



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



**DIONISIA PELAES FERREIRA**

**PERFIL FITOQUÍMICO DO EXTRATO ETANÓLICO DA *Eleutherine plicata* Herb.**

**MACAPÁ-AP  
2021**

**DIONISIA PELAES FERREIRA**

**PERFIL FITOQUÍMICO DO EXTRATO ETANÓLICO DA *Eleutherine plicata* Herb.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), como requisito final para obtenção do Título de Licenciatura em Química.

**Orientador:** Prof. Dr. Irlon Maciel Ferreira.

**MACAPÁ-AP  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP  
Elaborado por Cristina Fernandes– CRB-2 / 1569

---

E72p Ferreira, Dionisia Paelae.  
PERFIL FITOQUÍMICO DO EXTRATO ETANÓLICO DA *Eleutherine plicata* Herb. /  
Dionisia Paelae Ferreira. - Macapá, 2021.  
1 recurso eletrônico. 49 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá - Campus  
Marco Zero, Licenciatura em Química. Macapá, 2021.  
Orientador: Irlon Maciel Ferreira.  
Coorientador: .

Modo de acesso: World Wide Web.  
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Produtos naturais. 2. *Eleutherine plicata* Herb. 3. Perfil fitoquímico. I. Ferreira, Irlon Maciel,  
orientador. II. Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero. III. Título.

CDD 23. ed. – 540

---

FERREIRA, Dionisia Paelae. PERFIL FITOQUÍMICO DO EXTRATO ETANÓLICO DA *Eleutherine plicata* Herb. . Orientador:  
Irlon Maciel Ferreira. 2021. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Licenciatura em Química. Universidade  
Federal do Amapá - Campus Marco Zero. Macapá, 2021.

**DIONISIA PELAES FERREIRA**

**PERFIL FITOQUÍMICO DO EXTRATO ETANÓLICO DA *Eleutherine plicata* Herb.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), como requisito final para obtenção do Título de Licenciatura em Química.

**Orientador:** Prof. Dr. Irlon Maciel Ferreira.

**APROVADO EM 15 / 07 / 2021**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **AGERDÂNIO ANDRADE DE SOUZA**  
Data: 22/08/2024 13:08:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Examinador:** Prof. Me. AGERDÂNIO ANDRADE DE SOUZA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP

David Esteban Quintero Jimenez

---

**Examinador:** Profº. Dr. DAVID ESTEBAN QUINTERO JIMENEZ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **IRLON MACIEL FERREIRA**  
Data: 22/08/2024 12:45:58-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Orientador:** Profº. Dr. IRLON MACIEL FERREIRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP

CONCEITO FINAL: 9,8

**MACAPÁ-AP**

2021

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho, a Deus, e meus pais, pelo incentivo, companheirismo e dedicação que me motivam a seguir meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus, meu melhor amigo e companheiro, por me preparar para enfrentar as batalhas da vida; por me abençoar todos os dias; por ter me dado saúde, força e capacidade para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Dr. Irlon Maciel Ferreira, pela oportunidade em realizar este trabalho, ele sabe perfeitamente nos orientar em escolher o que irá ser trabalhado; agradeço por todo conhecimento compartilhado; pelas mensagens de incentivo, e-mails com assuntos relacionados a minha pesquisa, por todas as vezes que me cobrou e ensinou. Por ser um ótimo professor e amigo, dedicado a todos os seus orientandos, admiro como consegue lidar com tantas pessoas. Sou grata por todo seu empenho, que contribuiu para o meu crescimento profissional e pessoal.

A minha família, meu pai, Manoel Borges, por todo apoio emocional, espiritual e financeiro; minha mãe, Cleonice Pelaes, minha incentivadora, agradeço pelas orações que contribuíram para eu tomar as decisões certas, por todo apoio emocional, espiritual e financeiro; meu tio Wilson Calazans, pelo apoio e consideração comigo; meus irmãos, Silas, Miquéias, Felipe, Daniel, Ester e meu sobrinho David, pelo apoio e incentivo.

Aos meus amigos, Beatriz Ferreira, Fernando Neves, Gabriel Baia e Daniel Bueno, pelo incentivo, companheirismo e amizade, não imaginava que eu encontraria pessoais especiais assim na graduação, é muito gratificante tê-los como amigos.

Aos meus professores do colegiado de Química, David Gimenez, Joaquina Malheiros, Joel Diniz e Alex Bruno, por todo conhecimento compartilhado sobre química e educação, por além de professores também serem amigos e exemplos de profissionais.

Ao Prof. Dr. José Luíz N. Martins (UFPA) pelo fornecimento do material vegetal e colaboração.

Á Capes pelo incentivo financeiro através do Programa Residência Pedagógica.

A Universidade Federal do Amapá, pela honra de fazer parte desta instituição de ensino, por todo apoio financeiro através dos auxílios estudantis que forma muito importante e de grande ajuda para minha formação.

*“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo  
para todo o propósito debaixo do céu.”  
Eclesiastes 3.1*

## RESUMO

Os produtos naturais são importantes fontes de novas substâncias químicas com potencial biológico alternativo, assim, nota-se a necessidade de conhecer os princípios ativos das variadas espécies presentes na Amazônia. Neste contexto, de forma a contribuir com a interface entre saber popular e conhecimento científico, foi escolhida para este estudo a *Eleutherine plicata* Herb, pertencente à família Iridaceae, conhecido popularmente como marupazinho, encontrado na América tropical, incluindo os campos secos da Amazônia, é comumente utilizada pela população local para o tratamento de infecção intestinal e tratamento contra o câncer. Segundo a literatura sua atividade biológica, a partir do extrato etanólico de seus bulbos, está relacionada com a presença de quinonas. Nesse sentido, se estabeleceu como objetivo geral a seguinte condição: Caracterizar o perfil fitoquímico do extrato etanólico dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb. por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) e espectroscopia de Infravermelho (IV), e isolar os compostos majoritários identificados no extrato. Com isso, foi empregado 3 g do extrato etanólico liofilizado dos bulbos, seguida de um fracionamento hexânico, clorofórmico e acetílico, posteriormente cada fração foi analisada por CG – EM e identificou-se 4 substâncias majoritariamente presentes no extrato hexânico. Em seguida, o extrato hexânico foi levado a purificação por cromatografia em coluna com sílica em gel 60, usando acetato de etila e hexano como eluente, depois os compostos foram elucidados por espectrometria de massas (CG-EM) e espectroscopia de Infravermelho (IV). A investigação visa demonstrar as principais substâncias químicas que estão presentes no extrato etanólico proveniente dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb, podendo auxiliar outras pesquisas que venham ser desenvolvidas com o mesmo objeto de estudo, e ainda contribuir para o diálogo entre o saber popular e o conhecimento científico.

**Palavras-Chave:** Produtos naturais, *Eleutherine plicata* Herb, Perfil fitoquímico.

## ABSTRACT

Natural products are important sources of new chemical substances with alternative biological potential, thus, there is a need to know the active principles of the various species present in the Amazon. In this context, in order to contribute to the interface between popular knowledge and scientific knowledge, *Eleutherine plicata* Herb, belonging to the Iridaceae family, was chosen for this study, popularly known as marupazinho, found in tropical America, including the dry grasslands of the Amazon, it is commonly used by the local population for the treatment of intestinal infection and cancer treatment. According to the literature, its biological activity, from the ethanol extract of its bulbs, is related to the presence of quinones. In this sense, the following condition was established as a general objective: To characterize the phytochemical profile of the ethanol extract of the bulbs of *Eleutherine plicata* Herb. by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) and Infrared (IR) spectroscopy, and isolating the major compounds identified in the extract. With this, 3 g of ethanolic lyophilized extract of the bulbs was used, followed by a hexane, chloroformic and acetyl fractionation, then each fraction was analyzed by GC - EM and identified 4 substances mostly present in the hexane extract. Then, the hexane extract was purified by column chromatography with silica gel 60, using ethyl acetate and hexane as eluent, then the compounds were elucidated by mass spectrometry (GC-MS) and Infrared (IR) spectroscopy. The investigation aims to demonstrate the main chemical substances that are present in the ethanol extract from the bulbs of *Eleutherine plicata* Herb, which may help other researches that may be developed with the same object of study, and also contribute to the dialogue between popular knowledge and knowledge scientific.

**Keywords:** Natural products, *Eleutherine plicata* Herb, Phytochemical profile.

## INDICE DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1: <i>Eleutherine plicata</i> Herb (marupazinho).....	12
Figura 2: Bulbos e folhas de <i>E. plicata</i> Herb.....	19
Figura 3: Constituintes químicos isolados de <i>E. americana</i> MERR. et HEYNE .....	20
Figura 4: Constituintes químicos isolados de <i>E. bulbosa</i> (Mill.) Urb.....	21
Figura 5: Estrutura química do lapachol .....	22
Figura 6: Ciclo redox parcial das Quinonas.....	23
Figura 7: Constituintes químicos isolados de <i>E. plicata</i> Herb.....	24
Figura 8: Formas tautoméricas de lawone .....	26
Figura 9: Síntese de aminonaftoquinona derivados, o composto (4) deu (5) após adição de 1,4 e oxidação; (7) é formado por nucleofílicos deslocados de halogênio de (6).....	26
Figura 10: Síntese de derivados de aminonaftoquinona usando a reação de Mannich.....	27
Figura 11: Esquema proposto por pela via de reação de Diels-Alder.....	28
Figura 12: Extrato etanólico de <i>Eleutherine Plicacata</i> Herb.....	29
Figura 13: E. etanólico após 24 horas em solução.....	30
Figura 14: Frações filtradas e rotaevaporadas: 1 fração hexânica; 2 fração acetílica; 3 fração clorofórmica.....	30
Figura 15: Cromatografia em coluna .....	31
Figura 16: Cromatograma de Íons Totais (TIC) - Análise cromatográfica por CG-EM da fração Hexânica .....	33
Figura 17: Espectroscopia de Isolamento da Eleuterina .....	35
Figura 18: Espectro infravermelho para Eleuterina .....	36

## LISTA DE ABREVIACOES, SIGLAS E SÍMBOLOS

**BHT**: hidroxitolueno butilado

**°C**: grau Celsius

**CG-EM**: Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas

**cm**: centímetros

**EE**: extrato etanólico

***E. plicata* Herb**: *Eleutherine plicata* Herb

***E. bulbosa* (Mill.) Urb**: *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb

**GL**: grau gay Lussac

**IV**: Espectroscopia de Infravermelho

**kPa**: Kilopascal

**m**: metro

**mg**: miligrama

**mm**: milímetro

**m/z**: taxa de massa/carga

**µl**: microlitro

**µm**: micrometro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>3 PROBLEMA .....</b>	<b>15</b>
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
5.1 GERAL.....	16
5.2 ESPECÍFICOS.....	16
<b>5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
5.1 Plantas medicinais.....	17
5.2 Aspectos botânicos de <i>Eleutherine plicata</i> Herb.....	18
5.2.1 Família Iridaceae.....	18
5.2.2 Gênero <i>Eleutherine</i> .....	19
5.3 Aspectos biológicos de <i>Eleutherine plicata</i> Herb .....	20
5.4 Aspectos químicos de <i>Eleutherine plicata</i> Herb .....	21
5.5 Síntese das Naftoquinonas .....	25
<b>6 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
6.1 Reagentes e Equipamentos .....	29
6.2 Obtenção do Extrato Etanólico .....	29
6.3 Fracionamento do Extrato Etanólico.....	30
6.4 Análise por Cromatógrafo Gasosa – Espectrometria de Massas (CG-EM).....	30
6.5 Isolamento dos Principais Constituintes Químicos – Cromatografia em coluna.....	31
6.6 Caracterização Química das Substâncias Isoladas CG-EM.....	32
6.7 A Espectrometria de Infravermelho (IV) .....	32
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>33</b>
7.1 Determinação do perfil cromatográfico da Fração Hexânica por CG - EM.....	33
7.2 Isolamento da Fração Hexânica por Cromatografia em Coluna e Espectroscopia de Massas (CG-EM).....	34
8.4 Caracterização por espectroscopia de Infravermelho (IV) .....	35
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO: PROPOSTA DE ENSINO .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A natureza, de forma geral, tem produzido a maioria das substâncias orgânicas conhecidas. Dentre seus diversos reinos, o reino vegetal é o que tem contribuído de forma mais significativa para o fornecimento de novas substâncias, através de seus metabólitos secundários, muitos destes de grande valor econômico e farmacológico devido às suas aplicações como medicamentos, cosméticos, alimentos e agroquímicos (PINTO, 2002, p. 50).

