



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
MESTRADO EM QUÍMICA**

DANIELY DOS SANTOS CABRAL

**AVALIAÇÃO SAZONAL DOS CONSTITUINTES DO ÓLEO ESSENCIAL DA
ESPÉCIE *Poincianella pyramidalis* (Tul) LP Queiroz (Fabaceae)**

**CAMPINA GRANDE - PB
2023**

DANIELY DOS SANTOS CABRAL

**AVALIAÇÃO SAZONAL DOS CONSTITUINTES DO ÓLEO ESSENCIAL DA
ESPÉCIE *Poincianella pyramidalis* (Tul) LP Queiroz (Fabaceae)**

Trabalho de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de mestre em Química.

Área de concentração: Química
Orgânica/Medicinal

Orientador: Prof. Dra. Yanna Carolina Ferreira Teles.

**CAMPINA GRANDE - PB
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C117a Cabral, Daniely dos Santos.
Avaliação sazonal dos constituintes do óleo essencial da espécie *Poincianella pyramidalis* (Tul) LP Queiroz (Fabaceae) [manuscrito] / Daniely dos Santos Cabral. - 2023.
70 p. : il. colorido.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.
"Orientação : Profa. Dra. Yanna Carolina Ferreira Teles, Departamento de Química - CCT. "

1. Óleos voláteis. 2. Sazonalidade. 3. *Poincianella pyramidalis*. 4. *Caesalpinia pyramidalis*. I. Título

21. ed. CDD 547

DANIELY DOS SANTOS CABRAL

**AVALIAÇÃO SAZONAL DOS CONSTITUINTES DO ÓLEO ESSENCIAL DA
ESPÉCIE *Poincianella pyramidalis* (Tul) LP Queiroz (Fabaceae)**

Trabalho de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de mestre em Química.

Área de concentração: Química Orgânica/Medicinal

Aprovada em: 31/10/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dr^ª. Yanna Carolina Ferreira Teles (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Prof^ª. Dr^ª. Simone da Silva Simões
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Prof^ª. Dr^ª. Dayse das Neves Moreira
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

A todos que já que passaram por momentos difíceis.

Tudo passa, a dor não é pra sempre.

Não deixe isso afetar o que há de melhor em você.

Sonhe e Acredite!

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todo o cuidado e bênçãos derramadas em minha vida. Te agradeço pela saúde, por me manter firme e por estar sempre nos meus caminhos, me dando força e coragem para nunca desistir.

A minha mamãe Diana Cabral e vovó Celina Crispim, pelos ensinamentos, por todo o aconchego e por me ensinarem a ser melhor. Sem vocês nada seria possível. Gratidão!

Ao meu marido, Tonny Felipe, pela cumplicidade e amor. Você acreditou em mim, sonhou comigo e não soltou minha mão mesmo nos meus piores momentos. Em você encontrei o combustível para continuar. Eu te amo!

Aos meus pequenos afilhados, minha herança, Luiza Gabriela e Arthur Lima, que me fazem acreditar em dias melhores. Vocês são luzes em minha vida.

A minha tia-irmã, Bruna Souza, pelas conversas, pelo apoio necessário e por toda energia positiva, sou grata a Deus pela sua vida.

Aos meus primos, Albieri Felix e Ana Paula, que por muitas vezes me ajudaram a enxergar o meu sonho cada vez mais perto.

A minha orientadora, professora Yanna Teles, pelo tempo, paciência e por me conduzir nesse trabalho, sua orientação foi fundamental. Meu muito obrigado!

Aos meus colegas de laboratório Luciana Martins, Luan Rodrigues, Eliercio Fernandes e Gabryella Monteiro pelas gargalhadas, por toda a ajuda, pela disponibilidade e por deixarem esse trajeto mais leve.

Aos meus colegas do mestrado, Rodolfo Castor, Joabel Freire, Maria Barbosa e Cristiane Aragão pelas risadas, que aliviaram, por muitas vezes, as angústias, pelas palavras de conforto, preocupações compartilhadas e por estarem comigo ao longo desses dois anos. Os levarei em meu coração.

As professoras Simone Simões e Dayse Moreira, agradeço por ter aceitado o convite para compor a banca, disponibilizando tempo para leitura e considerações para esse trabalho.

Enfim, sou grata, não posso deixar de agradecer a mim, foram noites em claro, choros, angústias, picos de ansiedade, não foi fácil. Resistimos. Sou imensamente feliz por encontrar pessoas que acreditaram em mim, mesmo quando nem eu acreditava. Somos capazes e podemos conquistar o mundo.

“Na vida, não existe nada
a se temer, apenas a ser
compreendido”.

(Marie Curie).

RESUMO

O uso de plantas faz parte da evolução da humanidade, sendo vistas como os primeiros recursos alimentares e terapêuticos de que se tem conhecimento. A *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L. P. Queiroz é uma espécie facilmente encontrada em diferentes estados do Nordeste, podendo ser amplamente explorada com fonte de renda, devido aos seus diversos usos: forrageiro, terapêutico, combustível, entre outros. A espécie por sua resistência à seca é utilizada como alimentação animal, nos períodos de estiagem, entretanto, há relatos de que após as chuvas, que geralmente ocorrem entre novembro e fevereiro, apresenta odor forte, o que leva os animais a rejeitarem a forragem com a planta. Com base nisso esta pesquisa buscou realizar um estudo químico da espécie *P. pyramidalis* com enfoque na identificação dos componentes voláteis do seu óleo essencial, levando em consideração a sazonalidade para avaliação da interferência ou não na composição desses componentes. O material vegetal utilizado foi coletado na fazenda experimental do CCA/UFPB, em São João do Cariri – PB, foram utilizadas folhas da espécie *P. pyramidalis*, extraídas sempre na última semana de cada mês, o período em análise foi dos meses de julho a dezembro de 2022. Para a extração dos óleos essenciais, foi utilizada a técnica de hidrodestilação. As extrações foram realizadas em triplicata. A análise foi realizada por meio de cromatografia gasosa acoplada com espectrômetro de massas, observando a variação da composição para determinar os componentes principais presentes na espécie de acordo com os períodos sazonais. Como resultados podemos destacar que o óleo essencial da espécie em questão possui terpenos como componentes majoritários, entre os quais, monoterpenos, sesquiterpenos e diterpenos. O componente principal encontrado durante os meses analisados foi o sesquiterpeno (*E*)-cariofileno, com predominância e relevância, principalmente, em novembro e dezembro, período que apresentou os maiores valores de precipitação na localidade. Os monoterpenos tiveram uma predominância em todo o mês de setembro, fator que pode estar associado a floração da espécie que ocorre na primavera. Por serem compostos que apresentam alta volatilidade o que beneficia o atrativo a polinizadores. Os componentes majoritários com participação em praticamente todos os meses foram o (*E*)-cariofileno, D-Germacreno, δ -cadineno, α -copaeno, (*Z*)-3,7-dimetil-1,6,3-octatrieno, linalol, óxido de cariofileno, α -humuleno e o 13-epi-óxido de manoilas estes apresentam atividades biológicas relevantes, como ação antibacteriana, anti-inflamatória, antioxidante, inseticida e antimicrobiana, além do odor, em sua maioria, picante e amadeirado. O presente estudo trouxe contribuições que auxiliam no entendimento do comportamento da espécie perante os seis meses de pesquisa, porém outras investigações nessa mesma linha podem enriquecer este conhecimento, como por exemplo, uma ampliação no período da análise sazonal em uma duração de doze meses, de modo a abordar outras estações (verão e outono) para verificação da composição dos óleos essenciais da planta.

Palavras-Chave: Óleos voláteis; Sazonalidade; (*E*)-cariofileno; *Poincianella pyramidalis*; *Caesalpinia pyramidalis*.

ABSTRACT

The use of plants is part of humanity's evolution, and they are seen as the first known food and therapeutic resources. *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L. P. Queiroz is a species that is easily found in different states of the Northeast and can be widely exploited as a source of income, due to its various uses: forage, therapeutic, fuel, among others. Due to its resistance to drought, the species is used as animal feed during periods of drought. However, there are reports that after the rains, which usually occur between November and February, it has a strong odor, which leads animals to reject foraging with the plant. Based on this, this research sought to carry out a chemical study of the *P. pyramidalis* species with a focus on identifying the volatile components of its essential oil, taking seasonality into account in order to assess whether or not it interferes with the composition of these components. The plant material used was collected from the experimental farm of the CCA/UFPB, in São João do Cariri - PB. The leaves of *the P. pyramidalis* species were extracted in the last week of each month, and the period under analysis was from July to December 2022. The hydrodistillation technique was used to extract the essential oils. The extractions were carried out in triplicate. The analysis was carried out using gas chromatography coupled with a mass spectrometer, observing the variation in composition to determine the main components present in the species according to the seasonal periods. The results show that the essential oil of the species in question has terpenes as its main components, including monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes. The main component found during the months analyzed was the sesquiterpene (*E*)-caryophyllene, with predominance and relevance mainly in November and December, the period with the highest rainfall in the locality. Monoterpenes were predominant throughout September, a factor that may be associated with the species' flowering in spring. These compounds are highly volatile, which benefits their attractiveness to pollinators. The majority components that were present in practically every month were (*E*)-caryophyllene, D-Germacrene, δ -cadinene, α -copaene, (*Z*)-3,7-dimethyl-1,6,3-octatriene, linalool, caryophyllene oxide, α -humulene and manoyl 13-epi-oxide, all of which have relevant biological activities, such as antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, insecticidal and antimicrobial action, in addition to their mostly spicy and woody odor. This study has brought contributions that help to understand the behavior of the species over the six months of research, but other investigations along the same lines could enrich this knowledge, such as extending the period of seasonal analysis to twelve months, so as to cover other seasons (summer and autumn) to check the composition of the plant's essential oils.

Keywords: Volatile oils; Seasonality; (*E*)-caryophyllene; *Poincianella pyramidalis*; *Caesalpinia pyramidalis*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de registros de ocorrência da <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P. Queiroz.	17
Figura 2. <i>Poincianella pyramidalis</i> na natureza	17
Figura 3. Tronco da <i>Poincianella pyramidalis</i>	17
Figura 4: Folhas da <i>Poincianella pyramidalis</i>	18
Figura 5: Flores da <i>Poincianella pyramidalis</i>	18
Figura 6: Fruto da <i>Poincianella pyramidalis</i>	18
Figura 7: Sementes da <i>Poincianella pyramidalis</i>	19
Figura 8: Compostos químicos da folha da <i>Poincianella pyramidalis</i>	22
Figura 9: Aparelho de Clevenger utilizado para a extração do óleo essencial	33
Figura 10: Estrutura química dos compostos majoritários dos óleos essenciais de folhas fresca da <i>P. pyramidalis</i>	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Usos medicinais da <i>P. pyramidallis</i>	20
Tabela 2. Componentes voláteis majoritários do gênero <i>Caesalpinia/Poincianella</i>	30
Tabela 3. Mês e suas respectivas data de coleta da espécie <i>P. pyramidallis</i>	32
Tabela 4. Pesagem do material vegetal para as extrações dos óleos essenciais	32
Tabela 5. Dados meteorológicos – Precipitação e Temperatura da data da coleta	36
Tabela 6: Constituintes voláteis majoritários identificados no óleo essencial das folhas da <i>P. pyramidallis</i>	37
Tabela 7: Constituintes voláteis majoritários identificados no óleo essencial das folhas da <i>P. pyramidallis</i>	47
Tabela 8. Porcentagem dos componentes majoritários do OEs das folhas da <i>P. pyramidallis</i> nas duas estações	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	Família Fabaceae	15
3.2	Espécie <i>P. pyramidalis</i> Tul	16
3.3	Produtos Naturais e moléculas bioativas	24
3.4	Óleos essenciais	26
3.4.1	Composição química dos óleos essenciais encontrados no gênero <i>Caesalpinia/Poincianella</i>	27
3.4.2	Influência da sazonalidade na composição química dos óleos essenciais	30
4	METODOLOGIA	32
4.1	Coleta do material	32
4.2	Extração dos óleos essenciais	32
4.3	Análise dos constituintes dos óleos essenciais por GC-MS	34
4.4	Dados meteorológicos da região de coleta	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1	Dados Meteorológicos	35
5.2	Componentes voláteis das folhas da <i>P. pyramidalis</i> (Tul) L.P. Queiroz	36
5.3	Identificação dos compostos químicos dos OEs de acordo com a sazonalidade	42
5.3.1	Componentes majoritários identificados no mês de julho	42
5.3.2	Componentes majoritários identificados no mês de agosto	42
5.3.3	Componentes majoritários identificados no mês de setembro	43
5.3.4	Componentes majoritários identificados no mês de outubro	43
5.3.5	Componentes majoritários identificados no mês de novembro	43
5.3.6	Componentes majoritários identificados no mês de dezembro	43
5.4	Comparação dos constituintes dos óleos essenciais obtidos da espécie <i>P. pyramidalis</i>	45
6	CONCLUSÃO	53

REFERÊNCIAS	55
ANEXOS	64
ANEXO A	64
ANEXO B	64
ANEXO C	64
ANEXO D	65
ANEXO E	65
ANEXO F	65
ANEXO G	66
ANEXO H	66
ANEXO I	66
ANEXO J	67
ANEXO K	67
ANEXO L	67
ANEXO M	68
ANEXO N	68
ANEXO O	68
ANEXO P	69

1 INTRODUÇÃO

As plantas aparecem na história como imprescindíveis à vivência humana. Nos primórdios da existência o *Homo sapiens* dependia direta ou indiretamente das espécies vegetais encontradas na natureza. Até antes mesmo da invenção da escrita já existiam relatos do uso de plantas como fonte alimentícia e medicinal, por parte dos humanos e animais, sendo repassado esse conhecimento de geração em geração quanto ao uso adequado de cada espécie. (VIEIRA, 2019).

Entre várias espécies encontradas na Caatinga a *Poincianella. Pyramidalis* [Tul.] L. P. Queiroz é um destaque na região e é amplamente explorada como fonte de renda. Em relação a sua diversidade em aplicações temos os usos: tecnológico sendo utilizada como combustíveis e derivados; forrageiro, uma vez que suas folhas, vagens e sementes são distribuídas para alimentação animal. Já referente ao uso medicinal, podemos destacar os vários benefícios do uso de suas folhas, flores e cascas, que possuem potencial anti-inflamatório, cicatrizante, analgésico, sendo ainda utilizadas em combate a infecções e diarreia (CHAVES et al., 2015).

A espécie *P. pyramidalis* é facilmente encontrada em diferentes estados da região Nordeste, se apresentando entre os meses de outubro e fevereiro no período de floração e entre os meses de junho e dezembro a frutificação da planta (SOUZA et al., 2021).

A *P. pyramidalis* tem uma boa aceitação como forragem pelos animais de rebanho, entretanto após o período das primeiras chuvas apresenta odor forte e característico o que faz com que os animais a rejeitem como alimento (NASCIMENTO; NASCIMENTO; RIBEIRO, 2002). Acreditamos que algum componente do óleo essencial da espécie seja o fator preponderante para ocasião dessa repulsa.

Os óleos essenciais (OEs), produzidos por grande parte das plantas, acabam exercendo um importante papel ecológico, uma vez que agem como um defensor contra microrganismos, herbívoros, como atrator de polinizadores e como reguladores da taxa de deterioração da matéria orgânica no solo. Ainda, os OEs oferecem propriedades farmacológicas, sendo utilizados contra problemas de saúde, como anti-inflamatórios e analgésicos. Sua presença varia de acordo com a sazonalidade, além de alguns fatores como temperatura, luminosidade, vento, insolação, entre outros, que acabam alterando os constituintes e concentrações na sua composição metabólica (BORBA; et, al., 2016. SIMÕES; et. al., 2017).

Embora a espécie *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz seja amplamente conhecida no contexto popular e tenha um imenso aproveitamento, desde a importância medicinal até a aplicação na alimentação animal, existe uma grande escassez de informações na literatura sobre aspectos químicos relacionado a espécie, incluindo estudos sobre os

componentes voláteis da planta (BELARMINO et al., 2017). Por esse motivo, o presente trabalho pretende estudar a avaliação sazonal dos constituintes do óleo essencial da espécie *P. pyramidalis* ao longo de seis meses, perfazendo as estações da primavera e do inverno. Com este objetivo pretendemos oferecer ao público interessado, uma leitura do comportamento da planta no período para identificar os compostos que acrescentam aroma. Nessa razão entendemos que o estudo possui relevância, uma vez que, a espécie é utilizada como fonte forrageira e os animais se baseiam no seu odor para consumi-la ou não.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar a espécie *P. pyramidalis* em termos da variação sazonal dos constituintes do seu óleo essencial.

2.2 Objetivos Específicos

- Extrair os óleos essenciais da espécie *P. pyramidalis*, utilizando a técnica de hidrodestilação;
- Identificar e quantificar os componentes majoritários presentes no óleo essencial da espécie por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas ao longo de 6 meses (primavera e inverno);
- Analisar ao longo de seis meses a variação na composição do óleo essencial;
- Comparar os componentes químicos com as duas estações que ocorreram durante os estudos (inverno e primavera);

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Família Fabaceae

A família Fabaceae, é uma das maiores entre os Angiospermas, sendo dividida em três subfamílias: Mimosoideae, Papilionoideae e Caesalpinioideae. Este grupo reúne mais de 700 gêneros e cerca de 19.500 espécies, sendo uma das maiores famílias de plantas do mundo. Mesmo seu predomínio sendo em regiões neotropicais, as suas espécies são encontradas em vários locais do planeta. No Brasil é a família que mais aparece, sendo abundante em praticamente todos os biomas e ecossistemas do país, apenas na Caatinga, foram registradas 603 espécies (AMORIM et al., 2016).

A Fabaceae possui ampla variedade de espécies, sua ocorrência introduz várias plantas de grande importância econômica e alimentar, com características da presença de frutos em forma de vagem que englobam desde espécies arbóreas a herbáceas anuais. Estão incluídas nesta família: soja, feijão, grão-de-bico, entre outros (CARVALHO & GAIAD, 2021).

No bioma da Caatinga, a Fabaceae se apresenta como a família de maior riqueza no domínio fitogeográfico, incluindo espécies com grande potencial de uso para fins ecológicos, econômicos e sociais. Estudo conduzido com espécies derivadas da Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra das Almas, de Crateús no Ceará, identificou que as espécies da família Fabaceae possuem potencial de uso como adubo verde; na alimentação humana; combustíveis, cosméticos, construções defensivos agrícolas naturais; fonte de cera, de óleos; na alimentação animal, com potencial para forragens; na indústria madeireira, paisagística, ornamentação, reflorestamento; e no uso medicinal (RABELO et al., 2019).

No campo medicinal, essa família possui indicação de 27 plantas, com fins terapêuticos para uso em 58 sintomas e doenças, a maior parte sendo utilizada como recurso para feridas e dores. Dentre as categorias de doenças que são combatidas com as Fabaceae se destacam as de pele e do tecido subcutâneo, além de doenças do aparelho digestivo, esses dois campos são os que recebem maior número de menções nos estudos. Outras doenças, nas quais as Fabaceae são utilizadas incluem: doenças dos olhos, do aparelho circulatório, diarreias, gastroenterite, endócrinas, nutricionais e metabólicas (SILVA; SANTOS; MEDEIROS, 2016).

O número de estudos sobre a família Fabaceae tem crescido nos últimos anos dado o potencial de descoberta e isolamento de componentes químicos nesta variedade. Os principais compostos metabólitos encontrados nas espécies da família são os ácidos graxos, alcaloides, cumarinas, fenóis, flavonoides, heterosídeos cardioativos, lignanas, polissacarídeos, quinonas, saponinas, taninos e terpenoides. Estes podem ser classificados entre primários e secundários

conforme suas funções e propriedades, podendo atuar nas atividades essenciais para o metabolismo celular vegetal, na proteção com ação pesticida e atrativo para polinização (SÁ-FILHO et al., 2021).

As Fabaceae são ricas em metabólitos secundários nitrogenados, incluindo alcaloides e aminas, dentre eles os quinolizidina, pirrolizidina, indolizidina, piperidina, piridina, pirrolidina, indol simples, eritrina, isoquinolina simples e alcalóides imidazol; poliaminas, feniletilamina, tiramina e derivados de triptamina; aminoácidos não proteicos, glicosídeos cianogênicos e peptídeos que se destacam as lectinas, inibidores de tripsina, peptídeos antimicrobianos, ciclotídeos. Além destes há a presença de metabólitos secundários não nitrogenados como os fenólicos: fenilpropanóides, flavonóides, isoflavonas, catequinas, antocianinas, taninos, lignanas, cumarinas e furanocumarinas; os policetídeos: antraquinonas; e os terpenoides: triterpenoides; saponinas esteroides e tretaterpenos (WINK, 2013).

