



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RONDÔNIA**  
**CAMPUS JI-PARANÁ.**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**Igor Gonçalves de Oliveira**

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES DO ÓLEO ESSENCIAL DA**  
**RESINA DE *JUTAÍÇA***

**JI-PARANÁ**

**2024**

**Igor Gonçalves de Oliveira**

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES DO ÓLEO ESSENCIAL DA  
RESINA DE *JUTAÍÇA***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Licenciatura em Química,  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do título de Licenciado em Química.

**Área de Concentração:** Química

**Orientador:** Prof. Dr. Jusinei Meireles Stropa

**Coorientador:** Prof. Dr. Luiz Roberto de Assis Júnior

**JI-PARANÁ**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Oliveira, Igor Gonçalves de.  
Estudo da composição e propriedades do óleo essencial da  
Resina de Jutaíçia / Igor Gonçalves de Oliveira, Ji-Paraná-RO, 2024.  
39 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Jusinei Meireles Stropa.  
Coorientador(a): Prof. Dr. Luiz Roberto de Assis Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -  
IFRO, Ji-Paraná-RO, 2024.

1. Resina de Jutaíçia. 2. Óleo Essencial. 3. Constituintes  
Voláteis. I. Stropa, Jusinei Meireles (orient.). II. Assis Júnior, Luiz  
Roberto de (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864 (Campus Ji-Paraná)

**Igor Gonçalves de Oliveira**

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES DO ÓLEO ESSENCIAL DA  
RESINA DE *JUTAICÁ***

Monografia (Trabalho) de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Área de Concentração:** Química

**Orientador:** Prof. Dr. Jusinei Meireles Stropa

**Coorientador:** Prof. Dr. Luiz Roberto de Assis Júnior

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Jusinei Meireles Stropa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rondônia, *Campus Ji-Paraná*

---

Prof. Dr. Luiz Américo da Silva do Vale

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rondônia, *Campus Ji-Paraná*

---

Prof.<sup>a</sup> Me. Pamela Siqueira Oliveira de Jesus

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rondônia, *Campus Ji-Paraná*

Ji-Paraná - RO, 13 de setembro de 2024.

## RESUMO

A pesquisa teve como ponto de partida a extração e análise dos constituintes voláteis da resina de *jutaicica*, utilizando o equipamento de Cromatografia Gasosa acoplada a um Espectrômetro de Massas (GC-EM). O objetivo principal consistiu em identificar os componentes químicos presentes nessa resina, explorando seus potenciais aplicações. A metodologia abrangeu a coleta de amostras de resina de *jutaicica* em árvores da zona rural, seguida pela extração do óleo essencial por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger. A análise do óleo foi conduzida por GC-EM, permitindo a identificação dos constituintes com base em índices de retenção e espectros de massa. Os resultados revelaram a presença de diversos compostos, incluindo Cubebeno, Copaeno, Sesquithujeno, Cariofileno, Bergamoteno, Humuleno, Muuroleno, Widdra-2,4(14)-dieno, Guaieno, Cadineno, Óxido de Cariofileno e Epóxido de Humuleno II. Essa diversidade química destaca a riqueza da resina de *jutaicica* e sua relevância potencial para a indústria cosmética. A análise minuciosa dos espectros de massa e índices de retenção proporcionou uma identificação precisa, contribuindo para o conhecimento detalhado dos constituintes.

**Palavras-chave:** Resina de *jutaicica*. Óleo Essencial. Constituintes Voláteis.

## ABSTRACT

The research's starting point was the extraction and analysis of the volatile constituents of *jutaicica* resin, using Gas Chromatography equipment coupled to a Mass Spectrometer (GC-MS). The main objective was to identify the chemical components present in this resin, exploring their potential applications. The methodology included the collection of *jutaicica* resin samples from trees in rural areas, followed by the extraction of the essential oil by hydrodistillation in a Clevenger graduated device. Oil analysis was conducted by GC-MS, allowing identification of constituents based on retention indices and mass spectra. The results revealed the presence of several compounds, including Cubebene, Copaene, Sesquithujene, Caryophyllene, Bergamotene, Humulene, Muurolene, Widdra-2,4(14)-diene, Guaiene, Cadinene, Caryophyllene oxide and Humulene epoxide II. This chemical diversity highlights the richness of *jutaicica* resin and its potential relevance to the cosmetics industry. The detailed analysis of mass spectra and retention indices provided accurate identification, contributing to detailed knowledge of the constituents.

**Keywords:** *Jutaicica* resin. Essential oil. Volatile Constituents.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	01
2. OBJETIVOS .....	02
2.1 Objetivo Geral .....	02
2.2 Objetivos Específicos .....	02
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	02
3.1 Os óleos essenciais .....	02
3.2 Extração por hidrodestilação .....	03
3.3 O Jatobá .....	04
3.4 A Resina de <i>jutaicica</i> .....	06
4. METODOLOGIA .....	07
4.1 Obtenção da resina de <i>jutaicica</i> .....	07
4.2 Extração do óleo essencial da resina de <i>jutaicica</i> .....	07
4.3 Análise do óleo essencial da resina de <i>jutaicica</i> por GC-EM .....	07
4.4 Identificação dos constituintes das amostras e suas propriedades	08
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	08
5.1 Compostos Identificados .....	13
6. CONCLUSÃO .....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais, substâncias voláteis de origem vegetal, são amplamente conhecidos por suas diversas propriedades e aplicabilidades, tanto na medicina tradicional quanto em setores industriais modernos. Extraídos de diferentes partes das plantas, como flores, folhas, e resinas, esses compostos têm sido utilizados desde a antiguidade por suas características aromáticas e terapêuticas (LANGENHEIM, 2003). Nos dias atuais, o interesse por óleos essenciais continua a crescer, impulsionado pelo reconhecimento de suas potencialidades em áreas como a farmacologia, cosmética, e alimentos, conforme destacado por Brito *et al.* (2013) e Scherer *et al.* (2009)

Com a evolução dos estudos científicos, novas aplicações para os óleos essenciais têm sido exploradas, incluindo a síntese verde de nanopartículas metálicas, como demonstrado por Guimarães *et al.* (2021). No entanto, para o aproveitamento pleno dessas substâncias, é fundamental compreender sua composição e propriedades específicas. Dentre os métodos de extração mais comuns, destaca-se a hidrodestilação, uma técnica que utiliza vapor d'água para isolar os constituintes voláteis das plantas, sendo amplamente empregada na obtenção de óleos essenciais para diversas finalidades industriais (HONORATO *et al.*, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

O jatobá (*Hymenaea courbaril*), uma árvore nativa da América Latina, é um exemplo de planta cujas partes, como sementes, madeira e resina, possuem grande valor econômico e medicinal (FEIJÓ *et al.*, 2016; TIAGO *et al.* 2020). A resina de *jutaicica*, obtida do jatobá, é especialmente notável por suas propriedades terapêuticas e histórico de uso na medicina popular, bem como em aplicações industriais, como a produção de verniz e cosméticos (CORRÊA, 2015; SILVA, 2017). O jatobá e seus produtos derivados, como os óleos essenciais e a resina, apresentam um potencial significativo para o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias, contribuindo não apenas para a inovação em diversas indústrias, mas também para a preservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável (MOREIRA, 2023; MACIEL, 2023; FERNANDES 2006).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo explorar as propriedades e possíveis aplicações da resina de *jutaicica* e dos óleos essenciais extraídos do jatobá, com ênfase em suas utilizações na indústria cosmética e farmacêutica.



Acredita-se que a compreensão aprofundada desses produtos naturais possa abrir novas perspectivas para sua utilização, contribuindo para a valorização de recursos locais e para o avanço do conhecimento científico na área.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Extrair os constituintes voláteis da resina de *jutaicica* e identificar os componentes por Cromatografia Gasosa acoplada a um Espectrômetro de Massas (GCEM).

### 2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a extração do óleo essencial da resina de *jutaicica* mediante destilação a vapor.
- Analisar os constituintes voláteis pela técnica de GC-EM.
- Avaliar os espectros obtidos mediante software específico e referências bibliográficas da biblioteca NIST para identificar as possíveis substâncias presentes.
- Verificar a existência de informações sobre as propriedades das substâncias identificadas em literatura especializada.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Os óleos essenciais

Óleos essenciais são substâncias voláteis que apresentam uma grande variedade de fragrâncias, e composição complexa, podendo ser extraídos de qualquer parte das plantas, e são resultantes do metabolismo secundário das mesmas (BRITO *et al.*, 2013).

O conhecimento acerca de produtos naturais como os óleos essenciais de plantas aromáticas é milenar, mas mesmo nos dias atuais, suas propriedades têm atraído a atenção de um grande público consumidor e conseqüentemente do setor industrial, uma vez que podem ser utilizados como fármacos, cosméticos, formulações sanitizantes e ingredientes funcionais em formulações alimentícias (SCHERER *et al.*, 2009). Muitos estudos já foram direcionados pela comunidade científica, apresentando relatos sobre atividade biológica de extratos vegetais, como ação

antifúngica, ação antibacteriana, atividade anti-tumoral, ação antiinflamatória e analgésica, além de atividade antioxidante, dentre outras (SCHERER *et al.*, 2009).

Além das aplicações mais tradicionais, os produtos naturais têm atraído a atenção para estudos em aplicações inovadoras, como é o caso do trabalho de Guimarães e seus colaboradores (2021), por exemplo, que trata da utilização de óleos essenciais na síntese verde de nanopartículas metálicas. Neste estudo os pesquisadores demonstram que as substâncias presentes nos óleos essenciais são capazes de reduzir íons metálicos transformando-os em nanopartículas e conferir estabilidade às mesmas. Entretanto, para estudar as possíveis aplicações destes produtos naturais, se faz necessário conhecer previamente a sua composição e suas propriedades.

Dentre as partes da planta que podem conter essas substâncias voláteis, encontram-se as resinas, que também tem atraído a atenção da comunidade científica devido ao seu potencial farmacológico e possíveis aplicações tecnológicas (LAKATOS, 2003).

Geralmente, os óleos essenciais são extraídos por meio do processo de hidrodestilação, uma técnica que permite a obtenção dos constituintes voláteis contidos em qualquer parte das plantas (HONORATO *et al.*, 2021).

### **3.2 Extração por hidrodestilação**

A hidrodestilação é um método de extração de óleos essenciais de materiais vegetais, como flores, folhas e resinas, que utiliza vapor d'água como agente extrator. Nesta técnica, o material a ser destilado entra em contato direto com a água, e quando esta atinge o ponto de ebulição, arrasta os compostos voláteis (incluindo o óleo) e ao se condensar, cria-se uma mistura heterogênea com duas fases (água e óleo) (OLIVEIRA *et al.* 2012). Segundo Lima, Silva e Pinheiro (2022) este processo envolve o aquecimento da matéria-prima em um aparelho de destilação especial, como o aparelho de Clevenger, onde a amostra é submetida ao vapor d'água, levando à liberação dos componentes voláteis. Réus e Pazinato (2023) destacam que à medida que o vapor percorre a matéria-prima, os compostos essenciais são arrastados e posteriormente condensados, resultando em um líquido conhecido como hidrossol, composto pelo óleo essencial e pela água de destilação. A hidrodestilação é uma técnica amplamente empregada na indústria de aromas e fragrâncias, bem como em

pesquisas científicas, permitindo a obtenção de substâncias voláteis de interesse, comumente utilizadas em setores como perfumaria, cosméticos e farmacologia.