O Brasil é o país que detém cerca de 15 a 20% da biodiversidade mundial, com destaque para as plantas superiores, nas quais detém aproximadamente 24% da biodiversidade. Entre os elementos que compõem a biodiversidade, as plantas são as mais empregadas como matéria-prima para a fabricação de fitoterápicos e outros medicamentos. Além de seu uso como substrato para a fabricação direta ou indireta de fitoterápicos e na identificação de substâncias farmacologicamente promissoras (BRASIL, 2006).

Na Amazônia, encontram-se diversas plantas nativas com propriedades medicinais e, que desde os primórdios quer como alimentos ou como remédios, são utilizadas pelas comunidades nativas (RIBEIRO, 2008, p.13). Em 2009 o Ministério da Saúde divulgou uma lista com 71 plantas medicinais, onde incentiva a realização de pesquisas sobre elas, dentre as quais encontra-se o *Eleutherine plicata* Herb (Figura 1), que é uma planta pertencente à família Iridaceae, comumente encontrada na região Amazônica, sendo popularmente chamada de marupazinho, marupari, palmeirinha e dentre outros nomes dependendo da localidade, se apresenta sob a forma de uma touceira, com bulbos vermelhos semelhantes a uma cebola, possuindo folhas inteiras, plissadas e simples, com flores brancas ou rosadas (LORENZI e MATOS, 2002, p. 300).

**Figura 1:** *Eleutherine plicata* Herb (marupazinho).



**Fonte:** PRÓPRIO AUTOR.

Nesse sentido, a problemática desta pesquisa centra-se na seguinte argumentação: Os compostos químicos definidos através do perfil fitoquímico de *Eleutherine plicata* Herb são decorrentes de quinonas? Tendo em vista que estudos realizados a partir do extrato vegetal desta planta comprovaram que seus princípios ativos apresentam atividades antibacterianas, fungicidas, antivirais e antiprotozoárias, está análise objetiva: Caracterizar o perfil fitoquímico do extrato etanólico dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb.

Sabendo que para se obter este perfil fitoquímico, faz-se necessário desenvolver uma metodologia que atenda todos os requisitos, para isso foram descritos três objetivos específicos, que são: i) Identificar e caracterizar por Cromatografia Gasosa – espectrometria de Massas (CG-EM) as frações hexânica, clorofórmica e acetílica; ii) Isolar e purificar as principais substâncias presentes no extrato etanólico por cromatografia em coluna; e iii) Elucidar os constituintes químicos isolados por Cromatografia Gasosa – espectrometria de Massas (CG-EM) e Infravermelho. Dessa forma, esta pesquisa visa ainda, aliar o conhecimento científico ao saber popular, visto que o conhecimento tradicional sobre as plantas medicinais tem sido evidenciado ao longo dos tempos, e estabelecer este diálogo entre os saberes é uma forma de ampliar a visão dos estudantes nas escolas e da população em geral.

## **2 JUSTIFICATIVA**

O estudo de metabólitos secundários a partir de plantas medicinais está em constante notoriedade no meio científico, dado ao seu uso contínuo na medicina popular, como alternativa nos tratamentos clínicos e no fornecimento de novas substâncias, um caminho inesgotável para os pesquisadores. Medeiros (2013) afirma que o potencial uso de plantas medicinais, é tão antigo quanto o registro da humanidade, fato é que na América Latina, registros demonstram que os ameríndios já usavam algumas espécies há mais de dez mil anos (MEDEIROS, 2013, p. 05), (MONTEIRO e BRANDELLI, 2017, p. 02).

Sabendo que nosso território tem uma riquíssima e vasta floresta, com cerca de 15 mil espécies de ervas ou plantas, comportam-se como um laboratório natural de medicamentos. No entanto, para identificar alguma substância com efeito biológico seletivo a partir de produtos naturais, faz-se necessário que sejam realizados estudos fitoquímicos objetivando identificar os constituintes químicos das plantas medicinais. Tendo em vista que a flora brasileira possui uma quantidade imensa de espécies, cuja as milhares de substâncias ainda não identificadas combinadas com centenas de propriedades ainda não estudadas, a busca aprofundada por este tipo de pesquisas é de suma importância, pois contribuem para a ciência, identificando e mostrando a presença da Química na natureza (RIBEIRO, 2009, p. 45), (MEDEIROS, 2013, p. 06).

### 3 PROBLEMA

Muitas pesquisas sobre produtos naturais foram realizadas, se preocupando com a necessidade de elucidar os compostos químicos que constituem os extratos vegetais, todavia observa-se que o assunto nunca se esgota, justamente pela dimensão e abrangência da flora brasileira. Nesse sentido, a presente investigação tem como problemática a seguinte argumentação: Os compostos químicos definidos através do perfil fitoquímico de *Eleutherine plicata* Herb são decorrentes de quinonas?

Tendo em vista esta problematização, é importante ressaltar que a fitoquímica é a área responsável pelo estudo dos princípios ativos de drogas vegetais, e tem como objetivo a extração, isolamento, purificação e determinação da estrutura química dos constituintes presentes em extratos de plantas com atividade biológica. Quando não se dispõe de estudos químicos sobre as espécies de interesse, a análise fitoquímica preliminar pode indicar o grupo de metabólitos secundários relevante da mesma. Caso o interesse esteja restrito a uma classe específica de constituintes ou às substâncias responsáveis por certa atividade biológica, a investigação deverá ser direcionada para o isolamento e a elucidação estrutural da mesma.

Tendo em vista que a população usa os chás provenientes dos bulbos para tratar infecções, a partir da elucidação do perfil fitoquímico pode-se propor quais os compostos que exercem as funções terapêuticas, assim, a pesquisa contribui para o diálogo entre o saber popular e o conhecimento científico em relação as plantas medicinais (KOVALSKI., *et al*, 2011, p. 02), (MOUL e SILVA, 2017, p. 268).

## 4 OBJETIVOS

### 5.1 GERAL

- Caracterizar o perfil fitoquímico do extrato etanólico dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb.

### 5.2 ESPECÍFICOS

- I. Identificar e caracterizar por Cromatografia Gasosa – espectrometria de Massas (CG-EM) as frações hexânica, clorofórmica e acetílica;
- II. Isolar as principais substâncias presentes no extrato etanólico por cromatografia em coluna;
- III. Elucidar os constituintes químicos isolados por Cromatografia Gasosa – espectrometria de Massas (CG-EM) e Infravermelho (IV).

## 5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 Plantas medicinais

O uso de plantas medicinais, desde os tempos remotos, tem mostrado que elas fazem parte da evolução humana e foram os primeiros recursos terapêuticos utilizados pelos povos. Pode-se afirmar que o hábito de recorrer às virtudes curativas de certos vegetais se trata de uma das primeiras manifestações do esforço do homem para compreender e utilizar a natureza como réplica a uma das suas mais antigas preocupações, aquela originada pela doença e pelo sofrimento (MONTEIRO e BRANDELLI, 2017, p. 01).

As plantas medicinais são usadas pela população, como terapia alternativa para o tratamento de muitas doenças, é uma prática comum desde milhares de anos antes de Cristo. Dentro deste contexto, se tem como exemplo, o uso da papoula (*Papaver somniferum*) e a maconha (*Cannabis sativa*) tendo sido descrito por até 4000 anos, porém ambas foram utilizadas segundo o conhecimento empírico. Pois, a busca pelos constituintes ativos presentes nas plantas medicinais só começou no século XIX, quando foi despertado o interesse por estudos fitoquímicos, o que levou à concepção do primeiro medicamento com as características que conhecidas atualmente (DUTRA *et al.*, 2016, p. 30).

A partir desta concepção, se afirma que as plantas medicinais são espécies vegetais, cultivadas ou não, utilizadas com propósitos terapêuticos, pois elas possuem princípios ativos que auxiliam no tratamento de doenças ou que ajudam a melhorar a saúde e qualidade de vida das pessoas. Popularmente, são utilizadas sob a forma de chás ou infusões, há ainda os extratos sob a forma de pó, cápsulas ou comprimidos e que, normalmente, apresentem melhor efeito, já que contêm uma concentração maior do princípio ativo da planta (MONTEIRO e BRANDELLI, 2017, p. 01).

Tratando do contexto histórico destas plantas, é importante frisar que Friedrich Serturmer, em 1806, foi pioneiro em estudos desta vertente, onde isolou a morfina, um alcalóide da papoula; que levou a uma busca contínua por outros medicamentos derivados de plantas. Em 1824, Pierre-Jean Robiquet isolou a codeína, um agente antitussígeno também de papoula, e em 1848, George Merck Fraz isolou o alcalóide papaverina antiespasmódico dessa mesma planta, esses estudos desencadearam muitos outros, e despertou o interesse das grandes indústrias farmacêuticas, especialmente aquelas com sede nos países europeus e no Estados Unidos (DUTRA *et al.*, 2016, p. 30).

Em um estudo sobre os benefícios e malefícios das plantas medicinais, Bonil (2014) afirma que em princípio todas as plantas são tóxicas, o que vai determinar se terão efeito de remédio ou veneno é a dosagem. O fato de extratos vegetais serem utilizados popularmente

há muito tempo, não descarta a possibilidade de ações tóxicas, logo os princípios ativos devem ser considerados, pois se uma planta possui componentes capazes de produzir efeitos terapêuticos, podem conter também componentes tóxicos (BONIL, 2014, p. 10).

Dentre essas plantas com efeitos adversos, há o boldo-do-chile (*Peumus boldo Molina*) indicado para tratamento do fígado (colagogo e colerético) e de distúrbios gastrintestinais espásticos. No entanto, a boldina, principal alcaloide de suas folhas, causa inibição da agregação plaquetária decorrente da não formação do tromboxano A<sup>2</sup>, tanto em modelos animais como em amostras de sangue humano. Tem ainda a camomila (*Matricaria recutita L.*) indicada para uso como antiespasmódico, anti-inflamatório, tratamento de distúrbios digestivos e insônia leve. Entretanto, ela interage com anticoagulantes aumentando o risco de sangramento, e também reduz a absorção do ferro ingerido através da alimentação ou medicamentos (NICOLETTI *et al*, 2007, pp. 33, 34,35).

## 5.2 Aspectos botânicos de *Eleutherine plicata* Herb.

### 5.2.1 Família Iridaceae

O *Eleutherine plicata* Herb pertence à família Iridaceae, trata-se de uma família relativamente extensa de monocotiledôneas petalóides, apresentando mais de 1.630 espécies e 77 gêneros. Mesmo sendo de fácil acesso, tem concentração marcante nos continentes do Sul, sendo que seu maior centro de concentração se encontra no sul da África. Enquanto, no Brasil ela está representada por 23 gêneros e 190 espécies distribuídas em todos os domínios fitogeográficos, sendo 106 espécies endêmicas do país (DAMASCENO, 2016, p. 1373), (REEVES *et al.*, 2001, p. 2074).

As plantas Iridaceae são facilmente conhecidas entre as monocotiledôneas porque apresentarem folhas isobilaterais equivalentes, flores com três estames e, com exceção da monotípica *Tasmanian isophysis*, um ovário inferior. Em quase todos os gêneros, o fruto é seco, com pericarpo firme e cartilaginoso ou papiráceo a rígido e lenhoso. Sementes com abundante endosperma são geralmente marrons, opacas ou brilhantes, tipicamente duras e relativamente grandes, mais ou menos globosas a angulosas por pressão, podendo ser ainda segmentadas por uma crista. Algumas espécies de habitats florestais possuem sementes vermelhas, amarelas e laranjas (MALHEIROS, 2008, p. 15), (SILVA, 2013, p. 21).

Segundo estudo de classificação, as Iridaceae estão divididas em três sub-famílias: Nivenioideae, Iridoideae e Ixioideae. Alguns gêneros desta família apresentam como constituintes químicos comuns flavonóis *O*-glicosilados e a flavonas *C*-glicosiladas, sendo que

algumas espécies do gênero *Pillansia* apresentam um flavonol sulfatado, o qual é único nas Iridaceas (SILVA, 2013, p. 22).

Algumas espécies da sub-família Nivenioideae apresentam uma predominância de flavonóis *O*-glicosilados, incluindo derivados de miricetina e alguns traços de flavonas *C*-glicosiladas. As espécies das tribos Sisyrinchieae, Mariaceae e Tigridaeae não apresentam estes flavonóis. As sub-famílias Iridoideae e Ixioideae apresentam com frequência, mas não de modo universal, o acúmulo da xantona mangiferina *C*-glicosilada (SILVA, 2013, p. 22).