3.2 Espécie *P. pyramidalis* Tul.

A *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz que apresenta como sinônimo *Caesalpinia pyramidalis*, Tul. de acordo com o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil e Lista da Flora do Brasil 2020 (SIBBR, 2023), é uma espécie que pertence à família Fabaceae, endêmica do bioma Caatinga, sendo encontrada em diversos ambientes dessa região, desde várzeas úmidas, até áreas semiáridas. A planta pode chegar até 10 metros de altura e adapta-se muito bem a diversos tipos de solos, além de apresentar resistência a escassez de recursos hídricos e salinos. A *P. pyramidalis* possui diferentes nomes populares como “catingueira”, “catingueira-verdadeira”, “catingueira das folhas largas”, “catinga de porco”, “pau de rato”, de acordo com o estado onde se encontra e a cultura popular local, em sua maioria os nomes se devem ao odor desagradável das folhas (MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017)

Muito comum no Nordeste Brasileiro, conforme Figura 1, a *P. pyramidalis* é classificada como um arbusto ou arvoreta (Figura 2), inerme com copa densa e aberta, os troncos (Figura 3) possuem diâmetro entre 8 e 35 centímetros, com casca de amarronzada a acinzentada (QUEIROZ, 2009). As folhas (Figura 4) são compostas bipinadas e coriáceas, a primeira folhagem, pós decíduo na estação seca, apresenta uma coloração rosada que vão se tornando verdes, ao longo das estações. Possui flores com pétalas amarelas (Figura 5) que apresentam leve odor adocicado e uma pétala central com pontos avermelhados que indicam os guias do néctar. A planta apresenta fruto do tipo legume, com vagem seca, deiscente, com coloração marrom-esverdeada (Figura 6). Dentro das vagens estão as sementes (Figura 7) da catingueira

com tegumento de coloração castanho-escuro ou verde-escuro, brilhante e de consistência coriácea (MATIAS; SILVA; DANTAS; 2017).

Figura 1. Mapa de registros de ocorrência da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz



Fonte: SIBBR, 2023

Figura 2. *Poincianella Pyramidalis* na natureza



Fonte: FAZENDA ELDORADO, 2015

Figura 3. Tronco da *Poincianella Pyramidalis*



Fonte: NATUREZA BELA, 2011

Figura 4. Folhas da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz



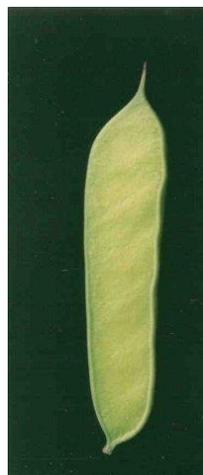
Fonte: QUEIROZ, 2021

Figura 5. Flores da *Poincianella Pyramidalis*



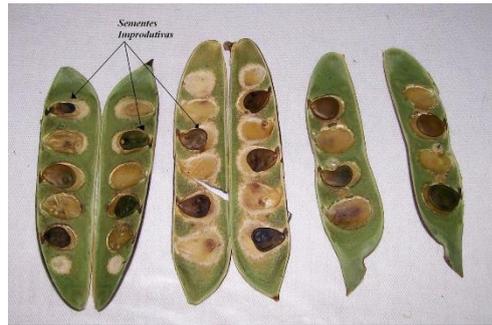
Fonte: NATUREZA BELA, 2011

Figura 6. Fruto da *Poincianella Pyramidalis*



Fonte: NATUREZA BELA, 2011

Figura 7. Sementes da *Poincianella Pyramidalis*



Fonte: NATUREZA BELA, 2011

A *P. pyramidalis* é uma das espécies que mais contribuem para a fisionomia característica da Caatinga. Por ser de uma alta capacidade de rebrota e crescimento rápido, pode ser uma planta com grande potencial para recuperação ou colonização de áreas degradadas, além de produção de lenha (QUEIROZ, 2009).

Quanto ao uso a *P. pyramidalis*, apresenta rica diversificação de finalidades, desde terapêuticas a uso como combustíveis, por exemplo. As folhas que surgem logo nas primeiras chuvas, por não apresentarem odor desagradável, são consumidas por animais e costumam ser utilizadas na produção de forragem. As flores e o caule apresentam potencial melífero, na produção de néctar e pólen e no abrigo para abelhas, que costumam fazer suas colmeias nos ocos dos troncos. O uso como lenha é bastante comum, além disso, como as cinzas possuem alto teor de potássio, podem ser utilizadas para a produção de sabão. Como uso medicinal, de forma caseira, a *P. pyramidalis* é utilizada como antidiarreica e ainda em tratamentos de hepatite e anemia. Por muitos anos suas folhas, flores, caule e raízes têm sido utilizadas como fontes de diferentes tratamentos, por exemplo para infecções e inflamações. Além desses usos é utilizada para a alimentação animal e possui um grande potencial para reflorestamento (MATIAS; SILVA; DANTAS; 2017).

Conforme Nascimento; Nascimento; Ribeiro (2002) a *P. Pyramidalis* tem boa aceitação pelos animais de rebanhos, entretanto, posteriormente ao período inicial das chuvas, passam a ser rejeitadas por adquirirem odor desagradável.

Entretanto é no tempo chuvoso que a forragem arbustivo-arbórea deve ser coletada e armazenada, para ser utilizada como alimentação animal, em forma de feno ou silagem, sendo uma alternativa ao tempo da seca, quando acontece a escassez da produção de biomassa herbácea. A *P. pyramidalis* contribui essencialmente para esse objetivo, com grande capacidade e potencial forrageiro (SANTOS et al., 2020).

O uso da *P. pyramidalis* como fonte medicinal foi de origem na sabedoria popular, na tabela 1, temos os usos populares da espécie, o tipo de procedimento utilizado e a parte para a obtenção de tal fim.

Tabela 1. Usos populares medicinais da *P. pyramidallis*

Parte da Planta	Procedimento	Uso
Flor	Maceração ou infusão	Antiasmático, tosse, gripe
Folhas	Infusão e decocção	Diurético, dispéptico, digestivo e antipirético
	Infusão	Candidíase
	<i>In natura</i>	Analgésico
Casca do caule	Xarope	Tosse
	Infusão com combinação em bebidas	Diarreia, diabetes, gastrite e inflamações em geral
	Decocção	Disenterias, diarreias e dores de estômago
	Transformar a casca em pó	Hemostático

Fonte: CAVALCANTI, 2022. Adaptado

Já existem estudos que fortificam suas propriedades fitoterápicas. Como por exemplo, os que verificaram a eficiência na atividade antibacteriana, a partir do extrato tanto das folhas como do caule do acetato de etila, presente na planta. O estudo demonstrou resultados relevantes contra a bactéria *Staphylococcus aureus*, produzindo 10 mm de Halo, sob o método de Kirby-Bauer, conhecido como difusão em disco (NOVAIS et. al., 2003).

A eficiência da *P. pyramidalis* vem sendo testada e comprovada, por estudiosos, na ação anti-inflamatória, cicatrizante e antimicrobiana. A partir do extrato aquoso em concentrações de 1g/500mL e 1g/1000mL da entrecasca, foram observadas as ações citotóxicas e antimutagênicas da espécie diminuindo o índice mitótico para 7,9% em exposição de 24 e 48h na concentração 1g/500mL e 6,8% em 24h e 2,6% em 48h na concentração 1g/1000mL (SILVA et al., 2015).

Conforme estudo de Ribeiro et al. (2013) a *P. pyramidalis* é capaz de combater a *Helicobacter pylori* e protege o estômago provocando o aumento de muco gástrico e diminuindo a ocorrência de úlceras, dessa forma apoia o uso cultural da planta como combatente aos distúrbios gastrointestinais. O estudo foi realizado com o extrato etanólico em 30, 100 e 300 mg/kg, extraídos da casca interna da planta, aplicados em ratos com úlceras induzidas por ingestão de etanol e indometacina.

Outro estudo conduzido com a aplicação do extrato etanólico proveniente da casca interna da *P. pyramidalis* foi para o tratamento da pancreatite aguda, uma doença inflamatória que tem como sintoma relevante a dor abdominal. O extrato, em concentração de 400mg/kg, se mostrou eficaz, diminuindo a inflamação, além de inibição completa da hiperalgesia abdominal. Logo se torna de interesse futuro para tratamento da pancreatite aguda. (SANTANA et al., 2012).

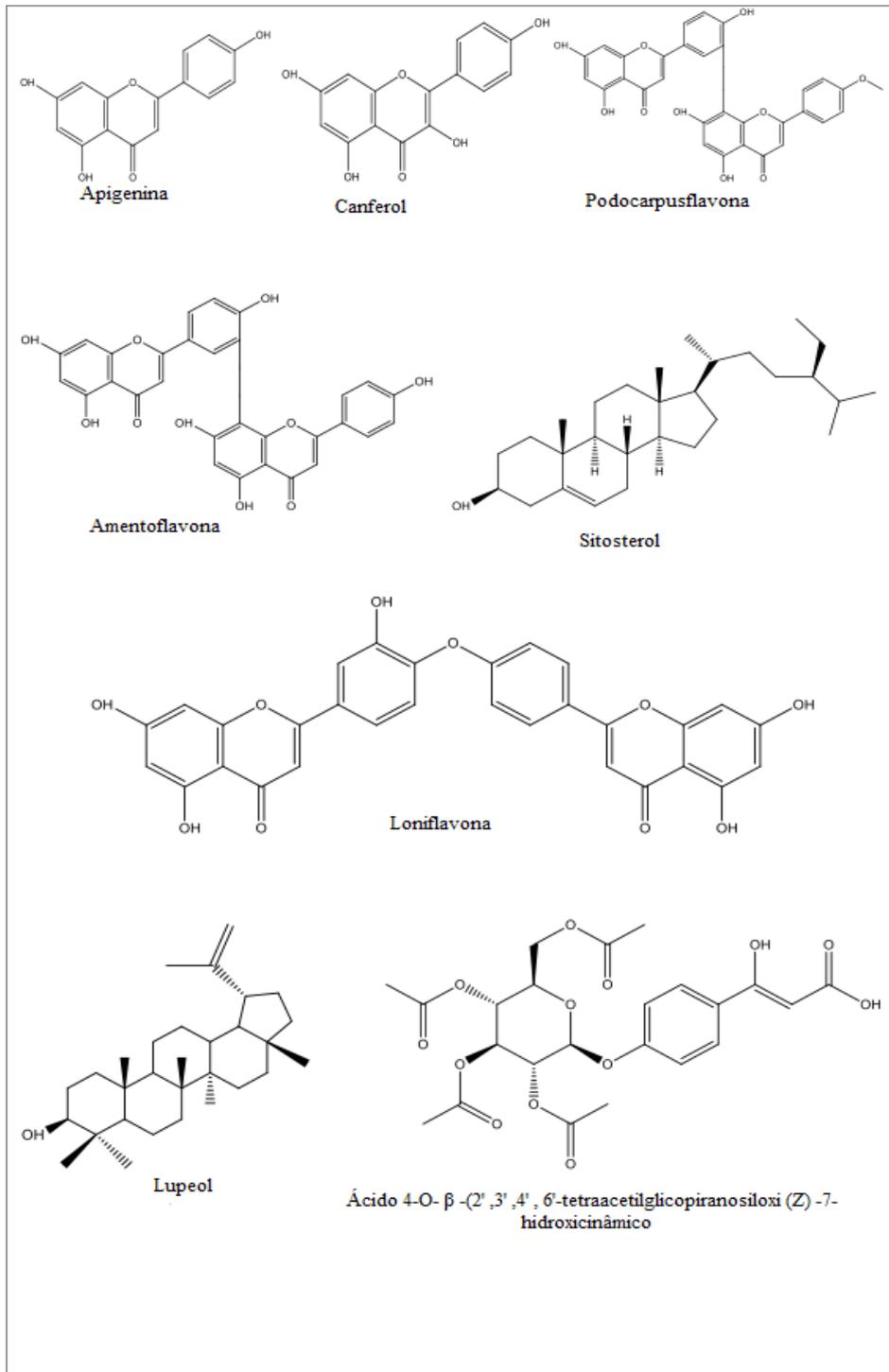
Ainda há estudos para testar a eficiência do extrato da folha da *P. pyramidalis*, no tratamento de caprinos infectados naturalmente com nematódeos gastrointestinais. De acordo com Santos et al. (2012), o extrato aquoso possui propriedades anti-helmínticas que reduzem o número de parasitas, se mostrando eficaz no combate a doença presente nos ruminantes avaliados. Foram utilizadas no estudo quarenta e oito cabras que foram separadas aleatoriamente em quatro grupos, sendo o primeiro o controle negativo, e o segundo tratado com doramectina, 1mL/50kg, e no terceiro e quarto foram administradas doses do extrato aquoso em concentrações de 2,5 e 5mg/kg. Além disso, o trabalho apresenta que a *P. pyramidalis* pode ser um fator chave para o controle de infecções, entretanto, evidencia que são necessários mais estudos para poder avaliar a melhor dosagem a ser administrada e o uso deste extrato para desenvolvimento de novas drogas que tratem os ruminantes maiores que possuam a doença.

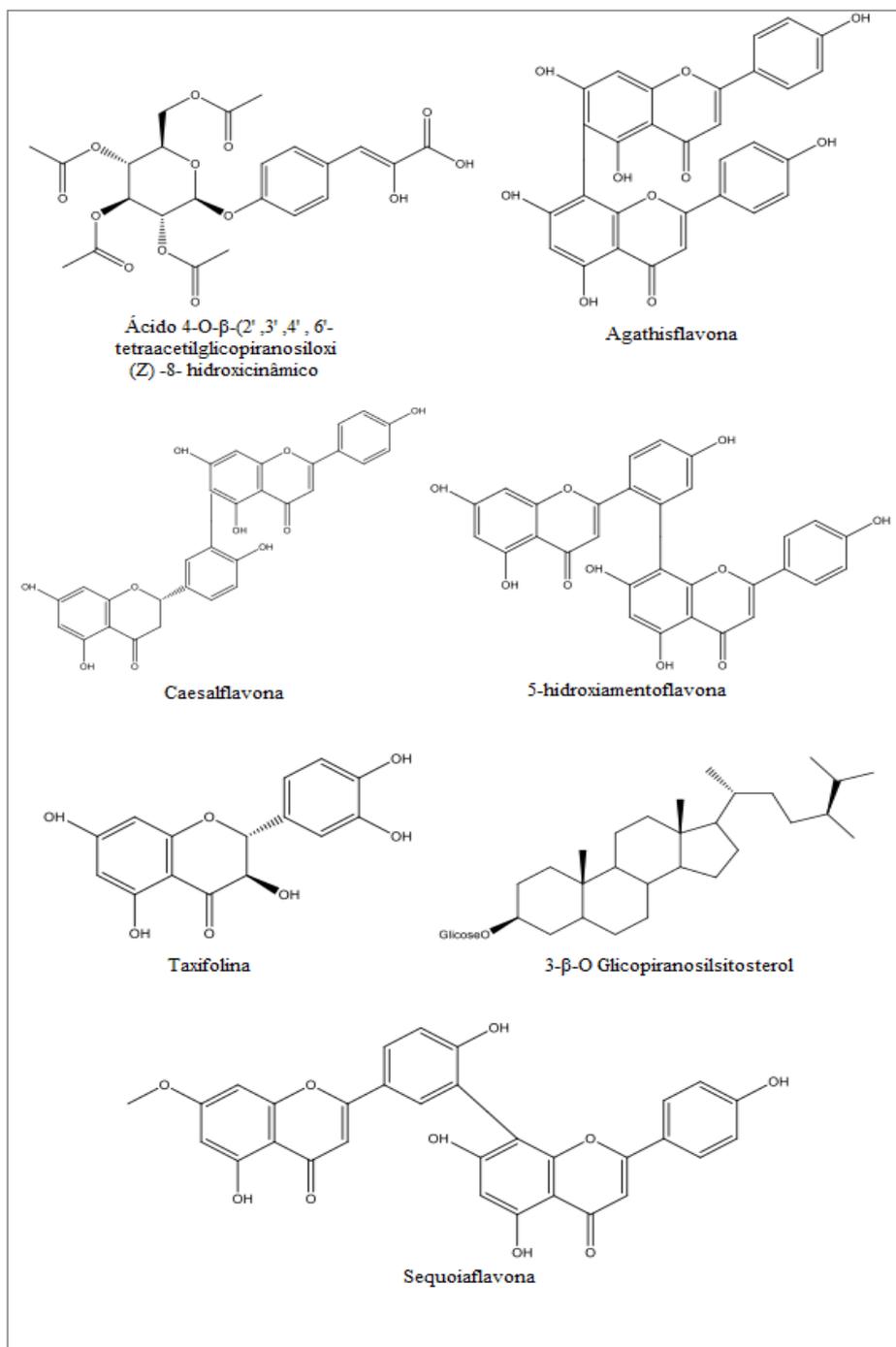
O estudo de Franca et al. (2013), destaca que o extrato etanólico das folhas da *P. pyramidalis* apresentaram média presença de cumarinas, taninos, flavonóis e flavononas, além de uma fraca presença de esteroides. Já o extrato etanólico dos galhos da espécie, demonstrou uma forte presença de flavonóis e flavononas, uma média presença de taninos e alcalóides, e uma presença fraca de cumarinas e esteroides. A planta apresentou atividade de toxicidade contra as larvas de *Artemia salina*, em concentração de 1000 µg/mL, se mostrando eficaz na letalidade do crustáceo.

O mesmo podemos ver em outro trabalho que buscou isolar as substâncias presentes nos extratos metanólicos das cascas das raízes e flores da *P. pyramidalis*. Destacando os ácidos 3,3'-dimetoxi-4,4'-dihidroxielágico e 3,3'-dimetóxi-4-hidroxielágico-4'-β-D-xilopiranosídeo, encontrados nas cascas das raízes e os ácidos graxos octacosan-1-ol, triacontan-1-ol e hexacosan-1-ol, foram encontrados nas flores. Estudos anteriores, a este, relatam a presença de fenilpropanóides, terpenos, flavonóides e biflavonóides, nas respectivas partes da planta. Outro fator evidenciado, demonstrou que os extratos orgânicos da *P. pyramidalis* apresentam atividade antinociceptiva, anti-inflamatória, moluscicida, antiproliferativa, antioxidante, antimicrobiana e antiparasitária. (OLIVEIRA; DAVID; DAVID, 2016).

Na figura 8, podemos visualizar um compilado dos compostos químicos isolados das folhas da *P. pyramidalis*, demonstrando as estruturas dos compostos (CAVALCANTI, 2022)

Figura 8. Compostos químicos da folha da *Poincianella pyramidalis*





Fonte: CAVALCANTI, 2022. Adaptado

No estudo conduzido por Cavalcanti (2022), foi possível identificar a presença de metabólitos secundários esteroides, flavonoides e taninos, nas partes aéreas da *P. pyramidalis*, que demonstrou ser um grande produtor de compostos fenólicos. Com a análise foi realizado o isolamento e identificação do Loniflavona, um biflavonoide. O trabalho evidenciou a prevalência dos ácidos graxos insaturado linoleico e saturado palmítico, com 19,58% e 16,67% de participação, respectivamente, o que, considerando-se o total de ácidos na planta, entende-

se que a planta é produtora de altos teores de ácidos graxos saturados o que a condiciona como uma boa opção para alimentação animal.

Todos esses estudos demonstram o grande potencial farmacológico, forrageiro e terapêutico que a *P. pyramidalis* possui, mas ainda carente de aprofundamentos, principalmente em áreas diversas das aplicações já estudadas, como no caso da extração de óleos essenciais da espécie, o que nos propomos a realizar nesse estudo.

3.3 Produtos Naturais e Moléculas Bioativas

Os produtos naturais são usados pela humanidade desde os primórdios da existência. Com o avanço do tempo, o aprimoramento de técnicas, estudos e tecnologias evidenciaram o potencial e melhoria no uso de plantas, entre outros produtos advindos da natureza, desde a utilização como combustíveis, até o uso medicinal e na alimentação.