### 3.3 O Jatobá

O jatobá, uma árvore nativa da América Latina, destaca-se não apenas por sua imponência no cenário natural, mas também por sua relevância em diversas esferas, desde a medicina popular até seu valor econômico intrínseco. Com o nome científico *Hymenaea courbaril*, o jatobá pertence à família das Leguminosae e é conhecido por suas propriedades medicinais e pelo óleo extraído de suas sementes, que desempenha um papel fundamental em setores econômicos variados (ROSÁRIO *et al.*, 2022).

O gênero *Hymenaea* é amplamente distribuído em diferentes domínios fitogeográficos em todas as regiões do Brasil, ocorrendo desde a floresta amazônica até a floresta estacional semidecidual no sudeste do país, com diversas variedades, sendo as mais comuns, *H. courbaril var. courbaril.*, *H. courbaril var. stilbocarpa*, *H. courbaril var. subsessilis*, *H. courbaril var. villosa* (TIAGO *et al.* 2020; CIPRIANA *et al.*, 2014; CORRÊA, 2015).

No contexto da medicina popular, o jatobá é valorizado por suas propriedades terapêuticas, sendo frequentemente utilizado na elaboração de remédios tradicionais (SILVA *et al.*, 2020). A casca da árvore, em especial, é conhecida por suas propriedades antissépticas e anti-inflamatórias, tornando-se um recurso precioso no tratamento de diversas condições de saúde, como dores de garganta, problemas gastrointestinais, afecções respiratórias, cicatrização de feridas e tratamento de infecções cutâneas. Essa relação estreita entre as comunidades locais e o jatobá ilustra a importância cultural e social dessa árvore na promoção da saúde (RÉQUIA *et al.*, 2021). Ou seja, a medicina popular reconhece o jatobá como um aliado na promoção do bem-estar, e comunidades locais têm se beneficiado de seu uso ao longo de gerações. No entanto, a relevância do jatobá vai além das práticas medicinais tradicionais, alcançando um patamar econômico significativo. As sementes do jatobá contêm um óleo de grande valor, utilizado em diversas indústrias, especialmente na produção de cosméticos e na fabricação de produtos para cuidados com a pele, devido às suas propriedades emolientes e hidratantes (ROSÁRIO *et al.*, 2022).

Além da indústria cosmética, o setor alimentício tem explorado as propriedades nutritivas deste óleo, utilizando-o na produção de misturas de óleos comestíveis ricos em ácidos graxos essenciais (MOREIRA, 2023).

Os óleos essenciais (constituintes voláteis) extraídos do jatobá são outras substâncias que se destacam por sua complexidade química e propriedades singulares apresentando características distintas que as tornam elementos de grande relevância em diversos contextos, especialmente nas áreas da indústria cosmética e farmacêutica. (ALMEIDA, 2021). A presença de sesquiterpenos, terpenoides e outros compostos orgânicos nestes óleos oferece oportunidades promissoras para o desenvolvimento de produtos de cuidados com a pele e cabelos, sendo, portanto, relevantes para formulações de cosméticos naturais e sustentáveis (OLIVEIRA, 2021).

No âmbito farmacêutico, as propriedades farmacológicas, toxicológicas e antioxidantes dos constituintes do óleo essencial de jatobá, são de suma importância devido ao potencial terapêutico desses compostos para futuros desenvolvimentos na área de medicamentos naturais (SOUSA, 2021).

Outra parte do jatobá que tem atraído a atenção da comunidade científica devido às suas propriedades medicinais, com conhecimento popular já difundido, é a sua resina (resina de *jutaíca*) (FEIJÓ *et al.*, 2016). Além das propriedades conhecidas pela medicina popular, apresenta agradável aroma com característica amadeirada.

Na região amazônica, o principal uso do jatobá (*H. courbaril*) é para a produção de madeira, sendo retirado de uma determinada área, sem que tenha a possibilidade de completar o seu ciclo reprodutivo, o que pode contribuir para o desaparecimento dessa espécie na região (HOFFMESTER, 2019). Estudar novas potencialidades desta planta, além de proporcionar a descoberta de novas substâncias e tecnologias, pode contribuir para a preservação destas espécies e de todo o ecossistema regional, além de auxiliar no desenvolvimento sustentável, impactando positivamente a economia regional e proporcionando oportunidades de emprego (MOREIRA, 2023; MACIEL, 2023).

Neste sentido, através de estudos, é possível desviar o foco da exploração madeireira do jatobá para outras potenciais utilizações, como o uso medicinal e fonte de alimento, por exemplo, contribuindo para a perpetuação da espécie, mantendo assim a diversidade e a riqueza natural (HOFFMESTER, 2019).

### 3.4 A Resina de *jutaicica*

A resina de *jutaicica* no Brasil é popularmente reconhecida por vários nomes de acordo com a região aonde se encontra, resina Jatobá, *jutaicica*, resina copal. A resina de *jutaicica* tem uma história muito rica no Brasil, vem sendo utilizada pelos povos indígenas para as mais diversas funcionalidades, antes do seu primeiro registro oficial, (CORRÊA, 2015; SILVA, 2017).

O primeiro registro oficial da resina de *jutaicica* no Brasil aconteceu no ano de 1770 pelo Rei Portugal (Elrey Dom José 1770), quando foi anunciando sua descoberta e o decretando de monopólio na comercialização. O decreto para o monopólio da comercialização da resina de jatobá aconteceu devido ao seu valor, pois no século XVII a resina era o principal material utilizado na produção de verniz que estava em um crescimento de demanda (CORRÊA, 2015).

A resina de *jutaicica* é extraída diretamente da árvore através de ferimentos provocados no seu tronco, apresentando aparência meio translúcida levemente amarelada, e de cheiro muito característico. É composta basicamente de compostos terpênicos e fenólicos, capazes de auxiliarem na cicatrização com a diminuindo da ação de fungos e outros microrganismos (CORRÊA, 2015; MAKAXI, 2023).

O gênero da *Hymenaea* é formado por 19 espécies estando espalhado nas Américas desde o centro do México até o sul do Brasil e África Oriental sendo que uma dessas espécies (*H. verrucosa Gaertn.*) se encontra isolada na costa da África. No território brasileiro se encontra 13 espécies nas quais se destaca pela sua relevância econômico e medicinal são *Hymenaea stigonocarpa*, *Hymenaea courbaril* e *Hymenaea martiana* (CIPRIANA *et al*, 2014; CORRÊA, 2015).

A resina de *jutaicica* tem como característica física sua densidade 0,38 g/cm<sup>3</sup>, o teor de umidade 2,66% podendo sofrer alteração devido ao local aonde se encontra e dependendo da amostra que com o passar do tempo a resina tende a perder alguns dos compostos voláteis presentes na sua composição. Resina de jatobá tem solubilidade em álcool etílico 99,4% na concentração de 1:20 (Resina: Solvente) esse bom resultado de solubilidade só pode ser alcançado mediante aquecimento. O pH da resina de jatobá se encontra 4,8 o que confere um perfil ácido aonde não se encontra discordância na literatura (CORRÊA, 2015; MAKAXI, 2023).

O uso da resina de *jutaicica* atualmente se encontra em duas principais aplicações uso artístico e da medicina popular. Seu uso no ramo nas artes vai desde de fabricação vasilhas de barro com impermeabilizante, na construção de canoa para

fazer a vedação contar água e sendo seu principal uso como verniz. Na medicina popular a resina de jatobá é utilizada para o tratamento de várias enfermidades como dores no estômago, diarreia, problemas respiratórios, dores de cabeça, infecção urinária, bursite, infecções fúngica, infecção de próstata, emplastro para machucados e utilizado como fortificante. O uso da resina de *jutaíca* se trona um importante aliado na manutenção na conservação do jatobá (SHANLEY, 2005; SILVA, 2017; CIPRIANO *et al.* 2014).

#### **4. METODOLOGIA**

##### **4.1 Obtenção da resina de *jutaíca***

As mostras de resinas de *jutaíca* foram inicialmente coletadas em árvores (jatobá) na zona rural do município de Ouro Preto D'Oeste na linha 166, lote 21, gleba 05, km 22. Tendo como o ponto localização por GPS aproximada sendo 10°43'07.8"S 62°05'49.5"W.

##### **4.2 Extração do óleo essencial da resina de *jutaíca***

A extração dos constituintes voláteis da resina de *jutaíca* foi realizada através do método de hidrodestilação em aparelho graduado tipo Clevenger (OLIVEIRA *et al.* 2012). Para isso, utilizou-se a massa de 68,5256 g de resina de *jutaíca* e 1000 ml de água destilada. Para realizar o processo de extração do óleo essencial, as amostras de resina foram inicialmente trituradas em almofariz, de forma a se obter um material particulado fino. Posteriormente o material particulado foi adicionado juntamente com a água destilada no interior do balão do extrator Clevenger, iniciando-se o aquecimento em temperatura de aproximadamente 100 °C através de uma manta elétrica por um período de aproximadamente 4 h.

##### **4.3 Análise do óleo essencial da resina de *jutaíca* por GC-EM**

As análises de GC-EM foram realizadas em um equipamento da marca Agilent®, equipado com uma coluna de sílica fundida com HP-5ms (5% de fenil - 95% de dimetilpolisiloxano) (30 m × 0,25 mm, espessura de película de 0,25 µm) para a separação dos constituintes da amostra. Este equipamento pertence ao laboratório 41 do bloco de Química do IFRO, *campus* Ji-Paraná. Para estas análises, a amostra de óleo foi diluída em solvente orgânico apropriado, formando uma mistura com concentração de aproximadamente 1,0 mg mL<sup>-1</sup> de óleo na mistura.

A injeção da amostra foi feita com volume de 1  $\mu\text{L}$  da mistura ao cromatógrafo gasoso, utilizando temperatura do forno programada com razão de aquecimento de  $6\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$  entre 50 e  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  e Hélio (com 99,999% de pureza) como gás de arraste com fluxo constante de  $1,0\text{ mL min}^{-1}$ . O espectrômetro de massas (MS) acolado ao cromatógrafo realiza a ionização das substâncias por impacto eletrônico (IESEM), com energia de ionização de 70 eV, com faixa de varredura de razão m/z entre 20 e 400 em intervalo de tempo de 0,5 s. Um padrão contendo uma série de n-alcenos (C8-C20) da SigmaAldrich® foi utilizado nas mesmas condições de injeção das amostras, de forma a realizar o cálculo dos índices de retenção de Kovats.