### 5.2.2 Gênero *Eleutherine*

*Eleutherine plicata* Herb. é uma planta herbácea popularmente como marupazinho, marupari, palmeirinha, marupá-piranga, sendo identificada como bulbosa, rizomatosa, acaule e em forma de touceira, geralmente de 20-30 cm de altura, nativa da América tropical, incluindo os campos secos da Amazônia brasileira (Figura 2). Os bulbos desta planta apresentam escamas semelhantes à cebola, e são de coloração vinho e liberam látex branco quando cortados. São caracterizadas como plantas de folhas inteiras, simples e plissadas, apresentando flores brancas e rosadas (RIBEIRO, 2008, p. 17).

**Figura 2:** Bulbos e folhas de *E. plicata* Herb.



**Fonte:** MALHEIROS, 2008.

Outra espécie do mesmo gênero, a *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb. também é cultivada no Brasil, com características muito semelhantes a *E. plicata* Herb., possuindo as mesmas propriedades, sendo considerada por muitos autores como a mesma espécie. Pois, esta espécie apresenta os bulbos também parecidos com à cebola, externamente tem cor de vinho, exsudando látex branco quando cortados, suas folhas são simples, inteiras, plissadas longitudinalmente, de

cerca de 25 cm de comprimento. As flores são brancas ou rosadas, dispostas numa panícula ampla no ápice de um longo escapo rígido da folhagem, que se abrem ao pôr do sol (LORENZI e MATOS, 2002, p. 300).

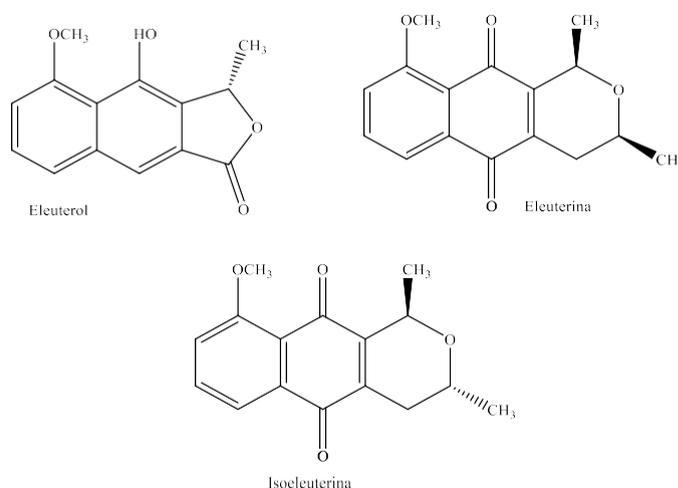
### 5.3 Aspectos biológicos de *Eleutherine plicata* Herb.

A *E. plicata* Herb. é amplamente utilizada na medicina popular brasileira, principalmente na região Amazônica, usado como medicação para o tratamento de diarreia e amebíase, hábito este iniciado pelas populações indígenas desta região. Os indígenas das Guianas empregam seus bulbos para o preparo de emplastro contra contusões e ferimentos visando acelerar a cicatrização. Já seu suco com sal é usado como medicação interna contra epilepsia (LORENZI e MATOS, 2002, pp. 300, 301), (RIBEIRO, 2008, p. 17).

Tomando como base o levantamento etnobotânico realizado por Leão *et al.*, (2007) no município de Santa Bárbara, na cidade de Igarapé-Miri, no estado do Pará, comprova-se a utilização de *Eleutherine plicata* Herb. no tratamento da diarreia possivelmente causada por ameba, nos dois levantamentos verificou-se que o bulbo é a parte do vegetal utilizada pela população na preparação de um chá, tomado para o tratamento da enfermidade (LEÃO *et al.*, 2007, p. 23),

Com relação a outras espécies, há a *Eleutherine americana* MERR. et HEYNE uma espécie de Iridaceae cultivada na ilha de Hainan no sul da China e o chá preparado com os bulbos desta planta é muito utilizado na medicina popular local no tratamento de ferimentos, vasodilatação coronarina, diminuição da protombina e infertilidade. Através de um estudo fitoquímico do extrato metanólico desta espécie resultou no isolamento dos constituintes químicos eleuterol, eleuterina e isoeleuterina (Figura 3) (MALHEIROS, 2008, p. 17).

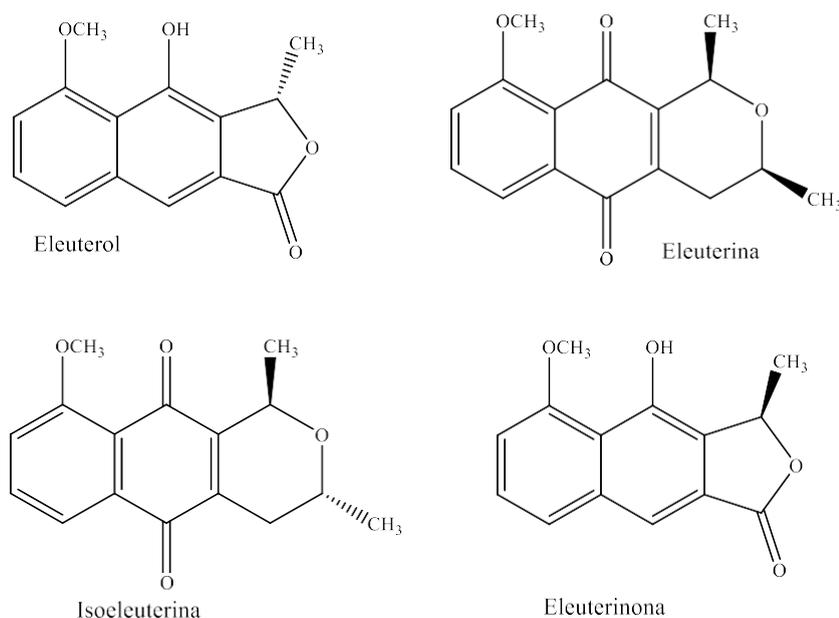
**Figura 3:** Constituintes químicos isolados de *E. americana* MERR. et HEYNE.



**Fonte:** PRÓPRIO AUTOR.

Analisando a espécie *E. bulbosa* (Mill.) Urb., Brasileiro *et al.*, (2006) realizou uma triagem de atividade microbiológica e citotóxica sobre plantas utilizadas na medicina tradicional da cidade de Governador Valadares-MG, onde mostrou que o extrato etanólico de *E. bulbosa* (Mill.) Urb., preparado a partir das partes superiores desta planta, inibiu o crescimento de cepas de *Staphylococcus aureus* e apresentou toxicidade sobre larvas de *Artemia salina*. Em contrapartida, estudos realizados por Alves *et al.*, (2003) com extrato de diclorometano, obtido dos bulbos de *E. bulbosa* (Mill.) Urb. apresentou atividade antifúngica, inibindo o crescimento de *Cladosporium sphaerospermum*, o qual é patogênico para algumas plantas. O estudo possibilitou o isolamento de uma nova naftoquinona, denominada de eleuterinona, e três compostos já conhecidos o eleuterol, eleuterina e isoleuterina, já isolados anteriormente de *Eleutherine americana* MERR. et HEYNE (Figura 4). Os três componentes apresentaram forte atividade antifúngica, com exceção do eleuterol que foi inativo.

**Figura 4:** Constituintes químicos isolados de *E. bulbosa* (Mill.) Urb.



**Fonte:** PRÓPRIO AUTOR.

#### 5.4 Aspectos químicos de *Eleutherine plicata* Herb.

Com relação a estes aspectos, baseado nas últimas pesquisas é notável o interesse pelas quinonas encontradas no *Eleutherine plicata*. As quinonas representam uma ampla classe de metabólitos secundários de distribuição natural, são um grupo de substâncias orgânicas coloridas e semivoláteis onipresentes na natureza e derivados de compostos aromáticos como benzeno, naftaleno e antraceno. Sua estrutura básica é constituída de um anel aromático

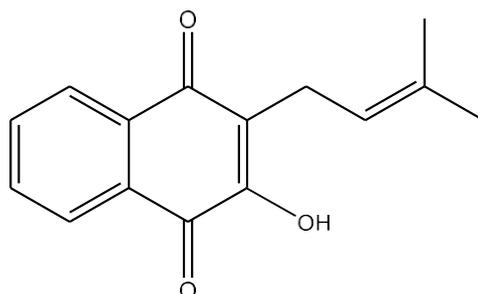
contendo dois grupamentos carbonilas situados em posições *orto* ou *para* (SOUSA, 2012, p. 01), (SANTANA, 2016, p.13).

Utilizando-se como critério o tipo de sistema aromático que contém o anel, as quinonas são classificadas como benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas e fenantraquinonas. São compostos oxigenados que correspondem a oxidação de derivados aromáticos que se caracterizam por um grupamento 1,4- dicetociclohexa-2,5-diênico (para-quinonas), ou ocasionalmente, por um grupamento 1,2-dicetociclohexa-3,5-diênico (orto-quinonas). Os compostos quinônicos naturais podem apresentar-se conjugadas com um núcleo benzênico (benzoquinonas), com sistemas aromáticos policíclicos condensados: naftoquinonas (naftaleno), antraquinonas (antraceno), antracilinas (1,2-benzantraceno) e naftodiantronas (naftodiantrano) (BRUNETON, 2001, pp. 405-406), (SOUSA, 2012, p. 02).

Quanto aos estudos de constituintes químicos isolados de espécies do gênero do *E. plicata*, observa-se uma predominância de compostos derivados de naftoquinonas, são um tipo de quinona, que induzem a apoptose celular por inibirem as topoisomerasas I e II, as quais são enzimas nucleares críticas para o funcionamento normal e reparação de danos causados nas células. Apoptose celular é um tipo específico de morte celular, trata-se de uma morte programada para garantir a manutenção de tecidos e órgãos, ocorre durante várias situações fisiológicas patológicas, constituindo um mecanismo de remoção de células lesadas e de renovação celular e tecidual, apoptose também ocorre quando o organismo é invadido por patógenos ou o DNA é lesionado (MALHEIROS, 2008, p. 18, 20, 21).

Um exemplo de naftoquinonas é o lapachol (Figura 5), de grande interesse para pesquisas em decorrência de sua capacidade de induzir o estresse oxidativo através da formação intracelular de espécies reativas com o oxigênio, como o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), o ânion radical superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) e o radical hidroxila (HO). Estas espécies podem danificar alguns componentes celulares importantes tanto de células normais como de células malignas (SILVA *et al.*, 2003, 409).

**Figura 5:** Estrutura química do lapachol.



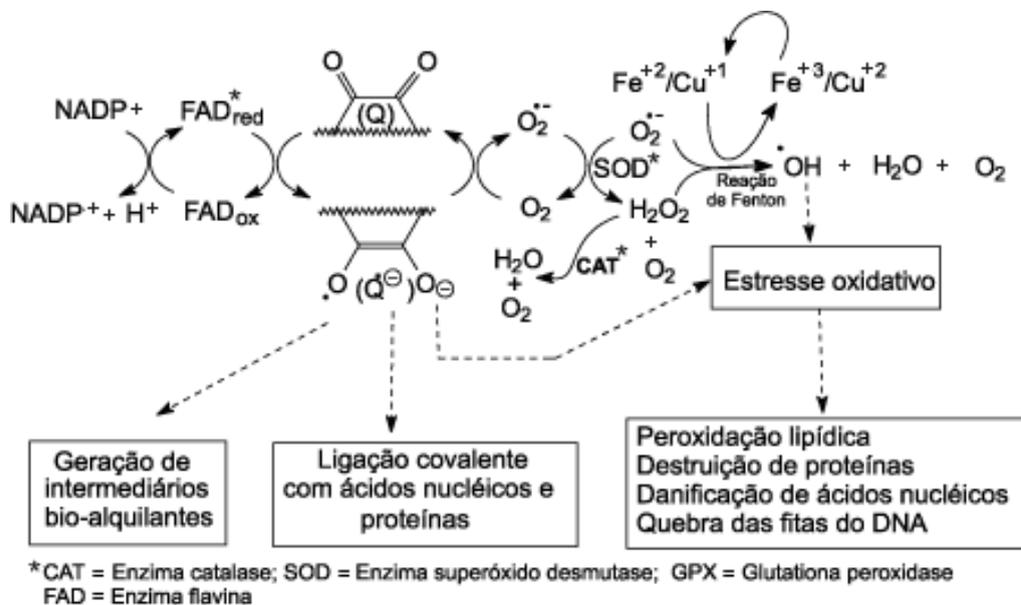
**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

Este estresse oxidativo causado pode ser resultado da ação de muitos agentes ambientais tóxicos sobre os seres vivos, como radiações gama e ultravioleta, ozônio, poluentes químicos assim como certas substâncias da cadeia alimentar. Além destes fatores estima-se que 1 a 2% do oxigênio consumido pelos mamíferos sejam convertidos a  $O_2^-$  e  $H_2O_2$ , devido a falhas fisiológicas na mitocôndria permitindo que elétrons escapem e sejam transferidos pelo oxigênio (SILVA *et al.*, 2003, p. 409).