A química dos produtos naturais possui um objetivo de estudo muito claro, já predito em seu título. É a sub-área de estudo mais antiga da química orgânica e sofreu melhorias e modificações no decorrer da história, que levaram ao seu apogeu na década de 1960, com o uso de instrumentos espectroscópicos. Entre as décadas de 1980 e 1990, as ferramentas de biologia molecular permitiram os estudos mais aprofundados da biossíntese a partir do aparelho enzimático e da expressão do metabolismo secundário, além da entrada no universo genético dos seres. Nas décadas que se seguiram e mais recentemente, com a combinação de ferramentas voltadas para a biologia molecular e técnicas hífenadas foi possível investigar o sistema bioquímico de qualquer natureza, seja vegetal, animal ou microbiana (BERLINCK et al., 2017).

Segundo Pinto et al. (2002), na década de 1990 o país visualizou a criação de vários grupos de estudos que se interessavam sobre a temática e em estudar a biodiversidade do território, alterando o enfoque para a análise de atividades biológicas e investigação de biossíntese de microrganismos, plantas, organismos marinhos e outros, se aproximando dos países industrializados, nesse aspecto.

Percebemos que desde a década de 1990 e de 2000 que a química dos produtos naturais passa por alterações e melhorias, vivendo um segundo apogeu, uma amplitude no seu campo de estudo e com características interdisciplinares, demonstrando sua importância na sociedade atual. O Brasil possui características privilegiadas para o desenvolvimento dessa ciência, com sua rica diversidade a ser explorada (BERLINCK et al., 2017).

Os compostos químicos produzidos pelas plantas em geral, podem ser classificados em metabolitos primários e secundários. Os primários são os produzidos por todas as espécies e desempenham funções ligadas ao crescimento e desenvolvimento, como os açúcares, lipídeos,

ácidos graxos, nucleotídeos, aminoácidos, polissacarídeos, proteínas e membranas, além do DNA e RNA. Já os secundários estão associados a condições específicas, como o cheiro, cores, sendo utilizados para a produção de fármacos, corantes e aromas. Os compostos secundários estão classificados entre terpenos, fenólicos e nitrogenados, e geralmente possuem relação com a proteção contra estresses bióticos e abióticos (BORGES & AMORIM, 2020).

Estudo conduzido por Chagas (2016), indica que os compostos bioativos provenientes de extratos salinos de sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Adenantha pavonina* L.; *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard; *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf.; *Canavalia ensiformis* L. (DC.) e *Leucaena leucocephala* (Lam.) Wit, todas da família Fabaceae demonstram eficiência no combate ao mosquito transmissor da febre amarela urbana, chikungunya, zika e dengue, o *Aedes aegypti*, sendo uma alternativa interessante, uma vez que inseticidas sintéticos são altamente tóxicos e nocivos para o meio ambiente e animais.

Os produtos naturais, também, são utilizados na indústria de cosméticos, sendo uma das mais promissoras, por ocasião do estilo de vida da população atual que visam entre outras coisas o cuidado com o meio ambiente, já que produtos naturais diminuem o fator de poluição (SOARES, 2020).

Na indústria farmacológica, estudo realizado por Newmam e Cragg (2020) aponta que do ano de 2014 ao de 2019 a maioria dos novos medicamentos aprovados são de origem biológica, ou seja, geralmente produzidos a partir de uma proteína grande ou peptídeo isolado de um organismo celular ou através de meios biotecnológicos em um hospedeiro substituto. Outro dado que se observa é um leve crescimento no número de medicamentos naturais botânicos. O estudo evidencia a importância que os produtos naturais possuem no desenvolvimento da diversificação farmacêutica e ampliação do “arsenal terapêutico do médico”. Os dados levantados desde o ano de 1981 a 2019 demonstram que os produtos naturais possuem relevante importância apesar da falta de investimentos em programas de descoberta de novos medicamentos baseados nestes. Fica evidente que os produtos naturais ainda representam as melhores condições para se encontrar novos agentes ativos e moldes que oferecem potencial para a descoberta de novas estruturas, acarretando agentes eficazes contra uma variedade de doenças humanas.

É cada vez mais comum, estudos que objetivam o isolamento e identificação dos compostos químicos das espécies, com fins a visualizar propriedades bioativas e de uso terapêutico ou de melhoria na alimentação ou outros fins, como é o caso em Leão (2018). No trabalho a autora buscou realizar a triagem da fitoquímica e avaliação da *Hymenaea courbaril* como agente antimicrobiana. Foram identificados compostos carotenóides, saponinas,

alcalóides, taninos, esteróis e triterpenóides, confirmando que o extrato etanólico advindo das folhas em concentrações 200, 100 e 50 mg/mL apresentaram ação antimicrobiana.

Esses são só alguns exemplos das ações e utilidades dos produtos naturais e suas moléculas bioativas que demonstram o grande potencial mercadológico e de conservação do meio ambiente, além de melhoria na saúde humana e animal.

3.4 Óleos essenciais

Os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis, são misturas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente, líquidas e odoríferas, obtidas de variadas formas de extração, entre elas: a hidrodestilação, que é quando o material vegetal é transferido para um balão e esse material ele é totalmente imerso em água e aquecido. Logo os componentes voláteis são arrastados pelo vapor d'água até chegar a um condensador, onde a mistura retorna ao estado líquido. Por fim a separação do óleo volátil e da água costuma ocorrer por diferença de densidade, em matérias primas vegetais; Destilação por arraste por vapor d'água, nesse método o material vegetal não entra em contato direto com a água fervente, e da mesma forma que acontece na hidrodestilação, a separação do óleo volátil e da água também é separada por diferença de densidade, após a condensação; Espremedura, esse método tem como principal vantagem a geração de pouco ou nenhum calor durante a execução, porém o rendimento é bem baixo em muitas das vezes; Extração por fluido supercrítico, esse método consegue recuperar vários aromas naturais, sendo assim uma grande escolha para extrações em industriais de óleos essenciais (HEINZMANN; SPITZER; SIMÕES; 2017). Possuem em sua composição monoterpenos (10C), sesquiterpenos (15C), diterpenos (20C), fenilpropanóides, ésteres e outras substâncias que tem baixo peso molecular (BRUNO & ALMEIDA, 2021).

É comum a utilização de óleos essenciais nas indústrias de fármacos, cosméticos, aditivos alimentares, entre outras, tendo o Brasil como um dos maiores mercados consumidores, atraindo clientes que prezam por bioprodutos, em detrimento de produtos sintéticos, devido a preservação do meio ambiente (BRUNO & ALMEIDA, 2021)

Ao longo da história, os humanos fizeram diversos usos dos óleos essenciais, desde a idade da pedra polida que começou a extraí-los das plantas manipulando utensílios feitos de pedras. Há registros de que em todo o Oriente era costume combinar os óleos essenciais com unguentos, estes eram usados para fins medicinais. Mas foi na China e no Egito que os óleos essenciais começaram a ser utilizados para a composição de cosméticos, produtos para banho, rituais religiosos e, ainda, para práticas medicinais (KUZHEY, 2021).

Com o decorrer dos anos o mercado de óleos essenciais foi se especializando e ganhando mercado, se tornando deveras importante, mas ainda possui muitos campos a serem explorados e descobertas a serem feitas, por isso que, cada vez mais, cientistas se dedicam a estudar os óleos essenciais de outras espécies ainda não estudadas e suas propriedades, principalmente no mercado fitoterápico, medicinal e farmacêutico. Devido a sua vasta flora o Brasil se torna um grande aliado dos pesquisadores que desejam obter novos estudos e conhecimento sobre os óleos essenciais de diversas espécies diferenciadas e seus usos cada vez mais comuns na vida da população (KUZEY, 2021).

3.4.1 Composição química dos óleos essenciais encontrados no gênero *Caesalpinia/Poincianella*

As espécies do gênero *Poincianella*, comumente, produzem flavonoides, biflavonoides, fenilpropanoides, chalconas e triterpenos, essa característica é marcante entre elas, além de serem conhecidas por seus diversos usos, inclusive terapêuticos (ALVES et al, 2019).

Os constituintes químicos voláteis das flores e folhas da *Caesalpinia echinata* (Lam.) o “Pau Brasil”, foram apresentados por Rezende et al (2004), com análise realizada por cromatografia gasosa de alta resolução acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS). O estudo averiguou que o teor de óleo essencial obtido das folhas frescas do pau-brasil é baixo, foi utilizado a técnica de hidrodestilação de Clevenger. O constituinte químico majoritário foi o (*E*)-3-hexeno-1-ol, sendo seguido por β -ionol. Na classe dos metabólitos os compostos mais presentes foram os fenólicos, destacando-se a presença de vanilina, 2-metoxi-4-vinilfenol e álcool benzílico. A presença do maltol, junto com a vanilina justificam o odor adocicado presente no óleo. O maltol é utilizado em alimentos por possuir um aroma caramelizado. Foram identificados, também, alguns monoterpenos, ácidos carboxílicos e ésteres.

O trabalho de Alves et al (2019), traz considerações acerca de pesquisa realizada com fins a obter a composição química do óleo essencial extraído da *Poincianella gardneriana* (Benth.) LP Queiroz, endêmica do bioma Caatinga, comumente encontrada nos estados do Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia, com nome popular de “catingueira-deporco”. Os óleos foram obtidos por hidrodestilação convencional, a partir das folhas e caules frescos. Os resultados obtidos demonstram que ambos os óleos, tanto das folhas como do caule, possuem composição, basicamente, de fenilpropanóides, monoterpenos e sesquiterpenos. Foram identificados trinta e seis compostos nos óleos das folhas e vinte e oito compostos, nos óleos extraídos dos caules. Foi observado que os maiores constituintes de ambos os óleos, das folhas e dos caules, são o eugenol 0,44% e 1,32% e (3Z)-hexenil benzoato 0,23% e 0,89% da

composição total. No óleo das folhas ainda tem predominância o geraniol 0,18%, e o neral, com 0,27%. Foram identificados, ainda, quantidades significativas de salicilato de metila, geraniol e fenchone, no óleo da folha e geraniol e tigolato de 2-feniletila no óleo do caule.

Na pesquisa realizada por Miyazawa et al (2012), foi investigado o óleo essencial dos ramos frescos da *Caesalpinia decapetala* (Roth) Alston, popular nas florestas e margens de rio no Japão, conhecida como “jaketsuibara”. Os componentes do óleo essencial foram analisados por cromatografia gasosa-espectrometria de massa. Os autores tiveram por objetivo, no estudo, investigar, especificamente, os componentes do odor da espécie em análise. O óleo foi extraído por meio de hidrodestilação utilizando o aparelho do tipo Likens-Nickerson, a partir dos ramos frescos, coletados no período de floração em Fukushima, no Japão. A análise resultou na identificação de setenta e dois compostos que representam 99,6% dos compostos voláteis. A composição é baseada em hidrocarbonetos monoterpênicos, em 40,2%, dentre eles se destacam o β -mirceno, limoneno e (*E*)- β -ocimeno. Foram detectados ainda um total de 13 componentes aroma-ativos, entre eles o β -mirceno e o β -cariofileno, que possuem odor picante, trazendo o aroma característico da *C. decapetala*. O (*Z*)- β -ocimene e (*E*)- β -ocimeno proporcionam o odor doce que o óleo possui, além do α -phellandrene, limoneno, linalol e geraniol que, também, participam do aroma do óleo essencial, além do nonanal que também afetou o odor do óleo.

O trabalho de Njoku; Asekun; FAMILONI (2016), teve como objetivo o de compreender o efeito de métodos de secagem na composição química do óleo essencial das folhas da *Caesalpinia pulcherrima*, com o óleo extraído por hidrodestilação. O diferencial foram as formas de secagem, expostas ao ar, ao sol e ao forno e outra forma que foi a pulverização. As folhas frescas foram coletadas na estação chuvosa. Os óleos essenciais foram analisados por GC-MS. As folhas frescas renderam 0,63% de óleos essenciais, apresentando 26 compostos, enquanto as secas ao ar renderam 0,90%, com 23 compostos, as secas ao sol 0,20% com 30 compostos e as que foram secas em estufa 0,58%, com 25 compostos. Os óleos essenciais, todos os quatro, possuíam em sua maioria sesquiterpenóides, sendo os mais significativos e presentes em ambos os quatro os fitol, copaeno, cariofileno e propanoato de neril, entretanto em quantidades diferentes em cada um. Os compostos que são predominantes no óleo obtido da folha fresca são cariofileno, α -cadinol, γ -muurolene e nerolidol. Os principais componentes encontrados no óleo das folhas secas ao ar foram fitol, coapaeno, propanoato de neril, óxido de cariofileno e γ -elemeno. O óleo obtido da folha seca ao sol possui predominância de propanoato de neril, α -muurolene, coapaeno, (-)neocloveno-(I), di-hidro, fitol e γ -elemeno. Já no óleo da folha seca em estufa os predominantes foram copaeno, propanoato de neril, viridiflorol, γ -pironeno e α -fencheno. É percebido que os diferentes métodos de secagem afetaram a composição química e o rendimento dos óleos essenciais, sendo o método de secagem ao ar o

que deu o maior identificado como o melhor método de secagem, devido a apresentar maior rendimento de óleo, além da presença de todos os componentes majoritários do óleo.

O estudo de Ogunwande et al. (2014), fez análise em quatro espécies diferentes, entre elas a *Caesalpinia pulcherrima* (L. Swartz), usando as flores dessa espécie, por meio de cromatografia gasosa capilar e cromatografia gasosa/espectrometria de massa (GC-MS), em busca dos constituintes monoterpênoides presentes nos óleos essenciais dessas espécies. Os óleos foram extraídos por hidrodestilação, secos sobre sulfato de sódio hidratados e conservados sobre refrigeração. Foram identificados 19 constituintes no óleo da flor da *C. pulcherrima*, exclusivamente monoterpênoides hidrocarbonetos e oxigenados, tendo como principais representantes o α -felandreno (36,5%), o p-cimeno (15,3%), g-terpineno (7,9%) e sabineno (5,3%), todos identificados em proporções significativas. As espécies estudadas são presentes na Nigéria, tidas como plantas e ervas medicinais pela população local.

Carvalho et al. (2013) analisaram a composição química do óleo essencial, que foi obtido a partir de flores da *Caesalpinia peltophoroides* (Benth), nome popular sibipiruna, com ocorrência no Rio de Janeiro, Bahia e Mato Grosso, no território brasileiro. O óleo foi extraído por meio de hidrodestilação e analisado por GC-FID e GC-MS. Foram identificados vinte e sete compostos, tendo como principais constituintes os álcoois alifáticos em 39,1% e ésteres em 25,2%, no qual n-dodecanol, n-tetradecanol, ésteres metálicos de tretadecanóico e hexadecanóico ácidos, apareceram como principais compostos. Ainda foram obtidos sesquiterpenos, apesar de em pequenas quantidades, como α -cadinol, germacrona, amorfa-4,9-dien-14-ol, 2,7(14)-bisaboladien-12-ol, α -costol e cryptomeridiol, além do diterpeno nezukol, mas nenhum monoterpeno foi identificado.

Lopez et al. (2021) apresentaram uma pesquisa sobre a possibilidade de encontrar metabólitos tóxicos ou dissuasores vegetais contra o cupim da madeira seca *Incisstermes marginipennis* (Latreille), averiguando o óleo essencial a partir das folhas de *Caesalpinia coriaria* que habitualmente é utilizada como barreira física e química contra animais predadores e pragas agrícolas. No estudo foi objetivado encontrar metabólitos com propriedades repelentes no intuito de impedir a aproximação de organismos da praga, devido à irritabilidade e substâncias antialimentares. Os óleos essenciais foram obtidos por destilação a vapor, o condensado (água e óleo) foi extraído com diclorometano e seco com sulfato de sódio. A análise dos óleos foi realizada por cromatografia gasosa-espectrometria de massa. Foram identificados vinte componentes no óleo essencial, sendo o geraniol um dos componentes mais abundantes, junto com ácidos octanóico e hexanóico, linalol e benzenoacetaldéido. O estudo conclui que o óleo essencial da folha de *C. coriaria* é eficaz como inseticida dissuasor contra o *I.*

marginipennis, por possuir efeito antialimentar devido a concentração de terpenos e geraniol que diminui o apetite do cupim, enquanto o citrionelol teve efeito repelente.

Em todos os estudos analisados percebemos diversos componentes presentes em espécies do gênero *Caesalpinia/Poincianella* as variações e principais qualidades analisadas. Percebemos que os estudos são pioneiros e nos servem como embasamento para a condução deste trabalho. Na Tabela 2 é apresentado um resumo das características químicas dos óleos voláteis (os três principais que aparecem em maior quantidade em cada espécie) encontrados nas espécies estudadas nos trabalhos analisados nesse tópico, para melhor visualização e leitura.

Tabela 2. Componentes voláteis majoritários do gênero *Caesalpinia/Poincianella*

Espécie	Componentes majoritários	Quantidade em %	Método de Extração	Autor da pesquisa
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	(E)- β -ocimeno	57,2	Hidrodestilação	Rezende et al (2004).
	linalol	6,9		
	(E)-2-hexenal	2,8		
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	n-tetradecanol	19,3	Hidrodestilação	Carvalho et al (2013).
	n-dodecanol	14,2		
	methyl hexadecanoate	12,7		
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> L. Swartz.	α -phellandrene	36,5	Hidrodestilação	Ogunwande et al (2014).
	<i>p</i> -cymene	15,3		
	<i>cis</i> -linalool oxide	8,5		
<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston.	β -caryophyllene	17,2	Hidrodestilação	Miyazawa et al (2013).
	β -myrcene	16,6		
	(E)- β -ocimene	12,4		
<i>Poincianella gardneriana</i> (Benth.) L.P. Queiroz	Methyl salicylate	6,92	Hidrodestilação	Alves et al (2019).
	Fenchone	3,10		
	Limonene	2,67		
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Wild.	octanoic acid	6,74	Destilação a vapor	López et al (2021).
	<i>trans</i> -geraniol	6,74		
	hexanoic acid	6,37		

Fonte: Própria, 2022

3.4.2 Influência da sazonalidade na composição química dos óleos essenciais

Há alguns fatores que podem influenciar na composição química dos óleos essenciais. Apesar de esta ser definida por fatores genéticos, outros elementos podem provocar mudanças significativas na produção dos metabólitos secundários. Destes fatores se destacam as

interações de planta e microrganismos, plantas e insetos, e planta e planta; luminosidade; temperatura; pluviosidade; nutrição; época e horário de coleta; sazonalidade; e técnicas de colheita e pós colheita. Os fatores podem acontecer em correlação entre si, podendo exercer influência conjunta nos metabólitos secundários (MORAIS, 2009).

De acordo com Heinzmann; Spitzer; Simões; (2017), a composição química dos óleos essenciais, mesmo extraídos do mesmo órgão da mesma espécie vegetal, pode sofrer variações dependendo da época da colheita, solo e condições climáticas.

As estações do ano podem provocar alterações no teor e na composição química dos óleos essenciais. Experimentos realizados na Índia mostraram que colheitas realizadas na estação úmida e quente produziram mais fitomassa do que as colheitas realizadas no período mais frio e seco, utilizando a *O. gratissimum*, como amostra. Já estudos realizados com a *Mentha arvensis* demonstraram que colheitas realizadas no inverno obtiveram menos rendimentos de fitomassa, o mesmo aconteceu na medição do efeito de sazonalidade na produção do fitomassa da *L. alba* quando foi observado que os maiores rendimentos foram obtidos com o corte na primavera e verão, e os menores no inverno (MORAIS, 2009).

Um trabalho conduzido por Schindler; Silva; Heinzmann (2018), destacou o efeito de sazonalidade no rendimento do óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* Kunth e concluiu que na primavera o valor médio de rendimento de óleo essencial, nas folhas frescas foi maior do que nas demais estações, entretanto o extrativo não apresentou variação sazonal, podendo as folhas serem coletadas em qualquer época do ano, para obtenção do mesmo.

Para a espécie *Nectandra grandiflora* Nees, o rendimento do óleo essencial apresentou variação de acordo com a sazonalidade que pode ter ocorrido em função do período fenológico e teor de umidade do material vegetal. O rendimento melhor obtido foi o da coleta realizada na primavera (SILVA et al, 2015).

Observamos nesses estudos e considerações que, dependendo da espécie, pode acontecer efeitos adversos, neutros e positivos da sazonalidade, portanto essas análises são carentes quanto a *P. pyramidalis*, necessitando de serem implementados estudos com fins a verificação dos efeitos sobre essa espécie que estamos averiguando nesse trabalho.