#### 4.4 Identificação dos constituintes das amostras e suas propriedades

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da resina de *jutaicica* foi conduzida pela comparação dos dados dos espectros obtidos (o tempo de retenção, cálculo do índice de Kovats e valores de razão massa/carga) com os valores padrões para compostos voláteis listados em referências bibliográficas da biblioteca NIST, além de livros e artigos, que forneceram informações acerca da massa e possíveis fórmulas moleculares das substâncias detectadas. Neste método é utilizada uma série homóloga de n-alcenos, sendo realizada a normalização de Kovats, ou os índices de Kovats, são calculados em uma escala logarítmica (GAMA et al. 2017).

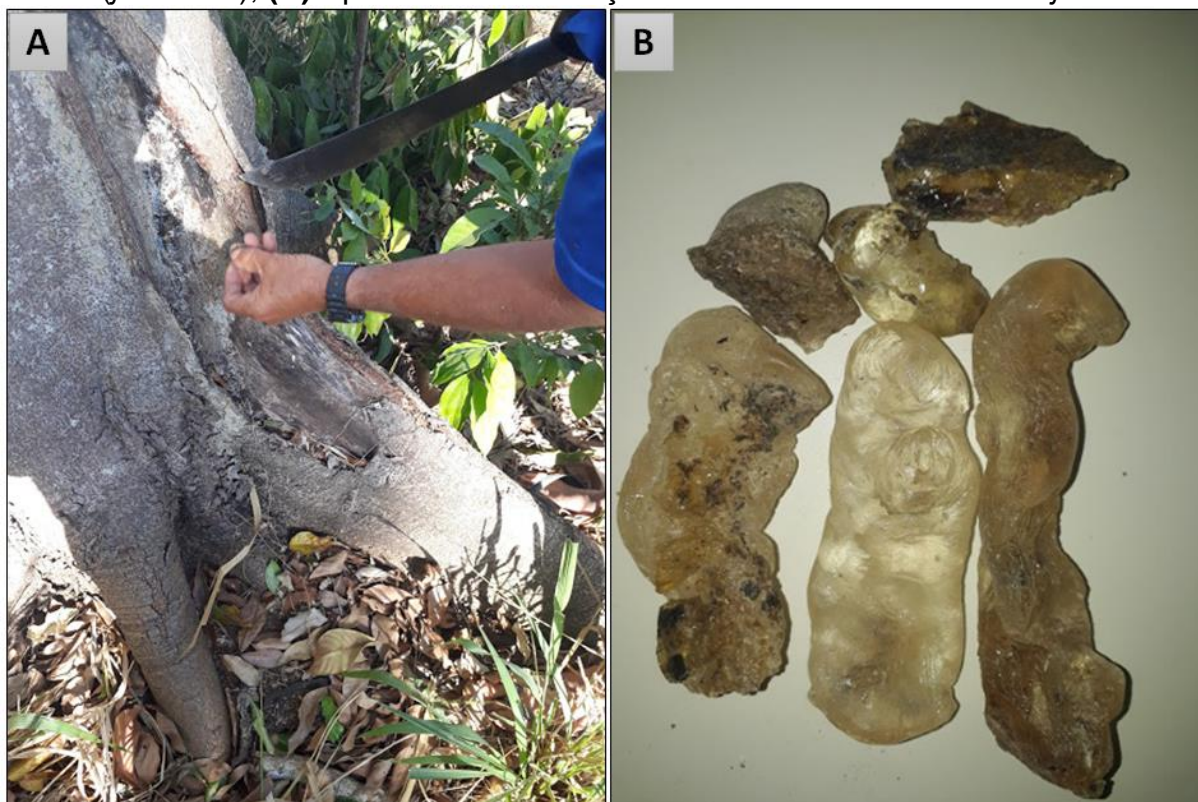
As prováveis propriedades farmacológicas, toxicológicas e antioxidantes foram inicialmente investigadas mediante levantamento bibliográfico em periódicos especializados e busca nos bancos de dados mais conhecidos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a coleta das amostras foram obtidos aproximadamente 300 g de resina de *jutaicica*. A Figura 1 (A) mostra como se deu o processo de coleta das amostras de resina diretamente no tronco de uma das árvores (*jutaizeiro*). As árvores apresentam ferimentos pelos quais a resina é liberada, passando por processo de secagem naturalmente. A Figura 1 (B) mostra a aparência das amostras de resina de *jutaicica* coletadas na etapa inicial do projeto. Foram coletados aproximadamente 300 gramas de resina, quantidade suficiente para o início dos testes de extração dos componentes voláteis. Note que há uma certa diferença de coloração entre algumas amostras, que parece variar conforme o período de tempo de exposição às ações

climáticas. Ou seja, resinas mais antigas (mais secas) tendem a apresentar aspecto de coloração mais escura. Tal escurecimento se deve provavelmente ao envelhecimento e também ao acúmulo de impurezas como poeira, por exemplo.

**Figura 1 – (A)** Coleta das amostras de resina de *jutaicica* diretamente do tronco da árvore (*jutaizeiro*); **(B)** Aparências e coloração das amostras de resina de *jutaicica*.



Fonte: Próprio autor (2023)

A Figura 2 (A) mostra o equipamento tipo Clevenger montado para a realização da extração do óleo essencial da resina. Após o processo de extração (aproximadamente 4 horas) foram obtidos 1,0660 g de óleo essencial da resina, apresentando coloração levemente amarelada (Figura 2 (B)) e aroma característico de madeira. Essa característica aromática pode ser um atrativo para as indústrias de cosméticos e perfumaria.

A análise de identificação do óleo essencial foi realizada por Cromatografia Gasosa acoplada a um Espectrômetro de Massas (GC-EM). A análise de GC-EM gerou um Espectro de Massa representado por um gráfico de Intensidade relativa em função do tempo de retenção dos compostos. Esse espectro foi analisado através de software próprio do equipamento, identificando-se 13 picos principais (Figura 3).

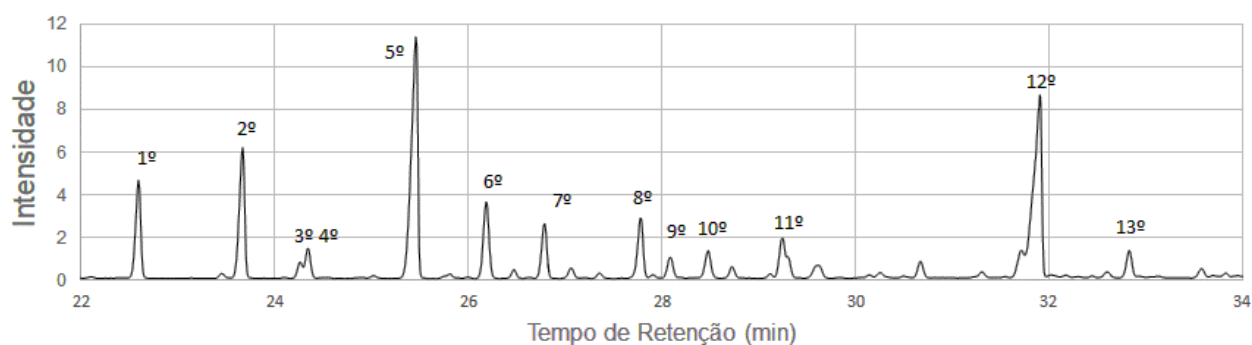


**Figura 2 – (A)** Aparelho para destilação Clevenger montado no laboratório para realizar a extração do óleo essencial da resina *jutaicica*; **(B)** Amostra de óleo essencial obtido no processo de extração.



Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 3 –** Cromatograma do óleo e essencial da resina de *jutaicica*.



Fonte: Próprio autor (2023)

A Tabela 1 mostra os dados utilizados no cálculo de índices de retenção dos constituintes do óleo essencial da resina de *jutaicica*. Nesta encontra-se os valores de: Tempo de retenção dos compostos do óleo essencial da resina ( $Tr$ ); o número de átomos de carbono do alcano que elui imediatamente antes do constituinte de interesse ( $C_n$ ); o tempo de retenção dos alcanos que eluem imediatamente antes ( $Tr_{C_n}$ ); o tempo de retenção do alcano que elui depois do pico em análise ( $Tr_{C_{n+1}}$ ) e índice de retenção linear (IRL). Para o cálculo do índice de retenção linear foi utilizada

a planilha eletrônica (Excel) utilizado a metodologia de Gama *et al.* (2017) adaptada para o padrão de n-alcenos (C<sub>8</sub>-C<sub>20</sub>) da SigmaAldrich®. Para o cálculo do IRL foi utilizada a seguinte equação:

$$IRL = \frac{t_{rX} - t_{rN}}{t_{rN+1} - t_{rN}} + 100.n$$

Em que:

IRL: índice de retenção linear

t<sub>r</sub>X: tempo de retenção do componente X

t<sub>r</sub>N: tempo de retenção do alcano N com t<sub>r</sub> anterior ao componente X

t<sub>r</sub>N<sub>+1</sub>: tempo de retenção do alcano N com t<sub>r</sub> posterior ao componente X

n: número de átomos de carbono da alcano N

Para a construção da planilha são digitados os valores tempos de retenção dos compostos do óleo essencial de resina *jutaicica* na segunda colunas (t<sub>r</sub>) em ordem crescente. Em seguida foram seguintes colunas (C<sub>n</sub>) o número de carbono do composto do padrão n-alcenos, (t<sub>r</sub>C<sub>n</sub>) o tempo de retenção do composto presente no padrão n-alcenos.

O preenchimento das colunas sendo terceira (C<sub>n</sub>), quarta (t<sub>r</sub>C<sub>n</sub>), quinta (t<sub>r</sub>C<sub>n+1</sub>), sexta (IRL) feita de forma automatizada utilizando as funções PROCV, ÍNDICE e CORRESP presentes plataforma do Microsoft Office Excel. Para tanto, foram utilizados os seguintes comandos para os cálculos dos valores e preenchimento das colunas:

- 3ª Coluna: (C<sub>n</sub>) = PROCV(B2;\$G\$2:\$H\$14;2;1)
- 4ª Coluna: (t<sub>r</sub>C<sub>n</sub>) = PROCV(B2;\$G\$2:\$H\$14;1;1)
- 5ª Coluna: (t<sub>r</sub>C<sub>n+1</sub>) = @ÍNDICE(\$G\$2:\$G\$14;CORRESP(B2;\$G\$2:\$G\$14;1)+1;1)
- 6ª Coluna: (IRL) = (((B2-D2)/(E2-D2))+C2)\*100

Os resultados da análise de CG-EM da resina de *jutaicica* revelaram informações importantes. A tabela de índices de retenção linear (IRL) para diferentes picos apresenta características como tempo de retenção, número de átomos de carbono dos alcenos relacionados e valores de IRL.