Com relação a forma como as naftoquinonas agem, Silva *et al.*, (2003, p. 410) afirma que elas agem por ação enzimática, isto ocorre por reações de oxirredução, quando um substrato quinonoídico reduz-se com um elétron para formar o ânion semiquinona ( $Q^-$ ), por sua vez a semiquinona  $Q^-$  age reduzindo o oxigênio molecular ao ânion-radical superóxido ( $O_2^-$ ) que na presença da enzima superóxido dismutase é transformado em  $H_2O_2$ . Então, o ânion-radical superóxido ( $O_2^-$ ) gera HO no interior da célula, este processo pode ser por catálise com metais de transição (reação de Fenton), ou por reação com  $H_2O_2$  (reação de Haber-Weiss). Assim, é notável que mesmo o  $H_2O_2$  não sendo um radical livre, é uma substância bastante reativa, podendo promover também a oxidação de algumas biomoléculas.

Este processo ocorre conforme mostra o esquema abaixo (Figura 6), que descreve o ciclo redox das quinonas:

**Figura 6:** Ciclo redox parcial das Quinonas.



**Fonte:** SILVA *et al.*, 2003.

De acordo com o esquema anterior, nota-se que na tentativa de eliminar estas espécies oxidantes, as células desencadeiam mecanismos de desintoxicação, através dos agentes

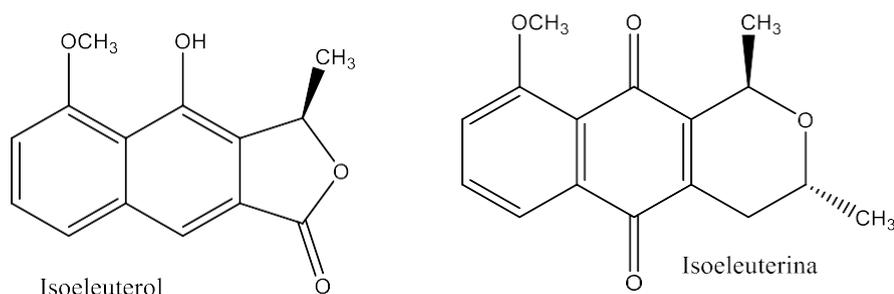
antioxidantes intracelulares. Para ocorrer uma boa eliminação ou conseqüente controle do estresse oxidativo vai depender dos níveis dos agentes intracelulares antioxidantes, alfa-tocoferol, ácido ascórbico, enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathion redutase (GSH) e glutathion peroxidase (GPX) (SILVA *et al.*, 2003, p. 410).

Considerando o ciclo redox induzido por quinonas, caso não se consiga eliminar por completo o estresse oxidativo, esta interferência xenobiótica altera os processos de divisão celular, podendo induzir apoptose. Esse mecanismo de ação é importante pois, alguns microrganismos patogênicos são muito mais sensíveis ao estresse oxidativo que os hospedeiros humanos (MALHEIROS, 2008, p. 23).

Em vista destes aspectos, as naftoquinonas têm destaque por apresentarem atividades antibacterianas, fungicidas, antivirais e antiprotozoárias. Dentro deste contexto, a seguir buscou-se ressaltar algumas pesquisas realizadas tendo como objeto de estudo o *Eleutherine plicata* Herb, demonstrando suas atividades.

Em estudos sobre os potenciais marcadores químicos da tintura de *Eleutherine plicata* Herb e atividades microbiológica e antioxidante, Malheiros (2008) isolou e caracterizou dois constituintes químicos, sendo o isoeleuterol e isoeleuterina, já isolados de outras espécies do gênero *Eleutherine* (Figura 7); onde o isoeleuterol foi considerado como o composto majoritário podendo ser o marcador químico de referência para o controle de qualidade do extrato e seus derivados. Quanto a atividade microbiológica, o estudo demonstrou que o extrato etanólico e a fração clorofórmica são mais ativas frente às cepas de *S. aureus* e *C. albicans*, porém não apresentando atividade frente às cepas de *E. coli* e *P. aeruginosa*. Com relação a atividade antioxidante, o extrato etanólico, o isoeleuterol e a isoeleuterina apresentaram baixíssima atividade antioxidante, quando comparado com o padrão BHT, e o isoeleuterol apresentou melhor atividade devido apresentar uma hidroxila capaz de sequestrar radicais livres (MALHEIROS, 2008, p. 63).

**Figura 7:** Constituintes químicos isolados de *E. plicata* Herb.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

Analisando plantas utilizadas na medicina popular na Amazônia, Ribeiro (2008) desenvolveu estudos para avaliar a atividade antimicrobiana do *Eleutherine plicata* Herb, onde demonstrou que o extrato de *E. plicata* Herb apresentou atividade contra *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*, mostrando melhor atividade contra a bactéria Grampositiva *S. aureus*, e atividade moderada com contra *C. albicans* (RIBEIRO, 2008, pp. 40, 47, 54).

Tratando de pesquisas mais atuais sobre o gênero *Eleutherine*, Galucio (2014) desenvolveu um estudo sobre a citotoxicidade e genotoxicidade de *Eleutherine plicata* Herb, tendo como base principal a fração diclorometano e seu refractionamento que resultou em duas subfrações; a partir da análise dos resultados obtidos, o autor concluiu que há possibilidade de produzir um fármaco antimalárico a partir de estudos mais detalhados com o *E. plicata* Herb (GALUCIO, 2014, p. 83).

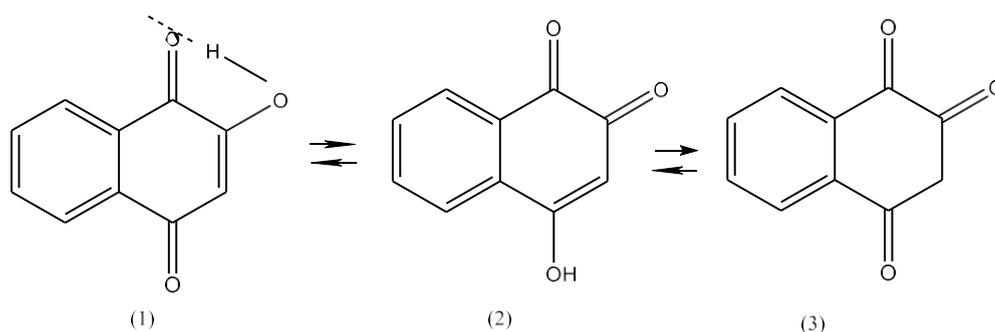
Em uma análise da atividade antibacteriana dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb., Dias (2018) observou-se que o extrato clorofórmio e matanólico inibiram o crescimento de halos, apresentando atividade antibacteriana, contra bactéria gram-positiva, e não demonstraram atividade antibacteriana para as cepas de *E. coli* (DIAS, 2018, pp. 14 - 15).

## 5.5 Síntese das Naftoquinonas

As quinonas são classificadas como benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas e fenantraquinonas. Tendo em vista que as pesquisas demonstraram os constituintes majoritários encontrados na *Eleutherine plicata* Herb como sendo naftoquinonas, é importante ressaltar a possibilidade de síntese para compostos desta natureza.

Em uma revisão sobre as naftoquinonas, López *et al.*, (2014) aborda a lawsone (2-hidroxi-1,4-naftoquinona) e seus derivados sintéticos, a mesma pode ser obtida a partir das folhas e caules da hena, tem fórmula molecular  $C_{10}H_6O_3$  e ponto de fusão é de 190 °C. Ela está presente em três formas tautoméricas (Figura 8); a 1,4-naftoquinona (1) é a forma mais estável, seguida por 1,2-naftoquinona (2) e 1,2,4-naftotriona (3), sendo a última a menos estável. Esta estabilidade é devido ao cancelamento dos momentos dipolares dos grupos carbonila, em combinação com ligações de hidrogênio intramoleculares no isômero 1,4 (LÓPEZ *et al.*, 2014, p. 252).

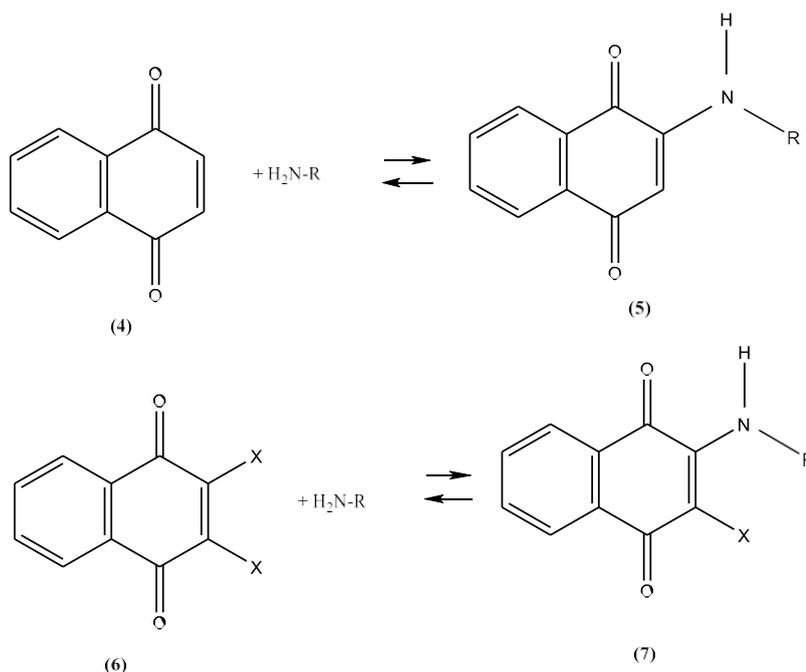
**Figura 8:** Formas tautoméricas de lawone.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

Quanto aos derivados sintéticos de lawone, vale ressaltar as aminonaftoquinonas, sobre as quais a literatura descreveu duas maneiras principais de preparar seus derivados (Figura 9). Primeiramente envolve uma reação do tipo adição de Michael 1,4 entre o anel 1,4-naftoquinona (4) e o composto amina para gerar 2-amino-1,4-naftoquinona (5). O segundo envolve uma substituição nucleofílica por um mono - ou di-halogenado derivado de 1,4-naftoquinona (6) por o ataque nucleofílico do composto amina a produzir o derivado amina correspondente (7) (LÓPEZ *et al.*, 2014, p. 253).

**Figura 9:** Síntese de aminonaftoquinona derivados, o composto (4) deu (5) após adição de 1,4 e oxidação; (7) é formado por nucleofílicos deslocados de halogênio de (6).

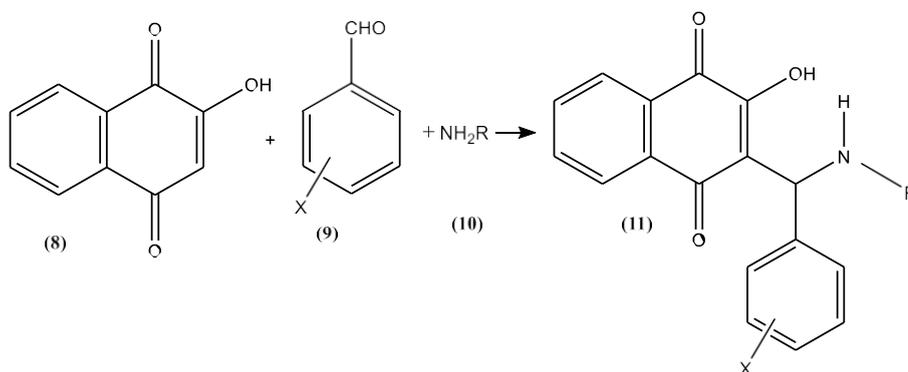


R= alquil, fenil  
X= Br, Cl

**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

Há ainda a síntese de derivados de aminonaftoquinona usando a reação de Mannich, que é uma das reações mais importantes para a formação das ligações carbono-carbono na síntese orgânica, além de ser uma reação com alta economia de átomos. Em seus estudos Neves *et al.*, (2009, p. 720) relatou a síntese de 13 novas bases de Mannich (11) usando agitação mecânica à temperatura ambiente, com uma reação de 12 horas de tempo. Os compostos foram produzidos via reação entre lawone (8), aminas primárias (10) e substitutos do benzaldeído (9) e os rendimentos obtidos estavam na faixa de 53% a 93% (Figura 10).

