

UFRRJ  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

DISSERTAÇÃO

**Estudo da Espécie *Varronia curassavica* (Boraginaceae) em Fragmentos da  
Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, com Base no Perfil Químico  
dos Óleos Essenciais**

Rayssa Vicente Nascimento

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**Estudo da Espécie *Varronia curassavica* (Boraginaceae) em Fragmentos da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, com Base no Perfil Químico dos Óleos Essenciais**

RAYSSA VICENTE NASCIMENTO

Sob a Orientação do Professor  
**Marco André Alves de Souza**

e Co-orientação do Professor  
**Pedro Corrêa Damasceno Junior**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestra em Química**, no Programa de Pós-Graduação em Química, Área de Concentração em Química.

Seropédica, RJ  
Dezembro de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N244e Nascimento, Rayssa Vicente, 1995-  
Estudo da Espécie *Varronia curassavica*  
(Boraginaceae) em Fragmentos da Mata Atlântica do  
Estado do Rio de Janeiro, com Base no Perfil Químico  
dos Óleos Essenciais / Rayssa Vicente Nascimento. -  
Nova Iguaçu, 2021.  
112 f.

Orientador: Marco André Alves de Souza.  
Coorientador: Pedro Corrêa Damasceno Junior.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Química, 2021.

1. Estudo de prospecção da espécie *Varronia*  
*curassavica*. I. Alves de Souza, Marco André, 1975-,  
orient. II. Corrêa Damasceno Junior, Pedro, -,  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Química. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**RAYSSA VICENTE NASCIMENTO**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestra em Química**, no Programa de Pós-Graduação em Química, Área de concentração em Química.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 07/12/2021

**Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020**, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Membros da banca:

Marco André Alves de Souza. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

Suzana Guimarães Leitão. Dr<sup>a</sup>. UFRJ

Douglas Siqueira de Almeida Chaves. Dr. UFRRJ



*Emitido em 2021*

**TERMO Nº 1312/2021 - PPGQ (12.28.01.00.00.60)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 09/12/2021 13:36 )*  
DOUGLAS SIQUEIRA DE ALMEIDA CHAVES  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
ICBS (12.28.01.22)  
Matrícula: 1705075

*(Assinado digitalmente em 09/12/2021 20:07 )*  
MARCO ANDRE ALVES DE SOUZA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DBQ (11.39.00.24)  
Matrícula: 2582213

*(Assinado digitalmente em 09/12/2021 12:58 )*  
SUZANA GUIMARÃES LEITÃO  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 929.088.457-68

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número:  
**1312**, ano: **2021**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **09/12/2021** e o código de verificação: **032b98eb94**

## **Agradecimentos**

À CAPES, pelo auxílio financeiro para realização da viagem para o trabalho de campo.  
Ao Programa de Pós-Graduação em Química da UFRRJ pelo apoio logístico.  
Ao Dr. Marco André, pela orientação na área de Produtos Naturais com ênfase em óleos essenciais, pelo apoio dentro e fora da vida acadêmica, e pela grande paciência comigo.

À todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Química.  
Ao Prof. Pedro Damasceno do Programa de Fitotecnia da UFRRJ, pelos auxílios e orientação na área estatística.

Aos alunos do Laboratório de Plantas Mediciniais e Aromáticas da UFRRJ, pela recepção e pelo apoio desde o início do trabalho, em especial a aluna Elizabeth Alves Duarte que sempre foi solícita e estava disposta ajudar.

À todos da empresa Tasty Aromas e Sabores, que de certa forma contribuíram e colaboraram para a realização deste estudo.

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e incentivando meus estudos.

Ao meu noivo, que sempre me lembra das datas e dos meus prazos a serem cumpridos, que me incentiva e me dá forças para prosseguir.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

## RESUMO (GERAL)

NASCIMENTO, Rayssa Vicente. **Estudo da Espécie *Varronia curassavica* (Boraginaceae) em Fragmentos da Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, com Base no Perfil Químico dos Óleos Essenciais.** 2021. p Dissertação (Mestrado em Química, área de Concentração em Química e Avaliação Biológica de Produtos Naturais e Ecologia.). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

Erva baleeira (*Varronia curassavica* Jacq) é uma espécie nativa que ocorre na região da Mata Atlântica, está presente na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS, Brasil) e estudos têm apontado para os efeitos farmacológicos relacionados às substâncias do óleo essencial extraídos das folhas. A ação farmacológica da planta deve-se principalmente à presença de sesquiterpenos  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno, que têm propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e antialérgicas comprovadas. Não existem trabalhos de revisão sobre a erva baleeira focados na variabilidade química dos óleos essenciais, assim como, são poucos os trabalhos avaliando a diversidade química da espécie em seu ambiente natural ou em coleções. Esta dissertação foi dividida em dois capítulos. No primeiro, foi realizada uma revisão de literatura e a análise estatística descritiva e multivariada sobre os óleos essenciais da erva baleeira, a partir de uma amostragem de artigos científicos disponíveis na internet. No segundo capítulo, foi realizado um estudo de campo a partir da prospecção e coleta de material vegetal da erva baleeira no seu ambiente natural (*in situ*) na Região dos Lagos no Estado do Rio de Janeiro, extração e caracterização química dos óleos essenciais e análise estatística dos dados obtidos. Com as informações obtidas neste trabalho foi possível conhecer a variabilidade química e o potencial produtivo dos genótipos de erva baleeira *in situ*. Estas informações são importantes para o especialista em melhoramento de plantas e desenvolvimento de um programa de melhoramento focados na produção de óleos essenciais.

**Palavras-chave:** Botânica Aplicada; erva-baleeira; produto natural; óleo essencial;

### ABSTRACT (GERAL)

NASCIMENTO, Rayssa Vicente. **Study of *Varronia curassavica* (Boraginaceae) in the Rio de Janeiro Mata Atlântica Fragments, Based on the Essential Oils Chemical Profile.** 2021. p Dissertation (Master in Chemistry, Area of Concentration in Chemistry and Biological Evaluation of Natural Products and Ecology.). Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

Wild-sage (*Varronia curassavica* Jacq) is a native species that occurs in the Mata Atlântica region, it is present in the National List of Medicinal Plants of Interest to the Unified Health System (RENISUS, Brazil) and studies have pointed to the pharmacological effects related to essential oil substances extracted from the leaves. The plant's pharmacological action is mainly due to the presence of  $\alpha$ -humulene and  $\beta$ -caryophyllene sesquiterpenes, which have proven anti-inflammatory, analgesic and anti-allergic properties. There are no reviews of wild-sage focused on the chemical variability of essential oils, as well as, few studies evaluating the chemical diversity of the species in its natural environment or in collections. This dissertation was divided into two chapters. In the first, a literature review, descriptive and multivariate statistical analysis on the essential oils of the wild-sage herb were carried out, based on a sampling of scientific articles available on the internet. In the second chapter, a field study was carried out from the prospection and collection of the wild-sage plant material in its natural habitat (in situ) in the Região dos Lagos in the Rio de Janeiro State, essential oil extractions and chemical characterizations and analysis statistics of the data obtained. With the information obtained in this work, it was possible to know the genotypes wild-sage chemical variability and productive potential in situ. This information is important for the specialist in plant improvement and the breeding program development, focused on the essential oils productions.

**KEYWORDS:** Applied botany; wild-sage; natural product; essential oil.



## FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Erva baleeira ( <i>Varrônia curassavica</i> ). Fonte: acervo próprio. ....	15
<b>Figura 2.</b> Distribuição geográfica dos acessos compreendidos por família Boraginaceae (a), gênero <i>Varronia</i> (b) e espécie <i>V. curassavica</i> (c) coletados e registrados em herbários segundo Re flora (2020). Marcador vermelho representa uma amostra da população de exsicatas. ....	18
<b>Figura 3.</b> Principais rotas bioquímicas envolvidas com a produção de substâncias do metabolismo secundário presentes nos óleos essenciais (terpenoides e fenilpropanoides). Fonte: Wei et al. (2021). Disponível em: <a href="https://doi.org/10.3390/molecules26102902">https://doi.org/10.3390/molecules26102902</a> . ....	23
<b>Figura 4.</b> Substâncias químicas observadas nos óleos essenciais de acessos de erva baleeiras, principalmente, hidrocarbonetos de monoterpênos e sesquiterpênos. ....	24
<b>Figura 5.</b> Microscopia de luz mostrando tricomas glandulares globulares, seta cheia, e os reniformes, seta vazia. Adaptado de: Leal-Costa e Amélia (2017), DOI: 10.5935/2446-4775.20170004. Disponível em: <a href="http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revistafitos/article/view/495">http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revistafitos/article/view/495</a> . ....	25
<b>Figura 6.</b> Distribuição dos acessos de erva baleeira utilizados neste trabalho. ....	39
<b>Figura 7.</b> Boxplot com violino para a distribuição de faixas de teores (%) de óleos essenciais dos genótipos de erva baleeira e as diferentes espécies da família Boraginaceae investigados neste trabalho. ....	43
<b>Figura 8.</b> Representação visual com base em gráfico de roscas para as principais substâncias (chemoarrays) encontradas no óleo essencial dos genótipos investigados. ....	45
<b>Figura 9.</b> Gráfico bi-plot em três dimensões para a análise de componentes principais, com base em 35 genótipos e 14 substâncias do óleo essencial com maior contribuição para a variância total. ....	48
<b>Figura 10.</b> Análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA e índice de similaridade baseado na correlação de Pearson, para os genótipos selecionados na literatura. ....	49
<b>Figura 11.</b> Correlação entre as substâncias presentes nos óleos essenciais de erva baleeiras, para os genótipos investigados. ....	51
<b>Figura 12.</b> Identificação geográficas da localidades de coleta dos genótipos de erva baleeira no litoral do Estado do Rio de Janeiro. ....	64
<b>Figura 13.</b> Amostras de erva baleeira prensada com tábua e em papel Kraft, armazenadas na estufa a 36°C. ....	66
<b>Figura 14.</b> Preparação das exsicatas para depósito no Herbário RBR-UFRRJ. ....	67
<b>Figura 15.</b> Sistema de hidrodestilação contendo aparelho de tipo Clevenger modificado. ....	68
<b>Figura 16.</b> Box Plot com violino para a distribuição de faixas de teores (%) de óleos essenciais dos genótipos de erva baleeira consultados da literatura e dos 11 genótipos obtidos experimentalmente a partir de material coletado em campo. ....	72
<b>Figura 17.</b> Representação visual com base em gráfico de roscas para as principais substâncias (chemoarrays) encontradas no óleo essencial de 11 genótipos coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro. ....	79
<b>Figura 18.</b> Distribuição dos constituintes do óleo essencial dos genótipos de erva baleeira em relação aos componentes principais. ....	81
<b>Figura 19.</b> Análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA e índice de similaridade baseado na correlação de Pearson, para os 11 genótipos de erva baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro. ....	81
<b>Figura 20.</b> Box Plot com violino para a distribuição de faixas de concentração das substâncias $\alpha$ -humuleno (A) e $\beta$ -cariofileno (B) nos óleos essenciais dos genótipos de erva baleeira consultados da literatura e dos 11 genótipos obtidos experimentalmente a partir de material coletado em campo. ....	82
<b>Figura 22.</b> Correlação entre algumas substâncias presentes nos óleos essenciais das amostras de erva baleeira. ....	83

## TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Gêneros abrangidos pela família Boraginaceae.....	16
<b>Tabela 2.</b> Espécies abrangidas pelo gênero Varronia.....	17
<b>Tabela 3.</b> Atividades biológicas de produtos naturais extraídos da erva baleeira. ....	20
<b>Tabela 4.</b> Lista dos acessos de erva baleeira, as referências e localidades de origem.....	38
<b>Tabela 5.</b> Teor (%) de óleo essencial em diferentes acessos de erva baleeira.....	41
<b>Tabela 6.</b> Teor (%) de óleo essencial em diferentes espécies da família Boragenaceae. ....	42
<b>Tabela 7.</b> Descrição das principais substâncias encontradas nos óleos essenciais de diferentes genótipos de erva baleeira. ....	44
<b>Tabela 8.</b> Quimiótipos de erva baleeira observados na literatura.....	46
<b>Tabela 9.</b> Valor da Variância acumulada (%) e autovalor.....	47
<b>Tabela 10.</b> Identificação, registro e local de coleta dos genótipos de erva baleeira. ....	65
<b>Tabela 11.</b> Teor (%) de óleo essencial obtido em diferentes amostras coletadas em campo. ....	71
<b>Tabela 12.</b> Caracterização química dos óleos essenciais de 11 genótipos de erva baleeira coletadas na Região dos Lagos, Rio de Janeiro. ....	73
<b>Tabela 13.</b> Descrição das principais substâncias encontradas nos óleos essenciais de 11 genótipos de erva baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro. ....	77
<b>Tabela 14.</b> Quimiótipos de erva baleeira identificados nos 11 genótipos de erva baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro. ....	78
<b>Tabela 15.</b> Valor da variância acumulada (%) e autovalor. ....	80

## LISTA DE ABREVIACOES

PCA- Principal Component Analysis

UPGMA- Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average

Past- Paleontological statistics Software

LABPAM- Laboratrio e Plantas Aromáticas e Medicinais da UFRRJ

RBR- Herbário da UFRRJ

PPGQ- Programa de Ps-graduao em Qumica da UFRRJ

CG-EM- Cromatografia gasosa acoplada ao Espectrmetro de massas

IRL- ndice de Reteno Linear

INEA- Instituto Estadual do Ambiente

SISBIO- Sistema de Autorizao e Informao em Biodiversidade

TR- Tempo de Reteno

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1. Descrição da Planta .....	14
2.2. Classificação e Abrangência .....	15
2.3. Etnobotânica.....	18
2.4. Atividade Biológica.....	19
2.5. Aspectos agronômicos importantes.....	21
2.6. Óleos essenciais.....	23
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	25
3.1. Objetivo Geral.....	25
3.2. Objetivos Específicos.....	25
<b>4. REFERÊNCIAS</b> .....	26
<b>CAPÍTULO I</b> .....	36
<b>Erva-Baleeira: uma breve revisão da literatura quanto ao teor, perfil químico dos óleos essenciais e análise estatística dos dados</b> .....	36
RESUMO:.....	36
ABSTRACT:.....	36
MATERIAL E MÉTODOS: .....	36
1) Revisão de literatura sobre o teor e composição química do óleo essencial de erva baleeira... 36	
2) Tabulação de Dados .....	39
3) Definição de quimiótipos .....	39
4) Análise estatística – fundamento teórico e descrição do método.....	39
CONCLUSÃO: .....	51
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	52
<b>CAPÍTULO II</b> .....	62
<b>Estudo <i>in situ</i> da diversidade química dos óleos essenciais de diferentes genótipos de erva-Baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brasil.</b> .....	62
RESUMO:.....	62
ABSTRACT:.....	62
MATERIAL E MÉTODOS: .....	63
1) Regularização da Atividade de Campo .....	63
2) Coleta dos genótipos de erva baleeira .....	63
3) Preparação de exsiccatas.....	66
4) Extração e quantificação dos óleos essenciais. ....	67
5) Caracterização e quantificação por CG-EM e CG-DIC .....	69
6) Análise estatística.....	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO: .....	70
CONCLUSÃO .....	84
REFÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	84
<b>ANEXOS</b> .....	94
<b>Anexo A.</b> Substâncias presentes nas amostras de óleo essencial de erva baleeira.....	94
<b>Anexo B.</b> Autorização pelo SISBIO para a coleta do material vegetal.....	101
<b>Anexo C.</b> Autorização do INEA para a coleta do material vegetal .....	102
<b>Anexo D.</b> Autorização do SisGen .....	103
<b>Anexo E.</b> Resultado da análise CG-FID das amostras referente ao capítulo 2. ....	104

# 1. INTRODUÇÃO

Fragmentos compreendidos entre o litoral do Nordeste e o Sul do Brasil integram o bioma Mata Atlântica e algumas condições específicas criam regiões ou zonas de alta diversidade. Dentro deste ambiente de grande diversidade a erva baleeira (*Varronia curassavica*) está inserida, sendo uma alternativa para algumas comunidades no tratamento de enfermidades (Matias et al. 2013), principalmente para o tratamento de processos inflamatórios e dores musculares.

O uso tradicional da erva baleeira está associado principalmente às dores musculares. Estudos fitoquímicos apontaram diferentes compostos naturais que apresentam propriedades medicinais, principalmente nas folhas, onde verificou-se a ocorrência de flavonoides, esteroides, saponinas, ácidos fixos, alcaloides, fenóis e compostos voláteis, principalmente mono e sesquiterpenos (Roldão et al., 2008).

A ação anti-inflamatória do óleo essencial é devido ao princípio ativo  $\alpha$ -humuleno, entretanto, existem estudos indicando a ação analgésica e antialérgica relacionadas também ao sesquiterpeno  $\beta$ -cariofileno (Bakir et al., 2008; Fernandes et al., 2007; Sayyah et al., 2003), demonstrando a amplitude das aplicações farmacológicas que podem ser exploradas a partir do óleo essencial da erva baleeira, inclusive, em associação com outros produtos naturais.

Além das propriedades medicinais mencionadas, as folhas e o óleo essencial da erva baleeira podem ser exploradas pelos diferentes setores econômicos, como na indústria de aromas e fragrâncias para a fabricação de temperos e cosméticos, na indústria de química fina para o isolamento de substâncias ou para a síntese de derivados ou, simplesmente, para a comercialização do óleo essencial (Carvalho, Estevinho e Santos, 2016; Edris, 2007; Iris Lange, 2012; Queiroz, 1993)

Pouco são os relatos que tratam sobre a diversidade intraespecífica do perfil químico do óleo essencial, que está associada a diferenças genéticas, ou seja, a presença de espécimes de erva-baleeira que apresentam dois ou mais quimiotipos bem definidos, como também, aquelas decorrentes das variações nas condições de cultivo, como: luminosidade, temperatura, fotoperíodo, seca, estresse salino, adubação, idade da planta, horário de colheita que, do mesmo modo, provocam variações na qualidade química do material vegetal (Gobbo-Neto e Lopes, 2007; Lima, Kaplan e Cruz, 2003; Sangwan et al., 2001)

Entretanto é de extrema importância realizar estudos que visam buscar materiais genéticos que possuem potenciais farmacológicos com concentrações de substâncias bem

definidas, a fim de criar coleções *ex situ* contendo genótipos de valor agrônomo com estabilidade do perfil químico e produção de óleo essencial, que podem ser explorados economicamente.

Neste contexto, o presente trabalho foi conduzido em dois capítulos, o primeiro com a finalidade de conhecer as informações disponíveis na literatura sobre o óleo essencial de erva baleeira e descrevê-las estatisticamente. No segundo capítulo, foi realizada a prospecção e coleta da erva baleeira em seu ambiente natural, em fragmentos da Mata Atlântica na Região dos Lagos no Estado do Rio de Janeiro, com o objetivo de conhecer a diversidade química e o potencial produtivo da espécie *in situ*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Descrição da Planta

A espécie *Varronia curassavica* (**Figura 1**) também foi descrita pelos sinônimos *Cordia curassavica* Jacq. e *Cordia verbenacea* DC. A espécie é conhecida popularmente pelos sinônimos erva-de-baleeira, cordia, maria-preta, maria-milagrosa, na língua espanhola como oregano-cimarrón e inglesa como wild-sage. De acordo com Joly (1983) e Marques *et al.*, (2019) a *V. curassavica* é uma planta herbácea de porte arbustivo, perene, de folhas simples, alternadas, coriáceas, aromáticas, com uma faixa de comprimento de 5-10 cm; suas inflorescências terminais são em espiga (ou escorpioides) com flores brancas e vistosas; com frutos cariopses esféricas vermelhas quando maduras. Quanto ao órgão reprodutivo, Junior (2011) descreve com maior detalhe que as flores podem ser pentâmeras radiais ou zigomorfas, hermafroditas, diclamídeas, possuindo aspecto corola gamopétala, sendo às vezes bilabiada. Descreve ainda que o androceu é formado por cinco estames, alternados com os lobos da corola. Ovário súpero, bicarpelar, bilocular, cada lóculo contendo dois óvulos, além de possuir frutos esquizocarpos ou drupáceos.



**Figura 1.** Erva baleeira (*Varronia curassavica*). Fonte: acervo próprio.

## 2.2. Classificação e Abrangência

Inicialmente a família Boraginaceae foi dividida em quatro subfamílias: Ehretioideae, Cordioideae, Heliotropioideae e Boraginoideae. Entretanto estudos filogenéticos recentes baseados em dados moleculares demonstraram que essa família é um grupo parafilético, gerado através da junção de alguns táxons descendentes de um mesmo ancestral. Assim, a ordem Boraginales foi criada para acomodar uma única família, a Boraginaceae, abrangendo as antigas famílias Boraginaceae, Codonaceae, Cordeaceae, Ehretiaceae, Lennoaceae, Wellstediaceae, Heliotropaceae, Hydrophyllaceae e o Namaceae, tornando bem complexa a descrição desse grupo, devido a sua grande diversidade (Chase *et al.*, 2016). Na **Tabela 1** estão disponíveis a relação de gêneros abrangidos pela família Boraginaceae.