Os padrões mencionados no contexto da análise cromatográfica geralmente se referem a substâncias químicas puras e conhecidas que são utilizadas como referência para a identificação de compostos presentes em uma amostra

desconhecida. Esses padrões podem ser compostos puros, misturas padrão ou bibliotecas de espectros de massas. No caso específico da análise do óleo essencial da resina de jutaicica, os padrões poderiam incluir:

Padrões de Compostos Conhecidos: Substâncias químicas puras que são comumente encontradas em óleos essenciais e que têm seus perfis cromatográficos e espectrométricos bem caracterizados (HONORATO et al., 2021). Estes podem incluir compostos como Cubebeno, Copaeno, Sesquithujeno, Cariofileno, Bergamoteno, Humuleno, Muuroleno, Widdra-2,4(14)-dieno, Guaieno, Cadineno, Óxido de Cariofileno e Epóxido de Humuleno II, entre outros, dependendo dos compostos identificados na amostra.

**Tabela 1** – Dados utilizados no cálculo de índices de retenção dos constituintes do óleo essencial da resina de *Jutaicica*.

Pico	$T_r$	$C_n$	$T_r C_n$	$T_r C_{n+1}$	IRL	$T_r C_n$	$C_n$
1º	22,6	13	20,576	24,791	1348	3,190	8
2º	23,678	13	20,576	24,791	1373,6	5,118	9
3º	24,274	13	20,576	24,791	1387,7	8,124	10
4º	24,353	13	20,576	24,791	1389,6	11,98	11
5º	25,466	14	24,791	28,84	1416,7	16,247	12
6º	26,193	14	24,791	28,84	1434,6	20,576	13
7º	26,798	14	24,791	28,84	1449,6	24,791	14
8º	27,788	14	24,791	28,84	1474	28,840	15
9º	28,095	14	24,791	28,84	1481,6	32,696	16
10º	28,489	14	24,791	28,84	1491,3	36,367	17
11º	29,251	15	28,84	32,696	1510,7	39,873	18
12º	31,915	15	28,84	32,696	1579,7	43,211	19
13º	32,836	16	32,696	36,367	1603,8	46,410	20

Fonte: Próprio autor (2023)

$T_r$  = tempo de retenção compostos do óleo essencial da resina de jutaicica

$C_n$  = o número de átomos de carbono do alcano que elui imediatamente antes do constituinte de interesse.

$TrC_n$  = o tempo de retenção dos alcanos que eluem antes

$TrC_{n+1}$  = o tempo de retenção do alcano que elui depois do pico em análise

IRL = índice de retenção linear

Bibliotecas de Espectros de Massas: Bibliotecas que contêm espectros de massas de uma ampla variedade de compostos orgânicos (MASSIMINO, 2020). Uma biblioteca comum usada para esse propósito é a Biblioteca NIST (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos EUA). Comparando os espectros de massas obtidos experimentalmente com os espectros armazenados na biblioteca, é possível identificar os compostos presentes na amostra.

Padrões de Índice de Retenção: Padrões contendo misturas conhecidas de alcanos que são usadas para calcular os índices de retenção linear (IRL). Esses padrões ajudam na correlação dos tempos de retenção observados na cromatografia com valores de referência (LIMA; SILVA; PINHEIRO, 2022). A utilização desses padrões é crucial para a identificação confiável dos constituintes do óleo essencial, fornecendo uma base comparativa sólida para os resultados obtidos na análise cromatográfica e espectrométrica.

### 5.1 Compostos Identificados

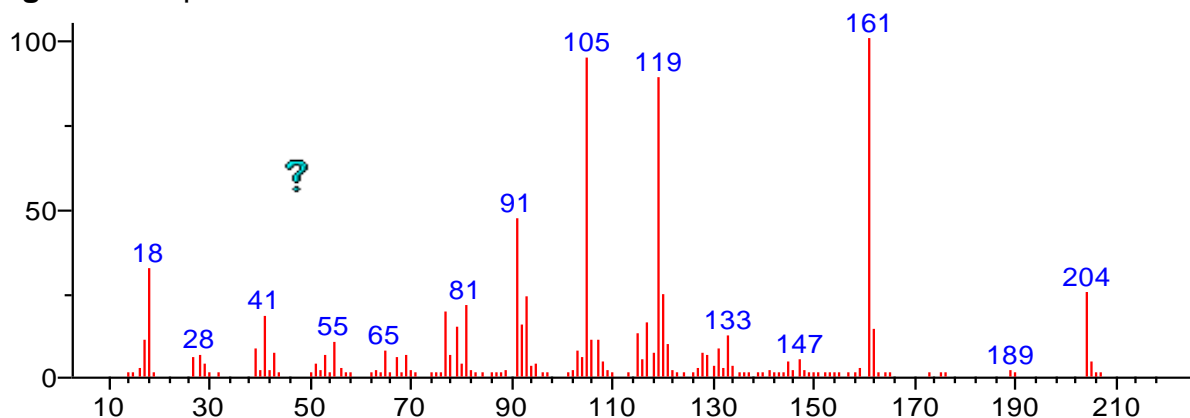
A partir dos dados dos picos foi possível realizar a identificação dos compostos presentes no óleo essencial da resina. Os compostos identificados são apresentados a seguir. Para cada composto são mostrados: Uma Tabela com os valores de índice de retenção linear prático (IRL(P)); índice de retenção linear teórico (IRL(T)); tempo de retenção prático Tr(P); tempo de retenção teórico Tr(T) e os principais picos; além do espectro de massa do composto e um espectro de referência contendo a estrutura do mesmo.

#### Composto 1: $\alpha$ -Cubebeno

**Tabela 2** – Dados relacionados ao  $\alpha$ -Cubebeno.

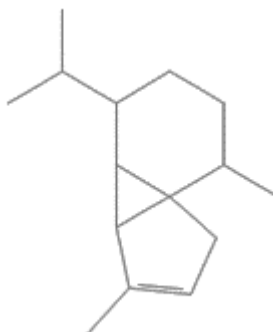
IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1347,64	1348	22,583	22,33
Principais picos			
161	119	105	105

**Figura 4** - Espectro de Massa do  $\alpha$ -Cubebeno.



(Text File) Scan 2454 (22.600 min) in D:\GORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 5** – Estrutura do composto  $\alpha$ -Cubebeno.



Fonte: Site PubChem: Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Cubebene>>. Acesso em: 8 set. 2024.

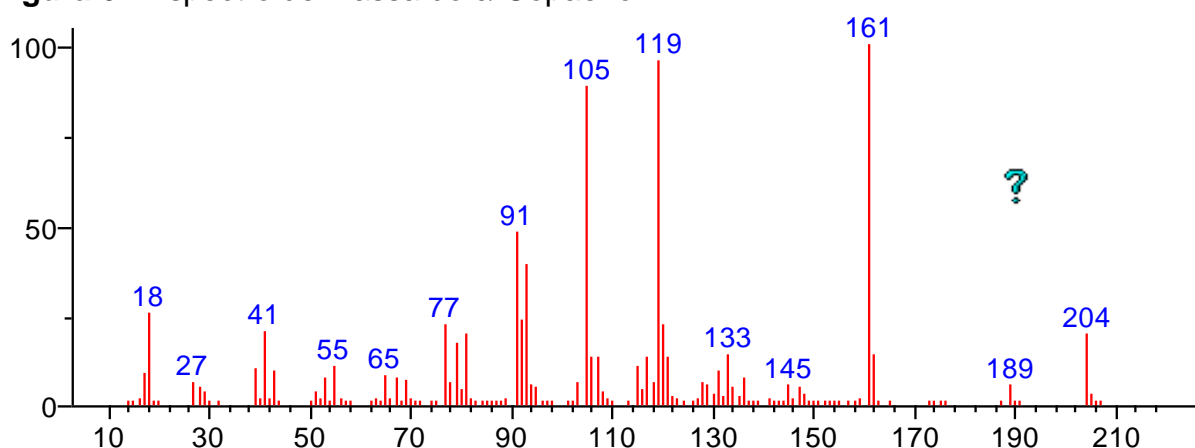
O  $\alpha$ -Cubebeno é um composto orgânico pertencente à classe dos hidrocarbonetos, especificamente aos sesquiterpenos, que são compostos voláteis encontrados em muitos óleos essenciais de plantas. Este composto é identificado pelo seu espectro de massas e tempo de retenção na cromatografia gasosa, como mencionado na análise do óleo essencial da resina de *jutaicica*. O termo "<math>\alpha</math>-" indica a orientação específica do isômero, que pode variar em conformações espaciais (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p 371). O Cubebene é conhecido por contribuir para as propriedades sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais em que está presente. Suas características químicas e estruturais são fundamentais para a compreensão do perfil químico da resina de *jutaicica*, bem como para explorar suas potenciais aplicações, seja na indústria de perfumes, na aromaterapia ou em outros campos relacionados à química de produtos naturais.

### **Composto 2: $\alpha$ -Copaeno.**

**Tabela 3** – Dados relacionados ao  $\alpha$ -Copaeno.

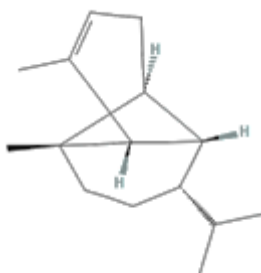
IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1973,38	1374	23,669	23,49
Principais picos			
161	105	119	

O copaeno é um hidrocarboneto, das classes dos terpenos que definida por unidades repetidas de 5 carbonos de hemiterpenos, especificamente aos sesquiterpenos, são compostos voláteis encontrados em muitos óleos essenciais de plantas (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 378).

**Figura 6** - Espectro de Massa do  $\alpha$ -Copaeno.

(Text File) Scan 2577 (23.678 min) in D:\GORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1

Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 7** – Estrutura do composto  $\alpha$ -Copaeno.

