figura 4 - Tratamentos com Sombreamento, Crato, 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Apresenta-se o teste hídrico fora da estufa sem sombreamento (Figura 5) por períodos de desenvolvimento da cultura. O ciclo da cultura do manjericao foi dividido em cinco períodos (0, I, II, III, IV), sendo que o período 0 (zero) foi o tempo dado às plantas para pegamento no vaso antes do início dos tratamentos propriamente dito.

Figura 5 - Tratamentos com Sombreamento, Crato, 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram usados no experimento sete tratamentos quatro tratamentos com três repetições (vaso) sendo em blocos, constituindo assim, 24 parcelas, sendo cada vaso com uma planta. As variáveis estudadas foram submetidas ao teste (F) de significância estatística e a uma regressão polinomial para a relação do rendimento do óleo em detrimento ao dia de coleta.

Além disso, os óleos de maior rendimento foram destinados a análise de espectroscopia de ATR para identificação dos grupos funcionais. Com isso, foi realizada a espectroscopia do óleo de todas as cultivares que produziram, sendo vinte amostras e obtidos oito espectros diferentes.

Em que, para as análises de infravermelho foi utilizado o espectrômetro de infravermelho FT-IR/FT-NIR Spectrum 400 Perkin Elmer, com acessório de refletância total atenuada horizontal empregando um cristal de seleneto de zinco (ZnSe). Todos os espectros foram obtidos em duplicata, na faixa de 600 a 4000 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} e 32 varreduras.

Antes das medidas das amostras foi medido o espectro de infravermelho chamado "branco" empregando o cristal sem amostra. Os espectros das blendas foram obtidos da seguinte forma: primeiramente a amostra foi espalhada sobre a superfície do cristal de ATR, em seguida, foi realizada a obtenção do espectro e, por fim, para a obtenção de novos espectros, o ferro em que foi retirado o óleo foi limpo com e acetona.

2.2 Variáveis avaliadas

2.2.1 Rendimento de óleo essencial

A colheita das folhas para extração do óleo essencial foi realizada 76 dias após o transplante, contabilizando dias de estresse; carote, quinze, dezesseis e dezessete para avaliar-se o teor e rendimento de óleo, além da influência na formação dos grupos funcionais. Esta colheita foi realizada às 07h00min da manhã, a mesma foi feita manualmente, após coletadas em campo foram levadas para laboratório, pesadas e colocadas no balão de fundo redondo para extração do óleo essencial.

Para a obtenção do óleo essencial todos os materiais vegetais foram armazenados em sacos de cor escura e levados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos (LTP) do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri (CCAB/UFCA). Para obter melhor rendimento de óleo, o material foi triturado em pequenos pedaços com o auxílio de facões e tesouras de poda. Os óleos essenciais foram extraídos pelo método de hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger conforme metodologia descrita por Alencar *et al.* (1984).

Para obtenção do rendimento de óleo essencial (%) foram utilizados 100 g de folhas de cada tratamento. As mesmas foram trituradas colocadas em um balão de fundo redondo com capacidade para 5.000 mL, emergidas em 2,0 L de água destilada e em seguida colocadas no hidrodestilador tipo Clevenger (Figura 6).

Figura 6 - Detalhe da coleta do óleo essencial de manjeriço após 120 min no hidrodestilador tipo Clevenger, Crato, 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A metodologia utilizada foi a de Alencar *et al.* (1984) e cada extração contou com um tempo de 120 minutos.

Após o período de extração, o óleo essencial foi retirado do aparelho com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e armazenado em *ependorf* cobertos com papel alumínio em refrigerador doméstico. Após isso, foi realizada a análise de espectroscopia de ATR nos óleos de maior rendimento.

2.2.2 Identificação dos Grupos Funcionais a partir da Espectroscopia de ATR

Foi realizada a espectroscopia do óleo de todas as cultivares que produziram, sendo vinte amostras e obtidos oito espectros diferentes. Em que, para as análises de infravermelho foi utilizado o espectrômetro de infravermelho FT-IR/FT-NIR Spectrum 400 Perkin Elmer (Figura 7), com acessório de refletância total atenuada horizontal empregando um cristal de seleneto de zinco (ZnSe).