**Tabela 1.** Gêneros abrangidos pela família Boraginaceae.

Gênero *									
<i>Actinocarya</i>	a,b	<i>Coldenia</i>	a,b,c	<i>Heliotropium</i>	a,b,c	<i>Miyosotis</i>	c	<i>Psilolaemus</i>	a
<i>Adelinia</i>	b	<b><i>Cordia</i></b>	a,b,c	<i>Hesperochiron</i>	a,b	<i>Moltkia</i>	a,b,c	<i>Pulmonaria</i>	a,b,c
<i>Adelocaryum</i>	a,b	<i>Cortesia</i>	c	<i>Heterocaryum</i>	a,b,c	<i>Moltkiopsis</i>	a,b	<i>Rhabdia</i>	c
<i>Aegonychon</i>	a,b	<i>Craniospermum</i>	a,b	<i>Hilgeria</i>	a	<i>Moritzia</i>	a,b,c	<i>Rindera</i>	a,b,c
<i>Afrotysonia</i>	a,b	<i>Creomatoma</i>	c	<i>Hilsenbergia</i>	a	<i>Myosotidium</i>	a,b	<i>Rochefortia</i>	a,b,c
<i>Alkana</i>	a,b,c	<i>Crucicaryum</i>	a,b	<i>Hoplestigma</i>	a,b	<i>Myosotis</i>	a,b	<i>Rochelia</i>	a,b
<i>Allocarya</i>	c	<i>Cryptantha</i>	a,b,c	<i>Howellanthus</i>	a	<i>Myriopus</i>	a,b,c	<i>Romanzoffia</i>	a,b
<i>Amblynotus</i>	a,b	<i>Cynoglossopsis</i>	a,b	<i>Hydrolea</i>	c	<i>Nama</i>	a,b,c	<i>Rotula</i>	a,b,c
<i>Amphibologyne</i>	a,b	<i>Cynoglossum</i>	a,b,c	<i>Hydrophyllum</i>	a,b,c	<i>Neatosama</i>	c	<i>Saccellium</i>	c
<i>Amsinckia</i>	a,b,c	<i>Cynoglottis</i>	a,b	<i>Ivanjohnstonia</i>	b	<i>Neatostema</i>	a,b,c	<i>Sauria</i>	b
<i>Anchusa</i>	a,b,c	<i>Cystostemon</i>	a,b	<i>Ixorhea</i>	a,b,c	<i>Nemophila</i>	a,b	<i>Schleidenia</i>	c
<i>Ancistrocarya</i>	a,b	<i>Dasynotus</i>	a,b	<i>Johnstonella</i>	b	<i>Nesocaryum</i>	a,b	<i>Selkirkia</i>	a,b,c
<i>Andersonglossum</i>	b	<i>Decalepidanthus</i>	b	<i>Kuschakewiczia</i>	a	<i>Nihon</i>	b	<i>Sericostoma</i>	a
<i>Anoplocaryum</i>	a,b	<i>Draperia</i>	a,b	<i>Lapidocordia</i>	c	<i>Nogalia</i>	a,b	<i>Setulocarya</i>	a
<i>Antiotrema</i>	a,b	<i>Echinosperrum</i>	a,c	<i>Lappula</i>	a,b,c	<i>Noglossum</i>	c	<i>Sinojohnstonia</i>	a,b
<i>Antiphytum</i>	a,b,c	<i>Echiochilon</i>	a,b	<i>Lasiarrhenum</i>	a	<i>Nomosa</i>	a	<i>Solenanthus</i>	a,b,c
<i>Antrophora</i>	c	<i>Echiostachys</i>	a,b	<i>Lasiocaryum</i>	a,b	<i>Nonea</i>	a,b,c	<i>Stenosolenium</i>	a,b
<i>Argusta</i>	c	<i>Echium</i>	a,b,c	<i>Lennea</i>	a,b	<i>Ogastemma</i>	a,b	<i>Suchtelenia</i>	b
<i>Arnebia</i>	a,b,c	<i>Ehretia</i>	a,b,c	<i>Lepechiniella</i>	a,b	<i>Omphalodes</i>	a,b,c	<i>Symohytum</i>	a,b,c
<i>Asperugo</i>	a,b,c	<i>Eliotropium</i>	c	<i>Lepidocordia</i>	a,b,c	<i>Omphalolappula</i>	b	<i>Thammatocaryon</i>	a,b,c
<i>Austrocynoglossum</i>	a,c	<i>Elizaldia</i>	c	<i>Lindelofia</i>	a,b	<i>Omphalotrigonotis</i>	a,b	<i>Thyrocarpus</i>	a,b,c
<i>Auxemma</i>	c	<i>Ellisia</i>	a,b	<i>Lithocardium</i>	a,c	<i>Oncaglossum</i>	b	<i>Tianschaniella</i>	b
<i>Benthamia</i>	a	<i>Embadium</i>	a,b	<i>Lithodora</i>	a,b,c	<i>Onosma</i>	a,b,c	<i>Tiquilia</i>	a,b,c
<i>Borago</i>	a,b,c	<i>Emmenanthe</i>	a,b	<i>Lithospermum</i>	a,b,c	<i>Onosmodium</i>	a,c	<i>Tornefortia</i>	a,b,c
<i>Borraginoides</i>	c	<i>Eremocarya</i>	b	<i>Lobostemon</i>	a,b	<i>Oreocarya</i>	a,b,c	<i>Trachelanthus</i>	b
<i>Bothriospermum</i>	a,b,c	<i>Eriodictyon</i>	a,b	<i>Lycopsis</i>	c	<i>Paracaryum</i>	a,b	<i>Trachystemon</i>	a,b,c
<i>Bourreria</i>	a,b,c	<i>Eritrichium</i>	a,b,c	<i>Macromeria</i>	a,c	<i>Paramoltkia</i>	a,b	<i>Tricardia</i>	a,b
<i>Brachybotrys</i>	a,b	<i>Eucrypta</i>	a,b	<i>Macrotomia</i>	a	<i>Pardoglossum</i>	a,b,c	<i>Trichodesma</i>	a,b,c
<i>Brandella</i>	a,b	<i>Euploca</i>	a,b,c	<i>Maharanga</i>	a,b	<i>Patagonica</i>	a	<i>Trigonocaryum</i>	b
<i>Brunnera</i>	a,b	<i>Gastrocotyle</i>	a,b	<i>Mairetis</i>	b	<i>Patagonula</i>	c	<i>Trigonotis</i>	a,b,c
<i>Buglossoides</i>	a,b,c	<i>Genre</i>	c	<i>Mansoa</i>	c	<i>Pectocarya</i>	a,b,c	<i>Turricula</i>	a,b
<i>Caccinia</i>	a,b	<i>Gerascanthos</i>	c	<i>Mattiastrum</i>	a,b,c	<i>Pentaglottis</i>	a,b,c	<i>Umburanas</i>	c
<i>Carmona</i>	c	<i>Glandora</i>	a,b	<i>Melanortocarya</i>	b	<i>Pentalophus</i>	a	<b><i>Varronia</i></b>	a,b,c
<i>Cerdana</i>	c	<i>Goldenia</i>	c	<i>Memoremea</i>	b	<i>Phacelia</i>	a,b,c	<i>Vaupelia</i>	a
<i>Cerinth</i>	a,b,c	<i>Greeneocharis</i>	b	<i>Mertensia</i>	a,b,c	<i>Pholisma</i>	a,b	<i>Viticella</i>	a
<i>Cerinth</i>	a,b	<i>Gyrocarium</i>	a,b	<i>Messerschmidia</i>	a,c	<i>Pholistoma</i>	a,b	<i>Wellstedtia</i>	a,b
<i>Cerinthodes</i>	a	<i>Hackelia</i>	a,b,c	<i>Microcaryum</i>	a,b	<i>Plagiobothrys</i>	a,b,c	<i>Wigandia</i>	a,b
<i>Chionocharis</i>	a,b	<i>Halacsya</i>	a,b	<i>Microparacaryum</i>	a,b	<i>Podonosma</i>	b		
<i>Chorianta</i>	a,b	<i>Halgania</i>	b,c	<i>Microula</i>	a,b	<i>Pontechium</i>	a,b		
<i>Codon</i>	a,b	<i>Harpagonella</i>	a,b,c	<i>Miltitzia</i>	a	<i>Preslaea</i>	c		
<i>Cohiba</i>	a	<i>Helicocarya</i>	b	<i>Mimophytum</i>	a,b,c	<i>Pseudoheterocaryum</i>	a,b		

\* Informações disponíveis e acessadas em fevereiro de 2020 nos bancos de dados da The Plant List (a), The Plant Of The World (b) e Reflora (c).

Anteriormente, o gênero *Varronia* era descrito como um subgênero do gênero *Cordia*, porém, evidências morfológicas e moleculares concorreram para que táxon fosse, recentemente, atualizado para o gênero *Varronia*, neste contexto, a espécie *Cordia verbenaceae* passou a ser descrita como *Varronia curassavica* Jacq; Após uma breve pesquisa, foi possível verificar a



existência 117 espécies descritas como sendo do gênero *Varronia* (Reflora, 2020; Plants Of The World, 2020 e The Plant List, 2020), os quais estão reunidos e apresentados na **Tabela 2**.

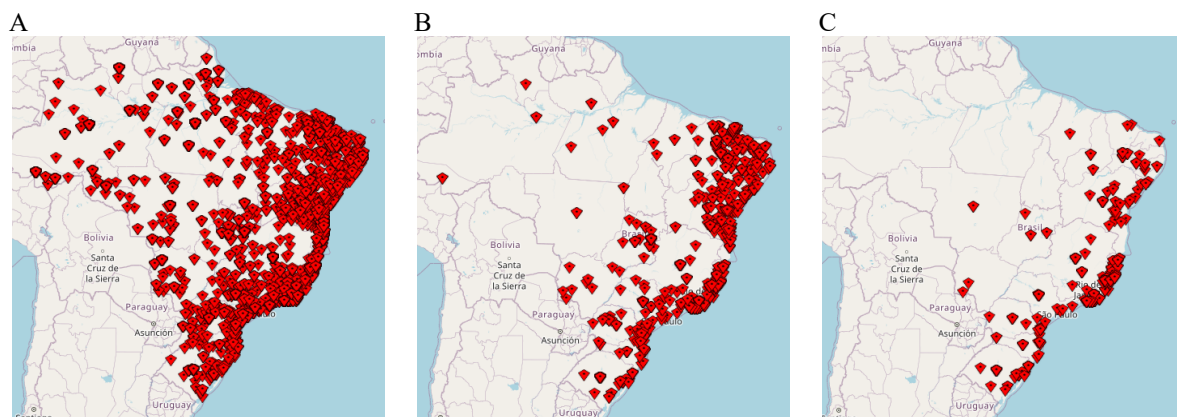
**Tabela 2.** Espécies abrangidas pelo gênero *Varronia*.

Espécie		Fonte*	
<i>Varronia lantanifolia</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia microphylla</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia lantanooides</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia mirabiloides</i>	<sup>a,c</sup>
<i>Varronia lauta</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia moensis</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia laxiflora</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia mollis</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia lenis</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia mollissima</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia leptoclada</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia monosperma</i>	<sup>a,c</sup>
<i>Varronia eucocalyx</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia multicapitata</i>	<sup>b</sup>
<i>Varronia leucocephala</i>	<sup>a,c</sup>	<i>Varronia multispicata</i>	<sup>a,b,c</sup>
<i>Varronia leucomalla</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia munda</i>	<sup>b</sup>
<i>Varronia leucomalloides</i>	<sup>a,b,c</sup>	<i>Varronia anashii</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia leucophlyctis</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia neowediana</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia lima</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia nesophila</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia limicola</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia nipensis</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia linearis</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia nivea</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia lineata</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia oaxacana</i>	<sup>a,b,c</sup>
<i>Varronia linnaei</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia obliqua</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia lippoides</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia oligodonta</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia longifolia</i>	<sup>a,c</sup>	<i>Varronia oxyphylla</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia longipedunculata</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia paniculata</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia lucayana</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia paraguariensis</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia macrocephala</i>	<sup>a,b,c</sup>	<i>Varronia parviflora</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia macrodonta</i>	<sup>a,b</sup>	<i>Varronia passa</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia macrostachya</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia patens</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia mariana</i>	<sup>c</sup>	<i>Varronia paucidentata</i>	<sup>a,b,c</sup>
<i>Varronia mariguitensis</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia pauciflora</i>	<sup>a</sup>
<i>Varronia marioniae</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia pedunculosa</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia martinicensis</i>	<sup>a,b,c</sup>	<i>Varronia perroyana</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia mayoi</i>	<sup>a,b,c</sup>	<i>Varronia peruviana</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia mexicana</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia picardae</i>	<sup>a,b</sup>
<i>Varronia microcephala</i>	<sup>a</sup>	<i>Varronia pilulifera</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia podocephala</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia poeppigii</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia poliophylla</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia polyantha</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia polycephala</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia polystachya</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia portoricensis</i>	<sup>b</sup>
		<i>Varronia pringlei</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia pyrifolia</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia revoluta</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia riparia</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia roraimae</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia rosei</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia rotundifolia</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia rugosa</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia upicola</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia rusbyi</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia salicina</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia salviifolia</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia sangrinaria</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia sauvallei</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia scaberrima</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia schomburgkii</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia scouleri</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia selleana</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia serrata</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia sessilifolia</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia setigera</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia setulosa</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia shaferi</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia sinensis</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia sphaerocephala</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia spicata</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia spinescens</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia stellata</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia stenostachya</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia steyermarkii</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia striata</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia subtruncata</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia suffruticosa</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia tabogensis</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia taguahyensis</i>	<sup>c</sup>
		<i>Varronia tarodae</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia toaensis</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia tobagensis</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia tomentosa</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia truncata</i>	<sup>a,b,c</sup>
		<i>Varronia tuberosa</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia ulmifolia</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia urticacea</i>	<sup>a</sup>
		<i>Varronia urticifolia</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia utermarkiana</i>	<sup>a,b</sup>
		<i>Varronia Vargasii</i>	<sup>b</sup>
		<i>Varronia vasqueziana</i>	<sup>b</sup>
		<i>Varronia verbenacea</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia villicaulis</i>	<sup>a,c</sup>
		<i>Varronia wagnerorum</i>	<sup>a,b</sup>

\* Informações disponíveis e acessadas em fevereiro de 2020 nos bancos de dados da The Plant List (a), Plant Of The World (b) e Reflora (c).