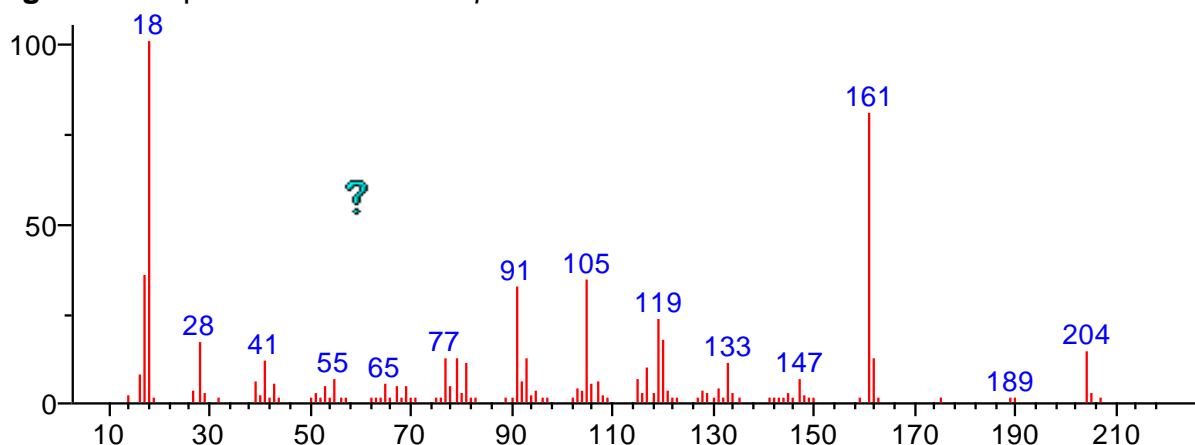
Fonte: Site PubChem: Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Copaene>>. Acesso em: 8 set. 2024

### **Composto 3: $\beta$ -Cubebeno.**

**Tabela 4** – Dados relacionados ao  $\beta$ -Cubebeno.

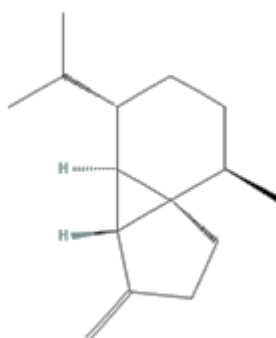
IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1387,93	1388	24,274	22,77
Principais picos			
161	119	105	

O  $\beta$ -Cubebeno é um composto orgânico pertencente à classe dos sesquiterpenos, um grupo de hidrocarbonetos presentes em óleos essenciais de diversas plantas. Sua identificação na análise do óleo essencial da resina de *jutaíca* destaca sua relevância na composição química dessa substância natural. O termo "< $\beta$ ->" indica a configuração específica do isômero (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 399).

**Figura 8** - Espectro de Massa do  $\beta$ -Cubebeno.

(Text File) Scan 2645 (24.274 min) in D:\GORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

Este composto desempenha um papel importante nas propriedades sensoriais e terapêuticas associadas aos óleos essenciais, contribuindo para o aroma característico e potenciais efeitos bioativos. A compreensão da presença e características do Cubebene  $\beta$ - na resina de *jutaíca* é fundamental para explorar suas aplicações em diversos setores, incluindo perfumaria, aromaterapia e pesquisa de produtos naturais.

**Figura 9**– Estrutura do composto  $\beta$ -Cubebeno.

Fonte: Site PubChem: Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Cubebene>>. Acesso em: 8 set. 2024.

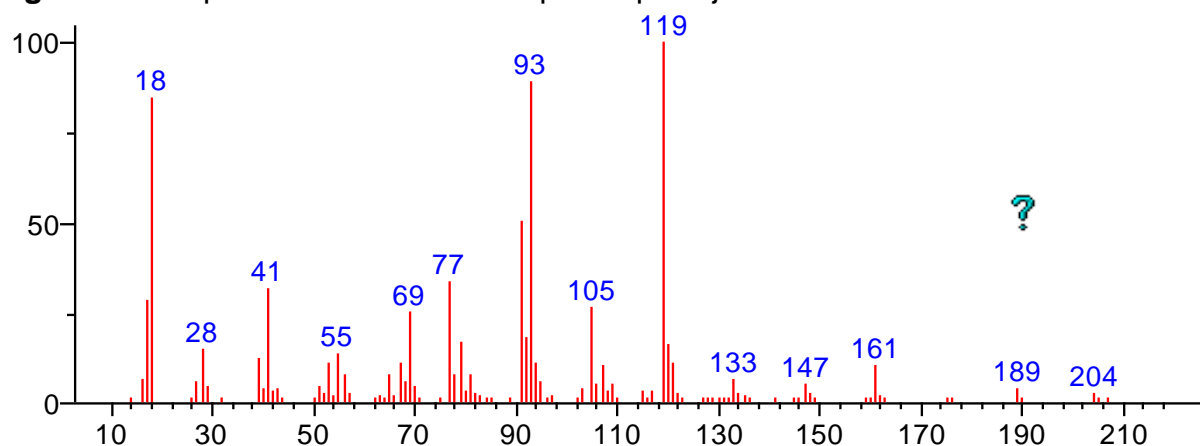
#### **Composto 4: 7-epi-sesquithujeno.**

**Tabela 5** – Dados relacionados ao 7-epi-sesquithujeno.

IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1389,61	1390	24,353	24,19
Principais picos			
119	93	77	

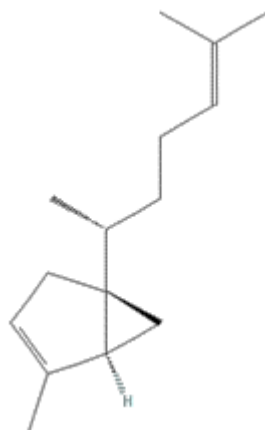
O 7-epi-sesquithujeno é um composto orgânico pertencente à classe dos sesquiterpenos, comumente encontrado em óleos essenciais de diversas plantas. Sua identificação na análise do óleo essencial da resina de *jutaicica* ressalta sua importância na composição química dessa substância natural. A notação "<7-epi->" refere-se à epimerização na posição 7 do sesquiterpeno, indicando uma conformação específica (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p.404).

**Figura 10** - Espectro de Massa do 7-epi-sesquithujeno.



(Text File) Scan 2654 (24.353 min) in D:\GORDODOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 11**– Estrutura do composto 7-epi-sesquithujeno.



Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7-Epi-sesquithujene>>. Acesso em: 8 set. 2024.

Este composto contribui para as propriedades organolépticas e terapêuticas dos óleos essenciais, influenciando seu aroma característico e possíveis efeitos biológicos. Compreender a presença e as características desse composto na resina de *jutaicica* é essencial para explorar suas potenciais aplicações, seja na indústria de fragrâncias, aromaterapia ou em pesquisas relacionadas a compostos naturais.

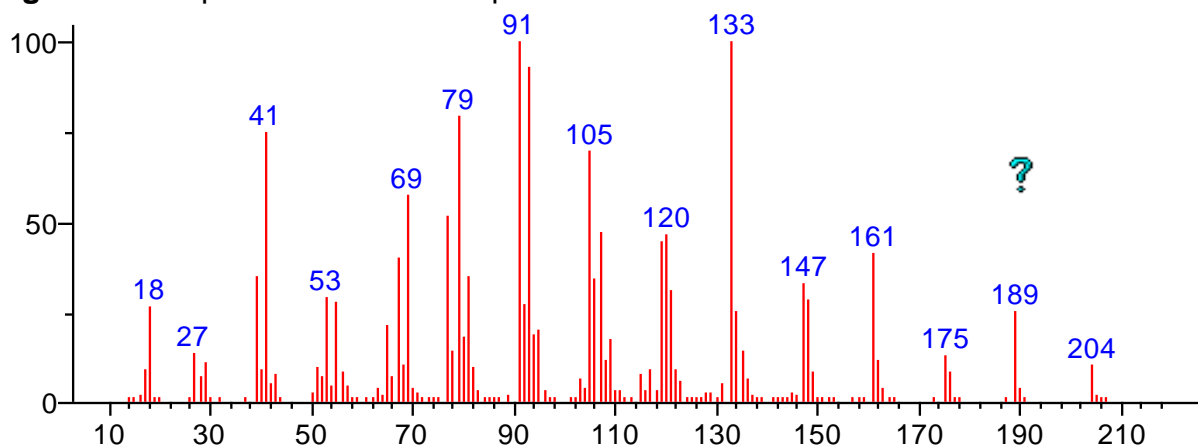


### Composto 5: $\beta$ -Cariofileno.

**Tabela 6** – Dados relacionados ao  $\beta$ -Cariofileno.

IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1416,67	1417	25,466	25,36
Principais picos			
79	93		133

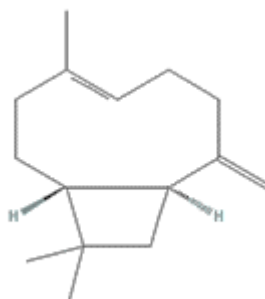
**Figura 12** - Espectro de Massa do  $\beta$ -Cariofileno.



(Text File) Scan 2781 (25.466 min) in D:\IGORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

O  $\beta$ -Cariofileno é um composto orgânico pertencente à classe dos sesquiterpenos, sendo um componente significativo em muitos óleos essenciais de plantas, incluindo a resina de *jutaicica*. A notação "<math>\beta</math>->" indica uma configuração específica da ligação dupla  $\beta$ -isômero, conferindo uma geometria linear à molécula (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 423).

**Figura 13**– Estrutura do composto  $\beta$ -Cariofileno.



Fonte: Site PubChem: Disponível em <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/substance/481171412">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/substance/481171412</a>. Acesso em: 8 set. 2024.

Este composto desempenha um papel crucial nas propriedades sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais, contribuindo para o seu aroma característico e

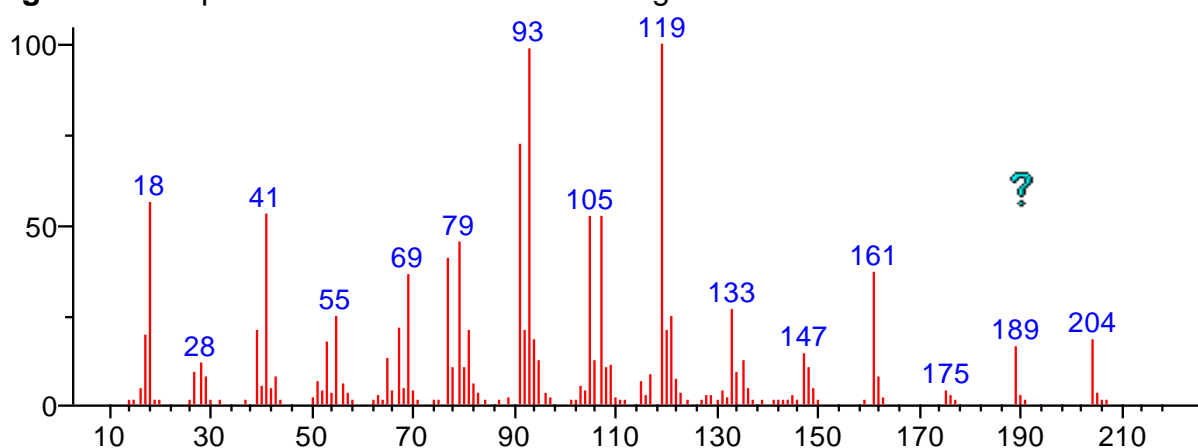
possíveis efeitos biológicos. A presença deste composto na resina de *jutaicica* destaca sua importância na composição química dessa substância natural e ressalta seu potencial em diversas aplicações, como na indústria de fragrâncias, na aromaterapia e em pesquisas que exploram os benefícios de compostos naturais para a saúde e bem-estar.