**Figura 10:** Síntese de derivados de aminonaftoquinona usando a reação de Mannich.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

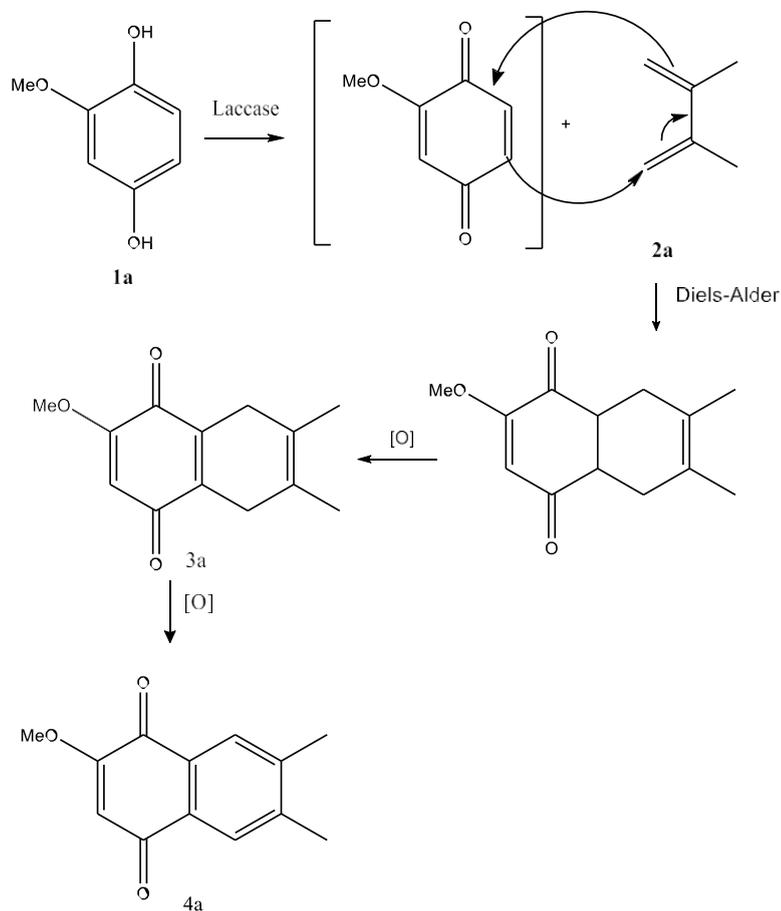
Assim, pode-se afirmar que usando a reação de Mannich com lawone, várias aminas e benzaldeídos substituídos é uma boa alternativa para sintetizar derivados amino 2-hidroxi-1,4-naftoquinona, uma vez que estes métodos provaram ser eficientes, sendo ambientalmente limpos, simples e com alta economia atômica (LÓPEZ *et al.*, 2014, p. 253).

Neste contexto de síntese também é abordada na literatura uma metodologia de reação da química verde exclusiva para isolamento de naftoquinonas e sem depender de solventes orgânicos ou reagentes perigosos de metais pesados. O processo reacional se dá por meio de uma reação de Diels – Alder, que tem muitas variações úteis, uma das quais é o seu uso na síntese de antraquinonas e naftoquinonas. Trata-se da síntese de 1,4-naftoquinonas pela reação de Diels-Alder de dienos com para-quinonas geradas *in situ* com laccase em um meio aquoso (WITAYAKRAN e RAGAUSKAS, 2007, p. 475).

Em suma, a ocorrência desta síntese parte da enzima utilizada, onde o papel da laccase para esta reação foi converter (1a) em 2-metoxi-1,4-benzoquinona, que reagiu com dieno (2a) pela reação de Diels-Alder. Então, os adutos de Diels – Alder sofreram uma oxidação adicional para gerar 5,8-di-hidro-2-metoxi-6,7-dimetil-1,4-naftoquinona (3a) e 2-metoxi-6,7-dimetil-1,4-

naftoquinona (**4a**), de acordo com o esquema abaixo (Figura 11) (WITAYAKRAN e RAGAUSKAS, 2007, p. 476).

**Figura 11:** Esquema proposto por pela via de reação de Diels-Alder.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

A síntese relatada neste estudo faz uso de um sistema não oxidante meio ambiente, utilizando a lacase e água como solvente benigno. Onde foi mostrado outro potencial uso de lacase como agente oxidante na síntese orgânica. Além disso, este sistema de reação produziu os produtos 1,4-naftoquinona com alto rendimento. No entanto, a reatividade da reação depende da especificidade do substrato de lacase e a reatividade de ambas as quinonas geradas e dienos (WITAYAKRAN e RAGAUSKAS, 2007, p. 478).

## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 Reagentes e Equipamentos

Reagentes: Acetato de etila (99%), acetona, clorofórmio, dimetilsulfóxido (DMSO), hexano (98%), etanol (98%), metanol, sílica gel para cromatografia em coluna e sulfato de magnésio.

Equipamentos: Balança analítica, capela, cromatógrafo gasoso (CG-EM) Shimadzu/GC 2010, espectrômetro infravermelho, evaporador rotativo e medidor de ponto de fusão PFM II.

### 6.2 Obtenção do Extrato Etanólico

O extrato etanólico foi gentilmente cedido pelo Laboratório de Neuroquímica Molecular e Celular (LNMC) da UFPA (Universidade Federal do Pará), que por sua vez obteve o extrato seguindo a metodologia de Malheiros (2008, p. 32) onde inicialmente os bulbos do material vegetal foram lavados e selecionados, depois colocados para secar a temperatura ambiente, por 02 dias. Em seguida, foram deixados em Estufa de Secagem e Esterilização (SL 100) com corrente de ar forçado a uma temperatura média de 40 °C durante 4 dias, para estabilizar o material vegetal. Após a secagem, os bulbos passaram por trituração em Liquidificador de Baixa Rotação (Modelo: LQI-04), se obtendo o material seco e moído.

Assim, o extrato etanólico foi obtido por percolação, onde utilizou-se etanol 92° GL como líquido extrator. Terminada a percolação, o material foi filtrado, assim, descartou-se a parte sólida, e a parte líquida foi levado para o Evaporador Rotativo, para retirada do excesso de solvente.

**Figura 12:** Extrato etanólico de *Eleutherine Plicacata* Herb.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

### 6.3 Fracionamento do Extrato Etanólico

O fracionamento do EE ocorreu de acordo com Malheiros (2008, p. 33), onde aproximadamente 3 gramas do extrato etanólico (Figura12) foram ressuspensos em 50 mL de uma solução de metanol/água (1:1) por 24 horas (Figura 13), em seguida, foi submetido a uma partição líquido/líquido, utilizando-se solventes de polaridades crescentes. Onde os solventes utilizados foram, respectivamente: hexano, clorofórmio e acetato de etila.

**Figura 13:** E. etanólico após 24 horas em solução.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

A extração foi realizada com 02 (duas) alíquotas de 50 mL para cada solvente. Ao final da extração, foi adicionado sulfato de magnésio ao meio e realizou-se filtração com papel filtro, posteriormente as amostras foram rotaevaporadas, em evaporador rotativo, visando a retirada do excesso de solvente (Figura 14).

**Figura 14:** Frações filtradas e rotaevaporadas: 1 fração hexânica; 2 fração acetílica; 3 fração clorofórmica.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

### 6.4 Análise por Cromatógrafo Gasosa – Espectrometria de Massas (CG-EM)

As frações foram submetidas a análise por cromatografia a gás acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM). Assim, os 03 (três) recipientes que iriam conter as amostras, foram lavados com 500 µl de acetato de etila e secos a temperatura ambiente, em

seguida foram adicionados 1000 µl de cada fração (hexânica, clorofórmica e acetflica) nos respectivos recipientes.

Dessa forma, objetivando identificar os constituintes químicos do extrato etanólico, analisou-se as amostras em um aparelho Shimadzu/CGMS - PQ2010SE, acoplado a auto injetor Shimadzu/AOC-5000 e um detector de massas (Shimadzu MS2010 Plus) com impacto de elétrons (IE, 70 e V) equipado com coluna de sílica fundida RTX-5MS de 30 metros de comprimento, 0,25mm de diâmetro externo e 0,25 µm de diâmetro interno, empregando hélio como gás de arraste, suportando um fluxo de 1,03 mL/min, a amostra foi solubilizada em 2 µL de hexano 1 µL foi submetido as condições experimentais: temperatura de injetor: 210°C; temperatura do detector: 250°C; gás hélio como arraste num fluxo de 3 mL/min; injeção dividida na proporção de 1/15. Assim, a temperatura da coluna foi programada a partir de 90°C, com um aumento 6°C/min a 250°C, finalizando com 5 minutos isotérmicos a esta temperatura. As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Fármacos (LPFar-UNIFAP).

#### 6.5 Isolamento dos Principais Constituintes Químicos – Cromatografia em coluna

Para o isolamento dos principais constituintes utilizou-se 0,6 mg da fração hexânica liofilizada e foi realizada separação por cromatografia em coluna, utilizando sílica em gel como fase estacionária e hexano/ acetato de etila (90:10, 90:20, 85:15, 80:20) como fase móvel, sendo repetida 3 vezes a fase móvel para cada concentração (Figura 15). As amostras foram depositadas em tubos de ensaio, deixadas para secar a temperatura ambiente para retirada do solvente, depois as amostras foram coletadas, pesadas e ainda medido o ponto de fusão.

**Figura 15:** Cromatografia em coluna.



**Fonte:** PRÓRIO AUTOR.

#### 6.6 Caracterização Química das Substâncias Isoladas CG-EM

Foram preparadas 5 (cinco) amostras das que forma coletadas e levadas para caracterização por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), que se deu um aparelho de marca Shimadzu/GC 2010 com um auto injetor Shimadzu/AOC-500 e um detector de massas MS2010 plus com impacto eletrônico (IE, 70 e V), equipado com uma coluna de sílica fundida DB-5MS (Agilent J&W Advances 30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu$ m), tendo como gás de arrastre o hélio a 65 kPa. As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Fármacos (LPFar-UNIFAP).

#### 6.7 Espectrometria de Infravermelho (IV)

A caracterização por espectros de Infravermelho (IV) foi realizada em um espectrômetro Shimadzu IRAffinity-1, operando com transformada de Fourier. As análises foram feitas no Laboratório Pesquisa em Fármacos (LPFar - UNIFAP).

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

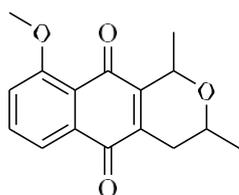
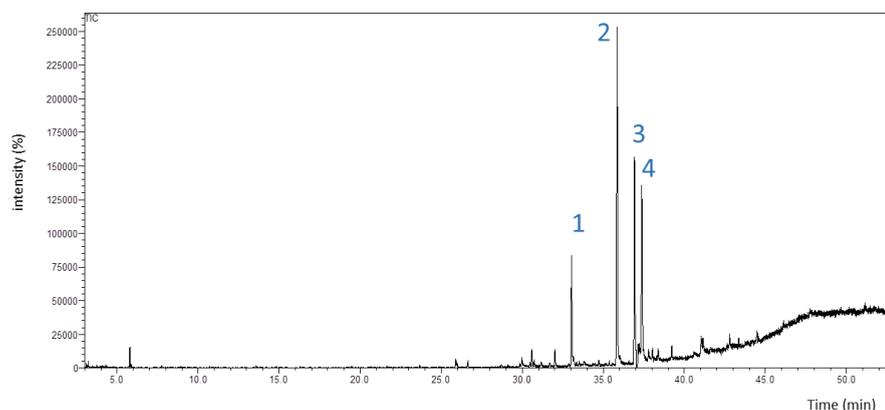
### 7.1 Determinação do perfil cromatográfico da Fração Hexânica por CG - EM

O método de determinação do perfil cromatográfico por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM) trata-se de uma análise qualitativa sugerindo a presença de quinonas. Foram analisadas as três frações (hexânica, clorofórmica e acetúlica), no entanto, a fração hexânica foi identificada como a mais rica na predominância dos constituintes químicos majoritários derivados de quinonas.

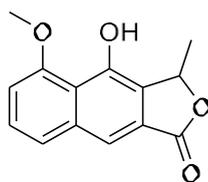
O perfil cromatográfico da fração hexânica obtido por CG-EM apresentou quatro picos que demonstram a presença de quatro compostos quinônicos, classificados como naftoquinonas, dentre as quais dois já foram relatados na literatura, encontrados na *eleutherine plicata* Herb e demais gêneros (Figura 16).