Figura 7 – Aparelho ATR, Crato, 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os espectros foram obtidos em duplicata, na faixa de 600 a 4000 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} e 32 varreduras. Antes das medidas das amostras foi medido o espectro de infravermelho chamado "branco" empregando o cristal sem amostra.

Os espectros das blendas foram obtidos da seguinte forma: primeiramente a amostra foi espalhada sobre a superfície do cristal de ATR, em seguida, foi realizada a obtenção do espectro e, por fim, para a obtenção de novos espectros, o ferro em que foi retirado o óleo foi limpo com e acetona.

3. Resultados e Discussão

3.1- Teor do Óleo Essencial *Ocimum basilicum*, var.cinamon

O teor do óleo essencial de manjeriço *Ocimum basilicum*, var.cinamon não apresentaram diferença estatística representado pela Tabela 1 com plantas submetidas a sombreamento e sem sombreamento, respectivamente.

Tabela 1 - Teste t do teor de Óleo Essencial *Ocimum basilicum*, var.cinamon

T-test. Normality Test (Shapiro-Wilk). Test execution ended by user request, Rank Sum Test begun. Mann-Whitney Rank Sum Test.

Group	N	Missing	Median	25%	75%
dias de coleta	21	0	15,000	14,000	16,000
teor do óleo (mg)	21	0	0,0547	0,0197	0,0704

Mann-Whitney U Statistic= 0,000

T = 672,000 n(small)= 21 n(big)= 21 (P = <0,001)

The difference in the median values between the two groups is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0,001). Fonte: Programa Sigma Plotter.

Segundo Carneiro *et al.* (2015) o que pode ser explicado a não diferença estatística, consiste pela menor produção de matéria seca da parte aérea, por conta da ausência de bioestimulantes para aumentar o rendimento da parte aérea e consequente produção de óleo essencial, além disso o aumento na biossíntese do óleo essencial pode funcionar como resposta adaptativa ao ambiente, relacionando-se alguma resposta fisiológica às variações.

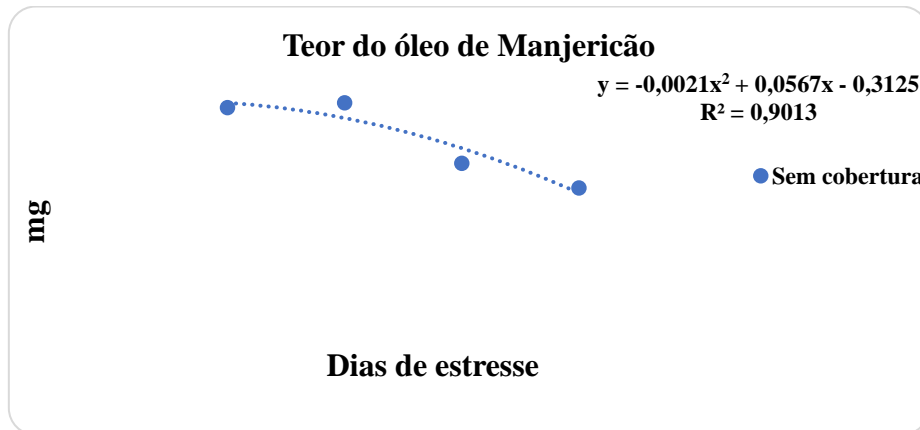
Ambos os tratamentos tanto com sombreamento com sem sombreamento, obtiveram um pico de produção de óleo no primeiro dia de coleta e extração do óleo essencial, porém ocorrendo uma queda na produção e mantendo-se constante até o décimo sétimo dia de coleta

e extração, não apresentando assim, diferença estatística e fato de significância no teste T, que se trata de um teste de comparação de médias.

Com isso, o Gráfico 1 representa o fator citado anteriormente, em relação as plantas submetidas ao não sombreamento e no Gráfico 2 as plantas submetidas a sombreamento.

Ambos os tratamentos foram feitos os testes de regressão polinomial para a demonstração dos picos de óleo essencial, ou seja, sua produção. O R igual a 0,901 está relacionado ao grau de confiabilidade dos resultados obtidos, ou seja, quanto mais próximo de um, relaciona-se a dados reais, com veracidade dos dados, obtidos a partir do programa Sigma Plotter.