### **Composto 6: $\alpha$ -trans-Bergamoteno.**

**Tabela 7** – Dados relacionados ao  $\alpha$ -trans-Bergamoteno.

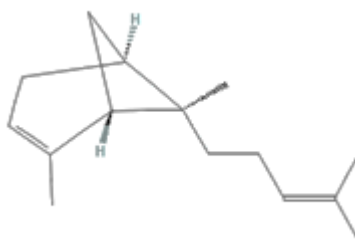
IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1434,67	1434	26,202	25,99
Principais picos			
119	93		107

**Figura 14** - Espectro de Massa do  $\alpha$ -trans-Bergamoteno.



(Text File) Scan 2864 (26.193 min) in D:\GORDODOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 15** – Estrutura do composto  $\alpha$ -trans-Bergamoteno.



Fonte: Site PubChem: Disponível em <[https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Bergamotene\\_-\\_E](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Bergamotene_-_E)>. Acesso em: 8 set. 2024.

O  $\alpha$ -trans-Bergamoteno é um composto orgânico pertencente à classe dos monoterpenos, comum em óleos essenciais de plantas. A notação " $\alpha$ -trans-" indica a presença de uma configuração específica na molécula, relacionada à orientação

especial da ligação dupla  $\alpha$ -trans (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 433). Esse composto desempenha um papel relevante nas propriedades sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais, influenciando o aroma característico e, potencialmente, os efeitos biológicos associados.

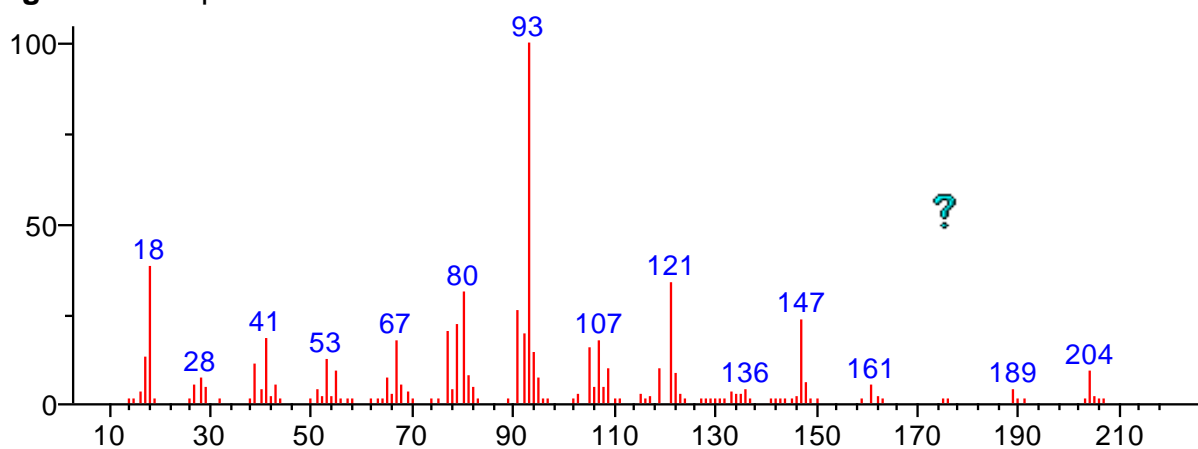
A presença do Bergamotene  $\alpha$ -trans na resina de *jutaicica* destaca sua contribuição para a complexidade química dessa substância natural, sendo relevante para aplicações na indústria de perfumes, aromaterapia e em pesquisas que exploram os benefícios de componentes naturais para a saúde.

### Composto 7: $\alpha$ -Humuleno.

**Tabela 8** – Dados relacionados ao  $\alpha$ -Humuleno.

IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1449,568	1452	26,798	26,82
Principais picos			
80	93	121	

**Figura 16** - Espectro de Massa do  $\alpha$ -Humuleno.



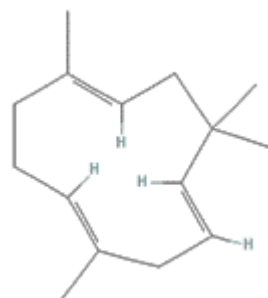
(Text File) Scan 2933 (26.798 min) in D:\GORDODOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

Este composto contribui de maneira significativa para as propriedades sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais, influenciando o aroma característico e possíveis efeitos biológicos. A presença do  $\alpha$ -Humuleno na resina de *jutaicica* destaca sua importância na composição química dessa substância natural, sendo relevante para aplicações na indústria de fragrâncias, aromaterapia e em pesquisas que exploram os benefícios dos componentes naturais para a saúde e bem-estar.

O  $\alpha$ -Humuleno é um composto orgânico classificado como sesquiterpeno, comumente encontrado em óleos essenciais de plantas, incluindo a resina de

*jutaicáica*, conforme indicado na análise realizada. A notação "< $\alpha$ - >" sugere uma configuração espacial específica na molécula, relacionada à orientação da ligação dupla  $\alpha$  (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 451).

**Figura 17** – Estrutura do composto  $\alpha$ -Humuleno.



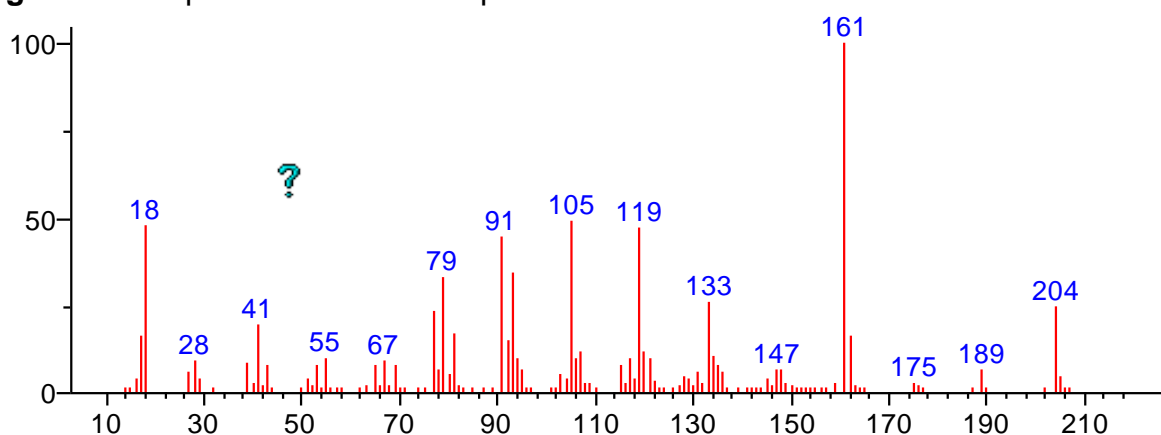
Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Humulene>>. Acesso em: 8 set. 2024.

### **Composto 8: $\gamma$ -Muuroleno.**

**Tabela 9** – Dados relacionados ao  $\gamma$ -Muuroleno.

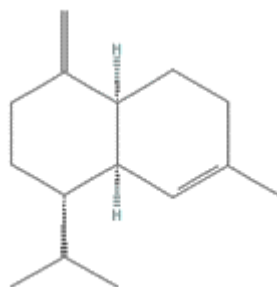
IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1474,018	1478	27,888	27,91
Principais picos			
105	161		204

**Figura 18** - Espectro de Massa do  $\gamma$ -Muuroleno.



(Text File) Scan 3046 (27.788 min) in D:\IGORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

O  $\gamma$ -Muuroleno é um composto orgânico pertencente à classe dos sesquiterpenos, encontrado em óleos essenciais de várias plantas, incluindo a resina de *jutaicáica*, conforme identificado na análise. A notação "< $\gamma$ ->" refere-se a uma configuração específica na molécula, indicando a orientação espacial da ligação dupla  $\gamma$  (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 473).

**Figura 19** – Estrutura do composto  $\gamma$ -Muuroлено.

Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/gamma-Muurolene>>. Acesso em: 8 set. 2024

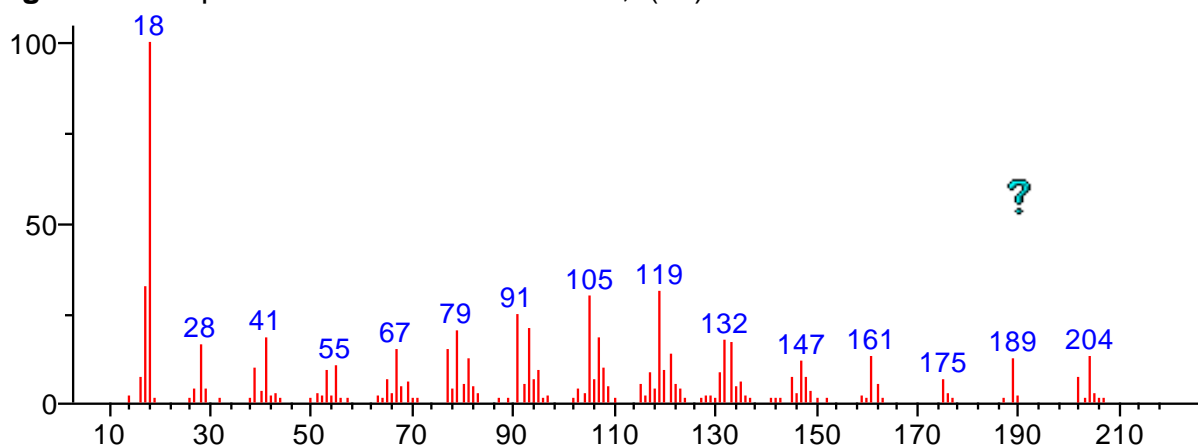
Este composto desempenha um papel relevante nas características sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais, contribuindo para o 7aroma característico e potenciais efeitos biológicos. A presença do  $\gamma$ -Muuroлено na resina de *jutaicica* destaca sua importância na composição química dessa substância natural, sendo relevante para aplicações na indústria de fragrâncias, aromaterapia e em estudos que exploram os benefícios dos componentes naturais para a saúde e o bem-estar.

### **Composto 9: Widdra-2,4(14)-diene.**

**Tabela 10** – Dados relacionados ao Widdra-2,4(14)-diene.

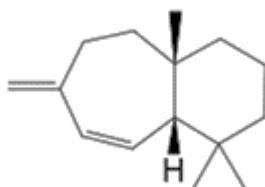
<b>IRL (P)</b>	<b>IRL (T)</b>	<b>Tr(P)</b>	<b>Tr(T)</b>
1481,6	1481	28,03	28,095
<b>Principais picos</b>			
91	105		204

O Widdra-2,4(14)-diene é um composto orgânico que pertence à classe dos sesquiterpenos, e foi identificado na análise do óleo essencial da resina de *jutaicica*. A notação "2,4(14)" indica a posição das ligações duplas na molécula, sendo uma característica estrutural específica (WILEY, 2017; ADAMS, 2007, p. 476). Esses compostos são frequentemente encontrados em óleos essenciais de plantas e contribuem para as propriedades sensoriais distintas desses extratos. No contexto da resina de *jutaicica*, o Widdra-2,4(14)-diene pode desempenhar um papel importante nas características organolépticas do óleo essencial, conferindo-lhe um aroma específico e potenciais propriedades terapêuticas. A presença desse composto destaca a complexidade química da resina, sendo relevante para aplicações na indústria de fragrâncias, aromaterapia e em pesquisas relacionadas aos benefícios dos componentes naturais.