O cromatograma de Íons Totais (TIC) demonstra a Eleuterina (Pico 1), com íon molecular 272 m/z e fórmula molecular  $C_{16}H_{16}O_4$ ; o Eleuterol (Pico 2), correspondente ao íon molecular 244 m/z e fórmula molecular  $C_{14}H_{12}O_4$ ; substância ainda não identificada (Pico 3), correspondente ao íon molecular 270 m/z, e a Isoeleuterina (Pico 4) com íon molecular de 284 m/z e fórmula molecular  $C_{17}H_{16}O_4$ . Todas as substâncias foram eluídas entre 32 a 38 minutos, de acordo com o método descrito no item 6.4.

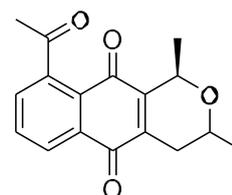
**Figura 16:** Cromatograma de Íons Totais (TIC) - Análise cromatográfica por CG-EM da fração Hexânica.



Pico 1: Eleuterina  
T. retenção: 33.5 min  
Íon molecular: 272 m/z



Pico 2: Eleuterol  
T. retenção: 35.84 min  
Íon molecular: 244 m/z



Pico 4: Isoeleuterina  
T. retenção: 37.4 min  
Íon molecular: 284 m/z

Assim, o perfil espectral traçado a partir desta fração proporcionou a identificação dos compostos e elucidação de suas estruturas químicas, tais como Eleuterina, Eleuterol e Isoeleuterina, ambos já foram encontrados nos gêneros *eleutherine americana* MERR. et HEYNE, *eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb e *eleutherine plicata* Herb relacionado ao efeito das atividades microbiológicas e antioxidantes do referido extrato, logo a caracterização inicial confirma a presença de naftoquinonas na composição desta planta (MALHEIROS, 2008), (RIBEIRO, 2010), (GALLUCIO, 2014).

As naftoquinonas são compostos majoritários em plantas deste gênero, elas podem danificar alguns componentes celulares importantes tanto de células normais como de células malignas. Esse tipo de composto induz o estresse oxidativo no organismo através do ciclo de oxidação e redução das quinonas, assim, os radicais livres são absorvidos com mais rapidez. Esse mecanismo de ação é importante pois, alguns microrganismos patogênicos são muito mais sensíveis ao estresse oxidativo que os hospedeiros humanos, podendo ser combatido e eliminado (MALHEIROS, 2008) (SILVA *et al.*, 2003).

Dessa forma, quando são identificadas as moléculas, fica mais suscetível prever as reações que irão ocorrer no organismo humano, pois sabendo os constituintes presentes na planta, os efeitos causados e a estrutura molecular podem-se estabelecer um mecanismo de reação para cada composto, e posteriormente a junção das reações entre eles, podendo então avaliar se um medicamento com base nesse extrato trará efeitos positivos ou negativos ao organismo humano.

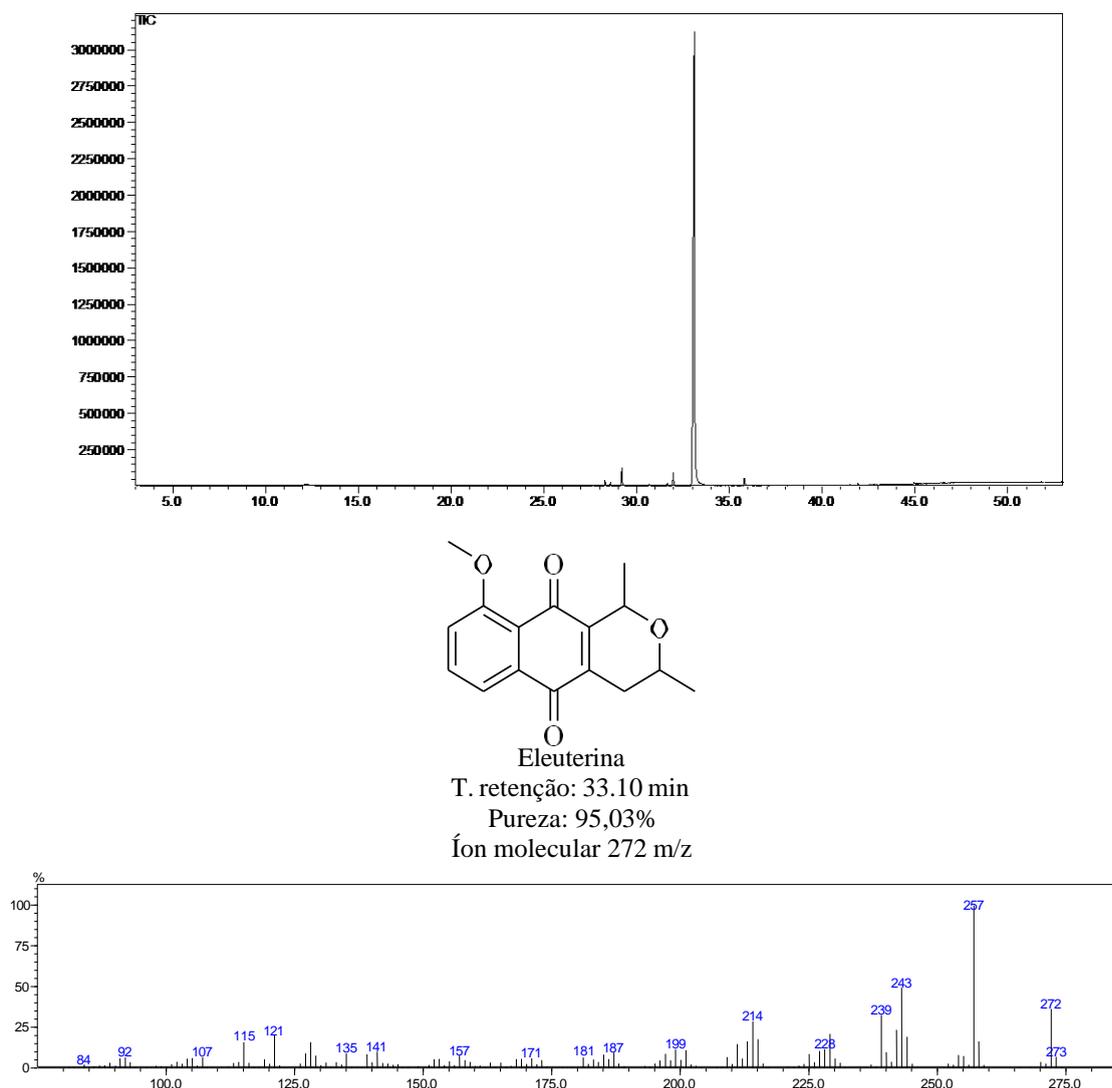
## **7. 2 Isolamento da Fração Hexânica por Cromatografia em Coluna e Espectroscopia de Massas (CG-EM)**

Com o perfil cromatográfico definido por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), fez-se o isolamento da fração hexânica, com vistas a identificar maior quantidade de compostos. A análise resultou em cinco amostras, que foram identificadas como: C1: 34 mg, C2: 34 mg, C3: 13 mg, C4: 49 mg e C5: 43 mg, e foi determinado o ponto de fusão das amostras. Com destaque para os dados relacionados a amostra C2, com (i) 139 °C e (f) 144 °C, que corresponde ao ponto de fusão da Eleuterina (140-145 °C) (Tewierik, *et al*, 2006, p. 3315).

A espectroscopia de massas (CG-EM), forneceu novos dados concernentes ao perfil espectral, assim, considerando os quatro compostos identificados na caracterização da fração hexânica, após a purificação das amostras na Cromatografia em coluna, foi possível isolar através da espectroscopia, apenas um constituinte químico.

Então, através do software GCMS Solution Postrun Analysis observou-se o isolamento do composto Eleuterina, com tempo de retenção de 33.10 minutos, com 95,03% de pureza e íon molecular 272 m/z.

**Figura 17:** Espectroscopia de Isolamento da Eleuterina.



**Fonte:** Software GCMS Solution Postrun Analysis.

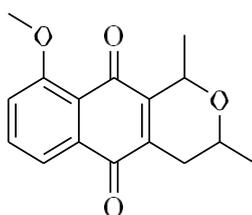
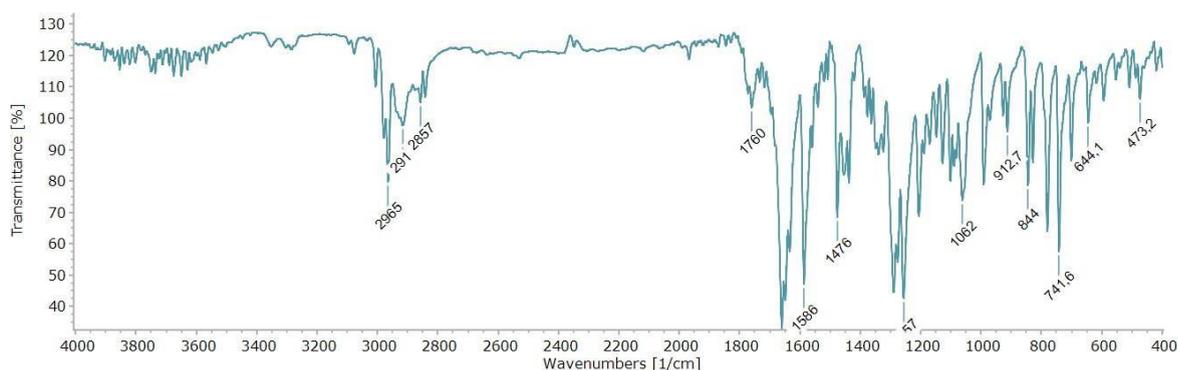
#### 8. 4 Caracterização por espectroscopia de Infravermelho (IV)

Os espectros no infravermelho foram obtidos no intervalo espectral de  $4000-400\text{ cm}^{-1}$ , assim, o estiramento de C-H e varia de  $3300\text{ a }2750\text{ cm}^{-1}$ , logo, a bandas  $2964\text{ cm}^{-1}$ ,  $2916\text{ cm}^{-1}$

e  $2857\text{ cm}^{-1}$ , correspondem as ligações  $=\text{C-H}$ , e indicam a presença de átomos de carbono  $sp^3$  característico da composição do composto isolado. As bandas de absorção identificadas no intervalo entre  $1850$  e  $1650\text{ cm}^{-1}$  estão associadas ao estiramento de ligações químicas  $\text{C=O}$ , esse grupo absorve com muita intensidade em razão de sua grande mudança no momento de dipolo, evidenciado na banda  $1760\text{ cm}^{-1}$  que indica a presença grupo carbonila no espectro.

Para as ligações químicas  $\text{C}=\text{C}$  o estiramento ocorre entre  $1660$ - $1600\text{ cm}^{-1}$ ; no espectro do composto a presença de  $\text{C}=\text{C}$  é evidenciado na banda  $1660\text{ cm}^{-1}$ . As bandas de estiramento  $\text{C}=\text{C}$  em anéis aromáticos normalmente aparecem entre  $1600$  e  $1450\text{ cm}^{-1}$ , no espectro do composto as bandas  $1586\text{ cm}^{-1}$  e  $1476\text{ cm}^{-1}$ , confirmam a presença de anéis aromáticos na estrutura. Com isso, nota-se que as bandas demonstram a presença de grupos predominantes na composição da Eleuterina, sendo a confirmação de que este foi o composto isolado.

**Figura 18:** Espectro infravermelho para Eleuterina.



Eleuterina

Fórmula molecular:  $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_4$

Íon molecular  $272\text{ m/z}$

Após a caracterização da fração hexânica, purificação em coluna, análise espectral por espectroscopia de massas (CG-EM) e de infravermelho (IV), foi possível isolar apenas um composto com alto grau de pureza, o qual foi analisado e discutido.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante da pesquisa realizada foi possível notar que na composição do perfil fitoquímico *Eleutherine plicata* Herb., os compostos majoritários são decorrentes de quinonas, especificamente classificados dentro das características das naftoquinonas. Assim, foram caracterizados e isolados os compostos, utilizando Cromatografia gasosa (CG-EM), Cromatografia em Coluna e Infravermelho, com vistas a descrever compostos presentes em plantas medicinais e contribuir para outros estudos.

Quanto a utilização dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb com fins terapêuticos, vale enfatizar que os princípios ativos dos extratos vegetais de plantas medicinais apresentam diferentes compostos, com níveis de toxicidade diferenciados, assim, seus efeitos podem trazer benefícios e malefícios para o organismo humano.