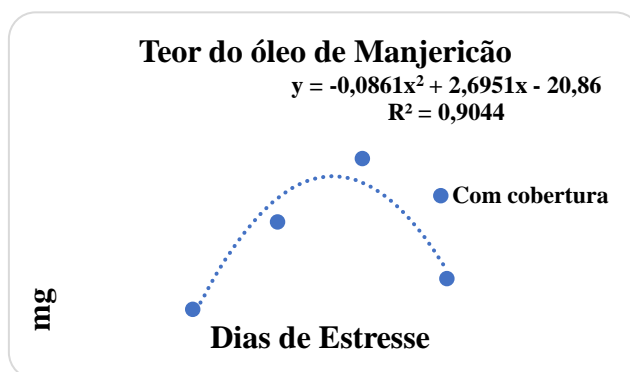
Gráfico 1 - Teor do Óleo Essencial das Plantas Sem Sombreamento.



Fonte: Teste Regressão Polinomial Quadrática, Programa Sigma Plotter.

A diferença entre os valores medianos entre os dois grupos não é grande o suficiente para excluir a possibilidade de que a diferença se deve à variabilidade aleatória de amostragem; Não há uma diferença estatisticamente significativa ($P = <0.001$), representado também nos tratamentos com sombreamento Gráfico 2.

Gráfico 2 - Teor do Óleo Essencial das plantas Com Sombreamento.

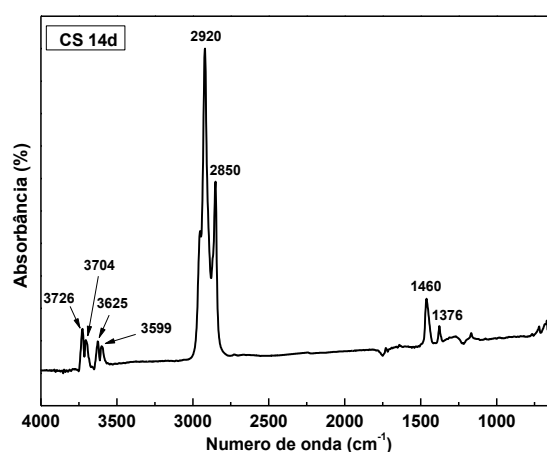


Fonte: Teste Regressão Polinomial Quadrática, Programa Sigma Plotter.

3.2 Análises e Identificação dos Grupos Funcionais a partir da Espectroscopia ATR

Observou-se durante análise dos óleos essenciais *Ocimum basilicum*, *var.cinamonobtidos* a partir do experimento e espectroscopia no infravermelho em que o equipamento produz um gráfico entre a intensidade de absorção versus o número de onda, pois como unidade é diretamente proporcional a frequência, sendo o gráfico o espectro de infravermelho. Com isso, foi evidenciado picos altos e elevados na região de absorção 3000 a 2500 cm^{-1} , o Gráfico 3 mostra que está associada às vibrações de deformação axial nos átomos de hidrogênio ligados a carbono, oxigênio e nitrogênio O-H e N-H).

Gráfico 3 - Espectro de Infravermelho (óleo puro) CS14D.

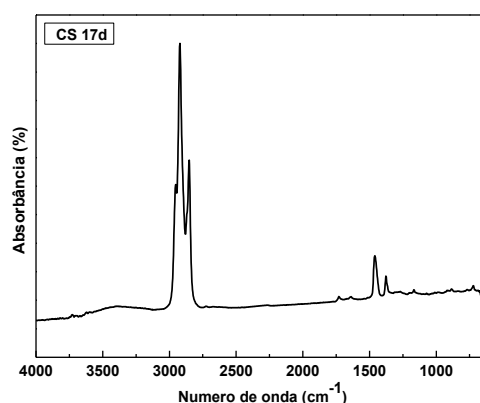


Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificou-se a presença de alcoóis e fenóis apresentando bandas de estriamentos intensas de O-H (quelato) centradas entre 3000 e 2500 cm^{-1} . Também sendo possível observar uma banda de estriamento de O-H "livre" (sem ligação de H) em aproximadamente 3000 cm^{-1} aguda. Sendo a esquerda um pico de O-H ligado a hidrogênio, segundo Pavia *et al.* (2016) no livro introdução a espectroscopia ocorre isso quando o álcool é dissolvido em um solvente, influenciando a ligação de hidrogênio. Constando-se assim, a presença de alcoóis e fenóis.