A distribuição geográfica de acessos de espécies pertencentes à família Boraginaceae coletados e registrados em herbários no Brasil pode ser observada na **Figura 2a**. Segundo as informações disponíveis no banco de dados do site da Reflora foram depositadas mais de 2500 exsicatas até o primeiro semestre do ano de 2020 referentes ao gênero *Varronia* (**Figura 2b**) e mais de 800 exsicatas de *V. curassavica* (**Figura 2c**) (Reflora, 2020). Segundo Marques et al.

(2019) apesar da *V. curassavica* ser amplamente distribuída na América do Sul existem ocorrências registradas na América Central e México.



**Figura 2.** Distribuição geográfica dos acessos compreendidos por família Boraginaceae (a), gênero *Varronia* (b) e espécie *V. curassavica* (c) coletados e registrados em herbários segundo Refflora (2020). Marcador vermelho representa uma amostra da população de exsicatas.

### 2.3. Etnobotânica

Os relatos históricos sobre as plantas aromáticas e medicinais são bem extensos, assim como, a estrita ligação Homem-Plantas. Civilizações antigas armazenaram um vasto conhecimento sobre a utilização das plantas, inclusive quanto aos poderes curativos, que hoje são de grande importância para a medicina (Figueiredo et al., 2014). As queimas de plantas aromáticas, utilizadas em rituais com finalidades curativas, geravam uma fumaça perfumada, ou com perfume, que tem origem no latim “*per fumum*” cujo significado é ‘através da fumaça’, e que descreve na origem que o perfume das plantas exibiam propriedades curativas (ANDREI e COMUNE, 2006).

A utilização da erva baleeira no Brasil faz parte do conhecimento tradicional, principalmente nas comunidades tradicionais denominadas caiçaras, formadas a partir da descendência dos indígenas e dos colonizadores europeus que habitavam o litoral do Brasil, transferindo conhecimentos acumulados durante longos períodos de interações com a natureza (ARAUJO, 2007). Existem estudos em comunidades caiçaras no litoral sul do Rio de Janeiro e no Litoral de São Paulo sobre a utilização da baleeira como planta medicinal, no alívio de dores e contusões musculares (ARAUJO, 2007; Borges e Peixoto, 2009; Brito e Senna-Valle, 2011).

Em 1989, Victor Siaulys, presidente do conselho de administração de uma importante empresa farmacêutica, sofreu uma contusão no joelho durante uma partida de futebol em Mongaguá, no litoral de São Paulo, Brasil, e obteve alívio a partir do tratamento com a erva

baleeira (Natércia, 2005), indicada por moradores locais, dando início a uma longa e significativa jornada em buscas de respostas para os efeitos terapêuticos causados pela erva usada.

O resultado positivo para o tratamento convencional conduziu para uma parceria público-privada, entre a empresa farmacêutica (Ache, Brasil) e universidades públicas como, a Universidade Estadual de Campinas, Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Federal de Santa Catarina, envolvendo ao longo de dez anos um investimento milionário para o desenvolvimento de um fitoterápico (Natércia, 2005), lançado ao mercado em 2005, na forma de gel e depois aerossol, nomeado comercialmente por Acheflan (Calixto e Junior, 2008). As patentes relacionadas ao projeto de desenvolvimento e os produtos foram depositadas no INPI, no ano de 2002 o laboratório Aché realizou o depósito n° BR 1220140008287, n° PI 0203068-3, n° BR 1220140008074, n° PI 0203067-5, e em 2003 n° PI03006000, e em 2015 a Universidade Estadual de Campinas também realizou um depósito n° BR1020150124384.

O medicamento fitoterápico Acheflan® possui em sua fórmula 5,0 mg de óleo essencial de *Varronia curassavica* (sn. *Cordia verbenacea* DC.) por grama de creme ou aerossol (equivalente a 0,130 mg de  $\alpha$ -humuleno) segundo dados retirados da própria bula dos medicamentos (Ache, 2020). Entretanto outro componente químico comum de ser encontrado no óleo essencial, o  $\beta$ -cariofileno, possui propriedades semelhantes ao  $\alpha$ -humuleno e contribui para a ação anti-inflamatória (Fernandes *et al.*, 2007; Sayyah *et al.*, 2003).

#### 2.4. Atividade Biológica

As plantas aromáticas e os óleos essenciais têm sido utilizados tradicionalmente por populações de todos os continentes no controle de diversas doenças e pragas, além de representar uma fonte importante de produtos naturais biologicamente ativos, muitos dos quais se constituem modelos para síntese de um grande número de fármacos (Adorjan e Buchbauer, 2010; Iris Lange, 2012; Raut e Karuppayil, 2014).

O potencial para o uso das plantas aromáticas e os seus óleos é enorme e ainda pouco explorado no Brasil, todavia os estudos acadêmicos tem se intensificado na busca por produtos naturais que possam ser eficientes para a higiene e saúde humana, animal e agropecuária de modo geral (Adorjan e Buchbauer, 2010; Bakkali *et al.*, 2008; Edris, 2007; Isman, 2000; Koul, Walia e Dhaliwal, 2008). Principalmente, porque os governos têm estimulado a utilização de fitoterápicos na saúde pública (Brasil, 2006), onde atualmente a erva baleeira foi inserida na

segunda edição do formulário de fitoterápico na farmacopeia brasileira com orientações para auxiliar no alívio de sintomas decorrentes de processos inflamatórios (ANVISA, 2021).

Outro fator que têm estimulado os estudos com óleos essenciais é a busca por inseticidas, fungicidas e bactericidas de origem vegetal (**Tabela 3**) que apresentam baixo impacto sobre a natureza e a saúde humana, servindo como uma alternativa ao uso de agrotóxicos na agropecuária (Wezel *et al.*, 2014).

**Tabela 3.** Atividades biológicas de produtos naturais extraídos da erva baleeira.

Propriedade	Produto	Referências
Antiprotozoária	Óleo Essencial	(Carvalho Castro, De <i>et al.</i> , 2019; Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018; Silva <i>et al.</i> , 2019)
Inseticida	Óleo Essencial	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019)
Antifúngica	Óleo Essencial	(Hernández <i>et al.</i> , 2014, 2015; Nizio <i>et al.</i> , 2015)
Antibacteriana	Óleo Essencial	(Hernández <i>et al.</i> , 2014, 2015; Matias <i>et al.</i> , 2016)
Antioxidante	Extrato supercrítico/ Hidroalcólico	(Michielin <i>et al.</i> , 2011)
Antibiótica	Óleo Essencial	(Carvalho <i>et al.</i> , 2017; Matias <i>et al.</i> , 2010)
Antitumoral	Extrato supercrítico	(Parisotto <i>et al.</i> , 2012)

Erva-baleeira tem sido alvo de várias pesquisas de cunho biológico devido ao sucesso do fitoterápico Acheflan, entretanto, esta espécie apresenta outras propriedades biológicas interessantes em vários aspectos. A ação larvicida e efeito de deterrência alimentar foram relatadas para o óleo essencial das folhas de erva baleeira contendo principalmente  $\beta$ -terpineno,  $\alpha$ -pineno e sabineno (Gómez, Witte e Hartmann, 1999). Quatro naftoquinonas (cordiaquinonas) extraídas de erva baleeira apresentaram potencial tóxico contra larvas do mosquito *Aedes*, transmissor da febre amarela, entretanto, não foram consideradas substâncias promissoras uma vez que foram menos ativas do que o grupo controle (Ioset *et al.*, 2000).

Mais recentemente, estudos com tripanosomatídeos como, por exemplo, o *Phytomonas serpens* de interesse agrônomico, demonstraram a ação antiprotozoária do óleo essencial de sete genótipos de erva baleeira, cada um deles constituído por um componente majoritário diferente, sendo o genótipo rico em Germacreno D o que apresentou menor IC<sub>50</sub> (13,94  $\mu$ g/ml); a análise de microscopia por fluorescência apontou uma alta permeabilidade plasmática deste protozoário quando submetido ao óleo essencial (Silva *et al.*, 2019).

Apesar de alguns autores observarem baixa atividade inibitória do óleo essencial de erva baleeira (quimiótipo  $\alpha$ -careno/limoneno) contra o caruncho do feijão, *Callosobruchus maculatus* (Alves *et al.*, 2015), outros autores apontaram para resultados promissores. Por exemplo, o óleo essencial de erva baleeira (quimiótipo  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -humuleno) apresentou ação repelente contra formigas do gênero *Dorymyrmex* (Oliveira *et al.*, 2019). Também foi descrita a ação do óleo essencial de erva baleeira como antifúngico de interesse fitossanitário, ao inibir em 75% o crescimento micelial do fungo *Losiodiplodia theobromae*, após 96 horas de incubação com óleo essencial rico em triciclono e canfeno (Nizio *et al.*, 2015).

Estudos com atividade antimicrobiana demonstram que o óleo essencial de erva baleeira é ativo contra bactérias gram-positiva como *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis* apresentando MIC de 170 $\mu$ g /ml e 200 $\mu$ g/ml respectivamente, quando avaliados em testes *in vitro* (Meccia *et al.*, 2009). Apesar de o óleo essencial ser ativo frente bactérias gram-positivas, quando estes são avaliados frente a bactérias gram-negativas (ex. *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *K. pneumoniae* e *Salmonella sp.*) estas se apresentam resistentes em elevadas concentrações dos óleos essenciais (Carvalho *et al.*, 2004).

O óleo essencial de *V. curassavica* foi também avaliado frente a diversas fases do ciclo reprodutivo do carrapato *Rhiphicephalus microplus* e apresentou uma eficácia de 96% de mortalidade das fêmeas engorgitadas na concentração de 25 mg/ml e baixa atividade larvicida (59%) (Castro *et al.*, 2019).

## 2.5. Aspectos agronômicos importantes

A erva baleeira é um arbusto perene, possui crescimento rápido podendo alcançar até dois metros de altura, suas folhas são compridas ásperas e com um odor forte (Akisue *et al.*, 1983). Marques e Brites (2005) observaram que pássaros de diversas espécies realizavam a dispersão das sementes de erva baleeira ao se alimentarem dos frutos já maduros, quando apresentavam uma coloração avermelhada. A propagação da erva baleeira ocorre naturalmente por sementes, gerando espécimes com grande variabilidade na produção de metabólitos devido à segregação genética (Mendes *et al.*, 2014).

A reprodução sexuada dessa espécie é caracterizada como alógama, pois possuem um sistema de incompatibilidade que impedem a autofecundação (Brandão *et al.*, 2015). Segundo Mendes, Martins e Figueiredo (2013) a alogamia possibilita maior flexibilidade da estrutura genética, permitindo melhor adaptação às mudanças de longo alcance no ambiente que a espécie está sujeita. Deste modo, no ambiente natural, a reprodução por sementes garante a conservação

e preservação da base genética da espécie no meio ambiente, servindo de base para estudos de seleção de genótipos que apresentam vantagens agronômicas.

Caso a propagação seja por sementeira, Junior (2000) recomenda o uso de sementes viáveis com os frutos já maduros de coloração avermelhada. Segundo o autor, as sementes germinam em um intervalo que varia entre oito e cinquenta dias após a sementeira, considerando como provável causa da amplitude de tempo de germinação os diferentes graus de dormência associados às sementes. Figueira e colaboradores (2001) verificaram que a taxa de germinação das sementes de *Varronia curassavica* é de aproximadamente 78%.