Dessa forma, os compostos isolados do extrato etanólico de *Eleutherine plicata* Herb., são dados descritos apenas em outras gêneros do vegetal, logo, são informações novas para a comunidade científica, sendo mais uma contribuição para estudos sobre plantas medicinais, principalmente no norte do Brasil.

Por isso, faz-se necessário mais estudos sobre a *Eleutherine plicata* Herb, pois além dos compostos que foram isolados, há possibilidade da realização de testes para verificar a eficiência do extrato, uma vez que compostos quinônicos podem danificar alguns componentes celulares importantes tanto de células normais como de células malignas e ainda há comprovação de que as naftoquinonas apresentam atividades antibacterianas, fungicidas, antivirais e antiprotozoárias, sendo características importantes a serem consideradas em estudos que envolvem o tratamento do câncer.

## REFERÊNCIAS

- BONAT, D. *Metodologia da Pesquisa*. 3 ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2009.
- BONIL, L. N. *Plantas medicinais: benefícios e malefícios*. Revista científica UNILAGO.
- BRASIL, *Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- DAMASCENO, R. G. L., GIL, A. S. *Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Iridaceae*. Rodriguésia, 67, n. 5, 2016.
- DIAS, D. L. P. P., NOVAIS, V. P., SCHMIDT, R. B., CARMAGO, E. E. S., SILVA, F. C. *Análise da atividade antibacteriana dos bulbos de Eleutherine plicata herb. (Iridaceae)*. Revista Brasileira de Cirurgia e Pesquisa Clínica, Vol.23, n.2, pp.12-17, 2018.
- DUTRA, R.C., CAMPOS, M.M., SANTOS, A. R.S., CALIXTO. J. B. *Plantas medicinais no Brasil: Estudos farmacológicos, descobertas de drogas, desafios e perspectivas*. Ciência Direta: Pesquisa Farmacológica, pp. 4-29, 2016.
- GALUCIO, N, C. R. 2014. *Estudos de citotoxicidade e genotoxicidade de Eleutherine plicata Herb*. Universidade Federal do Pará-UFPA: Dissertação de Mestrado, 2014.
- KOVALSKI, M. L., OBARA, A. T., FIGUEIREDO, M. C. *Diálogo dos Saberes: O conhecimento Científico e Popular das Plantas Medicinais na Escola*. Campinas: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e ICIEC (Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias). Anais VIII Enpec, 2011.
- LEÃO, R. B. A., FERREIRA, M. R. C., JARDIM, M. A. G. *Levantamento de plantas de uso terapêutico no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil*. Revista Brasileira de Farmácia, pp. 21-25, 2007.
- LOPÉZ, L. I., FLORES, S. D. N., BELMARES, S. Y. S., GALINDO, A. S. *Naftoquinonas: Propriedades biológicas e síntese de lawsone e derivados – Uma revisão estruturada*. Medellín: Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacêutica, Vol. 2, pp. 248-258, 2014.
- LORENZI, H., MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2 ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.
- MALHEIROS, L. C. S. *Isoeleuterol e Isoeleuterina: Potenciais marcadores químicos da tintura de Eleutherine plicata Herb (Iridaceae) e atividades microbiológica e antioxidante*. Universidade Federal do Pará-UFPA: Dissertação de Mestrado, 2008.
- MEDEIROS, E. T. O. *A Importância da Aprendizagem das Plantas Medicinais no Ensino da Botânica*. Paraná: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Vol. 1, 2013.

- MONTEIRO, S. C., BRANDELLI, C. L. C. *Farmacobotânica – Aspectos teóricos e aplicação*. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- MOUL, R. A. T. M., SILVA, F. C. L. *A construção de conceitos em botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de Ciências*. Pará: Revista Exitus, Vol. 7, N° 2, p. 262-282, 2017.
- NEVES, A. P., BARBOSA, C. C., GRECO, S. J., VARGAS, M. D., VISENTIN, L. C., PINHEIRO, C. B., MANGRICH, A. S., BARBOSA, J. P., DA COSTA, G. L. *Novas bases de aminonaftoquinona de Mannich derivadas de lawone e seus complexos de cobre (II): síntese, caracterização e atividade antibacteriana*. J. Braz. Chem. Soc., Vol.20, N° 4, pp. 712-727, 2009.
- REEVES, G., CHASE, M. W., GOLDBLATT, P., RUDALL, P., FAY, M. F., COX, A. V., LEJEUE, B., SOUZA-CHIES, T. *Sistemática molecular de Iridaceae: evidência de quatro regiões de DNA plástico*. American Journal of Botany, 2001.
- RIBEIRO, C.M. *Avaliação da atividade antimicrobiana de plantas utilizadas na medicina popular da Amazônia*. Universidade Federal do Pará-UFGPA: Dissertação de Mestrado, 2008.
- RIBEIRO, C. M., SOUZA, K. G. S., RIBEIRO, T. A. C., VIEIRA, A. B. R., MENDONÇA, L. C. V., BARBOSA, W. L. R., VIEIRA, J. M. S. *Avaliação da atividade antimicrobiana de plantas utilizadas na medicina popular da Amazônia*. Infarma, v.21, nº 1/2, 2009.
- SANTANA, S.S. *Síntese, caracterização, estudo eletroquímico e biológico de compostos contendo o esqueleto 1,4-naftoquinona*. Universidade Federal Fluminense: Trabalho de Conclusão de Curso, 2016.
- SILVA, J. A. S. *Obtenção e caracterização do extrato seco por aspersão de Eleutherine plicata Herb*. Universidade Federal do Pará-UFGPA: Dissertação de Mestrado, 2013.
- SILVA, M. N., FERREIRA, V. F., SOUZA, M. C. B.V. *Um panorama atual da química e da farmacologia de naftoquinonas, com ênfase na  $\beta$ -lapachona e derivados*. Química Nova, Vol. 26, 2003.
- SOUSA, E. T. *Quinonas no ar atmosférico: Determinação, concentrações e correlações entre as fases vapor e particulada*. Universidade Federal da Bahia-UFB: Tese de Doutorado, 2012.
- TEWIERIK, L. M.; DIMITRIADIS, C; DONNER, C. D; GILL, M. E; WILLEMS, B. *Síntese total de enantiopure 1,3-dimethylpyranonaphthoquinones incluindo ventiloquinonas E, G, L e eleutherin*. The Royal Society of Chemistry: Org. Biomol. Chemistry, 2006, pp. 3311–3318.
- WITAYAKRAN, S., RAGAUSKAS, A. J. *Síntese de 1,4-naftoquinonas e estruturas relacionadas com laccase*. Green Chemistry: The Royal Society of Chemistry, 2007.

# APÊNDICE

## APÊNDICE A – PROPOSTA DE ENSINO

### PERFIL FITOQUÍMICO DO EXTRATO ETANÓLICO DO *Eleutherine plicata* Herb.

#### Objetivo Geral

- Caracterizar o perfil fitoquímico do extrato etanólico dos bulbos de *Eleutherine plicata* Herb.

#### Objetivo Específico

- Propor para o 3º ano do Nível Médio, uma abordagem de ensino contextualizada, que relacione as *Funções Orgânicas Oxigenadas*, com as *Substâncias que compõem as Plantas Medicinais*, afim de aliar o conhecimento científico ao saber popular.

#### 1 A relação entre as Funções Orgânicas Oxigenadas e as Plantas Medicinais: o diálogo entre os saberes através de uma abordagem de ensino contextualizada

A relevância de propor abordagens metodológicas para o ensino de química é fundamental, uma vez que o ensino médio enfrenta dificuldades quanto ao processo de ensino e aprendizagem de Química. Visto que, dado aos avanços no âmbito educacional, considera-se que a complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, como se fosse apenas treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão, o processo educacional na atualidade, almeja que o estudante se posicione, julgue, tome decisões, e seja responsabilizado por seus posicionamentos, logo é necessário um ensino que promova esse comportamento (BRASIL, 2006).

Dessa forma, é importante que haja no planejamento da disciplina de química, temas que estejam relacionados com aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais (RIBEIRO et al., 2010, p. 169). Portanto, trabalhar com metodologias que ajude o aluno aliar o conhecimento prévio adquirido através de suas experiências e o conhecimento científico fazem toda a diferença para se obter bons resultados no ensino e aprendizagem de Química, pois possibilita a construção de conhecimentos mais consistentes e críticos, e aumenta a proximidade entre educando e educador (PAZ e PACHECO, 2010).

##### 1.1 Amparo Legal

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96), propõe aulas onde são abordadas as plantas medicinais regionais, e está respaldada no inciso II, correspondente ao princípio que destaca a liberdade do ensino com ênfase na cultura, o qual destaca a liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber. Baseado neste contexto, nota-se que os professores têm liberdade para trabalhar a cultura local em sala de aula, e fazer uso de plantas medicinais com diálogos contextualizados, além de valorizar a cultura local, em que mostra aos alunos a presença da Química no cotidiano (BRASIL, 2017, p. 09).

Além da LDB\96, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) ressaltam que o ensino e a aprendizagem caminham juntos, logo o ensino de química deve proporcionar metodologias que auxiliem os alunos na construção do aprendizado, para que possam julgar com fundamentos relevantes as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola, e assim, tomem decisões individuais, como cidadãos participantes da sociedade. Uma das formas de contribuir para a autonomia dos alunos em suas decisões, é abordar a relação entre o conhecimento científico e o saber popular nas aulas de química, com intuito de mostrar que o conhecimento se constrói ao longo do processo, onde é necessário avaliar diversas vertentes para chegar à determinada conclusão (BRASIL, 2000, p. 31).

Quando se faz referência ao diálogo entre o conhecimento científico e o saber popular, deve-se considerar como estão definidos na literatura, e partir de então estabelecer relação entre eles de forma que não cause confusão, assim, segundo Nascibem e Viveiro (2015, p. 288) são considerados conhecimentos científicos aqueles produzidos por instituições científicas, de pesquisa, e que seguem rígidos métodos para lhe atribuir confiabilidade e lhe diferir dos conhecimentos não científicos. Por outro lado, o saber popular é aquele transmitido de geração em geração por meio da educação informal, baseado em imitação e experiência pessoal, em suma, os saberes populares, são aqueles que as pessoas possuem acumulados durante sua vida e servem para explicar e compreender aquilo que as cerca (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.75).

Este diálogo está fundamentado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), onde reforça a ideia de considerar o conhecimento científico como dinâmico e mutável, sendo a alternativa essencial para os estudantes e professores adquirirem a visão crítica da ciência, visto que não se deve simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada, mas propor maneiras para apresentar ao aluno fatos concretos, observáveis e mensuráveis a serem discutidos, uma vez que os conceitos que o aluno traz para a sala de aula advêm, principalmente de sua leitura do mundo macroscópico. Dessa forma, é oportunizado aos

educandos que relacionem seus conhecimentos preexistentes, e o conhecimento científico abordado em sala de aula, de forma que um não anule o outro, mas que dialoguem entre si, com isso o ensino proporcionado oportuniza ao aluno construir suas respostas com fundamentação, pois adquire experiência em analisar os fatos por diferentes óticas (BRASIL, 2000, pp. 31, 33).

## 1.2 O Saber Popular e o Conhecimento Científico

O contexto do país em que vivemos, embasado em sua história, manifesta uma vasta diversidade de culturas, crenças, costumes e formas de expressão, razão que torna cada comunidade única, já que possuem suas próprias características, logo entende-se que essas particularidades necessitam ser consideradas na prática educacional de cada região, com vistas a valorizar e resgatar os saberes vindos da sociedade e que os educandos trazem consigo, fruto de sua vivência (XAVIER e FLÔR, 2015, p. 310).

### 1.2.1 O Saber Popular

A literatura mostra que a partir da década de 1990, educadores e pesquisadores passaram a questionar a superioridade do saber científico, e considerar as relações entre cultura e educação científica. Porque, a cultura popular e o conhecimento cultural passaram a ser considerados na orientação dos currículos de ciências (GONDIM e MÓL, 2008, p. 03).

Diante disso, Chassot (2008, p. 11) defende o resgate e a valorização de saberes populares, como um caminho que contempla essa necessidade do Ensino de Ciências, trazendo-os para as salas de aula, de forma que se estabeleça o diálogo entre os saberes escolares e populares, onde o conhecimento científico seria o mediador do processo de aprendizagem. E aí passou a nomear os saberes populares de saberes primevos, a fim de não desqualificar esses saberes, como pode ocorrer quando da utilização do adjetivo “popular”.