O Gráfico 4 mostra o comportamento da ligação de hidrogênio intramolecular com C=O, NO₂: Banda larga, de intensidade normalmente fraca e a frequência é inversamente proporcional à força da ligação. A absorção nesta região é associada a diversos tipos de vibração: deformações axiais e angulares de ligações C-O-H, (1500 - 1000). Segundo Pavia *et al.* (2016) no livro introdução a espectroscopia o dobramento aparece com um pico largo e fraco em 1500 a 1000 cm^{-1} .

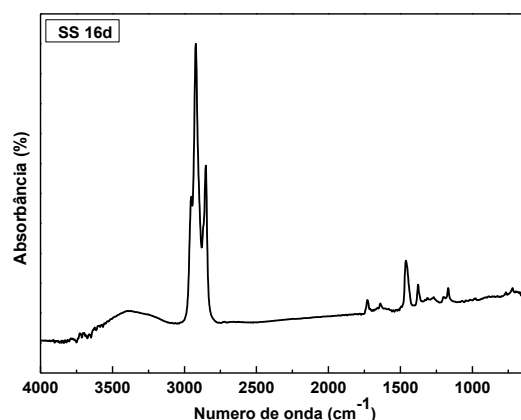
Gráfico 4 - Bandas de dobramento largo e fraco espectro de Infravermelho (óleo puro) CS17D.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A absorção que podemos visualizar no (Gráfico 5) é associada a diversos tipos de vibração: deformações axiais e angulares de ligações C-O, C-N, C-C e C-X.CH₂ (1500 - 1000 cm^{-1}). Deformação angular de -(CH₂)- sendo que para $n > 3$ a banda aparece na região por volta de 720 (deformação angular de cadeia). Essas deformações axiais e angulares de ligações segundo Bruice *et al.* (2016) consistem em alterações do comprimento das ligações tratando-se de vibrações de flexão. Ocorre quando uma molécula absorve a radiação na região do infravermelho, passa para um estado de energia excitado.

Gráfico 5 - Bandas de deformações axiais e angulares de ligações (óleo puro) SS16D.



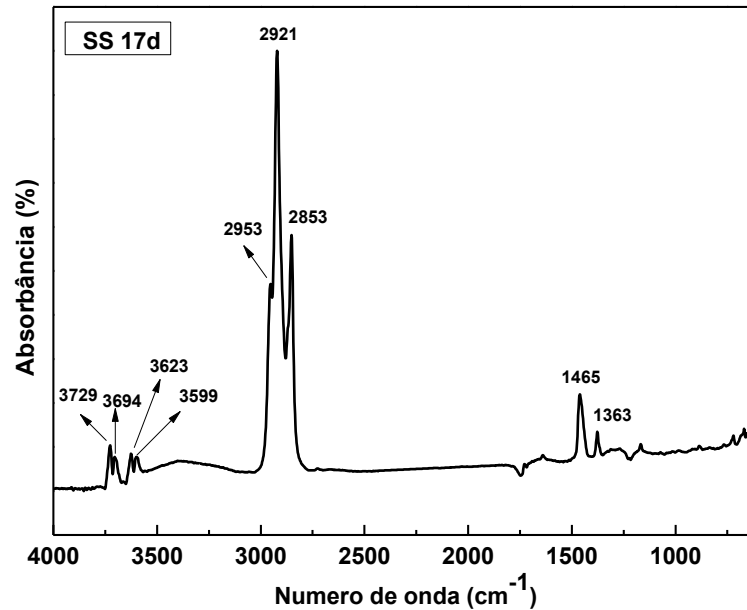
Fonte: Elaborado pelos autores.