A reprodução por estaquia proporciona vantagens agronômicas importantes para os setores produtivos e os segmentos industriais, como uniformidade de produção e estabilidade na qualidade dos produtos naturais obtidos (Mendes *et al.*, 2014). Entretanto, a propagação vegetativa da erva baleeira por estaquia possui baixo enraizamento (52,5%) (Mendes *et al.*, 2014), por isso é comum a utilização de pré-tratamento com auxinas, para promoverem melhor percentual de enraizamento (Caye *et al.*, 2020; Lameira, Pinto e Arrigoni-Blank, 1997). Para a propagação por estaquia, recomenda-se que o substrato utilizado seja poroso, homogêneo, bem drenado, isento de patógenos, ter baixa densidade e viabilidade econômica, possibilitando que a base para as estacas obtenha um bom suprimento de água e boa aeração (Mendes *et al.*, 2014). A melhor época para o início da propagação das estacas no campo é o período mais chuvoso e a colheita pode ser realizada um ano após o plantio (Blanco, 2013; Hartwig, Rodrigues e Junior, 2020; Ribeiro e Diniz, 2008).

Em relação ao solo a erva baleeira não é muito exigente, porém tem um desenvolvimento mais eficiente em solos com pH entre 4,0 e 5,5 possuindo um rápido crescimento, podendo ocorrer em áreas de elevada exposição solar e até mesmo em condições de sombra ocasionada por meio de outras espécies (Ribeiro e Diniz, 2008). O espaçamento adequado para o plantio de erva baleeira destinado a produção de folhas e óleos essenciais é de aproximadamente um metro entre linhas e meio metro entre plantas (Brandão *et al.*, 2017). Recomenda-se a correção da acidez e a reposição de nutrientes, principalmente nitrogênio, potássio e fósforo, pois, a deficiência destes acarreta quedas nas produções de folhas (Parisotto *et al.*, 2012), conseqüentemente na produção de óleos essenciais.

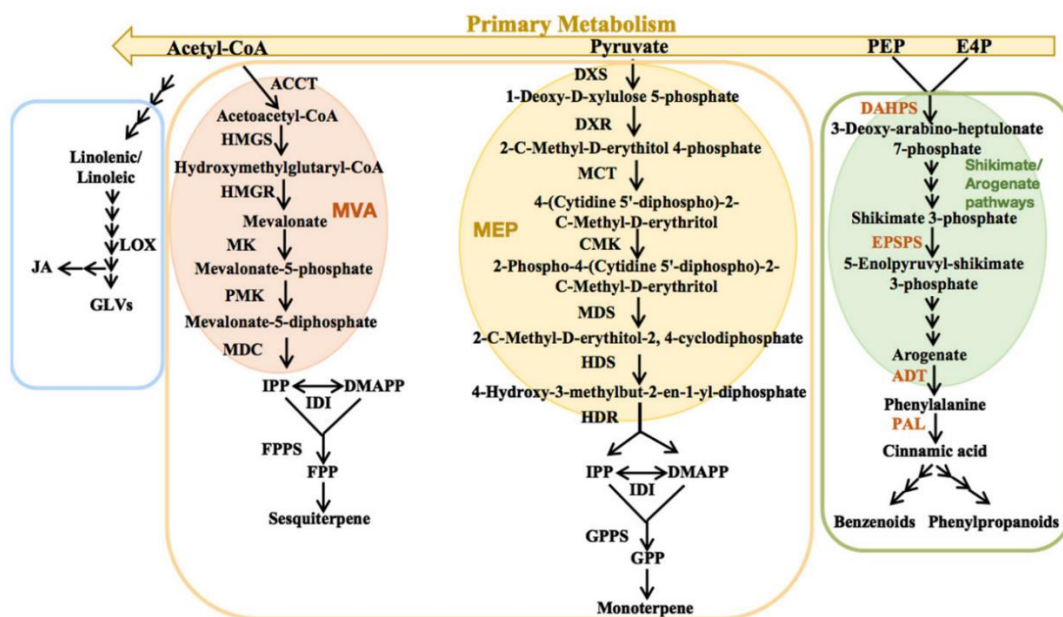
Há poucos relatos sobre o manejo adequado à erva baleeira e as informações disponíveis, em geral, citam sistemas apropriados ao cultivo de monoculturas que são vulneráveis às pragas e doença. Por exemplo, a plantação de erva baleeira no município de Jáu em São Paulo, apresentou infestação de *Dictyla monotropedia*, percevejo sugador de seiva do

floema que causa encarquilhamento, seguido de amarelecimento e queda de folhas (Rosa *et al.*, 2008).

Uma área de cultura da baleeira com genótipos tipicamente selecionados e plantas com mais de três anos podem chegar a produzir 16.000 Kg de biomassa por hectare em um ano, suprindo uma produção de 10 kg de óleo essencial, e com a escolha dos melhores genótipos e especializações das técnicas de cultivo pode-se chegar a obter 25 kg de óleo por hectare ao ano (Morandi, 2009), e atualmente o valor comercial do óleo essencial pode chegar à 2.500 reais o litro (Legeé, 2021).

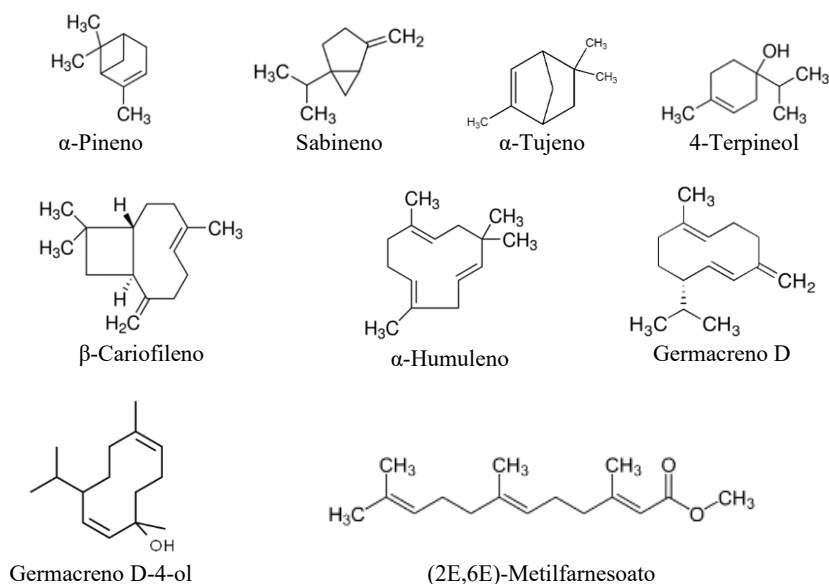
## 2.6. Óleos essenciais

Óleos essenciais são produtos obtidos das plantas, principalmente através da destilação com arraste de vapor de água. O produto é definido pela técnica de obtenção conforme estabelecido pela Organização Internacional de Normalização (ISO-9235, 2013). O óleo essencial é uma mistura de substâncias químicas com estruturas moleculares diversificadas, principalmente fenilpropanoides e/ou terpenoides (**Figura 3**), além de uma variedade de hidrocarbonetos alifáticos, ácidos, álcoois, aldeídos, ésteres e outros, que apresentam baixa massa molecular e reduzida solubilidade em água, além disso, podem apresentar instabilidade em contato com a luz, calor e ar (Dewick, 2002; Maffei, Gertsch e Appendino, 2011).



**Figura 3.** Principais rotas bioquímicas envolvidas com a produção de substâncias do metabolismo secundário presentes nos óleos essenciais (terpenoides e fenilpropanoides). Fonte: Wei *et al.* (2021). Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26102902>.

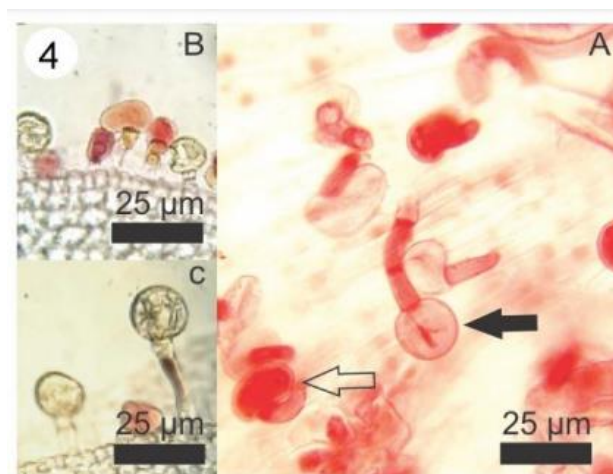
Os óleos essenciais podem ser obtidos de espécies vegetais de vários táxons e a partir de diferentes órgãos, em quantidades e qualidades que contrastantes dentro e entre as espécies (Baser e Buchbauer, 2010). Algumas substâncias encontradas nos óleos essenciais de erva baleeira, podem ser observadas na **Figura 4 e Anexo A**.



**Figura 4.** Substâncias químicas observadas nos óleos essenciais de acessos de erva baleeiras, principalmente, hidrocarbonetos de monoterpênos e sesquiterpênos.

A produção, liberação e o armazenamento (secreção) das substâncias voláteis contida nas plantas ocorrem em tecidos especializados, como é o caso do idioblastos, ou através de estruturas diferenciadas, como no caso de tricomas, bolsas, canais variando de acordo com a família (Simões e Schenkel, 2002). Os idioblastos, as cavidades e os canais secretores são estruturas de secreção interna, enquanto os tricomas são estruturas glandulares externas. Estudos relatam que os tricomas glandulares globulares são os locais de produção e armazenamento do óleo essencial da família Boraginaceae (**Figura 5**) (Feijó, Oliveira, de e Costa, 2014; Ventrella e Marinho, 2008).





**Figura 5.** Microscopia de luz mostrando tricomas glandulares globulares, seta cheia, e os reniformes, seta vazia. Adaptado de: Leal-Costa e Amélia (2017), DOI: 10.5935/2446-4775.20170004. Disponível em: <http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revistafitos/article/view/495>.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

- i. Confirmar se os diferentes genótipos de erva baleeira que estão crescendo em seu ambiente natural (*in situ*), Região dos Lagos-RJ, apresentam variabilidade intraespecífica quanto ao teor e perfil químico do óleo essencial e se essa diversidade possui alguma relação geográfica. Assim como, coletar material propagativo com a finalidade de implementação de uma coleção ativa de germoplasma na UFRRJ.
- ii. Pesquisar, analisar e confrontar as informações disponíveis na literatura quanto ao teor e perfil químico do óleo essencial de erva baleeira com aqueles observados experimentalmente para os genótipos coletados na Região dos Lagos-RJ, Brasil.

#### 3.2. Objetivos Específicos

- i. Cadastrar o projeto de pesquisa e informar os órgãos de meio ambiente, como INEA-RJ, ICMBIO e SISGEN (Decreto nº 8.772, de 11/05/2016). Sobre a prospecção e coleta de erva-baleeira;
- ii. Prospectar genótipos de erva-baleeira (coletar material propagativo e folhas) em fragmentos da mata atlântica, na Região dos Lagos no estado do RJ, Brasil.
- iii. Confeccionar exsicatas, registrar e tomar os exemplares coletados no Herbário da UFRRJ;

- iv. Extrair e caracterizar o óleo essencial dos diferentes genótipos de erva baleeira em conformidade com as regras e recomendações de órgãos de normatização como a ISO [7], IOFI [8,9] e literatura específica [10–14].
- v. Propor a sistematização dos dados de diversidade química da erva baleeira através de análises univariadas e multivariadas.
- vi. Realizar revisão de literatura quanto ao teor e perfil químico do óleo essencial da espécie *Varronia curassavica*, sistematizar as informações e comparar com informações experimentais.
- vii. Organizar os resultados, elaborar material de divulgação, resumos e artigos para publicação em periódico especializado.