Segundo, Gondim (2007, p. 39) os saberes populares, são manifestados como chás medicinais, artesanatos, mandingas, culinária, e outros, os quais não exigem espaço e tempo formalizados, são transmitidos de geração em geração, por meio da linguagem falada, de gestos e atitudes. Em outras palavras, Chassot (2006, p. 205), afirma que são os muitos conhecimentos produzidos solidariamente e, às vezes, com muito conhecimento empírico.

Com isso, os saberes populares podem ser considerados como um conjunto de conhecimentos elaborados por pequenos grupos (famílias, comunidades), fundamentados em experiências ou em crenças e superstições, e transmitidos de um indivíduo para outro, principalmente por meio da linguagem oral e dos gestos (XAVIER e FLÔR, 2015, p. 310).

Nessa perspectiva, autores como Chassot (2006) e Gondim (2007) têm assinalado como função da escola a valorização desse conhecimento, não com objetivo de supervalorizar o saber popular, mas sim reconhecer o conhecimento existente nas práticas cotidianas dos indivíduos.

### 1. 2. 2 O Conhecimento Científico

A considerar que a ciência passou a fazer parte da humanidade no momento em que o homem buscou tomar consciência de si mesmo e, para tanto, compreender a natureza, inicialmente essa busca de conhecimento trazia um forte entrelaçamento entre magia, religião e ciência (GONDIM, 2007, p. 29).

Neste contexto, no século XIX, a ciência se consolidou e passou a ser vista como um bem supremo defendido pelas academias, onde sua produção era considerada a verdade ou a resposta mais adequada a uma situação. Assim, a força desse conhecimento e o “sucesso” de seus produtos tecnológicos proporcionaram aos indivíduos a sensação e a crença de que a ciência era o conhecimento final e único, a ser considerado como válido, pensamento que vem perdendo a visibilidade nos últimos anos, visto que nenhum conhecimento é imutável (GONDIM, 2007, p. 34).

De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p. 75), o conhecimento científico é obtido de modo racional, conduzido por meio de procedimentos científicos, que visam explicar o "por que" e "como" os fenômenos ocorrem, na tentativa de evidenciar os fatos que estão correlacionados, numa visão mais global do que a relacionada com um simples fato. Além disso, eles destacam que esse conhecimento se distingue dos demais pela forma, método e instrumentos utilizados.

Quanto as suas especificidades, as autoras afirmam ser um conhecimento *contingente*, devido as hipóteses levantadas serem comprovadas ou falseadas através da experimentação; *sistemático*, pois é formado por um sistema de ideias (teorias), não sendo apenas baseado em conhecimentos dispersos e desconexos; *falível*, porque não é definitivo e absoluto, o que o torna *aproximadamente exato*, uma vez que novas pesquisas desenvolvidas podem reformular as propostas já existentes (MARCONI E LAKATOS, 2003, p. 80).

Nesse sentido, Lopes (1999, p. 108) afirma que o domínio do conhecimento científico é necessário, principalmente, para a atuação do indivíduo frente aos argumentos científicos que agem ideologicamente em suas vivências, com vistas a desconstruir pensamentos que parecem ser verdades incontestáveis. Além do mais, Lopes (1993, p. 19) afirma que não se busca uma igualdade entre os saberes populares e científicos, mas a pluralidade dos saberes, considerando-os como possíveis e válidos dentro dos conceitos que abrangem. Com isso, no contexto escolar,

deve ocorrer uma inter-relação entre os saberes, de forma a contribuir para a construção do conhecimento escolar sem os descaracterizar.

### 1. 3 Contextualização no Ensino de Química

A contextualização no ensino de Química vem sendo discutida por muitos autores com base nos PCNs e por meio da aplicação de novas metodologias, dentre as quais pode-se citar: jogos educativos, analogias, utilização de vídeos entre outros. Assim, a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos, seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino (SANTOS, *et al*, 2012, p. 02; SILVA, 2007, p. 10).

Dessa forma, para Santos, *et al* (2012, p. 02) contextualizar é construir significados, para incorporar valores que sejam exemplificados em fatos da realidade vivenciada pelos educandos, com uma abordagem social e cultural, que facilitem o processo de aprendizagem. Sucintamente, trata-se de levar o aluno a entender a importância do conhecimento e aplicá-lo na compreensão dos fatos que o cercam.

Com relação as orientações e aspectos que a definem, Silva (2007, p. 18) aborda três concepções, dentre as quais vale ressaltar aquela que considera a Contextualização como Exemplificação, ou Entendimento, ou Informação do Cotidiano, onde o autor afirma que a função do ensino, nessa perspectiva, é relacionar conhecimentos ligados à vida diária do aluno com conhecimentos científicos. Logo, o ensino é dito contextualizado, quando objetiva que o estudante reconheça a química no seu dia a dia.

Portanto, para se obter um ensino contextualizado de qualidade, é necessário que se relacione os conteúdos de química com o cotidiano dos alunos, com vistas à formação de indivíduos que exerçam o senso crítico, posto que um dos objetivos da química é que o educando reconheça o valor da ciência na busca do conhecimento da realidade objetiva e insiram no cotidiano (BOEING, 2017, p. 19, 20).

No mesmo seguimento, se tem a possibilidade de trabalhar com aulas contextualizadas, abordando as plantas medicinais utilizadas na região Norte, como a *Eleutherine plicata* Herb (marupazinho). Para isso, deve-se considerar que esta pesquisa estabelece os principais constituintes químicos presentes nesta planta, e esses compostos são pertencentes a grupos funcionais estudados no âmbito da química orgânica, e partir dessas considerações se pode propor formas para relacionar esses aspectos e efetivar o diálogo entre os saberes, por meio da contextualização.

#### 1. 4 Descrição da Proposta de Abordagem

A proposta de novas metodologias para o ensino é de suma importância para auxiliar os educandos na construção do conhecimento, esta abordagem visa trabalhar com os aspectos culturais da região, que são essenciais para a aprendizagem, pois apresentam notória contextualização entre a química e o cotidiano dos alunos, e ainda valoriza seus conhecimentos prévios, relacionados as práticas culturais e ao conteúdo abordado.

Portanto, trazer para o âmbito da discussão a temática do uso de plantas medicinais relacionado ao conteúdo de Funções Orgânicas Oxigenadas, sendo trabalhada através da Contextualização, facilita a construção de ideias inovadoras que possibilitem melhorias e perspectivas para o ensino de química, visto que prioriza despertar o pensamento crítico e científico do aluno em relação a Ciência Química e demonstrar o diálogo entre saber popular e conhecimento científico. Assim, a referida proposta de abordagem é para turmas do 3º ano do Ensino Médio, e pode ser desenvolvida em 3 horas/aulas, ficando 1 hora/aula para a Parte I, 1 hora/aula para a Parte II e 1 hora/aula para a Parte III.

##### 1. 4. 1 Parte I: Aula sobre Plantas Medicinais

A aula pode ser iniciada com a apresentação do tema “A Relação entre as Funções Orgânicas Oxigenadas e os Constituintes Químicos Isolados do Marupazinho”, ressaltando que será abordado sobre plantas medicinais e seu uso com fins terapêuticos, bem como sua relação com a Química Orgânica, em seguida pode-se iniciar o diálogo com a turma, através de perguntas como: Alguém já tomou algum chá a base de plantas medicinais? Para quais sintomas você tomou esse chá? Depois de respondida as perguntas, será afirmado que esse ato é chamado de medicina popular, e com auxílio do projetor, pode-se expor através da plataforma Microsoft Power point e vídeos, o cenário das plantas medicinais no Brasil, com foco naquelas utilizadas na região Norte, e assim, aproveitar pra comentar que é uma prática comum de nossos ancestrais, sendo parte de nossa cultura.

Ao término da exposição, pode-se perguntar aos alunos se quando fazem o uso de chás ou infusões desta natureza, estão cientes dos riscos que seu excesso pode trazer, já que ele é utilizado para combater apenas determinados sintomas em detrimento de outros? O que poderia conter nesse chá que faria mal ao organismo? As respostas dos alunos irão demonstrar seus conhecimentos prévios relacionados as práticas culturais e suas vivências.

##### 1. 4. 2 Parte II: Aula sobre o conteúdo de Funções Orgânicas Oxigenadas

Nesta parte, o professor deve ministrar uma aula sobre o conteúdo de Funções Orgânicas Oxigenadas, pode-se usar como recurso didático o projetor, quadro, pincel, dentre outros, e

assim, apresentar os grupos funcionais dos compostos, como identificá-los e diferenciá-los. As funções a serem trabalhadas são: álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, ésteres e éteres, deve-se usar como exemplos estruturas de constituintes químicos presentes na composição de plantas medicinais, como hortelã, boldo, capim-santo e marupazinho. No decorrer do conteúdo, é aconselhável apresentar exemplos bidimensionais, onde os alunos devem identificar as funções, bem como exemplos tridimensionais para avaliar a organização espacial das funções.

#### 1. 4. 3 Parte III: Desenvolvimento da atividade com ênfase no diálogo entre os saberes

Nesta etapa, deve-se apresentar para os estudantes características específicas em relação a planta *Eleutherine plicata* Herb (marupazinho), com ênfase na pesquisa que isolou constituintes químicos de sua composição, os quais estão classificados de acordo com as funções orgânicas trabalhadas na aula anterior. Em seguida, pode-se distribuir as moléculas dos compostos isolados para os alunos, de forma que cada estudante fique responsável por um composto, pode-se repetir a mesma molécula para mais de um aluno. Dizer a eles que devem identificar os grupos funcionais da molécula, realizar uma breve pesquisa na internet para verificar quais os efeitos colaterais da ingestão de produtos à base desse composto, fazer suas anotações, entregar para o professor, que irá avaliar o processo de aprendizagem dos educandos, a considerar os grupos funcionais identificados e as anotações gerais.

Por fim, o profissional responsável por ministrar a aula deverá comentar com os alunos que o objetivo da aula não é banalizar o uso de plantas com fins terapêuticos, e sim ressaltar a importância desses traços culturais, com foco em demonstrar que a pesquisa científica busca trazer embasamentos contundentes, de forma que os educandos compreendam o sentido da aula e possam despertar o pensamento crítico e científico em relação a Ciência Química e consigam estabelecer o diálogo entre os saberes.

## Referências

- BRASIL, *LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2000.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BOEING, H. *A Importância da Contextualização Para o Ensino de Química e Outras Componentes Curriculares da Educação Básica, Ensino Médio*. Universidade do Sul de Santa Catarina: Trabalho de Conclusão de Curso, 2017.
- CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2006.
- CHASSOT, A. *Fazendo Educação em Ciências em um Curso de Pedagogia com Inclusão de Saberes Populares no Currículo*. São Paulo: Química Nova na Escola, n°. 27, pp. 9-12, 2008.
- GONDIM, M. S. C. *A inter-relação entre saberes científicos e saberes populares na escola: uma proposta interdisciplinar baseada em saberes das artesãs do Triângulo Mineiro*. Universidade de Brasília: Dissertação de Mestrado, 2007.
- GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. *Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um trabalho interdisciplinar*. São Paulo: Química Nova na Escola, n°. 30, pp. 3-9, 2008.
- LOPES, A. R. C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. EdUERJ: Rio de Janeiro, 1999.
- LOPES, A. R. C. *Reflexões sobre currículo: as relações entre senso comum, saber popular e saber escolar*. Brasília: Em Aberto, n°. 58, pp. 14-23, 1993.
- MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- NASCIBEM, F. G., VIVEIRO, A. A. *Para além do conhecimento científico: A importância dos saberes populares para o ensino de ciências*. *Interacções*, N°. 39, pp. 285-295, 2015.
- PAZ, G. L.; PACHECO, H. F. *Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região Sudeste de Teresina*. X Simpósio de Produção Científica/IX Seminário de Iniciação Científica, 2010.
- RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O.; WARTHA, E. J. *As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergente*. São Paulo: Química Nova na Escola, v. 32, n°. 3, pp. 169 - 175, 2010.

SANTOS, E. P.; SILVA, B. C. F.; SILVA, G. B. *A Contextualização como Ferramenta Didática no Ensino de Química*. Sergipe: VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, 2012.

SILVA, E. L. *Contextualização no Ensino de Química: Ideias e Proposições de um Grupo De Professores*. Universidade Federal de São Paulo: Dissertação de Mestrado, 2007.

XAVIER, P. M. A.; FLÔR, C. C. C. *Saberes Populares e Educação Científica: Um olhar a partir da literatura na Área de Ensino De Ciências*. Revista Ensaio, v.17, nº. 2, pp. 308-328, 2015.