A absorção que podemos visualizar no (Gráfico 5) é associada a diversos tipos de vibração: deformações axiais e angulares de ligações C-O, C-N, C-C e C-X.CH₂ (1500-1000cm⁻¹). Deformação angular de -(CH₂)- sendo que para n > 3 a banda aparece na região por volta de 720 (deformação angular de cadeia). Essas deformações axiais e angulares de ligações segundo Bruice *et al.* (2016) consistem em alterações do comprimento das ligações tratando-se de vibrações de flexão. Ocorre quando uma molécula absorve a radiação na região do infravermelho, passa para um estado de energia excitado.

A absorção se dá quando a energia da radiação IV tem a mesma frequência que a vibração da ligação. Após a absorção, verifica-se que a vibração passa ter uma maior amplitude. Como apresentado no gráfico, uma vez que cada tipo de ligação covalente apresenta uma diferente frequência de vibração natural, então duas moléculas diferentes não deverão apresentar um mesmo comportamento (idêntico) de absorção no infravermelho.

O pico maior absorção nesta região é associada às vibrações de deformação axial nos átomos de hidrogênio ligados a carbono, oxigênio e nitrogênio (C-H, O-H e N-H) que podemos visualizar na (Figura 6). Porém, quanto à interpretação de bandas de fraca intensidade, como as apresentadas nos gráficos de 1500 a 1000cm⁻¹ e abaixo de 1000 cm⁻¹ uma vez que estas podem ser harmônicas. A absorção na região 1500 - 100 cm⁻¹ são associados a diversos tipos de vibração: deformações axiais e angulares de ligações C-O, C-N, C-C e C-X cm⁻¹. São comumente encontradas em uma pequena porção da região do infravermelho.

Gráfico 6 - Bandas de absorção (óleo puro) SS17D.



Fonte: Elaborado pelos autores.

E abaixo de 1000 cm^{-1} consiste em uma banda larga (deformação angular) de baixa intensidade, devido à deformação angular fora do plano.

4. Considerações Finais

Assim, de forma geral, podemos verificar que dentre os tratamentos de ambiente telado e a céu aberto avaliados não apresentaram diferença estatística entre si, em relação ao teor de óleo essencial.

Plantas de manjeriço de *Ocimum basilicum*, var. *Cinamon* dos tratamentos coletados após catorze dias de estresse hídrico e submetido a variável de ambiente telado apresentaram melhores resultados de picos e intensidade de absorção, demonstrando uma melhor verificação dos grupos funcionais.

Constatando-se, assim, a presença de alcoóis e fenóis como os grupos funcionais majoritários.

Para trabalhos futuros, indica-se verificar a salinidade do solo e a influencia desse para a formação dos grupos funcionais.

Referências

Aires, S. S. Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras. Brasília: UNB, 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado) Mestrado em Botânica, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2007. Recuperado de https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2915/1/2007_StefanoSalvoAires.pdf.

Alves, M. C. Potencial alelopático de extratos voláteis sobre a germinação de sementes e crescimento de raiz de plântulas de alface, picão – preto e carrapicho. Fortaleza: UFC, 2002. 80 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002. Recuperado de http://www.fitotecnia.ufc.br/Disserta%E7%F5es/2006_Ana_Raquel.pdf.

Alcantara, F.D. Crescimento, rendimento de óleo essencial e metabólitos secundários em cultivares de manjeriço submetido a diferentes adubações e horários de corte. Monografia apresentada ao curso de Agronomia- Universidade Federal do Cariri, Crato, 2013. Recuperado de https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/agronomia/59_edesepdmo.pdf.

Adams, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/ mass spectroscopy. Carol Stream: Allured Publishing Corporation. 469p, 1995. Recuperado de <https://www.ellutia.com/our-instruments/gas-chromatographs/200-series-gc>.

Alvarenga, I. C. A., Lopes, O. D., Pacheco, F. V., Oliveira, F. G., Martins, E. R. Fator de resposta do alecrim-pimenta a diferentes lâminas de irrigação. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, 42(4), 462-468, 2012. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/pat/v42n4/v42n4a06.pdf>.

Afonso, J. C., & Pereira, K. S. Análise de compostos sulfurados em efluentes gasosos de refinaria de petróleo. *Química Nova*, Rio de Janeiro, 33(4), 957-963, 2010. Recuperado de <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/tratamento-de-efluentes/?gclid>.