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta do material

As folhas, material vegetal da espécie *P. pyramidalis* analisada na pesquisa foram coletadas sempre na última semana de cada mês e nos primeiros horários da manhã (Tabela 3) na fazenda experimental do CCA/UFPB, em São João do Cariri – PB, situado a 449 metros de altitude em relação ao mar, na latitude 7° 23' 27" sul e longitude 36° 32' 2" oeste, na região do cariri paraibano. Foi de nosso interesse, especificamente, as folhas da espécie por ocasião de serem utilizadas para a alimentação animal, portanto indo de encontro ao objetivo do nosso trabalho. O material foi identificado conforme exsicata 25.587 do Herbário Jaime Coelho de Moraes do CCA/UFPB. O vegetal coletado é transportado em sacolas plásticas dentro de isopores e mantido refrigerado até o momento da extração. A pesquisa está cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (Sisgen) com o código A69CBAF.

Tabela 3. Mês e suas respectivas datas de coleta da espécie *P. pyramidalis*

Mês da Coleta	Data da Coleta
Julho	27/07/2022
Agosto	29/08/2022
Setembro	22/09/2022
Outubro	28/10/2022
Novembro	30/11/2022
Dezembro	22/12/2022

Fonte: Própria, 2023

4.2 Extração dos óleos essenciais

As amostras de folhas frescas foram submetidas, em triplicata, para extração dos OEs para cada mês de coleta. Primeiramente, conforme a tabela 4, são apresentados para os seis meses os valores da pesagem do material em gramas para a obtenção dos voláteis.

Tabela 4. Pesagem do material vegetal para as extrações dos óleos essenciais

MÊS	AMOSTRA	PESAGEM (g)
Julho	AM 0107	54,3217
	AM 0207	48,0568

	AM 0307	54,0656
Agosto	AM 0108	68,6660
	AM 0208	53,3577
	AM 0308	66,6502
Setembro	AM 0109	46,0770
	AM 0209	40,9920
	AM 0309	54,8390
Outubro	AM 0110	35,3037
	AM 0210	40,8039
	AM 0310	41,0802
Novembro	AM 0111	54,7598
	AM 0211	59,0528
	AM 0311	63,0193
Dezembro	AM 0112	41,7946
	AM 0212	47,7525
	AM 0312	47,1337

Fonte: Própria, 2023

O método de hidrodestilação em sistema Clevenger (Figura 9), que consistiu na transferência das folhas para o balão de 1L que foi preenchido com água destilada, em relação de 1/4 do volume do balão, e em seguida aquecido por um intervalo de três horas.

Figura 9. Aparelho de Clevenger utilizado para a extração do óleo essencial



Fonte: Própria, 2022

Através desse processo os componentes voláteis são arrastados, por meio do vapor d'água, chegando até a um condensador e retornando-o ao estado líquido, sendo coletado na

saída lateral do aparelho de Clevenger. É importante mencionar que durante as extrações, o solvente hexano 95% UV/HPLC (3 mL), foi adicionado no coletor lateral para que fosse possível haver a solubilização das substâncias mais apolares, que são justamente os componentes do óleo essencial. Esse procedimento foi visualizado, também em Ramos et al. (2022) que utilizaram o hexano em solução de 3 mg mL⁻¹ na extração e fracionamento de óleos essenciais. No nosso caso a adição do solvente se deu por motivos de baixa quantidade de óleo observado em todas as extrações. Após o procedimento de coleta dos óleos, o produto da extração foi transferido para um frasco apropriado e armazenado sob refrigeração, onde posteriormente foi realizada a análise cromatográfica.

4.3 Análise dos constituintes dos óleos essenciais por GC-MS

Para a realização da identificação dos constituintes dos óleos essenciais as amostras foram enviadas para o Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos - IPeFarM, da Universidade Federal da Paraíba – Campus I, onde realizou-se a análise por meio da Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-MS).

O aparelho utilizado para fazer a CG-MS foi do modelo GCMS-QP2010 Ultra da marca Shimadzu. O estudo foi realizado com a coluna capilar RTX-5MS, com 30m de comprimento e 0,25mm de diâmetro interno e espessura do filme em 0,25 µm. A fase estacionária foi composta por e 95% dimetil polissiloxano e 5% difenil, o gás hélio foi utilizado para a fase móvel. O processo cromatográfico durou 25 minutos, no sistema de injeção sem divisão, com temperatura a 220 °C e temperatura na coluna em 40 °C. O tempo de amostragem de 1 minuto, o modo de controle do fluxo foi por pressão a 49,5 kpa, com rendimento de fluxo total em 34 mL/min e o fluxo na coluna em 1 mL/min. A velocidade linear foi de 36,1 cm/s. Os espectros obtidos nas amostras foram comparados com os dos bancos de dados NIST2008, NIST2008+Shimadzu e FFNSC 1.3, fornecidos pelo Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos.

4.4 Dados meteorológicos da região de coleta

Para a caracterização dos dados meteorológicos da região que é coletado o material vegetal, necessitou de pesquisas em diferentes sites governamentais a fim de colher as informações necessárias, como por exemplo o Centro de Previsão e Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que serão apresentados nesse tópico, foram obtidos de forma prática a partir do estudo da sazonalidade climática, uma vez que esta análise possibilita a visualização no comportamento, influências, capacidade e produtividade das plantas de diferentes formações vegetacionais. A análise por CG-MS dos óleos obtidos das folhas frescas, nos forneceu elementos importantes sobre as alterações na composição química dos óleos essenciais no decorrer das estações do ano.

Uma consideração relevante para destacar é sobre a adição do solvente hexano no processo de extração, que inviabilizou o cálculo do rendimento de extração. Porém, o uso do solvente foi indispensável, já que ele retém as substâncias presentes nos óleos, e conseqüentemente, auxilia na diminuição da perda dessas substâncias causados pela volatilização.

5.1 Dados Meteorológicos

Toda a região do Cariri é caracterizada em apresentar um baixo índice pluviométrico, um clima quente, escassez de chuvas, temperaturas médias elevadas por volta de 27°C e as poucas chuvas existentes tem uma variação de 250 a 750 mm durante o ano. Referente ao município de São João do Cariri o período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro, março e abril e o período de estiagem entre os meses de outubro, novembro e dezembro (EMBRAPA, 2021).

Os dados meteorológicos registrados para os meses de julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2022, mostram os seguintes resultados para a precipitação: 14,9 mm; 8,5 mm; 0,0 mm; 0,0 mm; 124,0 mm e 16,2 mm, respectivamente. Em consequência, a maior precipitação observada nos meses destacados foi em novembro (124,0 mm). Na tabela 5, são expostas as datas das coletas juntamente com índices de precipitação e temperatura de acordo com a verificação realizada no sítio eletrônico da AESA (AESA, 2023).

De acordo com as temperaturas destacadas, podemos verificar uma variação entre os meses analisados, na qual o maior índice se apresenta no mês de dezembro com uma temperatura máxima de 33° C e o menor no mês de julho com uma temperatura mínima de 16° C (INMET, 2023).

Tabela 5. Dados meteorológicos – Precipitação e Temperatura da data da coleta

MESES	DATA DA COLETA	PRECIPITAÇÃO/MÊS (mm)	TEMPERATURA Mín. e Max. °C
Julho	27/07/2022	14,9	16 e 27
Agosto	29/08/2022	8,5	19 e 29
Setembro	22/09/2022	0,0	20 e 30
Outubro	28/10/2022	0,0	20 e 30
Novembro	30/11/2022	124,0	19 e 32
Dezembro	22//12/2022	16,2	21 e 33

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Fazendo uma relação entre os meses e as estações, temos então o inverno a partir do dia 21/06 a 22/09, sendo o período mais frio do ano, em que os dias são curtos, em consequência anoitece mais cedo, apresenta clima chuvoso na maioria dos dias. E a primavera que inicia no dia 23/09 e termina em 21/12 é uma estação conhecida como a mais florida, os dias são mais longos e a temperatura mediana, tornando-a uma época agradável (FIOCRUZ, 2023).

Com essas informações é possível se atentar ao comportamento da *P. pyramidalis* nas duas estações destacadas. Logo nas primeiras chuvas do inverno ela rebrota e frutifica, servindo como uma fonte importante de forragem e na primavera ocorre a floração (SOUZA, et al., 2021).

5.2 Componentes voláteis das folhas da *P. pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz

As três amostras obtidas de cada mês foram submetidas a CG-MS, e os resultados estão apresentados na tabela 6. Para que possamos verificar a flutuação dos componentes ao longo do período analisado, a tabela apresenta os 10 componentes majoritários de cada amostra.

Com a revisão dos componentes identificados nas amostras, foram mantidos os compostos de biossíntese natural e excluídos os compostos considerados contaminantes advindos do próprio equipamento ou das alíquotas avaliadas.

Tabela 6: Constituintes voláteis majoritários identificados no óleo essencial das folhas da *P. pyramidalis*

Mês	Amostra	Componentes	Tipo	Q Area	% de area
Julho	AM0107	D-germacreno	Sesquiterpeno	90906	10,81
		(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	62891	7,48
		δ -Cadineno	Sesquiterpeno	56776	6,75
		B-germacreno	Sesquiterpeno	31918	3,80
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	27703	3,29
		Biciclogermacreno	Sesquiterpeno	20093	2,39
		α -humuleno	Sesquiterpeno	9242	1,10
Julho	AM0207	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	258651	4,72
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	240812	4,39
		Cadineno	Sesquiterpeno	136893	2,5
		Salicilato de Metila	Éster	126026	2,3
		Linalool	Monoterpeno	109727	2
		D-germacreno	Sesquiterpeno	97510	1,78
		p-Cimeno	Monoterpeno	90803	1,66
		Limoneno	Monoterpeno	82350	1,5
		(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	73350	1,34
Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	51901	0,95		
Julho	AM0307	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	204002	7,51
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	148405	5,46
		Cadineno	Sesquiterpeno	126009	4,64
		Germacreno	Sesquiterpeno	60164	2,21
		Linalool	Monoterpeno	56844	2,09
		p-Cimeno	Monoterpeno	32289	1,19
		Salicilato de Metila	Éster	29836	1,1
		Limoneno	Monoterpeno	27498	1,01
		Acetato de linalila	Éster	24896	0,92
Elemene	Sesquiterpeno	24985	0,92		
Agosto	AM0108	(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	649623	13,63
		(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	214120	4,49
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	89416	1,88
		Benzoato de cis-3-hexelina	Éster	89649	1,88
		Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	89650	1,88
		13-epi-óxido de manóila	Diterpeno	53508	1,12
		Cadineno	Sesquiterpeno	44010	0,92
		Salicilato de Metila	Éster	29554	0,62

		Linalool	Monoterpeno	26708	0,56
		Humuleno	Sesquiterpeno	14278	0,3
Agosto	AM0208	(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	152258	6,53
		D-germacreno	Sesquiterpeno	124651	5,34
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	75556	3,24
		(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	51789	2,22
		Espatulenol	Sesquiterpeno	35079	1,5
		α -Cubebene	Sesquiterpeno	33490	1,44
		Cadineno	Sesquiterpeno	33597	1,44
		Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	31655	1,36
		B-germacreno	Sesquiterpeno	22143	0,95
				Bicyclogermacreno	Sesquiterpeno
Agosto	AM0308	(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	836536	13,76
		Benzoato de cis-3-hexelina	Éster	198502	3,27
		(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	186827	3,07
		1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl (Linalool)	Monoterpeno	93091	1,53
		Methyl salicylate	Éster	85654	1,41
		Germacrene	Sesquiterpeno	76518	1,26
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	74534	1,23
		Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	72217	1,19
		Cadineno	Sesquiterpeno	55286	0,91
				D-germacreno	Sesquiterpeno
Setembro	AM0109	Sabineno	Monoterpeno	447825	6,40
		γ – terpineno	Monoterpeno	388917	5,56
		Eucaliptol	Monoterpeno	260068	3,72
		p-cimeno	Monoterpeno	183492	2,62
		i-limoneno	Monoterpeno	165317	2,36
		α -terpineno	Monoterpeno	147724	2,11
		δ -2-carene	Monoterpeno	84566	1,21
		α -tujeno	Monoterpeno	77712	1,11
		Acetato de 4-Terpinenol	Monoterpeno	77779	1,11
				β -pineno	Monoterpeno
Setembro	AM0209	Terpinen-4-ol	Monoterpeno	15126930	40,41
		Eucaliptol	Monoterpeno	3972375	10,61
		Hidrato de sabineno	Monoterpeno	2847384	7,61
		γ – terpineno	Monoterpeno	2112578	5,64
		α -terpenil acetato	Monoterpeno	1745716	4,66

		Sabineno	Monoterpeno	1698011	4,54
		Linalol	Monoterpeno	833247	2,23
		(e)-cariofileno	Sesquiterpeno	793522	2,12
		p-cimeno	Monoterpeno	652128	1,74
		Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	638697	1,71
		Sabineno	Monoterpeno	69653	28,17
		Eucaliptol	Monoterpeno	50239	20,32
		γ – terpineno	Monoterpeno	35990	14,55
		Limoneno	Monoterpeno	21235	8,59
Setembro	AM0309	p-cimeno	Monoterpeno	14048	5,68
		α -tujeno	Monoterpeno	13619	5,51
		α -terpinoleno	Monoterpeno	13003	5,26
		Terpinen-4-ol	Monoterpeno	12128	4,90
		β -pineno	Monoterpeno	10025	4,05
		13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	247308	4,65
		benzoato de cis-3-hexenila	Éster	227203	4,27
		Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	95259	1,79
		Fitona	Diterpenoide	92066	1,73
Outubro	AM0110	trans-Cariofileno	Sesquiterpeno	88580	1,67
		Copaeno	Sesquiterpeno	70652	1,33
		(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	64968	1,22
		butirato de cis-3-hexenila	Éster	46224	0,87
		Linalol	Monoterpeno	39765	0,75
		13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	250649	3,7
		Fitona	Diterpenoide	200712	2,96
		benzoato de cis-3-hexenila	Éster	180914	2,67
		(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	134285	1,98
Outubro	AM0210	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	131107	1,93
		α -Copaeno	Sesquiterpeno	130045	1,92
		Linalol	Monoterpeno	100279	1,48
		(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	88596	1,31
		Verticellol	Diterpenoide	68401	1,01
		Sandaracopimaradieno	Diterpeno	53300	0,79
		13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	321499	6,93
Outubro	AM0310	Fitona	Aldeído	207737	4,48
		benzoato de cis-3-hexenila	Éster	187225	4,04
		Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	177443	3,82

	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	122942	2,65	
	α -Copaeno	Sesquiterpeno	100936	2,18	
	β -Cadineno	Sesquiterpeno	65973	1,42	
	Linalol	Monoterpeno	58771	1,27	
	hexanoato de cis-3-hexenila	Éster	52124	1,12	
	Salicilato de metila	Éster	51162	1,1	
	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	1915542	8,15	
	D-germacreno	Sesquiterpeno	1590015	6,77	
	δ -Cadineno	Sesquiterpeno	1476549	6,28	
	α -Copaeno	Sesquiterpeno	1270060	5,41	
Novembro	AM0111	Biciclogermacreno	Sesquiterpeno	886419	3,77
		13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	758053	3,23
		(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	719139	3,06
		Sandaracopimaradieno	Diterpeno	708237	3,01
		Fitol	Diterpeno	669142	2,85
		β -Cubebeno	Sesquiterpeno	666895	2,84
	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	490602	6,47	
	α -Copaeno	Sesquiterpeno	313194	4,13	
	D-germacreno	Sesquiterpeno	280610	3,70	
	δ -Cadineno	Sesquiterpeno	276642	3,65	
Novembro	AM0211	γ -Elemene	Sesquiterpeno	122530	2,10
		ε -Muurolene	Sesquiterpeno	150417	1,98
		(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	148340	1,96
		13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	146687	1,93
		benzoato de cis-3-hexenila	Éster	133629	1,76
		Sandaracopimaradieno	Diterpeno	107317	1,42
	Fitol	Diterpeno	1540453	6,95	
	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	1531649	6,91	
	δ -Cadineno	Sesquiterpeno	1263695	5,7	
	D-germacreno	Sesquiterpeno	1248566	5,63	
Novembro	AM0311	α -Copaeno	Sesquiterpeno	1153962	5,2
		13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	745961	3,36
		Biciclogermacrene	Sesquiterpeno	718029	3,24
		Sandaracopimaradieno	Diterpeno	674152	3,04
	Verticellol	Diterpenoide	675875	3,04	
	(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	549120	2,48	
Dezembro	AM0112	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	785677	14,09

	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	286227	5,13
	Sandaracopimaradieno	Diterpeno	206780	3,71
	δ -Cadineno	Sesquiterpeno	177074	3,18
	α -Copaeno	Sesquiterpeno	164896	2,96
	Verticellol	Diterpenoide	134104	2,41
	α -Humoleno	Sesquiterpeno	124816	2,24
	D-germacreno	Sesquiterpeno	108323	1,94
	benzoato de cis-3-hexenila	Éster	97700	1,75
	Espatulanol	Sesquiterpeno	83457	1,50
Dezembro AM0212	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	674402	9,95
	δ -Cadineno	Sesquiterpeno	319278	4,71
	D-germacreno	Sesquiterpeno	261703	3,86
	β -Elemene	Sesquiterpeno	226313	3,34
	δ -Elemene	Sesquiterpeno	190918	2,82
	α -Selineno	Sesquiterpeno	185353	2,73
	α -Copaeno	Sesquiterpeno	143307	2,11
	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico, éster metílico	Éster	140767	2,08
	benzoato de cis-3-hexenila	Éster	132735	1,96
	Verticellol	Diterpenoide	125509	1,85
Dezembro AM0312	(E) – Cariofileno	Sesquiterpeno	673457	10,54
	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno	238836	3,74
	α -Copaeno	Sesquiterpeno	177866	2,78
	δ -Cadineno	Sesquiterpeno	153203	2,4
	Sandaracopimaradieno	Diterpeno	137831	2,16
	Salicilato de metila	Éster	118277	1,85
	Verticellol	Diterpenoide	111248	1,74
	D-germacreno	Sesquiterpeno	105647	1,65
	benzoato de cis-3-hexenila	Éster	102761	1,61
	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico, éster metílico	Éster	96756	1,51

Fonte: Elaboração Própria, 2023

Com base na seleção exposta na tabela 6, é possível observar que a *P. pyramidalis* produz, principalmente terpenoides (Monoterpenos – linalool, (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno, Sabineno, Eucaliptol; Sesquiterpenos – (*E*)-Cariofileno, δ -Cadineno, α -Copaeno, D-Germacreno; e diterpenos – 13-epi-óxido de manóila, Fitona, Fitol e Sandaracopimaradieno). Percebemos que nos meses de julho e agosto, os compostos majoritários são sesquiterpenos. Já

no mês de setembro praticamente toda a composição majoritária é de monoterpenos, apenas o (*E*)-cariofileno e o óxido de cariofileno que são sesquiterpenos, e aparecem entre os dez prevalentes, na amostra AM0209 relacionada a este mês. Curiosamente, de acordo com a tabela 5, setembro é o mês que não houve precipitação na localidade onde as folhas das amostras foram coletadas.

Um outro fator pode ser percebido na análise realizada, o (*E*)-cariofileno foi bastante produzido no mês de novembro, sendo registrado uma participação de 7,17% de média na composição geral, quando houve uma grande precipitação, logo após dois meses de escassez (setembro e outubro), conforme visualizado na tabela 5. Neste mês, ainda, coincide a produção de sandaracopimaradieno que antes não havia veiculado entre os dez majoritários.

5.3 Identificação dos compostos químicos dos OEs de acordo com a sazonalidade

A identificação dos constituintes voláteis presentes no óleo da espécie foi detectada por meio das análises dos fragmentos apontados no espectro do GC-MS, através da comparação com o banco de dados presente no aparelho utilizado.

Neste tópico, para apresentação dos constituintes de forma mais clara, foram elencados os três principais componentes de cada amostra e a partir dessa seleção foi observados os três majoritários de cada mês. Esta medida se deu para facilitar a visualização dos possíveis efeitos da sazonalidade.