## 4. REFERÊNCIAS

- ACHE. **Acheflan**. Disponível em: <<https://www.ache.com.br/produtos/sob-prescricao/acheflan-creme-4/>>. Acesso em: 29 out. 2020.
- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007.
- ADORJAN, B.; BUCHBAUER, G. Biological properties of essential oils: an updated review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 6, p. 407–426, nov. 2010.
- AHMED, S. S.; IBRAHIM, M. E.; KHALID, K. A. Investigation of Essential Oil Constituents Isolated from *Trichodesma africanum* (L.) Grow Wild in Egypt. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 9, n. 5, p. 248–251, 1 maio 2015.
- AKISUE, M. *et al.* Caracterização farmacognóstica da droga e da tintura de *Cordia verbenacea* A. DC.-BORAGINACEAE. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v. 5, n. 1, p. 69–82, 1983.
- ALVES, M. S. *et al.* Essential Oils Composition and Toxicity Tested by Fumigation Against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) Pest of Stored Cowpea. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2387–2399, 2015.
- ANDREI, P.; COMUNE, A. P. DEL. Aromaterapia e suas aplicações. **Centro Universitário S. Camilo**, v. 11, n. 4, p. 57–68, 2006.
- ANVISA. **Formulário de Fitoterápicos Farmacopéia Brasileira** Brasília, 2021.
- ARAUJO, L. G. DE. **Etnobotânica caiçara: Diversidade e conhecimento de recursos**

**vegetais no litoral paulista.** [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2007.

ARZE, J. B. L. *et al.* Essential Oils from Bolivia. XI. Verbenaceae : *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. and Boraginaceae : *Cordia chacoensis* Chodat. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 16, n. 4, p. 545–550, 4 jul. 2013.

AVOSEH, O. N. *et al.* Essential oil of *Cordia millenii* from Nigeria. ~ **13 ~ American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 6, n. 4, p. 13–17, 2018.

BAKIR, B. *et al.* Investigation of the anti-inflammatory and analgesic activities of  $\beta$ -caryophyllene. **International Journal of Essential Oil Therapeutics**, v. 2, n. 1, p. 41–44, 2008.

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446–475, fev. 2008.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils : science, technology, and applications.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2010.

BAYA, M.; WISSEM, A. W.; MARZOUK, B. Fatty acids and essential oil composition of borage [*Borago officinalis* L.] stalk leaves during their development. **Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, v. 87, n. 3, p. 196–200, jul. 2010.

BLANCO, M. C. S. G. Produção vegetal: Erva-baleeira. **Governo do Estado de São Paulo**, 2013.

BONESI, M. *et al.* Chemical composition, antioxidant properties and anti-cholinesterase activity of *Cordia gillettii* (Boraginaceae) leaves essential oil. **Natural Product Communications**, v. 6, n. 2, p. 253–257, 2011.

BORGES, R.; PEIXOTO, A. L. Conhecimento e uso de plantas em uma comunidade caiçara do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 3, p. 769–779, set. 2009.

BRANDÃO, D. S. *et al.* Biologia floral e sistema reprodutivo da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 562–569, dez. 2015.

BRANDÃO, D. S. *et al.* Growing of tropical black sage and chemical composition of the essential oil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 823–829, dez. 2017.

BRASIL. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos: Série B. Textos Básicos de Saúde** Brasília, DF Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica, , 2006.

BRITO, M. R. DE; SENNA-VALLE, L. DE. Plantas medicinais utilizadas na comunidade

- caičara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 363–372, jun. 2011.
- CALIXTO, J. B.; JUNIOR, J. M. S. Desenvolvimento de Medicamento no Brasil: Desafios. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 1, p. 98–106, 2008.
- CARVALHO CASTRO, K. N. DE *et al.* Acaricidal activity of cashew nut shell liquid associated with essential oils from *Cordia verbenacea* and *Psidium guajava* on *Rhipicephalus microplus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 4, p. 297–304, 4 jul. 2019.
- CARVALHO, I. T.; ESTEVINHO, B. N.; SANTOS, L. Application of microencapsulated essential oils in cosmetic and personal healthcare products - a review. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, n. 2, p. 109–119, abr. 2016.
- CARVALHO, P. M. DE *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D.C. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, n. 2–3, p. 297–301, dez. 2004.
- CARVALHO, V. R. DE A. *et al.* Antibiotic-Modifying Activity and Chemical Profile of the Essential Oil from the Leaves of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n. 2, p. 337–345, 4 mar. 2017.
- CASTRO NIZIO, D. A. DE *et al.* Essential oils of *Varronia curassavica* accessions have different activity against white spot disease in freshwater fish. **Parasitology Research**, v. 117, n. 1, p. 97–105, 8 jan. 2018.
- CAYE, V. A. *et al.* Estaquia de Erva Baleeira submetidas à fitorregulador extraído da tiririca. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, n. 1, 2020.
- CHASE, M. W. *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 1 maio 2016.
- COSTA, J. G. M. *et al.* Composition and larvicidal activity of essential oils from heartwood of *Auxemma glazioviana* Taub. (Boraginaceae). **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, n. 6, p. 529–531, nov. 2004.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. . **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa-MG: [s.n.].
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa-MG: [s.n.].
- DEGENHARDT, J.; KÖLLNER, T. G.; GERSHENZON, J. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. **Phytochemistry**, v. 70, n. 15–

16, p. 1621–1637, out. 2009.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 2nd ed. ed. [s.l.] John Wiley & Sons Ltd, 2002.

DINIZ, J. C. *et al.* Chemical Composition of the Leaf Essential Oil of *Cordia leucocephala* Moric from Northeast of Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 495–496, nov. 2008.

DOOL, H. VAN DEN; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 11, p. 463–471, jan. 1963.

DURAIRAJ, J. *et al.* An analysis of characterized plant sesquiterpene synthases. **Phytochemistry**, v. 158, p. 157–165, fev. 2019.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 308–323, abr. 2007.

FEIJÓ, E. V. R. DA S.; OLIVEIRA, R. A. DE; COSTA, L. C. DO B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516–523, set. 2014.

FERNANDES, E. S. *et al.* Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (–)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European Journal of Pharmacology**, v. 569, n. 3, p. 228–236, ago. 2007.

FIGUEIRA, G. M.; PEREIRA, B.; MAGALHÃES, P. M. Aspectos da produção de mudas de erva-baleeira *Cordia curassavica* (Jacq.). **V Jornada Paulista de Plantas medicinais**, 2001.

FIGUEIREDO, A. C.; PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. Plantas aromáticas e medicinais. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura -APH**, 2014.

GHASSEMI, N. *et al.* Volatile constituents of a medicinal plant of Iran, *Echium amoenum* Fisch. and C.A. Mey. **Daru**, v. 11, n. 1, p. 32–33, 2003.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, abr. 2007.

GOMES, V. *et al.* Variation in the essential oils composition in Brazilian populations of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 48, p. 222–227, jun. 2013.

GÓMEZ, N. E.; WITTE, L.; HARTMANN, T. Chemical defense in larval tortoise beetles: Essential oil composition of fecal shields of *Eurypedus nigrosignata* and foliage of its host plant, *Cordia curassavica*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 5, p. 1007–1027, 1999.

- HARTWIG, B. R.; RODRIGUES, D. F.; JUNIOR, C. J. Erva Baleeira: Uma possibilidade real da sóciobiodiversidade para modelos sustentáveis de produção. **HOLOS**, v. 3, p. 1–21, 2020.
- HENNEBELLE, T. *et al.* The Essential Oil of *Lippia alba*: Analysis of Samples from French Overseas Departments and Review of Previous Works. **Chemistry & Biodiversity**, v. 3, n. 10, p. 1116–1125, out. 2006.
- HERNÁNDEZ, D. *et al.* Temporal variation of chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer and Schultes: Boraginaceae. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, 2014.
- HERNÁNDEZ, T. *et al.* FITOQUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE PLANTAS DE IMPORTANCIA EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN. **TIP**, v. 18, n. 2, p. 116–121, dez. 2015.
- IOSET, J.-R. *et al.* Antifungal and larvicidal cordiaquinones from the roots of *Cordia curassavica*. **Phytochemistry**, v. 53, n. 5, p. 613–617, mar. 2000.
- IRIS LANGE, B. M. L. Utility of Aromatic Plants for the Biotechnological Production of Sustainable Chemical and Pharmaceutical Feedstocks. **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 02, n. 05, p. 1–10, 2012.
- ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v. 19, n. 8–10, p. 603–608, set. 2000.
- ISO-9235. **ISO, International Standard 9235: 2013 Aromatic natural raw materials—vocabulary.**
- ISO, I. S. 9235: 2013 A. NATURAL RAW MATERIALS—VOCABULARY. **ISO 9235:2013 - Aromatic natural raw materials -- Vocabulary.**
- JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. **Applied Statistics**, v. 22, p. 21–31, 1973.
- JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 6. ed. São Paulo: [s.n.].
- JUNIOR, I. M. Aspecto do cultivo comercial de erva baleeira. **Revista Agroecologia Hoje**, v. 3, p. 14–15, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Variabilidade Genética em uma População de *Cordia verbenacea* DC. Para características Agronômicas e Fitoquímicas (Variabilidade Genética em uma População de *Cordia verbenacea* DC. Para Características Agronômicas e Fitoquímicas)**. [s.l.] Universidade de Campinas, 2011.
- KOUL, O.; WALIA, S.; DHALIWAL, G. S. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and

- Constraints. **Biopestic. Int**, v. 4, n. 1, p. 63–84, 2008.
- LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; ARRIGONI-BLANK, M. DE F. Enraizamento de miniestacas de erva-baleeira. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 114–116, 1997.
- LEAL-COSTA, M. V.; AMÉLIA, R. P. Anatomia foliar de *Varronia curassavica* Jacq. (Cordiaceae). **Revista Fitos**, v. 11, n. 1, 2017.
- LEGEÉ. **Legeé Óleos Essenciais e Compostos Eireli**.
- LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. D. M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 71–77, 2003.
- MAFFEI, M. E.; GERTSCH, J.; APPENDINO, G. Plant volatiles: Production, function and pharmacology. **Natural Product Reports**, v. 28, n. 8, p. 1359, 2011.
- MARDIA, K. V.; KENTE, J. T.; BIBBY, J. M. Multivariate analysis. **London: Academic Press**, p. 518, 1997.
- MARQUES, M. C.; BRITTEZ, R. M. DE. **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: [s.n.].
- MARQUES, A. P. . *et al.* Chemical composition of essential oil from *Varronia curassavica* Jacq. accessions in different seasons of the year. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. 111656, nov. 2019.
- MARQUES, A. P. S. *et al.* Chemical composition of essential oil from *Varronia curassavica* Jacq. accessions in different seasons of the year. **Industrial Crops and Products**, 2019.
- MATIAS, E. F. F. *et al.* Light-enhanced antibiotic activity of Brazilian medical plants (*Croton campestris* A, *Ocimum gratissimum* L and *Cordia verbenaceae* DC). **Asian Biomedicine**, v. 4, n. 1, p. 183–186, 1 fev. 2010.
- MATIAS, E. F. F. *et al.* Biological Activities and Chemical Characterization of *Cordia verbenacea* DC. as Tool to Validate the Ethnobiological Usage. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–7, 2013.
- MATIAS, E. F. F. *et al.* Seasonal variation, chemical composition and biological activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* DC (Boraginaceae) and the sabinene. **Industrial Crops and Products**, v. 87, p. 45–53, set. 2016.
- MECCIA, G. *et al.* Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 8, p. 1934578X0900400, 1 ago. 2009.
- MENDES, A. D. R. *et al.* Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de

erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 262–270, jun. 2014.

MENDES, A. D. R.; MARTINS, E. R.; FIGUEIREDO, L. . Estudo do sistema de reprodução da fava-d’anta (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 605–608, 2013.

MENEZES, J. E. S. A. DE *et al.* Volatile constituents of *Cordia trichotoma* Vell. from the northeast of Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 2, p. 149–151, mar. 2005.

MENEZES, J. E. S. A. DE *et al.* Chemical Composition and Larvicidal Activity of the Essential Oil From Leaves of *Cordia globosa* (Jacq.) H.B.K. from Northeastern Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, n. 3, p. 253–255, maio 2006.

MHAMDI, B. *et al.* Volatiles From Leaves and Flowers of Borage ( *Borago officinalis* L.). **Journal of Essential Oil Research**, v. 21, n. 6, p. 504–506, nov. 2009.

MICHIELIN, E. M. Z. *et al.* Radical-scavenging activity of extracts from *Cordia verbenacea* DC obtained by different methods. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 56, n. 1, p. 89–96, fev. 2011.