Braz Filho, R. Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente. *Química Nova*, 33(1), 229-239, 2010. Recuperado de <https://www.institutoaguaviva.org.br/>.

Blank, A. F., Silva, P. A., Arrigoni-Blank M. F., Mann, R. S., & Barreto M. C. V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjeriço cv. Genovese. *Revista Ciência Agronômica*, 36(2), 175-180, 2005. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/hb/v27n1/07.pdf>.

Belin, T., & Epron, E. *Materials Science and Engineering B* 119,2005. <https://jst-journal.springeropen.com/>.

Brereton, R. *Chemometrics for Pattern Recognition*, John Wiley & Sons: Chichester, 2007. Recuperado de https://ethw.org/Category:Computing_and_electronics.

Craveiro, A. A., Fernandes, A. G., Andrade, C. H. S., Matos, F. J. A., & Alencar, J. W. Óleos essenciais de plantas do nordeste. Fortaleza: UFC-Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, 210, 1981. Recuperado de https://www.ferquima.com.br/novo/index_novo.html.

Carneiro, F. R., Silva, C. A., Silva D. C., Suassuna, F. V., & Melo S. A. Crescimento de gergelim submetido a estresse hídrico e à aplicação foliar de ácido salicílico. Fortaleza- Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2015. Recuperado de <https://www.google.com.br/search>.

Dresselhaus, M. S., Dresselhaus, G., Saito, R., & Jorio, A., *Physics Reports*. 2007. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/journal/physics>.

Grossman, L., *Óleos Essenciais na culinária, cosmética e saúde*. Editora Optionline, São Paulo, 301 p, 2005. Recuperado de [erquima.com.br/novo/index_novo.html](http://www.ferquima.com.br/novo/index_novo.html).

Gobbo-Neto, L., & Lopes N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* (30), 374-381, 2007. Recuperado de <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>.

Harris, D. C. *Análise Química Quantitativa 7 a ed.*, LTC – Livros Técnicos e Científicos. Editora, 2008. Recuperado de <https://www.analytik-jena.com/products/elemental>

IPECE. Instituto de Pesquisa e estratégia e econômica do ceará.2014. Recuperado de <https://www.ipece.ce.gov.br/>.

Maia Souza, J. T. Cultivo de Plantas Medicinais e Aromáticas em Consorcio com Hortaliças. 2007. 75p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2007. Recuperado de <https://portalcurso.com.br/curso/plantas-medicinais>.

Martins, A. P. A. Atividade antibacteriana dos óleos do manjeriço (*Ocimum basilicum* Linnaeus) e do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) frente a linhagens de *Escherichia coli* enteropatogênicas isoladas de hortaliças. 2010. 179p. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2010. Recuperado de repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4091?locale=pt_BR.

Morais, S. M., Júnior, F. C., Silva, A. R., Neto, J. M., Rondina Cardoso, J. H. Atividade Antioxidante de Óleos Essenciais de Espécies de Croton do Nordeste do Brasil. *Química Nova*, 29(5), 907-910. Recuperado de https://www.ferquima.com.br/novo/index_novo.html.

McLafferty, F. W., Stauffer, D. B. *The Willey /NBS Registry of Mass Spectral Data*. New York: John Willey, 1-6, 1989. Recuperado de <https://www.mccrone.com/instrument-sales/?gclid>

Pantoja, C. E. Análise de viabilidade técnica e econômica de tecnologias de processamento de gás natural. 2009. Dissertação (Mestrado em Processos Industriais). Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2009. Recuperado de <https://www.zapmeta.com.br/ws>.

Pavia, L. D., Lampman, M. G., Kriz, G. S., & Vyvyan, R.J. *Introdução à espectroscopia: 5ª edição norte americana*, 2016. Recuperado de <https://www.cengage.com.br/ls/introducao-a-espectroscopia/>.

Prins, C. L., Lemos C. S., & Freitas, S. P. Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 8(4), 92-95, 2006. Recuperado de <https://www.scottech.com.br/?gclid>.