5.3.1 Componentes majoritários identificados no mês de julho

No mês de julho, os voláteis que se apresentaram como tendo os maiores percentuais foram: AM0107: D-Germacreno 10,81% (ANEXO A), (*E*)-Cariofileno 7,48% (ANEXO B) e δ -Cadineno 6,75% (ANEXO C). AM0207 e AM0307: (*E*)-Cariofileno 4,72% e 7,51% (ANEXO B), α -Copaeno 4,39% e 5,46% (ANEXO D) e δ -Cadineno 2,5% e 4,64% (ANEXO C). Verificando os dados percebemos uma prevalência dos compostos (*E*)-Cariofileno, α -Copaeno e δ -Cadineno tendo uma média de 6,57%, 4,38% e 4,63%, respectivamente.

5.3.2 Componentes majoritários identificados no mês de agosto

Nas extrações do mês de agosto, foi possível ter a identificação dos seguintes componentes com uma porcentagem maior: AM0108: (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno 13,63% (ANEXO E), (*E*)-Cariofileno 4,49% (ANEXO B) e α -Copaeno 1,88% (ANEXO D). AM0208: (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno 6,53% (ANEXO E), D-Germacreno 5,34% (ANEXO A) e α -Copaeno 3,24% (ANEXO D). AM0308: (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno 13,76%

(ANEXO E), Benzoato de cis-3-hexelina 3,27% (ANEXO F) e (*E*)-Cariofileno 3,07% (ANEXO B). O predomínio do (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno, (*E*)-Cariofileno e α -Copaeno faz com que eles tenham uma média de 11,31%, 3,26% e 2,11%, respectivamente.

5.3.3 Componentes majoritários identificados no mês de setembro

Para o mês de setembro os resultados com índices maiores perante cada amostra foram: AM0109: Sabineno 6,40% (ANEXO G), γ – terpineno 5,56% (ANEXO H) e Eucaliptol 3,72% (ANEXO I). AM0209: Terpinen-4-ol 40,41% (ANEXO J), Eucaliptol 10,61% (ANEXO I) e Hidrato de sabineno 7,61% (ANEXO K). AM0309: Sabineno 28,17% (ANEXO G), Eucaliptol 20,32% (ANEXO I) e γ – terpineno 14,55% (ANEXO H). A média para Sabineno, γ – terpineno e Eucaliptol é de 17,29, 10,06 e 11,55, respectivamente.

5.3.4 Componentes majoritários identificados no mês de outubro

Em relação ao mês de outubro, esses são os valores que se apresentaram em maior quantidade: AM0110: 13-epi-óxido de manoíla 4,65% (ANEXO L), benzoato de cis-3-hexenila 4,27% (ANEXO F) e Óxido de cariofileno 1,79% (ANEXO M). AM0210: 13-epi-óxido de manoíla 3,7% (ANEXO L), Fitona 2,96% (ANEXO N) e benzoato de cis-3-hexenila 2,67% (ANEXO F). AM0310: 13-epi-óxido de manoíla 6,93% (ANEXO L), Fitona 4,48% (ANEXO N) e benzoato de cis-3-hexenila 4,04% (ANEXO F). Efetuando a média obtivemos 5,09% para o 13-epi-óxido de manoíla, 3,06% para Fitona e 3,35 para benzoato de cis-3-hexenila.

5.3.5 Componentes majoritários identificados no mês de novembro

Na análise do mês de novembro os metabólitos que mostraram um valor mais alto foram: AM0111: (*E*)-Cariofileno 8,15% (ANEXO B), D-Germacreno 6,77% (ANEXO A) e δ -Cadineno 6,28% (ANEXO C). AM0211: (*E*)-Cariofileno 6,47% (ANEXO B), α -Copaeno 4,13% (ANEXO D) e D-Germacreno 3,70% (ANEXO A). AM0311: Fitol 6,95% (ANEXO O), (*E*)-Cariofileno 6,91% (ANEXO B) e δ -Cadineno 5,7% (ANEXO C). A média para os compostos é 7,18% para o (*E*)-Cariofileno, 5,36% para o D-Germacreno e 5,21% para o δ -Cadineno.

5.3.6 Componentes majoritários identificados no mês de dezembro

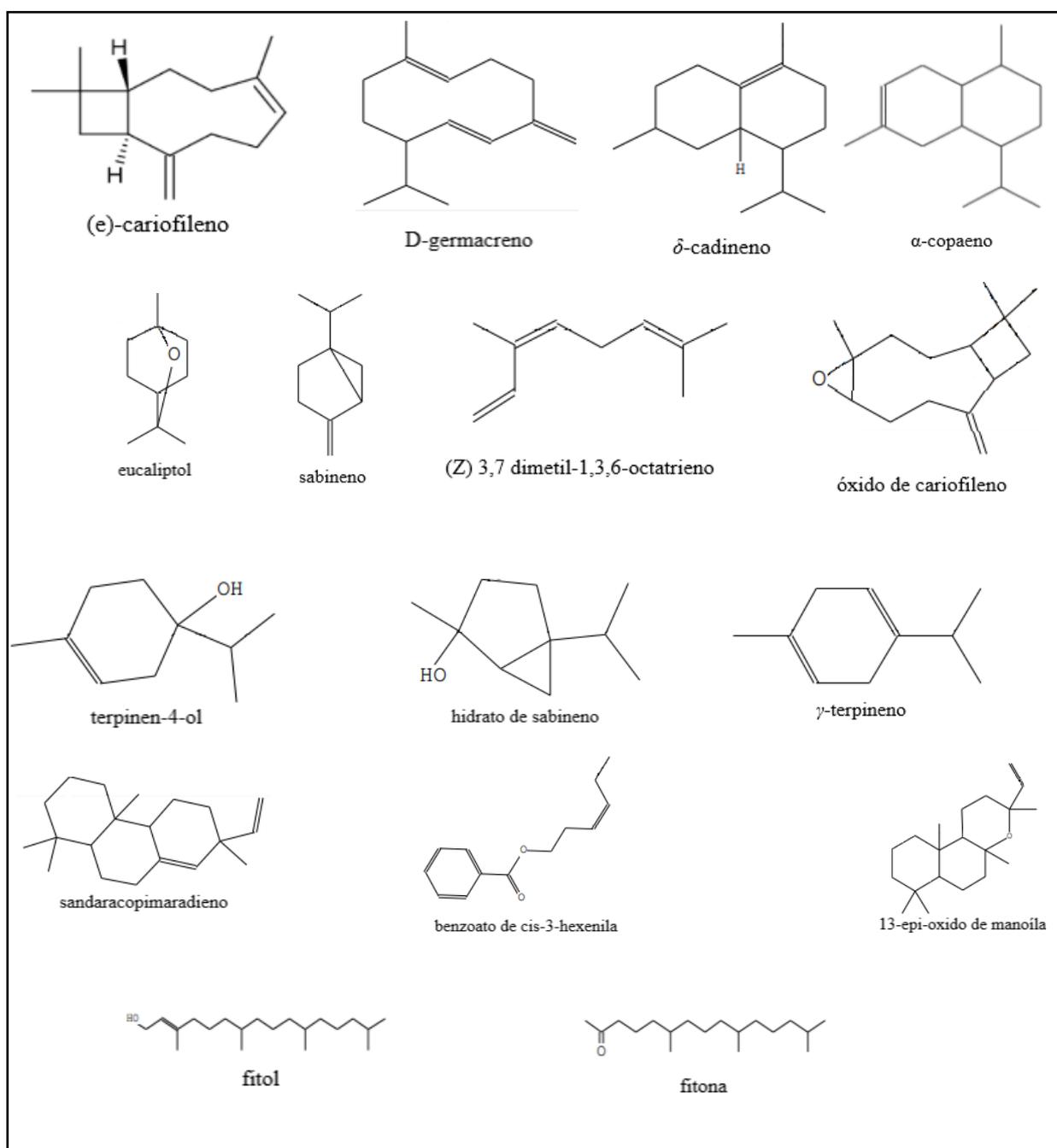
Referente ao mês de dezembro os resultados com os valores maiores foram: AM0112: (*E*)-Cariofileno 14,09% (ANEXO B), Óxido de cariofileno 5,13% (ANEXO M) e Sandaracopimaradieno 3,71% (ANEXO P). AM0212: (*E*)-Cariofileno 9,95% (ANEXO B), δ -Cadineno 4,71% (ANEXO C) e D-Germacreno 3,86% (ANEXO A). AM0312: (*E*)-Cariofileno 10,54% (ANEXO B), Óxido de cariofileno 3,74% (ANEXO M) e α -Copaeno 2,78% (ANEXO

D). Realizando a média para os componentes obtivemos 11,53% para o (*E*)-Cariofileno, 4,44% para o Óxido de cariofileno e 3,43% para o δ -Cadineno.

Dentre as 18 amostras analisadas, levando em consideração a evidencia dos três componentes majoritários, verificamos que 16 se apresentam como principais componentes da espécie no período analisado, destes, 12 são encontrados em várias amostras, porém 4 são observados em uma única amostra, entre os dez majoritários.

As estruturas químicas dos 16 compostos majoritários dos óleos essenciais extraídos das folhas frescas da espécie *P. pyramidalis* são evidenciadas na Figura 10.

Figura 10: Estrutura química dos compostos majoritários dos óleos essenciais de folhas fresca da *P. pyramidalis*



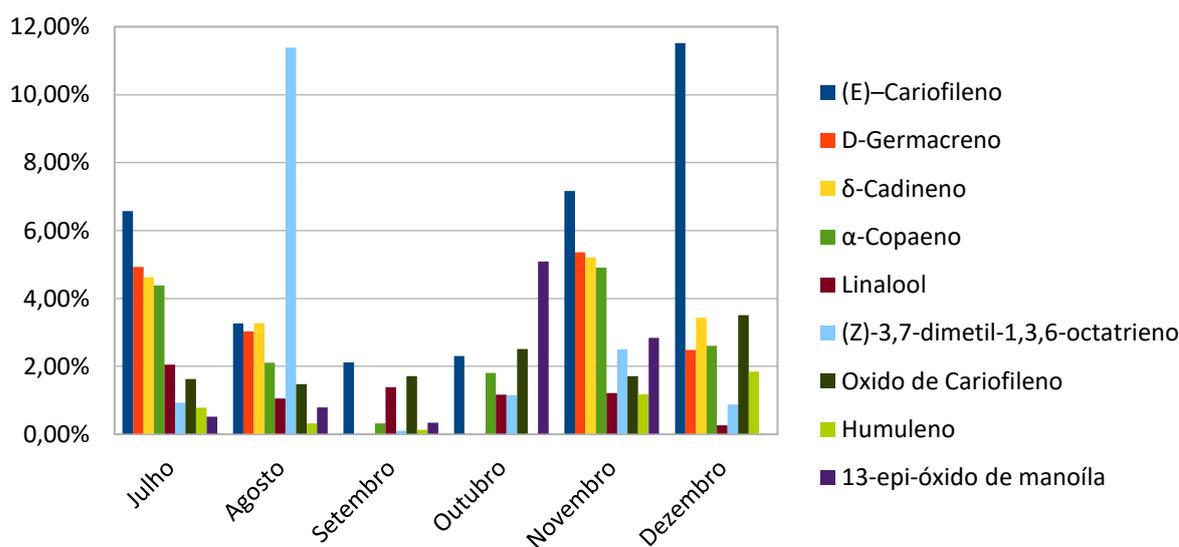
Fonte: Elaboração própria, 2023

5.4 Comparação entre os constituintes dos óleos essenciais obtidos da espécie *P. pyramidalis*

Em conformidade com os dados, através das análises dos componentes dos óleos extraídos para pesquisa de forma sazonal, mostraram que de fato ocorreu uma certa variação entre os constituintes voláteis de acordo com cada mês. É possível constatar substâncias na Tabela 6 como o α -tujeno 3,31% (setembro), Fitona 3,06% (outubro), butirato de cis-3-hexenila 0,87% (outubro), sabineno 13,04% (setembro), que não foram encontradas em outros meses de coleta, provavelmente por causa da variação sazonal que faz com que aconteça modificações na produção dos óleos voláteis pela influência de fatores abióticos como a temperatura, os índices pluviométricos, a luz e até mesmo o ar (LOURENÇO, 2020).

Por outro lado, foi possível constatar a presença de compostos em todos os meses, no caso dos sesquiterpenos: (*E*)-cariofileno, α -Copaeno, Linalol, (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno e Óxido de cariofileno, este último se trata de uma molécula de cariofileno que adquiriu um oxigênio, portanto é considerado um derivado do principal. Outros aparecem na maioria do período, porém há a ausência total em alguns meses, como no caso do D-Germacreno, δ -Cadineno, nos meses de setembro e outubro, o Humuleno, no mês de outubro e o 13-epi-óxido de manóila, no mês de dezembro. Esses dados e sua variação são melhor visualizados com o auxílio do Gráfico 1.

Gráfico 1: Variação dos metabólitos secundários majoritários de acordo com os meses



Fonte: Elaboração própria, 2023

Portanto, percebemos que o metabólito (*E*)-cariofileno é o principal componente da *P. pyramidalis* presente nos seis meses de análise, tanto com sua molécula pura, como em seus

derivados, que podemos alocar em um mesmo grupo, atingindo o ápice nos meses de novembro e dezembro, época da primavera, porém, sua variação talvez, esteja relacionada a quantidade de chuva ocorrida na localidade em que a planta está presente. Dado bastante relevante, já que esse volátil aparece como principal em diversas espécies de diferentes famílias, como por exemplo no caso do estudo de Leandro (2015), com as folhas da *Eperua duckeana* Cowan (Fabaceae), em que o (*E*)-cariofileno, óxido de cariofileno e α -humuleno obtiveram as maiores concentrações nos óleos. Já em outro estudo, em uma investigação com 14 espécies diferentes do gênero *Copaifera* (Fabaceae), o constituinte químico prevalente em todas as amostras também foi o cariofileno (NEGREIROS, 2022).

O (*E*)-cariofileno é um sesquiterpeno bicíclico presente nos óleos essenciais da maioria das espécies entre frutas, plantas ornamentais e medicinais, confere odor picante e amadeirado como a maioria dos hidrocarbonetos sesquiterpênicos e também herbáceo (NANCE; SETZER, 2011), é usado como aromatizante, aditivo alimentar, e intensificador de sabor. O composto possui propriedades terapêuticas em diversas doenças com potencial para inibição de efeitos causadores de males corporais e psicológicos. As atividades farmacológicas do óleo rico em (*E*)-cariofileno variam como proteção gástricas, neurológicas, nefrológicas, cardiológicas e hepáticas, além de propriedades antioxidantes, anti-inflamatória, imunomoduladora e antimicrobiana. Ademais apresenta possibilidades medicinais contra dores neuropáticas e doenças degenerativas e metabólicas (SHARMA et al., 2016), e eficácia como antidepressivo e na melhoria da memória (YOUSSEF; EL-FAYOUMI; MAHMOUD, 2019).

Visualizamos o valor de 11,39% que o (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno apresentado no mês de agosto, porém nos demais meses esse diminui, como este acontece de forma isolada, em apenas um mês, talvez essa ocorrência esteja relacionado a algum fator biótico, como a proteção contra insetos ou algo relacionado. O (*Z*)-3,7-dimetil-1,6,3-octatrieno, também conhecido como β -ocimeno é um monoterpeneo acíclico presente em diversas espécies de plantas e alimentos entre frutas e especiarias, possui sabor picante, com odor floral e doce (FOODB, 2020). Faz parte de óleos essenciais que estão associados à prevenção do fotoenvelhecimento cutâneo, através de propriedades anti-inflamatórias (ZANG et al., 2020). Está associado a inibição de estafilococos, demonstrando grande potencial (PERIGO et al., 2016). Em consonância com outros terpenos, possui propriedades antibacteriana, antifúngica, antitumorais, entre outros (CHACON et al., 2022).

Já o Linalol e o Óxido de cariofileno, embora apareçam em todos os meses, aparecem em menor quantidade, variando em 0,26% e 2,5% e 1,48% e 3,51%, totalizando 7,12% e 12,55%, de modo respectivo, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Constituintes voláteis majoritários identificados no óleo essencial das folhas da *P. pyramidalis*

Majoritários	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Somatório
(E)-Cariofileno	6,57%	3,26%	2,12%	2,30%	7,17%	11,52%	32,94%
D-Germacreno	4,93%	3,03%	0,00%	0,00%	5,36%	2,48%	15,80%
δ Cadineno	4,63%	3,27%	0,00%	0,00%	5,21%	3,43%	16,54%
α -Copaeno	4,38%	2,11%	0,32%	1,81%	4,91%	2,61%	16,14%
Linalol	2,05%	1,05%	1,38%	1,17%	1,21%	0,26%	7,12%
(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	0,93%	11,39%	0,10%	1,15%	2,50%	0,88%	16,95%
Oxido de Cariofileno	1,63%	1,48%	1,71%	2,51%	1,71%	3,51%	12,55%
Humuleno	0,78%	0,32%	0,13%	0,00%	1,18%	1,84%	4,25%
13-epi-óxido de manoil	0,52%	0,79%	0,34%	5,09%	2,84%	0,00%	9,58%
Total/Meses	26,42%	26,70%	6,10%	14,03%	32,09%	26,53%	

Fonte: Elaboração própria, 2023

O Linalol ou 3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol, um álcool monoterpene aromático que é amplamente utilizado em cosméticos, perfumes, produtos domésticos de limpeza e aditivos alimentares possui propriedades bioativas com atividades anti-inflamatórias, anticancerígenas, antimicrobianas, neuroprotetoras, antiestresses, antidepressivas, protetoras renais e pulmonares, ansiolíticas e hepatoprotetoras. Portanto tem um ótimo potencial para fins terapêuticos e medicinais (AN et al., 2021). Ele está presente nos óleos essenciais de mais de 200 espécies, de diferentes famílias, possui odor floral, cítrico, fresco e doce, comumente descrito como agradável, sendo utilizado para provocar efeitos fisiológicos como relaxamento e melhoria do sono, bastante utilizado como componente das notas de topo da maioria dos perfumes produzidos no mundo (ELSHARIF; BANERJEE; BUETTNER, 2015).

Em condição semelhante ao linalol, no óleo da *Poincianella pyramidalis*, conforme mencionado nos parágrafos anteriores, aparece o óxido de cariofileno, que é um sesquiterpene bicíclico de ocorrência natural em diversos óleos essenciais de plantas em espécies variadas medicinais e comestíveis. Esse composto é desprovido de ação genotóxica, apesar de sua estrutura química potencialmente reativa (SOTTO et al., 2013). Possui atividade anticancerígena com prevenção de metástase (JO & KIM, 2022). Podendo ser utilizado para o desenvolvimento de medicamentos antitumorais (XIU et al., 2022). Ainda tem propriedades analgésicas e anti-inflamatórias (CHAVAN; WAKETE; SHINDE, 2009). O seu odor é comumente apresentado como herbal, doce, apimentado (FLAVORNET, 2004). O óxido de cariofileno, ainda, como o α -copaeno, são agentes contra os insetos com comprovada ação

inibidora e deterrente, demonstrando importância ecológica para as plantas que os detêm (PEREIRA et al., 2008).

No que se refere aos demais constituintes que se destacam no gráfico, esses apontam algumas particularidades, como no caso do D-Germacreno e o δ -Cadineno que demonstram uma grande semelhança. Esses indicam dois percentuais consideráveis de 4,93% e 4,63% em julho e 5,36% e 5,21% em novembro, tendo um resultado no final de 15,80% e 16,54%, respectivamente (Tabela 7). Nessa perspectiva a ocorrência dos respectivos compostos pode estar relacionada à precipitação pluviométrica, já que nos meses de setembro e outubro, em que não houve precipitação, não há presença deles na composição do óleo. Segundo Mallmann et al. (2020), o D-Germacreno é um dos componentes majoritários comuns dentro das listas dos óleos essenciais, uma vez que uns dos principais constituintes encontrados na espécie *Ocotea corymbosa* foram os δ -cadineno, o D-Germacreno e o cariofileno. O mesmo acontece em uma análise de metabólitos secundários da espécie do gênero *Myroxylon* L. F. da família Fabacea, que mostrou como componentes majoritários o D-germacreno e o (*E*)-cariofileno (PEREIRA, et al., 2019).

O D-germacreno é um composto de odor picante e amadeirado, sesquiterpênico, com características aromáticas, responsável pelo odor da *Scutellaria laeteviolacea* (MIYAZAWA et al., 2013). Os germacrenos são produzidos por diversas espécies de plantas, entre briófitas, gimnospermas e angiospermas, possuem propriedades antimicrobianas, inseticidas e feromonas, além de desempenhar um papel interessante como sintetizador de cadinenos (JUNG et al., 2022). Outra propriedade importante do D-germacreno é a de exercer atividade antioxidante (CABRERA, 2013).