**Figura 20** - Espectro de Massa do Widdra-2,4(14)-dieno.

(Text File) Scan 3081 (28.095 min) in D:\IGORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1

Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 21** – Estrutura do composto Widdra-2,4(14)-dieno.

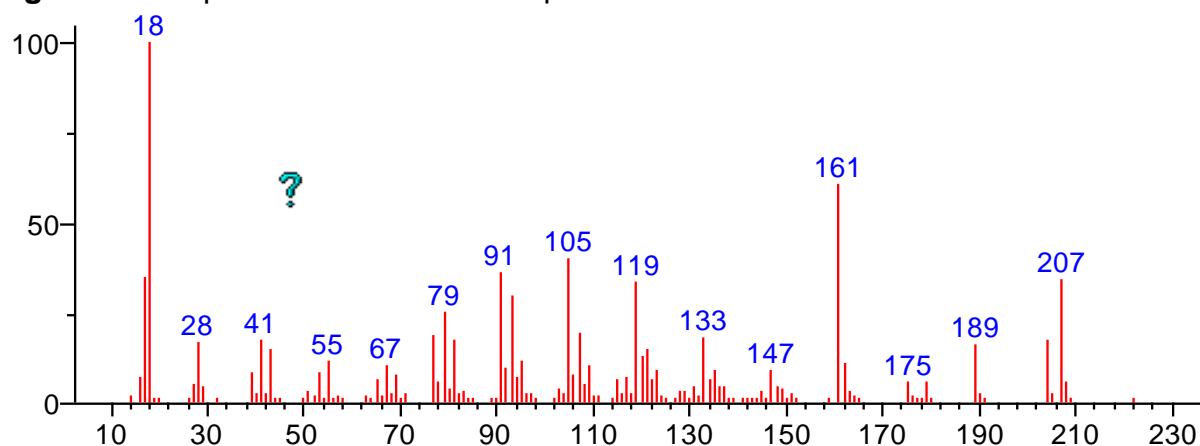
Fonte: Site SpectraBase: <<https://spectrabase.com/spectrum/JsPu1IT65cm>>. Acesso em: 8 set. 2024.

### **Composto 10: *cis*- $\beta$ -Guaieno.**

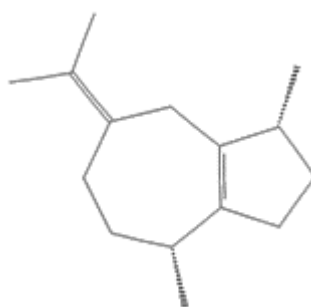
**Tabela 11** – Dados relacionados ao *cis*- $\beta$ -Guaieno.

IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1491,3	1492	28,489	28,51
Principais picos			
79	105	161	

O *cis*- $\beta$ -Guaieno é um sesquiterpeno identificado no óleo essencial da resina de *jutaíca*. A notação "<*cis*- $\beta$ ->" refere-se à configuração específica da ligação dupla *cis* na molécula (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 487). Este composto contribui para as propriedades sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais, influenciando o aroma característico e possíveis efeitos biológicos. A presença do *cis*- $\beta$ -Guaieno na resina destaca sua importância na composição química, sendo relevante para aplicações na indústria de perfumes, aromaterapia e em estudos que exploram as propriedades de compostos naturais para a saúde e o bem-estar.

**Figura 22** - Espectro de Massa do *cis*- $\beta$ -Guaieno.

(Text File) Scan 3126 (28.489 min) in D:\GORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 23** – Estrutura do composto *cis*- $\beta$ -Guaieno.

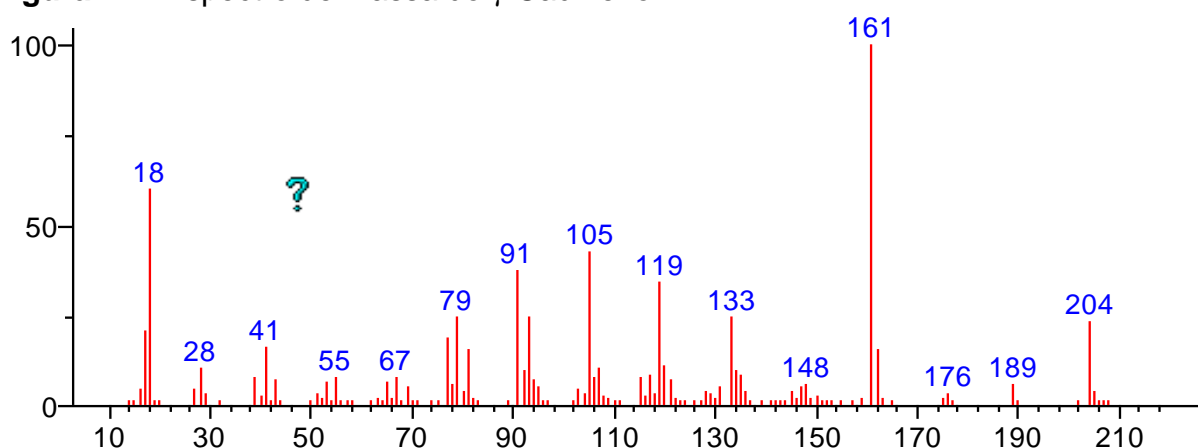
Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/cis-beta-Guaiene>>. Acesso em: 8 set. 2024.

### **Composto 11: $\gamma$ -Cadineno.**

**Tabela 12** – Dados relacionados ao  $\gamma$ -Cadineno.

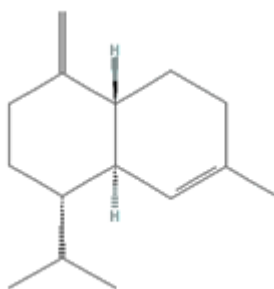
IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1511,66	1513	26,251	26,35
Principais picos			
105	119	161	

O  $\gamma$ -Cadineno é um sesquiterpeno identificado no óleo essencial da resina de *jutaicáica*. A notação "<math>\gamma</math>-" refere-se à configuração específica da molécula, indicando a orientação da ligação (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 508). Este composto contribui para as características sensoriais e terapêuticas dos óleos essenciais, influenciando o aroma distintivo e possíveis efeitos biológicos.

**Figura 24** - Espectro de Massa do  $\gamma$ -Cadineno.

(Text File) Scan 3213 (29.251 min) in D:\GORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1

Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 25** – Estrutura do composto  $\gamma$ -Cadineno.

Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6432404>>. Acesso em: 8 set. 2024.

A presença do  $\gamma$ -Cadineno na resina destaca sua relevância na composição química, sendo significativo para aplicações na indústria de fragrâncias, aromaterapia e em estudos que investigam os benefícios dos componentes naturais para a saúde e o bem-estar.

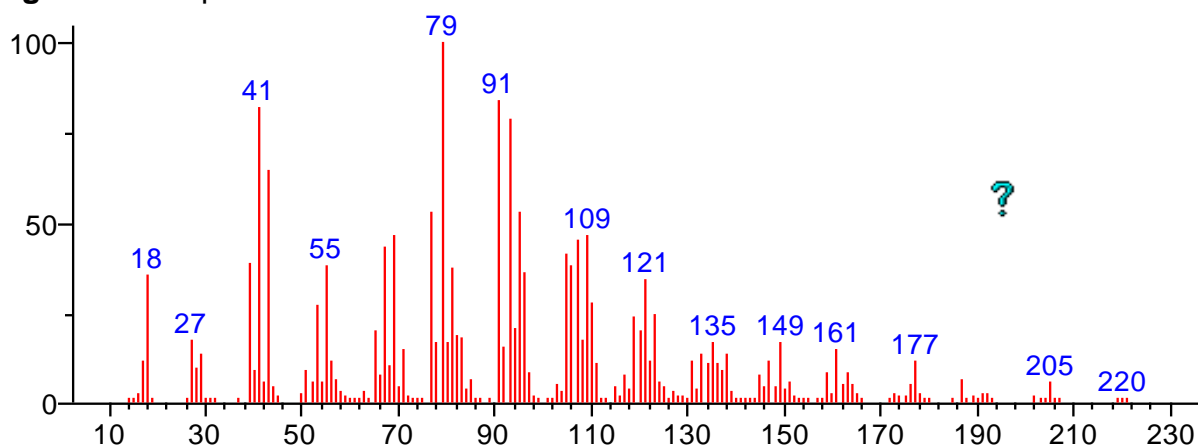
### **Composto 12: Óxido de Cariofileno.**

**Tabela 13** – Dados relacionados ao Óxido de Cariofileno.

IRL (P)	IRL (T)	TR(P)	TR(T)
1579,7	1582	31,915	31,16
Principais picos			
41	79	91	

O Óxido de Cariofileno é um sesquiterpenoide identificado no óleo essencial da resina de *jutaicica*. Trata-se de um composto orgânico que apresenta propriedades específicas relacionadas à sua estrutura molecular, destacando-se por conter um óxido cíclico (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 561).



**Figura 26** - Espectro de Massa do Óxido de Cariofileno.

(Text File) Scan 3517 (31.915 min) in D:\IGORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1

Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 27** – Estrutura do composto Óxido de Cariofileno.

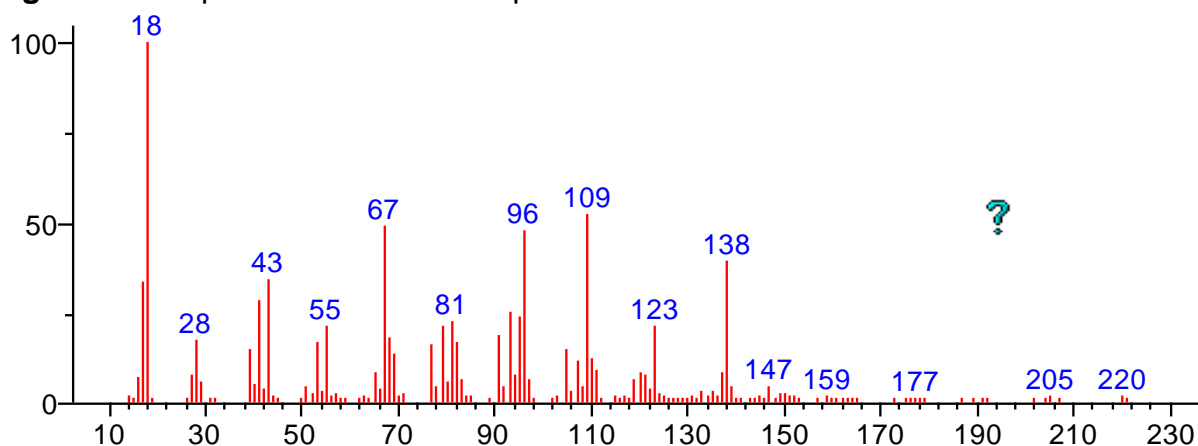
Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1742210>>. Acesso em: 8 set. 2024.