Pinto, J. E. B. P., *et al.* Espectros morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. *Horticultura Brasileira*, 25(2), 210-214, 2007. Recuperado de <https://casareviva.com/>.

Rezende, C. P., Pinto, J. C., Evangelista, A. R., Santos, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens plantas forrageiras. Lavras: UFLA, 2003. 18 p. <http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-54.pdf>.

Santos, A. S., Andrade, E. H. A., Zoghbi, M. G. B., Luz, A. I. R., Maia, J. G. S. Sesquiterpenes on Amazonian Piper Species. *Acta Amazonica*, 28(2), 127-130, 1998. Recuperado de <https://www.scielo.br/scielo.php>.

Santos, R. L. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: Simões, C. M., Schenkel, E. P., Gosmann, G., Mello, J. C., Mentz; P. R. Recuperado de <https://repositorio.ufpe.br/bitstream>.

Silva, S. R. S., *et al.* Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, 24(5), 1363-1368, 2002. Recuperado de <file:///C:/Users/HOME/Downloads/2382-Texto%20do%20artigo-8189-1-10-20080430.pdf>.

Simon, J. E., Reiss, P., Bubenheim, D., Jojy, R. J., *et al.* Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. *Journal of Essential Oil Research*, 4, 71-75, 1992. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/>.

Simon, J. E., Reiss, P., Bubenheim, D., Jojy, R. J., *et al.* Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. *Journal of Essential Oil Research*, 4(71-75), 1992. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/>.

Souza-Filho, A. P. S., Vasconcelos, M. A. M., Zoghbi, M. G. B., & Cunha, R. L. Efeitos potencialmente alelopáticos dos óleos essenciais de *Piper hispidinervium* C. DC. e *Pogostemon heyneanus* Benth sobre plantas daninhas. *Acta Amazonica*, Manaus, 39(2), 389-395, 2009. Recuperado de <https://www.scielo.br/scielo.php>.

Trentini, A. M. M., & Teske, M. *Herbarium compêndio de fitoterapia*, 4 ed. Curitiba: Herbarium: Laboratório de Botânica, 2001. Recuperado de <https://www.primorlab.com.br/>.

Teixeira, M. C. L., & Teuscher, E. Pharmazeutische biologie. Braunschweig: Vieweg, 1990. Recuperado de http://www.uece.br/cmactf/index.php/arquivos/doc_download.

Viera, R. F., & Simon, J. E. Chemical Characterization of Basil (*Ocimum spp.*) Found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. Economic Botany.54(2), 207-216, 2000. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02907824>.

Viana, M. J. G., Palhano, J. G., Santos, A. S., Maia, J. G. S., Zoghbi, M. G. B., & Andrade, E. H. A. Visualização de acesso às informações sobre plantas aromáticas da Amazônia: construção de banco de dados de espécies investigadas quanto a composição química de seus óleos essenciais Anais da Associação Brasileira de química, 47(1), 57-63, 1998. Recuperado de http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/1762/pdf_59.

Zoghbi, M. G. B., Andrade, E. H. A., Santos, A. S., Silva, M. H. L., & Maia, J. G. S. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. Growing wild in the Brazilian Amazon. Flavour and Fragrance Journal, 13, 47-48. 1998. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/908575/1/13rca352.pdf>.

Zanine, A. M., & Santos, E. M. Competição entre espécies de plantas – Uma revisão. Revista da FZVA. Uruguaiana, 11(1), 10-30, 2004. Recuperado de [file:///C:/Users/HOME/Downloads/2184-7910-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HOME/Downloads/2184-7910-1-PB%20(1).pdf).

Zoghbi, M. G. B., Andrade, E. H. A., Santos, A. S., Silva, M. H. L., & Maia, J. G. S. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. Growing wild in the Brazilian Amazon. Flavour and Fragrance Journal, 13, 47-48. 1998. Recuperado de <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/viewFile/644/v3n1p109-123.pdf>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Larissa Raynara da Silva Domingos- 40%

Cláudia Araújo Marco – 10%

Maria Inês Rodrigues Machado – 13%

Antonio Jorge Soares Feitosa- 12%

Isis Alves Palmeira-12%

João Hermínio da Silva – 13%