Já o componente δ -cadineno é identificado como um sesquiterpeno de aroma adocicado, verde e refrescante (SANT'ANNA et al., 2007). Presente em grande parte dos óleos essenciais de diversas espécies dentre os que possuem atividades antimicrobiana, antioxidantes, anticancerígenas, antinociceptivas e anti-inflamatórias (MORAES et al., 2023).

No mês de outubro percebemos uma ascensão do 13-epi-óxido de manóila que surge com um teor de 5,09%. Apesar do seu aparecimento notável nesse determinado período, nos demais a sua participação se deu de maneira quase nula. Portanto pode estar relacionado a um fator biótico, semelhante ao do (*Z*)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno, entretanto não encontramos dados na literatura que confirmem essa relação. Pouco se fala a respeito desse composto e sobre a sua presença em outras espécies da família Fabacea (KARAKOTI et al., 2022).

Alguns estudos evidenciam a efetividade do 13-epi-óxido de manóila, como: citotóxico com promissora ação anticancerígena (BALAEI-KAHNAMOEI et al., 2021), antimicrobiano (HUTSCHENREUTHER et al., 2010) e antibacteriano (DEMETZOS; KOLOCOURIS;

ANASTASAKI, 2002). Seu odor não é detalhado na literatura, entretanto por ser um derivado do óxido de manóila, pode ter a fragrância próxima à das folhas de *Cupressus sempervirens* (NEIJA et al. 2013).

Outros dois compostos, anteriormente citados e que fazem parte do óleo essencial da *P. pyramidalis* com prevalência na maioria dos meses são o α -copaeno com presença de 16,14% e o α -humuleno com 4,25% no somatório dos meses analisados.

As propriedades do α -copaeno, assim como de outros sesquiterpenos são variadas e incluem atividades anti-inflamatórias, antialérgicas, antimicrobianas e inseticidas (SOUSA, 2011). Além destas se pode observar que o composto provoca aumento na ação antioxidante de células sanguíneas humanas e não possui efeito genotóxico (TURKEZ; CELIK; TOGAR, 2013). O α -copaeno apresenta odores picantes e amadeirados, assim como outros sesquiterpenos como o cariofileno (LARA-GARCÍA; JIMENEZ-ISLAS; MIRANDA-LOPEZ, 2021).

O composto α -humuleno é um sesquiterpeno com potencial no trato de enfermidades graças a suas propriedades anti-inflamatórias, antialérgicas, antimicrobianas e inseticidas. Detêm baixa polaridade, sendo necessário a utilização de agentes diluentes na sua extração (SOUSA, 2011). Em ensaios realizados na tentativa de explorar a atividade antioxidante o α -humuleno foi o composto que apresentou maior relação com esta (CABRERA, 2013). Possui odor picante e amadeirado, característica presente e similar na maioria dos hidrocarbonetos sesquiterpênicos, porém apresenta de forma peculiar o odor cítrico, floral, terroso (NANCE & SETZER, 2011).

Fazendo uma análise quanto a classe dos voláteis predominantes, podemos notar que os componentes majoritários se apresentam constituídos essencialmente de sesquiterpenos (Tabela 7). Dentro dos estudos podemos constatar a predominância desse tipo de terpeno na composição química de diferentes óleos nas espécies da família Fabaceae. Um estudo relata a composição química do óleo essencial das folhas da *Pterodon emarginatus* Vogel (Sucupira-branca), o autor obteve concentrações majoritárias do α -copaeno, (*E*)-cariofileno, humuleno, δ -cadineno, composições essas que fazem parte da classe dos sesquiterpenos e que estão presentes nesse estudo (SANTOS, 2010)

Outra linha de investigação interessante dentro da literatura, foi o de Mendes, et al. (2012), na qual buscou avaliar as condições ambientais sobre o teor e a variabilidade dos óleos voláteis da *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton, que também faz parte da família Fabacea. Como resultado os autores trazem os componentes da planta em uma análise mensalmente ao longo de um ano, confirmando a presença de vários tipos de voláteis do tipo sesquiterpenos tais como o (*E*)-cariofileno, δ -cadineno, α -copaeno e óxido de cariofileno.

Quanto aos monoterpenos, conforme a tabela 6, observa-se o domínio destes em todo o

mês de setembro, evidenciando que a classe dos terpenos majoritários muda de acordo com a estação do ano, já que esse mês temos a mudança do inverno para a primavera e com essa alteração aparece a fase de floração da espécie. Logo, é válido provocarmos uma correlação entre o aumento nos teores do monoterpenos, que são altamente voláteis, e a atração dos polinizadores, já que a produção dos metabólitos pode ocorrer através desse efeito (LOURENÇO, 2012).

Quando falamos sobre o município de São João do Cariri, temos que levar em consideração os eventos climáticos típicos locais. Sabemos que os meses de novembro e dezembro são marcados pela primavera e, portanto, em alguns municípios dos que compõem o planalto da Borborema nessa época as chuvas são poucas, variando entre 0 e 12 mm (AESA, 2023), porém de acordo com os dados pluviométricos indicado na Tabela 5, visualizamos que nesses meses a localidade teve um maior pico de chuva, onde também é visto que nos meses de setembro e outubro nenhum dado sobre precipitação foi constatado, fator observado, também, nos municípios próximos da localidade em estudo.

De acordo com a tabela 8, que traz as concentrações dos majoritários de acordo com as duas estações e em conjunto com as informações sobre a precipitação, é possível retirar algumas conclusões referentes aos componentes expostos. Um fator é o que está ocorrendo com o (*E*)-cariofileno que apresenta os maiores valores de concentração no período de novembro (7,17%) e dezembro (11,52%), tendo um aumento significativo do inverno para a primavera, no entanto foram os dois meses que apresentaram um maior índice de chuva na região. Em um estudo feito com a *Copaiba* (*Copaifera* ssp.) que é pertencente da família Fabaceae, os maiores índices do cariofileno foram verificados no período em que a precipitação pluviométrica foi maior (OLIVEIRA; LAMEIRA; ZOGHBI, 2006).

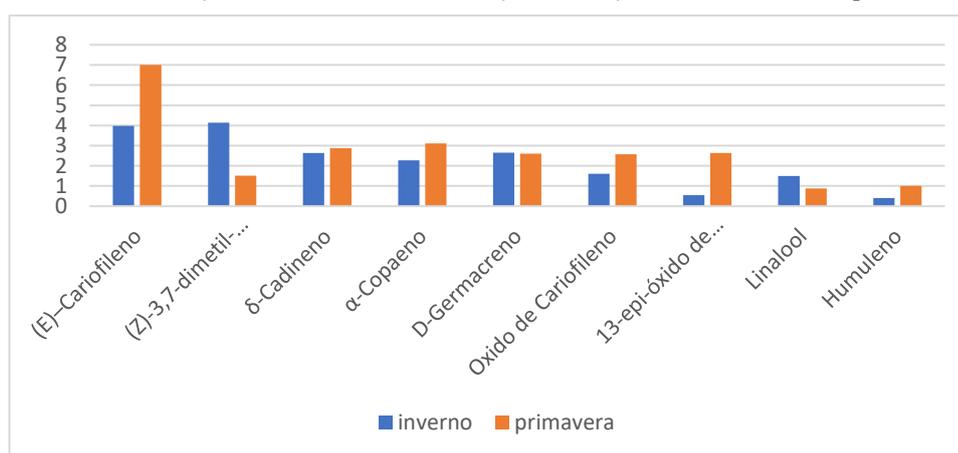
Tabela 8. Porcentagem dos componentes majoritários do OEs das folhas da *P. pyramidalis* nas duas estações

COMPONENTE	CLASSE	CONCENTRAÇÃO RELATIVAS (%)	
		INVERNO	PRIMAVERA
(E)-Cariofileno	Sesquiterpeno	3,98	7,00
(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno	Monoterpeno	4,14	1,51
δ -Cadineno	Sesquiterpeno	2,63	2,88
α -Copaeno	Sesquiterpeno	2,27	3,11
D-Germacreno	Sesquiterpeno	2,65	2,61

Oxido de Cariofileno	Sesquiterpeno	1,61	2,58
13-epi-óxido de manoíla	Diterpeno	0,55	2,64
Linalool	Monoterpeno	1,49	0,88
Humuleno	Sesquiterpeno	0,41	1,01
Total de Monoterpenos (%)		5,63	2,39
Total de Sesquiterpeno (%)		13,55	19,19
Total de Diterpeno (%)		0,55	2,64
Total dos majoritários (%)		19,73	24,22

Fonte: Elaboração própria,2023

Gráfico 2: Variação dos metabólitos em relação as estações do ano inverno e primavera



Fonte: Elaboração própria,2023

Outra consideração que se pode fazer do D-Germacreno e δ -Cadineno é o comportamento durante os meses de forma similar, ambos se apresentam com concentrações bem próximas no decorrer de toda a análise, ficando assim com as taxas de inverno e primavera de forma proporcional.

Conforme a tabela 8, notamos um aumento do óxido de cariofileno no período da primavera, que ocorre justamente por causa das suas concentrações maiores nos meses de outubro, novembro e dezembro. Em uma análise feita com a espécie *Cabranea canjerana* (Vell.) Mart esse composto foi identificado com quantidades maiores na primavera quando comparado com as outras estações (MARQUES, 2016).

No que se refere ao odor da planta, o aroma exalado da espécie está altamente relacionado aos constituintes principais nos óleos essenciais, na qual pode ocorrer uma certa variação dependendo de alguns fatores como por exemplo a época que acontece a floração, a

precipitação, condições climáticas e a própria estação do ano. Como componentes essenciais dos metabólitos secundários encontramos os terpenos que são mais comuns, temos as substâncias predominantes que são os monoterpenos (mais voláteis) e os sesquiterpenos (menos voláteis, por causa das suas cadeias carbônicas maiores), estes podem também influenciar no cheiro dos óleos, porém o com maior volatilidade tem uma maior influência (BRAGA, 2020).

Ainda, um dado interessante percebido durante a análise foi a presença do composto sandaracopimaradieno nos meses de novembro e dezembro, justamente um período em que houve uma maior precipitação chuvosa, logo após um período sem chuvas (setembro e outubro). Na literatura os dados são escassos quanto ao composto identificado, entretanto percebe-se uma certa predominância de substâncias relacionadas a ele, como por exemplo na espécie *Tetradenia riparia* (DALSENTER, 2022) que apresenta odor forte e pegajoso (FERNANDEZ et al., 2014). Além dessas características, são observados que derivados desse composto possuem atividade antimicrobiana (PUYVELDE et al., 1986) antiespasmódica (podendo ser utilizada contra cólicas e dores intestinais) (PUYVELDE et al., 1987) e anti-inflamatória (WANG et al., 2005).

O sandaracopimaradieno, também, é produzido pela *Ricinus communis*, (SPICKETT; PONNAMPERUMA; ABELL, 1994), que é uma espécie conhecida, popularmente, como mamona, onde conforme estudos possui odor forte presente no óleo extraído das sementes (GRYCZAK, 2016).

Dado essas características o sandaracopimaradieno pode ser o composto associado a produção do odor que causa a rejeição por parte dos animais ao tentarem consumir a planta após as primeiras chuvas.

6 CONCLUSÃO

Resultados referentes a esta pesquisa revelaram várias características relevantes com relação a espécie *Poincianella pyramidalis*. Uma situação observada é o baixo rendimento do óleo essencial obtido. Isto pode estar relacionado a alguns fatores, tais como, os dias com temperaturas acima do que é considerado ideal para a obtenção do OEs, coleta, armazenamento, variação climática local entre outros. Entretanto, esse fato é mencionado em concordância com estudos apresentados na literatura.

Através das extrações dos óleos essenciais das folhas foi possível observar uma possível influência na variação dos constituintes voláteis entre as estações da primavera e inverno. A análise permitiu a identificação de vários componentes diferentes presentes no decorrer do semestre, bem como a verificação de metabólitos secundários que se destacavam majoritariamente em todas as amostras estudadas.

A presença dos sesquiterpenos prevaleceu durante a maioria dos meses avaliados, onde entre os compostos majoritários, o (*E*)-cariofileno é evidenciado como o principal da espécie, uma vez que é visualizado sua frequência em todo período, tendo uma ênfase em novembro e dezembro, época que evidencia uma maior precipitação. Os monoterpenos tiveram uma predominância em todo o mês de setembro, fator que pode estar associado a floração da espécie que ocorre na primavera. Por serem de cadeias menores esses compostos apresentam alta volatilidade o que beneficia o atrativo a polinizadores.

Em relação aos compostos majoritários, (*E*)-cariofileno, D-germacreno, δ -cadineno, α -copaeno, (*Z*)-3,7-dimetil-1,6,3-octatrieno, linalol, óxido de cariofileno, α -humuleno e o 13-epi-óxido de manóila, utilizando-se de dados encontrados na literatura consultada, identificamos que todos apresentam atividades biológicas relevantes, como ações antimicrobianas, anti-inflamatórias, inseticidas, antioxidantes e antibacterianas. Uma característica comum na maior parte destes é o de apresentar um aroma picante e amadeirado.

Um dado interessante percebido na análise foi a presença do composto sandaracopimaradieno que apresenta características relacionadas a um odor marcante e forte e sua aparição se dá em um período de ocorrência de chuvas, logo após uma escassez. Portanto a substância pode estar associada a produção do odor que causa a rejeição por parte dos animais, entretanto para confirmação dessa hipótese são necessários novos estudos e maior aprofundamento sobre esta constatação.

De acordo com os resultados obtidos o estudo trouxe contribuições que auxiliam no entendimento do comportamento da espécie perante os seis meses de pesquisa. Outras investigações nessa mesma linha podem enriquecer o conhecimento sobre a variação sazonal

dos compostos da *P. pyramidalis*, como por exemplo, uma ampliação para um período de doze meses, de modo a abordar outras estações (verão e outono) que por ventura tragam mais informações pertinentes a respeito dos óleos essenciais da planta.

REFERÊNCIAS

AESA. **Previsão do Tempo**. 2023. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/previsao-do-tempo/>>. Acesso em: 15 set. 2023.

ALMEIDA, N.A. Óleos essenciais e desenvolvimento sustentável na Amazônia: uma aplicação da matriz de importância e desempenho. **Reflexões Econômicas**, v.2. n.32, p.138-158, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uesc.br/index.php/reflexoeseconomicas/article/view/1290/1212>>. Acesso em: 29 out. 2022.

ALVES, A. S. et al. Composition of essential oil from the leaves and stems of *Poincianella gardneriana*. **Chemistry of Natural Compounds**. v. 55, n. 5, 2019. DOI 10.1007/s10600-019-02861-x.

AMORIM, L. D. M.; et al. Fabaceae na Floresta Nacional (FLONA) de Assú, semiárido potiguar, nordeste do Brasil. **Rodriguésia** [online]. v. 67, n. 1, p. 105-124, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-7860201667108>>. Acesso em: 29 out. 2022. ISSN 2175-7860.

AN, Q.; et al. Recent updates on bioactive properties of linalool. **Food Funct**. v. 12, ed. 21, p. 10370-10389, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1039/d1fo02120f>.

BALAEI-KAHNAMOEI, M.; et al. Phytochemical constituents and biological activities of *Salvia macrosiphon* Boiss. **BMC chemistry**. v. 15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13065-020-00728-9>.

BELARMINO, K. S.; et al. Genetic diversity in a *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz population assessed by RAPD molecular markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, p. 1-10, 2017.

BERLINCK, R. G. S.; et al. A química de produtos naturais do Brasil do século XXI. **Química Nova**, v. 40, n. 6, p. 706–710, 2017.

BORBA, E. S.; et al. **Extração e determinação da composição química dos óleos essenciais de espécies de plantas medicinais**. Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, 2016.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos Secundários de Plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, p. 54-67, 2020.

BORTOLUZZI, M. M.; SCHMITT, V.; MAZUR, C. E. Efeito fitoterápico de plantas medicinais sobre ansiedade: uma breve revisão. **Research Society and Development**. v. 9, n. 1, 2020.

BRAGA, K. A. S.; et al. Influência das condições de cultivo sobre a produção do óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus*). **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**. v. 2, p. 49-59, 2020.

BRANDELLI, C. L. C. Plantas Medicinais: histórico e conceitos. In: **Farmacobotânica: aspectos teóricos e aplicação**. Org. Siomara da Cruz Monteiro; Clara Lia Costa Brandelli. Porto Alegre: Artmed, 2017. E-pub. p. 1-13.

- BRUNO, C. M. A.; ALMEIDA, M. R. Óleos Essenciais e Vegetais: matérias-primas para fabricação de bioprodutos nas aulas de química orgânica experimental. **Química Nova**, v. 44, n. 7, p. 899-907, 2021.
- CABREIRA, D. C. Estudo químico, atividade antioxidante e análise multivariada do óleo essencial de *Myrocarpus frondosus*. **Dissertação**. Mestrado em Química, PPGQTA: FURG, Rio Grande-RS, 2013.
- CARVALHO, B. A.; et al. Essential Oil from *Caesalpinia peltophoroides* Flowers – Chemical Composition and in vitro Cytotoxic Evaluation. **Natural Product Communications**. v. 8, n. 5, p. 679-682, 2013.
- CARVALHO, P. E. R.; GAIAD, S. Fabaceae. In: **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Embrapa. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/especies-arboreas-brasileiras/fabaceae>>. Acesso em: 04 dez 2022.
- CAVALCANTI, C. D. M. Estudo Fitoquímico da espécie *Poincianella pyramidalis* (Tul) LP Queiroz. **Dissertação**. Pós-Graduação em Química. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2022. p. 76.
- CHACON, F. T.; et al. Secondary Terpenes in *Cannabis sativa* L.: Synthesis and Synergy. **Biomedicines**. v. 10, ed. 12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedicines10123142>.
- CHAGAS, J. M. Avaliação do potencial inseticida de extratos salinos de sementes de seis espécies de plantas (família Fabaceae) contra *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) L. em diferentes estágios do ciclo biológico. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/21507>. Acesso em: 26 set. 2023.
- CHAVAN, M. J.; WAKETE, P. S.; SHINDE, D. B. Analgesic and anti-inflammatory activity of Caryophyllene oxide from *Annona squamosa* L. bark. **Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology**. v. 17, ed. 2, p. 149-151, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.05.016>.
- CHAVES, T. P.; et al. Traditional use, phytochemistry and biological activities of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 52, 2015.
- DEMETZOS, C.; KOLOCOURIS, A.; ANASTASAKI, T. A simple and rapid method for the differentiation of C-13 manoyl oxide epimers in biologically important samples using GC-MS analysis supported with NMR spectroscopy and computational chemistry results. **Bioorganic & medicinal chemistry letters**. v. 12, ed. 24, p. 3605-3609, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0960-894x\(02\)00792-8](https://doi.org/10.1016/s0960-894x(02)00792-8).
- ELSHARIF, S. A.; BANERJEE, A.; BUETTNER, A. Structure-odor relationships of linalool, linalyl acetate and their corresponding oxygenated derivatives. **Frontiers in chemistry**, v. 3, p. 57, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fchem.2015.00057>.
- EMBRAPA; **Clima**. Disponível em: www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm. Acesso em: 05 Julho. 2023.
- FIOCRUZ. Estações do Ano. In: **fiocruz.br**. FIOCRUZ, 2023. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/estacoes-ano.htm>. Acesso em: 05 jul. 2023.

FLAVORNET. Flavornet and human odor space. **Flavornet**, Nova Iorque, 2004. Disponível em: < <https://www.flavornet.org/flavornet.html> > Acesso em: 19 set. 2023.

FOODB. Showing Compound cis-beta-Ocimene (FDB001462). In: **Foodb.ca**. 2020. Disponível em: <https://foodb.ca/compounds/FDB001462>. Acesso em: 20 set. 2023.

FRANCA, M. G. A.; et al. Prospecção de metabólitos especiais e avaliação da toxicidade frente à Artemia salina de extratos etanólicos de folhas e galhos da catingueira (caesalpinia pyramidalis tull., fabaceae) coleta em Tauá-CE. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência, LXV, UFPE, Recife-PE, 2013. **Anais**. 2013 Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/6326.htm>>. Acesso em: 02 dez 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008

HASENCLEVER, L.; et al. A indústria de fitoterápicos brasileira: desafios e oportunidades. **Ciência & Saúde Coletiva** [online], v. 22, n. 8 pp. 2559-2569, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232017228.29422016>. Acesso em: 29 out 2022. ISSN 1678-4561.