MIGUEL, M. *et al.* Antimicrobial activity of essential oil of *Cordia globosa*. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 10, n. 11, p. 179–184, 22 mar. 2016.

MORANDI, M. A. B. Integração de métodos físicos e biológicos no controle de doenças em viveiro de plantas medicinais: estudo de caso com *Cordia verbenacea*. **Embrapa Meio Ambiente**, p. 337–341, 2009.

MORTEZA-SEMNANI, K. *et al.* The essential oil composition of *Onosma microcarpum* DC. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, n. 2, p. 314–316, mar. 2006.

MORTEZA-SEMNANI, K.; SAEEDI, M.; BABANEZHAD, E. The Essential Oil Composition of *Marrubium vulgare* L. from Iran. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 488–490, nov. 2008.

NASCIMENTO, R. V. *et al.* Hydrodistillation Extraction Kinetics of Volatile Oils from *Varronia curassavica* and *Laurus nobilis*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 01, n. 01, p. 1–7, 2020.

NATÉRCIA, F. Parcerias e Inovação impulsionam o setor farmacêutico. **Inovação Uniemp**, p. 32–37, nov. 2005.

NIZIO, D. A. DE C. *et al.* Chemical diversity of native populations of *Varronia curassavica* Jacq. and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae*. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 437–448, dez. 2015.



OLIVEIRA, B. M. S. DE *et al.* Essential oils from *Varronia curassavica* (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and  $\alpha$ -humulene as an alternative to control *Dorymyrmex thoracius* (Formicidae: Dolichoderinae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 7, p. 6602–6612, 9 mar. 2019.

OLIVEIRA, B. M. S. DE *et al.* Morpho-agronomic characterization of *Varronia curassavica* germplasm conserved “Ex situ”. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, fev. 2020.

OLIVEIRA, J. C. S. DE; CAMARA, C. A. G. DA; SCHWARTZ, M. O. E. Volatile Constituents of the Stem and Leaves of *Cordia* Species from Mountain Forests of Pernambuco (North-eastern Brazil). **Journal of Essential Oil Research**, v. 19, n. 5, p. 444–448, set. 2007.

PARISOTTO, E. B. *et al.* The antitumor activity of extracts from *Cordia verbenacea* D.C. obtained by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 101–107, jan. 2012.

PAZOUKI, L.; NIINEMETS, Ü. Multi-Substrate Terpene Synthases: Their Occurrence and Physiological Significance. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, jul. 2016.

PEREIRA, K. L. G. *et al.* Chemical diversity of essential oils of *Lantana camara* L. native populations. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 1, p. 32–47, jan. 2020.

QUEIROZ, A. A. C. E D. C. DE. Óleos essenciais e química fina. **Química Nova**, v. 16, n. 3, p. 224–228, 1993.

QUEIROZ, T. B. *et al.* Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em função dos horários de coleta. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1 suppl 1, p. 356–362, 2016.

RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250–264, dez. 2014.

RIBEIRO, P. G. F.; DINIZ, R. C. **Cultivo de plantas aromáticas e medicinais**. [s.l: s.n.].

ROLDÃO, E. DE F. *et al.* Evaluation of the antiulcerogenic and analgesic activities of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 119, n. 1, p. 94–98, set. 2008.

S. ALVES, M. *et al.* Essential Oils Chemical Diversity from UFRRJ Botanical Garden and Other Locations Plants Based on Analysis of Image and Multivariate Statistic. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 5, p. 1635–1656, 2019.

SABIH OZER, M. *et al.* Essential oil composition and antioxidant activities of alkanet (*Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*). **Food Science and Biotechnology**, v. 19, n. 5, p. 1177–

1183, 31 out. 2010.

SALEM, N. *et al.* Variation in anthocyanin and essential oil composition and their antioxidant potentialities during flower development of Borage ( *Borago officinalis* L.). **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v. 148, n. 3, p. 444–459, 4 maio 2014.

SANGWAN, N. S. *et al.* Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, v. 34, n. 1, p. 3–21, maio 2001.

SANTOS, A. V. *et al.* In vitro propagation, histochemistry, and analysis of essential oil from conventionally propagated and in vitro-propagated plants of *Varronia curassavica* Jacq. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 49, n. 4, p. 405–413, 8 ago. 2013.

SANTOS, R. P. *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 17, n. 5, p. 1027–1030, out. 2006.

SAYYAH, M. *et al.* Analgesic and anti-inflammatory activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* Linn. **Phytotherapy Research**, v. 17, n. 7, p. 733–736, ago. 2003.

SCIARRONE, D. *et al.* Quali-quantitative characterization of the volatile constituents in *Cordia verbenacea* D.C. essential oil exploiting advanced chromatographic approaches and nuclear magnetic resonance analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 1524, p. 246–253, nov. 2017.

SILVA, A. C. DA *et al.* Local and systemic control of powdery mildew in eucalyptus using essential oils and decoctions from traditional Brazilian medicinal plants. **Forest Pathology**, v. 44, n. 2, p. 145–153, abr. 2014.

SILVA, K. P. *et al.* Using *Varronia curassavica* (Cordiaceae) essential oil for the biocontrol of *Phytomonas serpens*. **Industrial Crops and Products**, v. 139, p. 111523, nov. 2019.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P. A pesquisa e a produção brasileira de medicamentos a partir de plantas medicinais: a necessária interação da indústria com a academia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n. 1, 2002.

SINGH, A. K. *et al.* Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Mentha arvensis* L. f. *piperascens* Malinvaud ex. Holmes) cultivars. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 3, p. 302–305, maio 2005.

TZAKOU, O.; LOUKIS, A. Chemical Composition of *Alkanna orientalis* from Greece. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 490–491, nov. 2008.

URZÚA, A. *et al.* Insecticidal properties of *Heliotropium stenophyllum* essential oil on the

house fly, *Musca domestica* L. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, 2013.

VATTEKKATTE, A. *et al.* Enhanced structural diversity in terpenoid biosynthesis: enzymes, substrates and cofactors. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 16, n. 3, p. 348–362, 2018.

VENTRELLA, M. C.; MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 457–467, set. 2008.

WEI, Q. *et al.* Profiling of Volatile Compounds and Associated Gene Expression in Two *Anthurium* Cultivars and Their F1 Hybrid Progenies. **Molecules**, v. 26, n. 10, p. 2902, maio 2021.

WEZEL, A. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 1, p. 1–20, jan. 2014.

YÜCEL, T. B.; KARAOĞLU, Ş. A.; YAYLI, N. Antimicrobial activity and composition of *rindera lanata* (LAM.) bunge var. *canescens* (A.D.C.) kosn. essential oil obtained by hydrodistillation and microwave assisted distillation. **Records of Natural Products**, 2017.

# CAPÍTULO I

## **Erva-Baleeira: uma breve revisão da literatura quanto ao teor, perfil químico dos óleos essenciais e análise estatística dos dados**

### RESUMO:

O presente capítulo tem como foco a análise estatística descritiva e multivariada dos dados referentes a composição e teor de óleo essencial da erva baleeira (*Varronia curassavica*) com foco no estudo de diversidade da espécie. Com este objetivo, selecionou-se 35 artigos científicos disponibilizados no Google Acadêmico, Scopus e Web of Science. As informações foram organizadas em matrizes de dados, considerando a análise química dos óleos essenciais e os respectivos genótipos de erva baleeira. Foi possível observar que o teor de óleo essencial variou de 0,1 a 3,3%, e resultou na presença de 18 quimiótipos definidos segundo os critérios de dominância química, proposta de forma inédita nesta dissertação. Não foi possível constatar nenhuma relação entre região de origem e a composição química.

### ABSTRACT:

#### **Wild-sage: a brief literature review regarding the essential oils content, chemical profile and statistical analysis of the data.**

This chapter focuses on descriptive and multivariate statistical analysis of data regarding the composition and essential oil content of the whaling herb (*Varronia curassavica*) with a focus on the diversity study of specie. With this objective, 35 scientific articles available on Google Scholar, Scopus and Web of Science were selected. The information was organized in data matrices, considering the essential oils chemical analysis and the respective wild-sage genotypes. It was possible to observe that the essential oil content ranged from 0.1 to 3.3%, and resulted in the presence of 18 chemotypes defined according to the criteria of chemical dominance, proposed in an unprecedented way in this dissertation. It was not possible to verify any relationship between region of origin and chemical composition.

### MATERIAL E MÉTODOS:

- 1) Revisão de literatura sobre o teor e composição química do óleo essencial de erva baleeira.

Para a realização da pesquisa bibliográfica fez-se um levantamento prévio dos nomes científicos e sinônimos da planta erva baleeira nos sites “*Plants of the world*”, “*The Plants List*” e “Reflora”. Depois, com a finalidade de se verificar a variabilidade de teor e perfil químico do

óleo essencial de erva baleeira, foram realizadas consultas à literatura disponível utilizando as palavras-chave “*essential oil*” e o nome científico da espécie de interesse “*Varronia curassavica*” ou os sinônimos “*Cordia verbenácea*”, “*Cordia curassavica*”. Algumas premissas foram consideradas para a seleção dos artigos, como:

- i. Os artigos deveriam tratar do produto óleo essencial segundo a definição da ISO (ISO, 2013).
- ii. Em um mesmo artigo, somente seriam considerados para efeito da pesquisa aqueles genótipos com perfis químicos diferentes.
- iii. Resumos de eventos, livros e capítulos de livros e revisões de literatura não foram utilizados na pesquisa

A pesquisa teve início em setembro de 2019 e foi realizada em três plataformas: *Scopus*, *Web of Science* e Google Acadêmico. Os genótipos de erva baleeira e respectivos artigos científicos utilizados nesta revisão para o estudo dos óleos essenciais podem ser observado na **Tabela 4**. A pesquisa ficou concentrada principalmente em exemplares provenientes do Brasil, entretanto, dois exemplares um de Puebla no México (Hernández *et al.*, 2014) e outro de Mérida na Venezuela (Meccia *et al.*, 2009) foram incluídos na pesquisa (**Figura 6**).

**Tabela 4.** Lista dos acessos de erva baleeira, as referências e localidades de origem

ID <sup>1</sup>	Artigos (n° dos genótipos)	Origem do acesso
01	(Marques, A. P. . <i>et al.</i> , 2019) (3)	São Paulo
02	(Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018)a (1)	Campinas, SP
03	(Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018)a (2)	Tobias Barreto, SE
04	(Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018)a (4)	Itabi, SE
05	(Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018)b	São Cristóvão, SE
06	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019) (2)	São Cristóvão, SE
07	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019) (3)	São Cristóvão, SE
08	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019) (4)	Tomar do Geru, SE
09	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019) (5)	Tomar do Geru, SE
10	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019) (6)	Tomar do Geru, SE
11	(Santos <i>et al.</i> , 2013)	Campinas, SP
12	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (1)	VC-002, São Cristóvão, SE
13	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (2)	VC-202, São Cristóvão, SE
14	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (3)	VC-104, São Cristóvão, SE
15	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (4)	VC-302, São Cristóvão, SE
16	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (5)	VC-303, São Cristóvão, SE
17	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (7)	VC-701, São Cristóvão, SE
18	(Alves <i>et al.</i> , 2015)	Seropédica, RJ
19	(Brandão <i>et al.</i> , 2017)	Montes Claros, MG
20	(Carvalho, de <i>et al.</i> , 2004)	Bragança Paulista, SP
21	(Carvalho <i>et al.</i> , 2017)	Crato, CE
22	(Carvalho Castro, De <i>et al.</i> , 2019)	Parnaíba, PI
23	(Feijó, Oliveira, de e Costa, 2014)	Ilhéus, BA
24	(Hernández <i>et al.</i> , 2014)	Puebla, México
25	(Marques, A. P. . <i>et al.</i> , 2019) (1)	Rio de Janeiro
26	(Marques, A. P. . <i>et al.</i> , 2019) (2)	Bahia
27	(Meccia <i>et al.</i> , 2009)	Mérida, Venezuela
28	(Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018)a (3)	Tomar do Geru, SE
29	(Oliveira, de, Camara, da e Schwartz, 2007)	Caruaru, PE
30	(Oliveira, de <i>et al.</i> , 2019) (1)	São Cristóvão, SE
31	(QUEIROZ <i>et al.</i> , 2016)	Montes Claros, MG
32	(Santos <i>et al.</i> , 2006)	Fortaleza, CE
33	(Sciarrone <i>et al.</i> , 2017)	Oratórios, MG
34	(Silva, da <i>et al.</i> , 2014)	Lavras, MG
35	(Silva <i>et al.</i> , 2019) (6)	VC-601, São Cristóvão, SE

<sup>1</sup>Número de identificação dos genótipos nas tabelas e figuras. As buscas foram iniciadas em setembro de 2019, em três plataformas: *Scopus*, *Web of Science* e *Google Acadêmico*, apenas para artigos científicos. Foram selecionados os artigos que apresentaram em seus resultados a composição química do óleo essencial, com base na norma ISO 9235/2013.