Essa característica estrutural confere ao Óxido de Cariofileno propriedades que podem influenciar o aroma e as potenciais atividades biológicas do óleo essencial. Sua presença na resina destaca a diversidade química desse extrato natural, sendo relevante para aplicações na indústria de fragrâncias, aromaterapia e em estudos que exploram as propriedades dos componentes naturais para a saúde e o bem-estar.

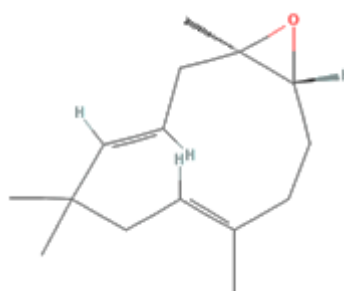
### **Composto 13: Epóxido de Humuleno II.**

**Tabela 14** – Dados relacionados ao Epóxido de Humuleno II.

IRL (P)	IRL (T)	Tr(P)	Tr(T)
1603,8	1608	32,836	33,20
Principais picos			
43	67	96	

**Figura 28** - Espectro de Massa do Epóxido de Humuleno II.

(Text File) Scan 3622 (32.836 min) in D:\IGORDO\DOCUMENTS\CGMS\LUIZ ROBERTO 04-10-1  
 Fonte: Próprio autor (2023)

**Figura 29** – Estrutura do composto Epóxido de Humuleno II.

Fonte: Site PubChem: Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Humulene-epoxide-II>>. Acesso em: 8 set. 2024.

O Epóxido de Humuleno II é um composto identificado no óleo essencial da resina de *jutaicáca*. Trata-se de um epóxido derivado do Humuleno, um sesquiterpeno comum em óleos essenciais de diversas plantas (PUBCHEM, 2024; ADAMS, 2007, p. 581). A formação do epóxido pode conferir propriedades distintas ao composto, influenciando o aroma característico e potenciais efeitos biológicos do óleo essencial.

Sua presença na resina destaca a complexidade química desse extrato natural, sendo relevante para aplicações na indústria de fragrâncias, aromaterapia e em pesquisas que exploram os benefícios dos componentes naturais para a saúde e o bem-estar.

## 6. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada para extrair e analisar os constituintes voláteis da resina de *jutaicica* demonstrou resultados significativos no campo da química orgânica. A utilização da técnica de hidrodestilação e a análise por Cromatografia Gasosa acoplada a um Espectrômetro de Massas (GC-EM) permitiram a identificação de diversos compostos, destacando-se  $\alpha$ -Cubebeno,  $\alpha$ -Copaeno,  $\beta$ -Cubebeno, 7-epi-sesquithujeno,  $\beta$ -Cariofileno,  $\alpha$ -*trans*-Bergamoteno,  $\alpha$ -Humuleno,  $\gamma$ -Muuroleno, Widdra-2,4(14)-dieno, *cis*- $\beta$ -Guaieno,  $\gamma$ -Cadineno, Óxido de Cariofileno e Epóxido de Humuleno II.

Os resultados obtidos fornecem uma base sólida para a compreensão da composição química da resina de *jutaicica*, evidenciando sua complexidade e potencial aplicação em diversos campos, especialmente na indústria cosmética. A análise dos índices de retenção e as espectrometrias de massa contribuíram para a identificação precisa dos constituintes, enriquecendo o conhecimento sobre as propriedades desses compostos.

A presença de sesquiterpenos, terpenoides e outros compostos orgânicos na resina destaca seu valor como recurso natural para o desenvolvimento de novos produtos cosméticos. Além disso, a pesquisa ressalta a importância de estudos mais aprofundados sobre as propriedades farmacológicas, toxicológicas e antioxidantes desses constituintes, abrindo caminho para aplicações inovadoras na indústria de fármacos, cosméticos e produtos de cuidado pessoal.

Os resultados desta pesquisa não apenas contribuem para o avanço do conhecimento científico sobre a resina de *jutaicica*, ajudando na formação de uma base de dados sólidas sobre a resina, mas também oferecem perspectivas promissoras para a formulação de novos produtos enriquecidos com compostos naturais, atendendo às demandas crescentes de forma mais sustentáveis e eficazes na indústria cosmética.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMAS, Robert P. Identification Of Essential Oil Components By Gas Chromatography/ Mass Spectrometry, 4th Ed. Carol Stream, Illinois: Allured PuhJishing Corporation,2007.

ALMEIDA, Isabel da Conceição de. Comercialização de plantas medicinais nativas do Cerrado em Regiões Administrativas do Distrito Federal. 2021.b

BRITO, A. M. G. et al. Aromaterapia: da gênese a atualidade. Revista Brasileira de plantas medicinais, v. 15, p. 789-793, 2013.

CIPRIANO, Josângela et al. O gênero *Hymenaea* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. Caderno de Pesquisa, v. 26, n. 2, p. 41-51, 2014.

CORRÊA, João José Lopes et al. Copal do Brasil: ocorrência e caracterização físico-química da resina jutaica de Santarém. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

GAMA, P. E. et al. Automação de planilhas eletrônicas para o cálculo de índices de retenção na análise de óleos essenciais. 2017.

HOFFMESTER, Suelem Guevara et al. Sistema agroflorestal biodiverso: restauração ecológica e educação ambiental. Revista GeoPantanal, v. 14, n. 26, p. 33-47, 2019.

DIAS, Jorciane et al. Produção de mudas de *hymenaea stigonocarpa* mart. Ex hayne e *hymenaea courbaril* l. Utilizando iodo suíno. 2019.

FEIJÓ, Maria do Carmo Coelho. Jutaica - resina natural da amazônia: indicativo para estudo de polímeros no ensino médio durante o estágio supervisionado. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ).2016

GAMA, Paola Ervatti. Automação de Planilhas Eletrônicas para o Cálculo de Índices de Retenção na Análise de Óleos Essenciais. Embrapa. 2017.

GUIMARÃES, Milena Lima; AMARANTE, Jarbas Freitas; OLIVEIRA, Helinando Pequeno de. A importância dos óleos essenciais na síntese verde de nanopartículas metálicas. Matéria (Rio de Janeiro), v. 26, n. 03, p. e13053, 2021.

HONORATO, Cláucia Aparecida et al. Bioativos de plantas do cerrado na alimentação de peixes ornamentais. Compostos Bioativos e suas Aplicações, p. 226, 2021.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos da pesquisa científica. 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

LIMA, Edson Thiago Gomes; SILVA, Jefferson Campos; PINHEIRO, Elayne Bessa Ferreira. Hidrodestilação: Uma alternativa de atividade experimental com materiais de Baixo custo para o Ensino de Química em tempos de pandemia. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. e23811528121-e23811528121, 2022.

MACIEL, Bianka Mendes. Redescobrimo o jatobá: memórias e receitas na comunidade de monte alegre de goiás. 2020.

MAKAXI, Railza Wosayme. Efeito da aplicação de resinas e extrativos nas propriedades físicas da madeira de marupá (simarouba amara aubl.) E na inibição do crescimento micelial de *gloeophyllum trabeum*. 2023.

MASSIMINO, Livia Contini. Scaffolds de biopolímeros e resina de jatobá para utilização em engenharia tecidual. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOREIRA, Carolina de Souza. Influência das proantocianidinas da casca do jatobá incorporados em hambúrguer de atum e seus efeitos nas propriedades físico-químicas e sensoriais. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, Letícia do Vale. Análise fitoquímica de extratos da madeira da espécie vegetal *Martiodendron elatum* (FABACEAE). 2021.

OLIVEIRA, Walkia Polliana. Comparação dos métodos extração de óleo essencial de arraste a vapor e hidrodestilação utilizando casca de manga. VII CONNEPI. 2012.

PUBCHEM. (-)-alpha-Cubebene. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Cubebene>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. (-)-alpha-Copaene. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Copaene>. Acesso em: 8 set. 2024

PUBCHEM. beta-Cubebene. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Cubebene>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. 7-Epi-sesquithujene. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7-Epi-sesquithujene>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. clove terpenes. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/substance/481171412>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. alpha-Bergamotene, (E)-(-)-. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Bergamotene - E>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. Humulene. Disponível em:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Humulene>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. gamma-Murolene. Disponível em:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/gamma-Murolene>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. cis-beta-Guaiene. Disponível em:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/cis-beta-Guaiene>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. (+)-gamma-Cadinene. Disponível em:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6432404>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. beta-CARYOPHYLLENE OXIDE. Disponível em:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1742210>. Acesso em: 8 set. 2024.

PUBCHEM. Humulene epoxide II. Disponível em:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Humulene-epoxide-II>. Acesso em: 8 set. 2024.

RÉQUIA, Gabriel Roberto et al. Características gerais e macroscópicas das madeiras de três espécies de folhosas: Angelim–Jatobá–Mogno. 2021.

RÉUS, Alice Mizejeski Fontana; PAZINATO, Maurícus Selvero. Atividades Experimentais com materiais de fácil acesso para a Extração de Óleos Essenciais: Hidrodestilação e Arraste a Vapor. Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química-ISSN 2318-8316, n. 42, 2023.

ROSÁRIO, Marinalda et al. Adubação fosfatada proporciona melhores mudas de jatobá (*hymenaea courbaril* l.). Enciclopedia Biosfera, v. 19, n. 42, 2022.

SCHERER, R. et al. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 11, p. 442-449, 2009.

SHANLEY, Patricia, Gabriel Medina; ilustrado por Silvia Cordeiro, Antônio Valente, Bee Gunn, Miguel Imbiriba, Fábio Strympl. Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica. 1º Edição, Belém: CIFOR, Imazon, 2005.

SILVA, Edilene Ferreira et al. Caracterização física, físico-química e centesimal do fruto de jatobá-do-cerrado, *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 15, n. 2, p. 139-145, 2020.

SILVA, Laísa Leocádio. Substratos para a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

SOUSA, Mirella. Análise do plano de conservação do uso do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Ilha Solteira, SP: a inclusão da biodiversidade. 2021.

TIAGO, Poliana Vicente et al. Caracterização morfoanatômica, fitoquímica e histoquímica de *Hymenaea courbaril* (Leguminosae), ocorrente na Amazônia Meridional. Rodriguésia, v. 71, p. e02182018, 2020.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.): crescimento, potencialidades e usos. 2003.

WILEY. SpectraBase. Disponível em:  
<https://spectrabase.com/spectrum/JsPu1IT65cm>. Acesso em: 8 set. 2024.