HEINZMANN, B. M.; SPITZER, V.; SIMÕES, C. M. O. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O.; et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, p. 1-464, 2017.

HUTSCHENREUTHER, A.; et al. Growth inhibiting activity of volatile oil from Cistus creticus L. against Borrelia burgdorferi s.s. in vitro. **Die Pharmazie**. v. 65, ed. 4, p. 290-295, 2010.

IBERIAN COPPERS. A História dos Óleos Essenciais. Iberian Coppers LDA. 2022. Disponível em: <<https://www.copper-alembic.com/pt/pagina/a-historia-dos-oleos-essenciais#:~:text=A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%B3leos%20essenciais, eg%C3%ADpcios%20faziam%20pomadas%20verdadeiramente%20milagrosas>>. Acesso em: 04 dez 2022.

INMET. **Previsão**. In: <previsao.inmet.gov.br>. Instituto Nacional de Meteorologia. 2023.

JUNG, E. P.; et al. Chemical profile of the volatile fraction of Bauhinia forficata leaves: an evaluation of commercial and in natura samples. **Food Science and Technology**, v. 42, p. e34122, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.34122>.

KARAKOTI, H.; et al. Phytochemical profile, in vitro bioactivity evaluation, in silico molecular docking and ADMET study of essential oils of three vitex species grown in Tarai Region of Uttarakhand. **Antioxidants**, v. 11, n. 10, p. 1911, 2022.

KUZEY, C. A. Óleos Essenciais: aspectos gerais e potencialidades. **Monografia**. Tecnologia e Gestão do Agronegócio. IFFar, Santo Ângelo – RS, 2021. p. 43.

JO, H. W.; KIM, L. M. β -Caryophyllene oxide inhibits metastasis by downregulating MMP-2, p-p38 and p-ERK in human fibrosarcoma cells. **Journal of food biochemistry**. v. 46, ed. 12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfbc.14468>.

LARA-GARCÍA, C. T.; JIMENEZ-ISLAS, H.; MIRANDA-LOPEZ, R. Perfil de compuestos orgánicos volátiles y ácidos grasos del aguacate (*Persea americana*) y sus beneficios a la salud. *CienciaUAT*, v. 16, n. 1, p. 162-177, 2021. Disponível em: <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/1483/875>. Acesso em: 20 set. 2023.

LEÃO, G. M. A. Triagem fitoquímica e avaliação in vitro da atividade antimicrobiana do jatobá (*Hymenaea Courbaril* L.) contra patógenos alimentares. 56 fl. **Monografia**. Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Tocantins, Campus Palmas, 2018.

LOPEZ, C. B. R.; et al. Antifeedant Activity of *Caesalpinia coriaria* Essential Oil Against *Incisitermes marginipennis* (Latreille). **Phyton**, v. 90, n. 3, p. 907-920, 2021. DOI: 10.32604/phyton.2021.013775.

LOURENÇO, H. A. O. Teor e composição química do óleo essencial de *Aristolochia cymbifera* Mart. & Zucc. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich. ex Juss: Influência da variação sazonal e circadiana. 80 fls. **Dissertação**. Mestrado em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde-GO, 2012.

LOURENÇO, H. A. O. Influência da sazonalidade e do ritmo circadiano no teor e composição química do óleo essencial de faveira (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Trabalho de Conclusão de Curso**. Instituto Federal Goiano. Rio Verde-GO, 2020.

LUCENA, R. F. P.; et al. Conhecimento e uso de plantas medicinais no semiárido da Paraíba, nordeste do Brasil. In: **Plantas e Animais medicinais da Paraíba: um olhar da etnobiologia e etnoecologia**. Org. Reinaldo Farias Paiva de Lucena; et al. Cabedelo: IESP, p. 51-74, 2018.

MACHADO, B. F. M. T.; FERNANDES JUNIOR, A. Óleos Essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. **Cadernos Acadêmicos**. v. 3, n. 2, p. 105-127, 2011.

MALLMAN, V.; et al. Avaliação química e biológica do óleo essencial de *Ocotea corymbosa* (Meisn.) Mez. **Brazilian Journal and Development**. v. 6, n. 4, p. 19621-19636, 2020.

MARQUES, A. P. S. Produtividade e perfil químico de óleo essencial de acessos de *Varronia curassavica* Jacq. em diferentes horários de coleta e período sazonal. 74 fls. **Dissertação**. Mestrado em Agronomia (horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP. Botucatu-SP, 2016.

MATIAS, J. R.; SILVA, F. F. S.; DANTAS, B. F. **Catingueira verdadeira Poincianella pyramidalis [Tul.] LP Queiroz**. Nota Técnica nº 06, Embrapa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173974/1/Nota-Tecnica-06.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

MENDES, C. E.; et al. Efeitos das condições ambientais sobre o teor e variabilidade dos óleos voláteis de *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton (Fabaceae). **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1787-1793, 2012.

MIYAZAWA, M.; et al. Characteristic odor components of essential oil from *Caesalpinia decapetala*, **Journal of Essential Oil Research**, 24:5, 441-446, 2012. DOI: 10.1080/10412905.2012.703475.

MIYAZAWA, M.; et al. Characteristic odor components of essential oil from *Scutellaria laeteviolacea*. **Journal of Oleo Science**, v. 62, p. 51-56, 2013. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jos/62/1/62_51/_article. Acessado em 20 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5650/jos.62.51>.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2, p. s4050- s4063. 2009.

MORAES, P. G. S.; et al. Essential oil from leaves of *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg has antinociceptive and anti-inflammatory potential. **Inflammopharmacology**. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10787-023-01300-2>.

MOURA, E. J.; et al. Aplicações Biológicas do Gênero *Caesalpinia* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae). In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias, III, 2018. **Anais [...]**, 2018.

NANCE, M. R.; SETZER, W. N. Volatile components of aroma hops (*Humulus lupulus* L.) commonly used in beer brewing. **Journal of Brewing and Distilling**, v. 2, n. 2, p. 16-22, 2011.

NASCIMENTO, A. Aromaterapia: o poder das plantas e dos óleos essenciais. **ObservaPICS**, Fio Cruz, Recife-PE, 2020.

NASCIMENTO, H. T. S.; NASCIMENTO, M. S. C. B.; RIBEIRO, V. Q. Catingueira: Forrageira nativa para fenação. **Circular Técnica**, n. 34. MAPA, EMBRAPA. Teresina. 2002. ISSN 0104-7633.

NEGREIROS, R. S. Isolamento dos ácidos 3 α -acetóxi-copálico e 3 α -hidróxi-copálico da fração não volátil do óleo resina de copaíba (*Copaifera* L. SPP. – Fabaceae) e semissíntese de derivados. 175 fls. **Dissertação**. Mestrado em Química. Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2022.

NEIJA, H.; et al. Extraction of essential oil from *Cupressus sempervirens*: comparison of global yields, chemical composition and antioxidant activity obtained by hydrodistillation and supercritical extraction. **Natural Product Research**. v. 27, ed. 19, p. 1795-1799, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2012.755680>.

NJOKU, I. S.; ASEKUN, O. T.; FAMILONI, O. I. The Effect of Drying Methods on the Chemical Composition of the Essential Oil of *Caesalpinia Pulcherrima* Growing in Lagos, Nigeria. **Covenant Journal of Physicl & Life Sciences**. v. 4, n. 2, p. 28-34, 2016.

NOVAIS, T. S. et al. Atividade antibacteriana em alguns extratos de vegetais do semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 5-8, 2003.

NEWMAM, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. **J. Nat. Prod.**, v. 83, n. 3, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>.

OGUNWANDE, I. A.; et al. Monoterpenoid Constituents of the Volatile Oils of *Cynometra megalophylla* Harms., *Caesalpinia pulcherrima* L. Swartz and *Pachylobus edulis* G. Don., Growing in Nigeria. **Journal of Essential Oil Research**. v. 22, p. 536-539, 2010.

OLIVEIRA, E.C.P.; LAMEIRA, O.A.; ZOGHBI, M.G.B. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 14-23, 2006.

OLIVEIRA, J. C. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Composição química das cascas das raízes e flores de *Poincianella pyramidalis* (Fabaceae). **Química Nova**. v. 39, n. 2, p. 189-193, 2016. *versão online*. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6369>. Acesso em: 04 dez 2022.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Universidade Federal de Goiás, Catalão-GO, 2011. p. 73.

OLIVEIRA FILHO, V. A. Atividade Leishmanicida de extratos e óleos essenciais de plantas medicinais do cerrado brasileiro: uma revisão sistemática. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Bacharelado em Biomedicina, UFMT. Barra do Garças – MT. 2021.

PEREIRA, F. J.; et al. Isolamento, composição química e atividade anti-inflamatória do óleo essencial do pericarpo de *Copaifera langsdorffii* Desf. de acordo com hidrodestilações sucessivas. **Lat. Am. J. Pharm**, v. 27, n. 3, p. 369-74, 2008.

PEREIRA, R.; et al. Diversidade estrutural e potencial biológico dos metabólitos secundários de espécies do gênero *Myroxylon* L.f. (Fabaceae): uma revisão da literatura. **Hoehnea**, v. 46, e582017, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-58/2017>.

PERIGO, C. V.; et al. The chemical composition and antibacterial activity of eleven *Piper* species from distinct rainforest areas in Southeastern Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 528-539, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.028>.

PINTO, A. C.; et al.. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, p. 45–61, 2002.

PROBST, I.S. Atividade Antibacteriana de Óleos Essenciais e Avaliação de Potencial Sinérgico. 112 f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada) – Setor de Concentração de Biomoléculas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Editora Universitária da UEFS, 2009.

QUEIROZ, R.T. Fabaceae - *Ancistrotropis peduncularis* (Fawc. & Rendle) A Delgado **Fabaceae - Leguminosae no Brasil**, João Pessoa, 08 mai. 2021. Disponível em: <https://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com/2015/05/fabaceae-vigna-peduncularis.html>. acesso em: 27 set. 2023

RABELO, S. T.; et al. Importância Ecológica e Socioeconômica das Fabaceae da RPPN Serra das Almas, Crateús, Ceará. In: Encontro de Iniciação Científica, XXXVIII. Fortaleza – CE, 2019. **Anais [...]**. 2019.

RAMOS, Clécio Souza; et al. Use of Hydrodistillation to Obtain and Fractionate Essential Oils Simultaneously. **Brazilian Journal of Analytical Chemistry**. v. 9, n. 37, p. 72-83, 2022.

REZENDE, C. M.; et al. Constituintes químicos voláteis das flores e folhas do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*, Lam.). **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 414–416, 2004.

RIBEIRO, A. R. S.; et al. Gastroprotective activity of the ethanol extract from the inner bark of *Caesalpinia pyramidalis* in rats. **Journal of ethnopharmacology**, v. 147, n. 2, p. 383-388, 2013.

ROCHA, T. S.; et al. Variabilidade química de óleos essenciais de *Protium heptaphyllum*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, 2022.

SÁ-FILHO, G. F. Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 13, p. 1-15, 2021.

SANT'ANNA, B. M. P.; et al.. Characterization of woody odorant contributors in copaiba oil (*Copaifera multijuga* Hayne). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 984–989, 2007.

SANTANA, D. G.; et al. Beneficial effects of the ethanol extract of *Caesalpinia pyramidalis* on the inflammatory response and abdominal hyperalgesia in rats with acute pancreatitis. **Journal of ethnopharmacology**, v. 142, n. 2, p. 445-455, 2012.

SANTOS, A. P.; et al. Composição química, atividade antimicrobiana do óleo essencial e ocorrência de esteróides nas folhas de *Pterodon emarginatus* Vogel, Fabaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 6, p. 891-896, 2010. DOI: 10.1590/S0102-695X2010005000052.

SANTOS, R. R. B.; et al. Biological effect of leaf aqueous extract of *Caesalpinia pyramidalis* in goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. **EvidenceBased Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, 2012.

SANTOS, W. S.; et al. Produção de lenha e forragem de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz submetida à poda anual. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 89-103, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832500>.

SCHINDLER, B.; SILVA, D. T.; HEINZMANN, B. M. Efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* KUNTH. **Ciência Florestal**. v. 28, n. 1, p. 263–273, 2018. DOI: 10.5902/1980509831581. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/31581>. Acesso em: 29 out. 2022.

SHARMA, C.; et al. Polypharmacological Properties and Therapeutic Potential of β -Caryophyllene: a dietary phytocannabinoid of pharmaceutical promise. **Current pharmaceutical design**. v. 22, ed. 21, p. 3237–3264, 2016. DOI: [dx.doi.org/10.2174/1381612822666160311115226](https://doi.org/10.2174/1381612822666160311115226).

SIBBR. *Caesalpinia pyramidalis*: Catingueira. In: Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira. 2023. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/285919#names>. Acesso em: 02 nov. 2023.

SILVA, D. T.; et al. Análise do efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial das folhas de *Nectandra grandiflora* Nees. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1065-1072, 2015.

SILVA, P. O.; MOMESSO, L. S. Atividades biológicas de óleos essenciais. Congresso de Iniciação Científica. XVIII. **Anais**. UniFio, 2017.

SILVA, R. C. C.; SANTOS, L. M.; MEDEIROS, M. F. T. Análise do uso medicinal das Fabaceae a partir da *Historia Naturalis Brasiliae* (1648). In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande-PB, 2016. **Anais** [...]. 2016.

SIMÕES, C. M. O.; et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017, p. 848.

SOARES, V. P. Cosméticos naturais e orgânicos: uma opção de inovação sustentável. 2020. 50fls. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Bacharelado em Engenharia Química. UFPB. João Pessoa-PB, 2020.

SOUZA, E. M.; et al. Fabaceae: *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) Gagnon & G. P. Lewis (catingueira, catingueira-das-folhas-miúdas, catingueira-de-porco). In: SOUZA, Elizângela Maria de (Org.). **Plantas da caatinga: um olhar multidisciplinar**. Petrolina: IF Sertão PB, 2021. Disponível em: <http://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/640>. Acesso em: 29 out 2022. ISBN 978-65-89380-04-7.

SOUSA, J. P. B. Copaifera langsdorffii: estudo fitoquímico, validação de métodos cromatográficos e análise sazonal. **Tese**. Doutorado em Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2011.

SOUSA, T. M.; FERNANDES, B. S.; ORSSATTO, C. S. Efeito antimicrobiano do cinamaldeído, principal componente dos óleos essenciais da canela: uma revisão da literatura. **Revista Científica FAEMA**. v. 13, 2022. *versão online*. Disponível em: <<https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/1069/976>>. Acesso em: 04 dez 2022.

SOTTO, A. D.; et al. Genotoxicity assessment of β -caryophyllene oxide. **Regulatory toxicology and pharmacology**. v. 66, n. 3, p. 264-268, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2013.04.006>.

TRIVELLA, D. B. B.; et al. Descoberta de fármacos a partir de produtos naturais e a abordagem Molecular Power House (MPH). **Revista Fitos**, n. 2, p. 176-192, 2022.

TURKEZ, H.; ÇELIK, K.; TOGAR, B. Effects of copaene, a tricyclic sesquiterpene, on human lymphocytes cells in vitro. 2013. **Cytotechnology**. v. 66, ed. 4, p. 597-603, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007%2Fs10616-013-9611-1>.

VIEIRA, A. S. Conhecimento popular do uso de plantas medicinais por idosos. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Graduação em Enfermagem. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. p. 64.

WINK, M. Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). **South African Journal of Botany**. v. 89, p. 164-175, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.006>.

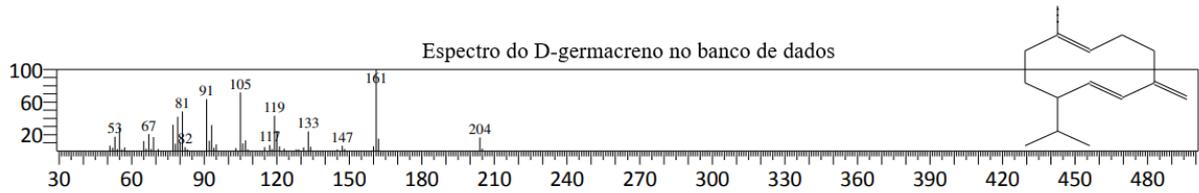
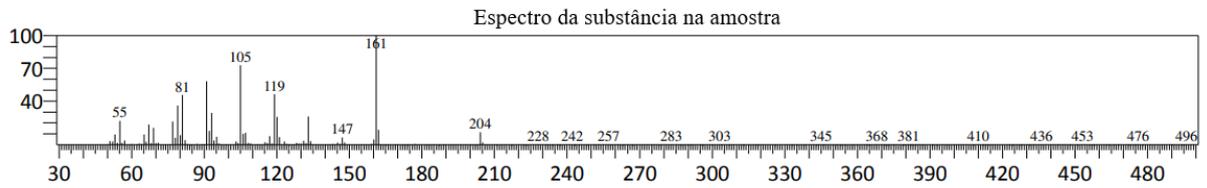
XIU, Z.; et al. Caryophyllene Oxide Induces Ferritinophagy by Regulating the NCOA4/FTH1/LC3 Pathway in Hepatocellular Carcinoma. **Frontiers in pharmacology**. v. 13, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.930958>.

YOUSSEF, D. A.; EL-FAYOUMI, H. M.; MAHMOUD, M. F. Beta-caryophyllene alleviates diet-induced neurobehavioral changes in rats: The role of CB2 and PPAR- γ receptors. **Biomed Pharmacother.** v. 110, p. 145-154, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.11.039>.

ZHANG, B. Chemical composition of *Blumea balsamifera* and *Magnolia sieboldii* essential oils and prevention of UV-B radiation-induced skin photoaging **Natural Product Research**, v. 35, ed. 24, p. 5977-5980, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1809401>.

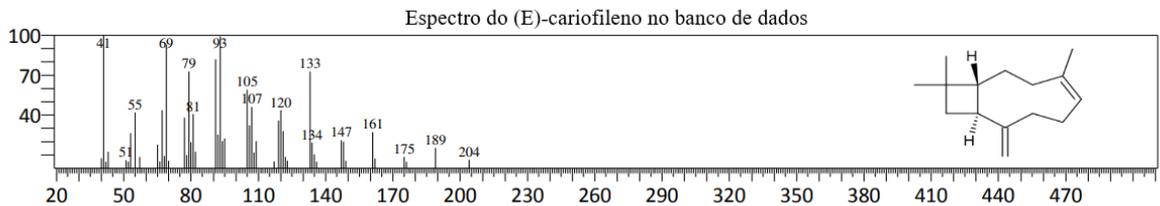
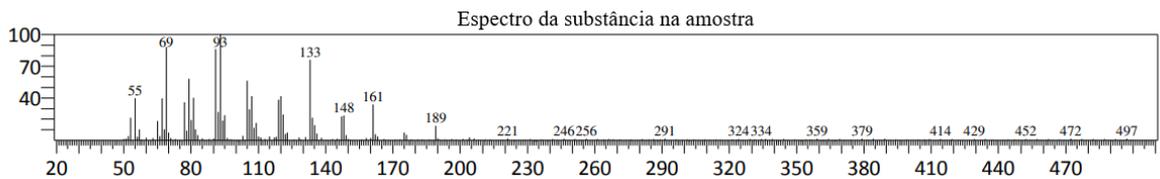
ANEXOS

ANEXO A: Espectro do D-Germacrene

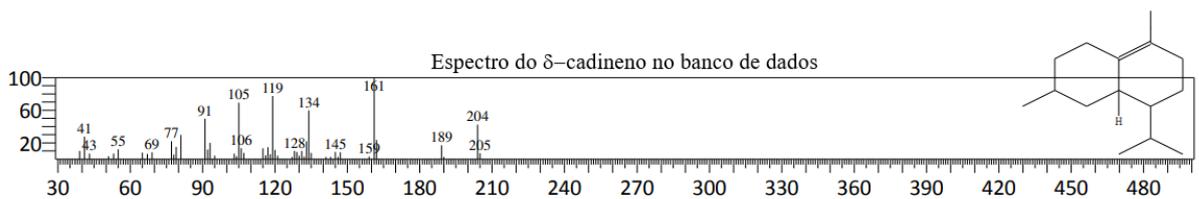
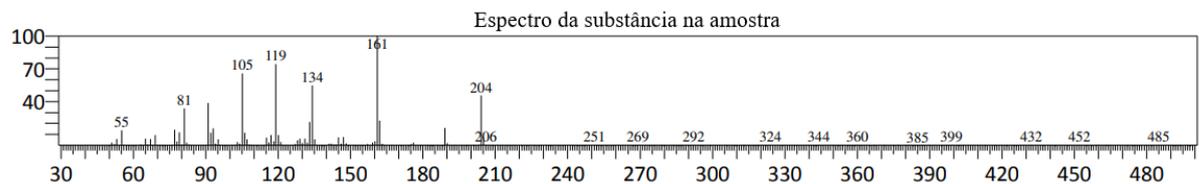


Fonte: Própria

ANEXO B: Espectro do (E)-Cariofileno

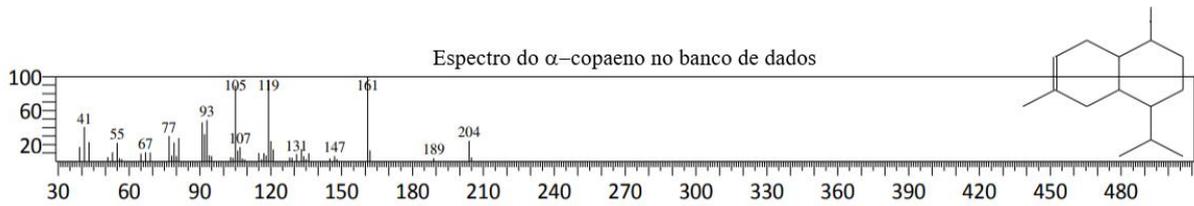
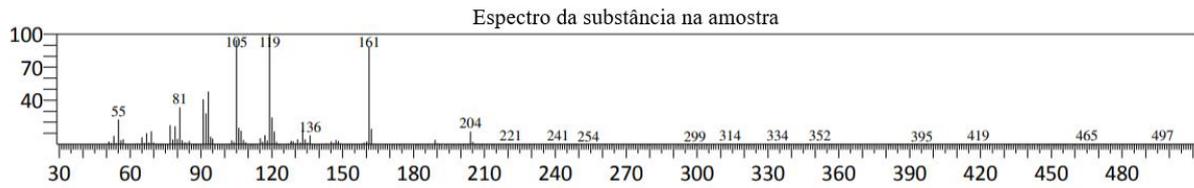


Fonte: Própria

ANEXO C: Espectro do δ -Cadineno

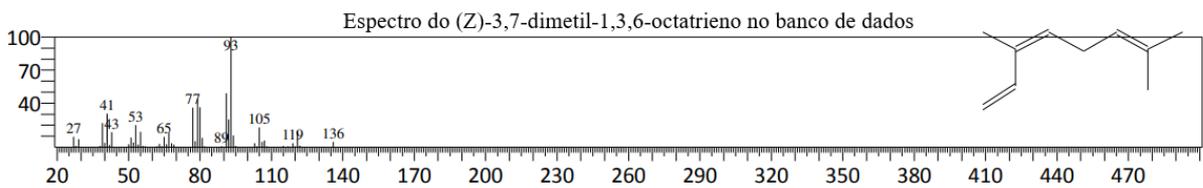
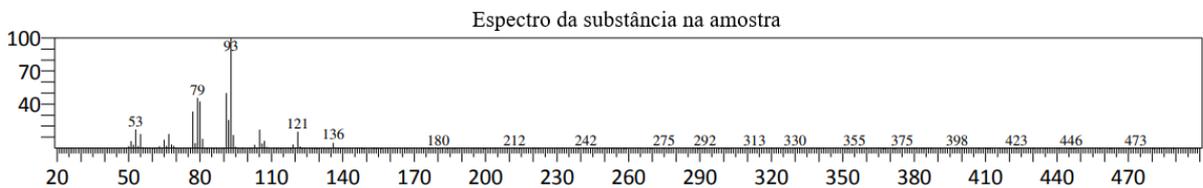
Fonte: Própria

ANEXO D: Espectro do α -Copaeno



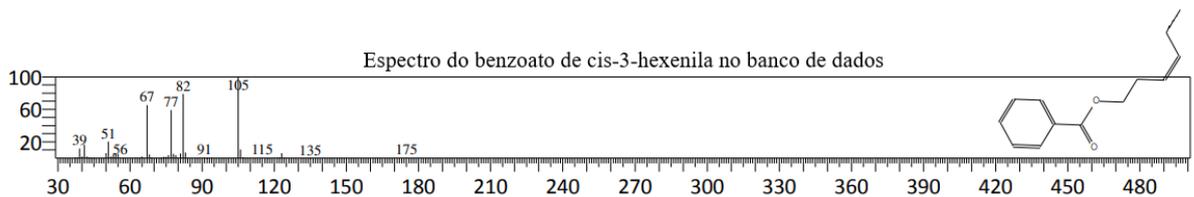
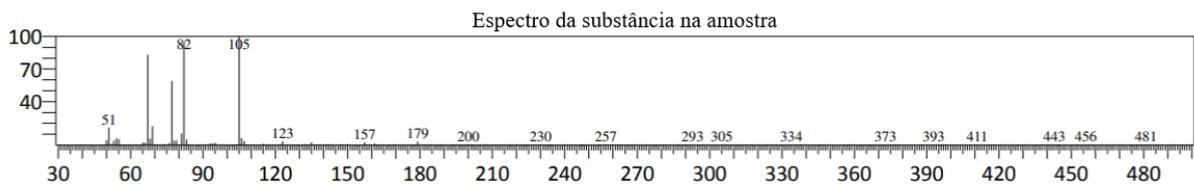
Fonte: Própria

APENDICE E: Espectro do (Z)-3,7-dimetil-1,3,6-octatrieno



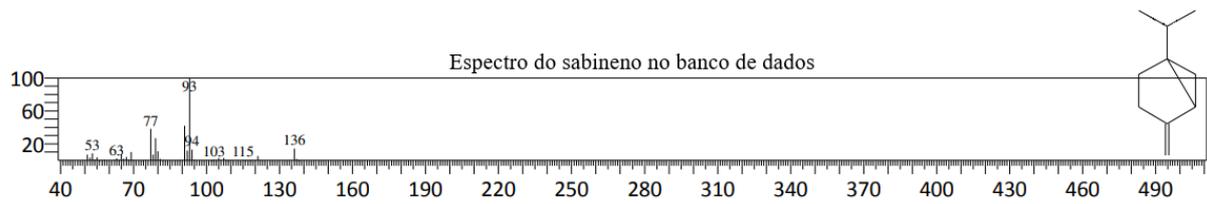
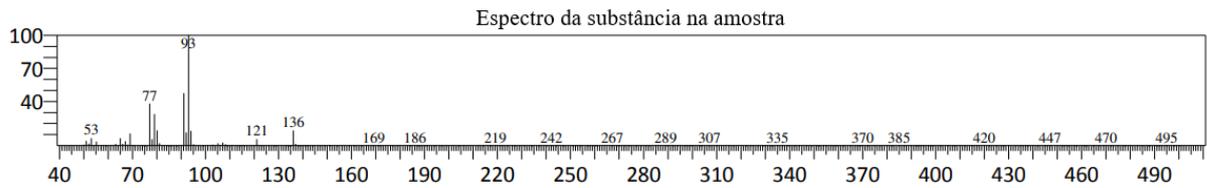
Fonte: Própria

ANEXO F: Espectro do Benzoato de cis-3-hexelina



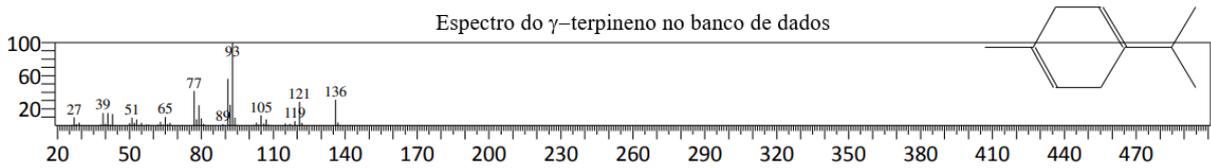
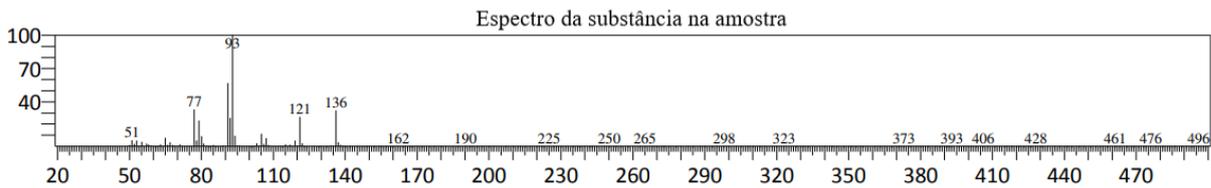
Fonte: Própria

ANEXO G: Espectro do Sabineno



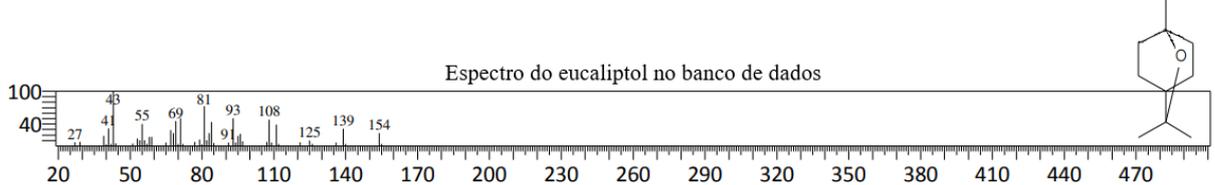
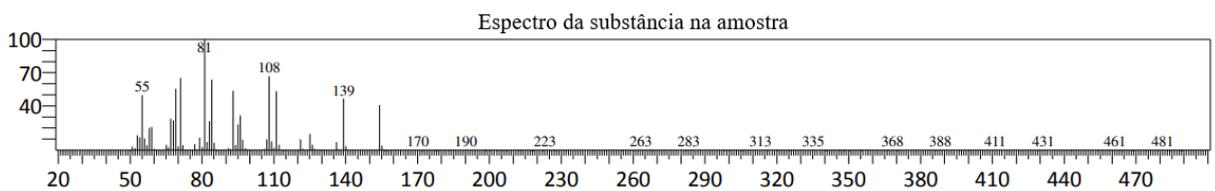
Fonte: Própria

ANEXO H: Espectro do γ -terpineno



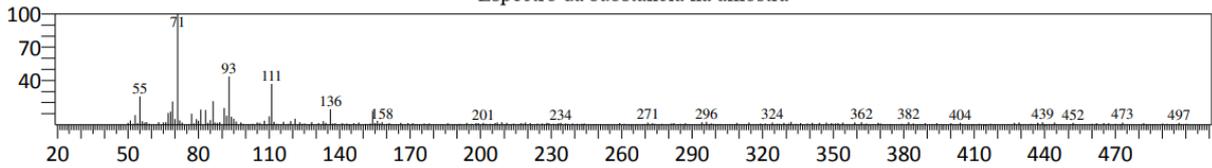
Fonte: Própria

ANEXO I: Espectro do Eucaliptol

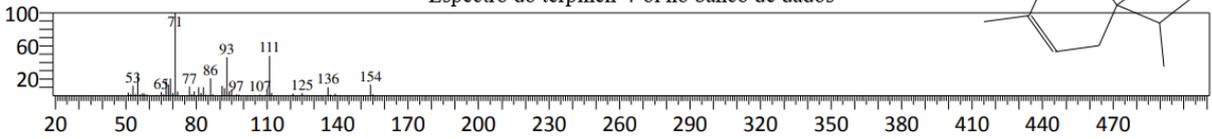


Fonte: Própria

ANEXO J: Espectro do Terpinen-4-ol
Espectro da substância na amostra

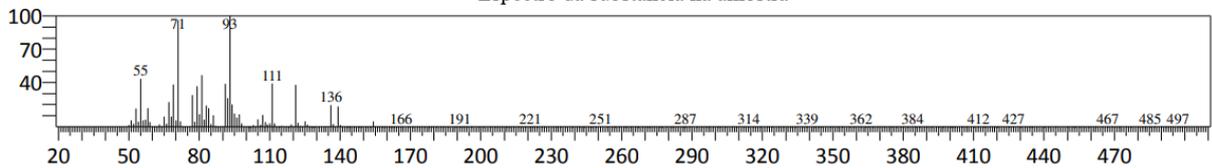


Espectro do terpinen-4-ol no banco de dados

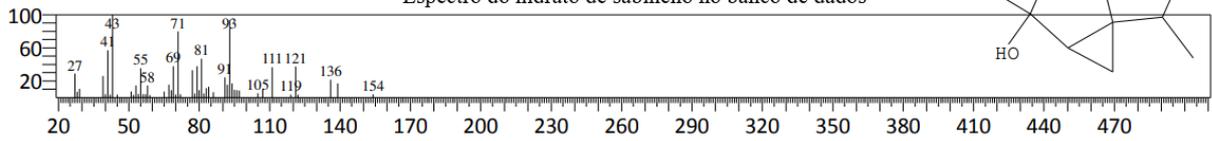


Fonte: Própria

ANEXO K: Espectro do Hidrato de sabineno
Espectro da substância na amostra

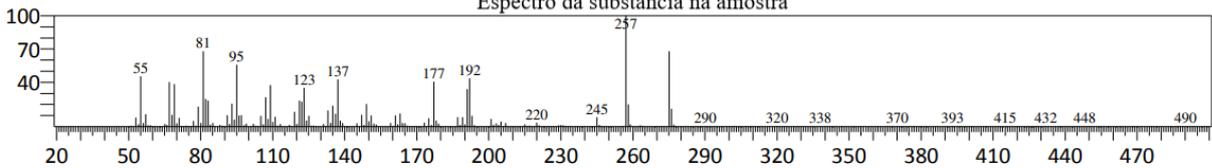


Espectro do hidrato de sabineno no banco de dados

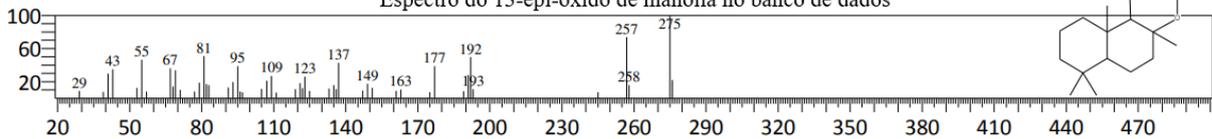


Fonte: Própria

ANEXO L: Espectro do 13-epi-óxido de manoil
Espectro da substância na amostra



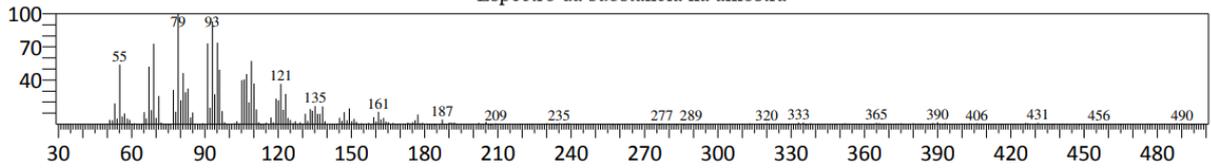
Espectro do 13-epi-óxido de manoil no banco de dados



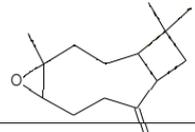
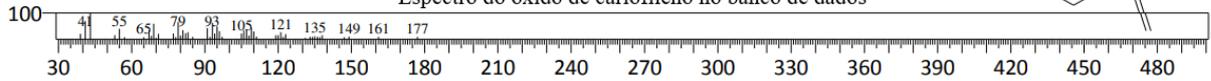
Fonte: Própria

ANEXO M: Espectro do Óxido de cariofileno

Espectro da substância na amostra



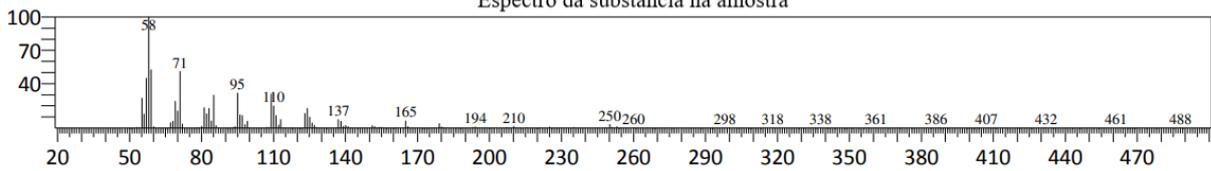
Espectro do óxido de cariofileno no banco de dados



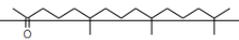
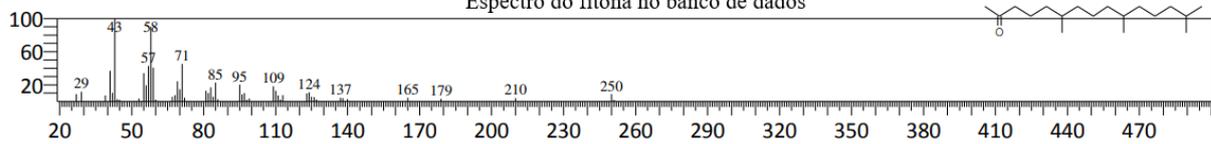
Fonte: Própria

ANEXO N: Espectro da Fitona

Espectro da substância na amostra



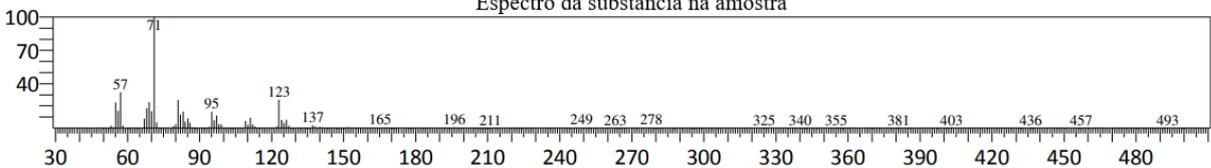
Espectro do fitona no banco de dados



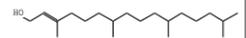
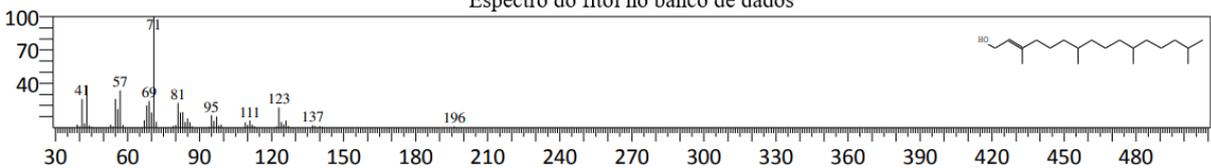
Fonte: Própria

ANEXO O: Espectro do Fitol

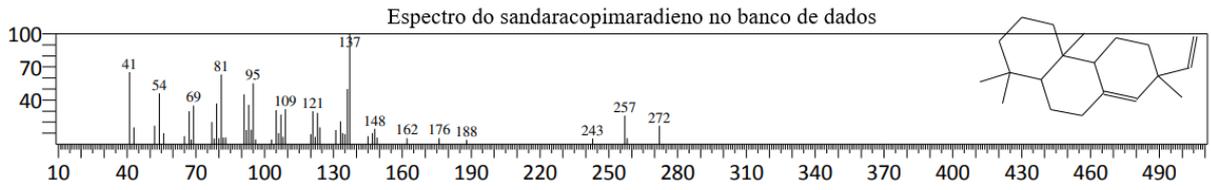
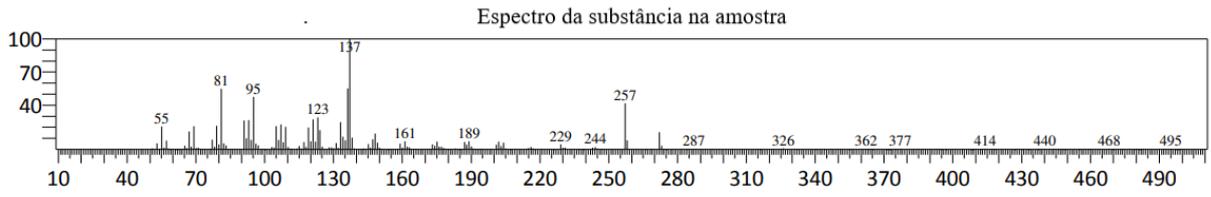
Espectro da substância na amostra



Espectro do fitol no banco de dados



Fonte: Própria

ANEXO P: Espectro do Sandaracopimaradieno

Fonte: Própria