**Figura 6.** Distribuição dos acessos de erva baleeira utilizados neste trabalho.

## 2) Tabulação de Dados

Com base nos artigos listados na **Tabela 4** foi organizada uma matriz composta por 35 genótipos diferentes (linhas) e 56 substâncias químicas identificadas (colunas), considerando apenas a substância em concentração igual ou superior a 5% em pelo menos um dos óleos essenciais. A matriz foi composta por valores percentuais da área relativa dos cromatogramas.

## 3) Definição de quimiótipos

Considerando que não existem regras que definem os quimiótipos, senão por uma análise empírica, optamos pela distinção através de critérios próprios e com base na dominância de uma (A), duas (A e B) ou três (A, B e C) substâncias químicas majoritárias em relação às demais, a saber:

- i. Quimiótipo A se  $A \geq 2B$  e  $A \geq 25\%$
- ii. Quimiótipo A-B se  $B \geq 2C$  e  $B \geq 15\%$
- iii. Quimiótipo A-B-C se  $C \geq 2D$  e  $C \geq 10\%$ , senão,
- iv. Quimiótipo indefinido ou misto.

## 4) Análise estatística – fundamento teórico e descrição do método.

Dentre os dados quantitativos obtidos: 35 genótipos selecionados (variáveis independentes) e 56 substâncias (variáveis dependentes), para a devida padronização, ambos foram normalizados dividindo-se o valor observado pelo desvio-padrão da variável correspondente.

A matriz de dados padronizados foi submetida à análise de componentes principais (*Principal Component Analysis*, PCA), para a verificação da variância acumulada nos dois ou três primeiros componentes principais.

De acordo com (Jolliffe, 1973), quando se tem dados com elevado número de variáveis, podem ocorrer à redundância deles, ocasionando baixo valor informativo, e variáveis muito correlacionadas aos componentes principais de menor variância podem representar variações quase insignificantes (Mardia, Kente e Bibby, 1997), desta maneira essas variáveis podem gerar efeitos de multicolinearidade, dificultando e prejudicando a consistência das análises.

As variáveis de maior contribuição abrangem os autovetores de elevado valor, que estão associados aos autovalores que se responsabilizam por no mínimo 70 ou 80% da variação explicada, sendo essa variação exibida somente em um plano bi ou tridimensional (Cruz e Regazzi, 2001).

Mediante a constatação de que o acúmulo de variância foi inferior a 70%, procedeu-se a exclusão de variáveis redundantes na matriz de dados padronizados. E para essa exclusão, utilizou-se o método da contribuição relativa média individual das variáveis nos dois e três primeiros componentes principais, conservando aquelas variáveis com maior valor informativo. Deste modo, verificou-se que o acúmulo de variância acima de 70% ocorreu somente quando os três primeiros componentes principais foram considerados. De posse destes resultados, toda a análise de dispersão via PCA foi construída considerando um plano tridimensional.

Realizou-se a análise de agrupamentos, pelo método aglomerativo hierárquico, consistindo em uma série de fusões sucessivas, combinadas por suas semelhanças, até atingir o máximo da possibilidade de combinações. E para a união entre grupos, foi utilizado o método UPGMA, que é o método da ligação média entre os grupos, considerando as médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, evitando a caracterização dessa dissimilaridade por valores máximos entre os indivíduos analisados, deste modo este método tende a gerar valores mais altos do coeficiente de correlação cofenética, ou seja, produzindo menor distorção quanto à representação das similaridades entre os indivíduos de um dendograma (Cruz e Carneiro, 2003). Verificou-se a correlação cofenética entre a matriz fenética e a matriz genérica (UPGMA), para verificar sua consistência.

Visando o reconhecimento do grau de similaridade entre as distâncias relativas às variáveis quantitativas, os dados foram submetidos à análise de correlação de Pearson, para



efeito de comparação, incluindo na tabela somente os valores de correlação de Pearson superiores a 0,8, para valores de  $p \leq 0,001$ .

A análise de correlação de Pearson, Anova, Teste t e gráficos foram construídos com o auxílio do programa Past 3 – Paleontological Statistics Software (versão 4.08 beta). Os gráficos de rosca para análise de imagens foram construídos no Microsoft Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após consulta aos artigos, foi possível observar que o teor de óleo essencial de erva baleeira variou de 0,1 a 3,3%, sendo os valores mais recorrentes aqueles entre 0,8 e 1,3% (**Tabela 5**). De modo geral, o teor de óleo essencial é expresso em volume ou massa de óleo essencial com base na massa do material vegetal utilizado durante a destilação (respectivamente, % *v/m* ou % *m/m*). Muito embora seja comum encontrar o percentual de óleo essencial com base na massa fresca, a condição preferencial é com base na massa seca, livre de umidade, conforme sugerido por Bicchi *et al.* (2018).

**Tabela 5.** Teor (%) de óleo essencial em diferentes acessos de erva baleeira.

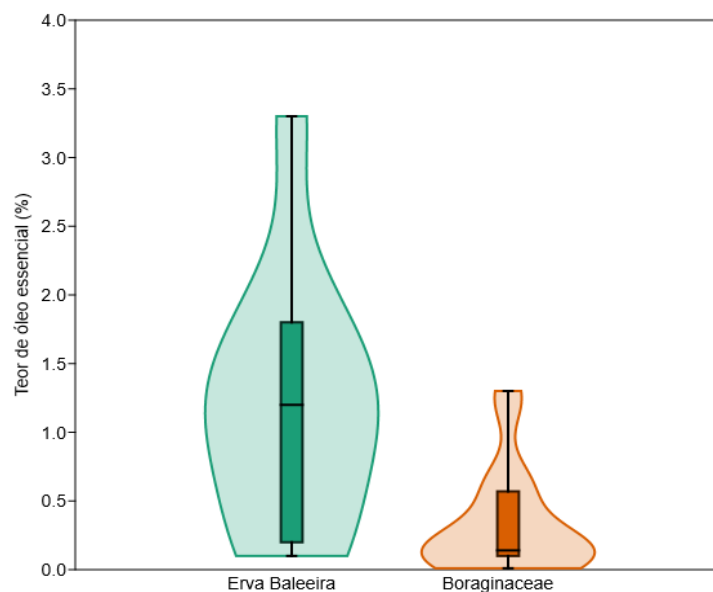
ID <sup>1</sup>	Referência <sup>2</sup>	Material	Origem	Teor (%)
18	(Alves <i>et al.</i> , 2015)	Folha fresca	Seropédica, RJ	1,3
20	(Carvalho, de <i>et al.</i> , 2004)	Folha fresca	Bragança Paulista, SP	0,2
21	(Carvalho <i>et al.</i> , 2017)	Folha fresca	Crato, CE	1,8
27	(Meccia <i>et al.</i> , 2009)	Folha fresca	Mérida, Venezuela	0,2
5	(Castro Nizio, de <i>et al.</i> , 2018) b	Folha fresca	São Cristóvão, SE	3,3
29	(Oliveira, de, Camara, da e Schwartz, 2007)	Folha fresca	Caruaru, PE	1,0
31	(Queirozet <i>et al.</i> , 2016)	Folha fresca	Montes Claros, MG	1,2
25	(Carvalho Castro, De <i>et al.</i> , 2019) (1) <sup>3</sup>	Folha seca	Rio de Janeiro	1,3
26	(Carvalho Castro, De <i>et al.</i> , 2019) (2) <sup>3</sup>	Folha seca	Bahia	1,9
1	(Carvalho Castro, De <i>et al.</i> , 2019) (3) <sup>3</sup>	Folha seca	Botucatu, SP	0,8
11	(Santos <i>et al.</i> , 2013)	Folha seca	Campinas, SP	0,1

<sup>1</sup>Número de identificação das plantas na **Tabela 4**. <sup>2</sup>Não foram listados os artigos que não apresentaram em seus resultados o teor de óleo essencial. <sup>3</sup>Valores médio dos acessos cultivados em Botucatu, SP.

As informações apresentadas na **Tabela 4** apontam para uma grande variabilidade no teor % de óleo essencial, que pode ser explorado para a seleção de espécimes mais produtivos, considerando que a produção de óleo essencial é o resultado do produto entre teor % e produção de biomassa. Outras espécies da família Boraginaceae como a *Cordia globosa* e *C. chacoensis* apresentaram teores de óleo essencial semelhante a alguns acessos de *V. curassavica*, entretanto a maioria dos artigos investigados apresentaram teores bem abaixo de 0,6% (**Tabela 6**), evidenciando que a maioria dos acessos de *V. curassavica* são superiores àqueles investigados dentro da família (**Figura 7**).

**Tabela 6.** Teor (%) de óleo essencial em diferentes espécies da família Boraginaceae.

Espécie	Material	Teor (%)	Genótipos
<i>Cordia globosa</i>	Parte aérea seca	0,14	(Miguel <i>et al.</i> , 2016)
<i>Cordia globosa</i>	Folha fresca	1,3	(Menezes, de <i>et al.</i> , 2006)
<i>Cordia chacoensis</i>	Parte aérea seca	1,2	(Arze <i>et al.</i> , 2013)
<i>Cordia gillettii</i>	Parte aérea seca	0,1	(Bonesi <i>et al.</i> , 2011)
<i>Cordia leucocephala</i>	Folha fresca	0,04	(Diniz <i>et al.</i> , 2008)
<i>Cordia milene</i>	Folha seca	0,026	(Avoseh <i>et al.</i> , 2018)
<i>Cordia trichotoma</i>	Parte aérea seca	0,28	(Menezes, de <i>et al.</i> , 2005)
<i>Trichodes mafricanum</i>	Parte aérea seca	0,2	(Ahmed, Ibrahim e Khalid, 2015)
<i>Borago officinalis</i>	Flor seca	0,14	(Salem <i>et al.</i> , 2014)
<i>Borago officinalis</i>	Parte aérea fresca	0,14	(Baya, Wissem e Marzouk, 2010)
<i>Borago officinalis</i>	Parte aérea fresca	0,14	(Mhamdi <i>et al.</i> , 2009)
<i>Auxemma glazioviana</i>	Lenho fresco	0,63	(Costa <i>et al.</i> , 2004)
<i>Onosma microcarpum</i>	Parte aérea seca	0,65	(Morteza-Semnani <i>et al.</i> , 2006)
<i>Rindera lanata</i>	Parte aérea fresca	0,1	(Yücel, Karaoğlu e Yaylı, 2017)
<i>Echium amoenum</i>	Flor seca	0,05	(Ghassemi <i>et al.</i> , 2003)
<i>Alkanna tinctoria</i>	Parte aérea seca	0,01	(Sabih Ozer <i>et al.</i> , 2010)
<i>Heliotropium stenohyllum</i>	Folha seca	0,57	(Urzúa <i>et al.</i> , 2013)
<i>Alkanna orientalis</i>	Parte aérea fresca	0,17	(Tzakou e Loukis, 2008)
<i>Marrubium vulgare</i>	Parte aérea seca	0,4	(Morteza-Semnani, Saeedi e Babanezhad, 2008)



**Figura 7.** Boxplot com violino para a distribuição de faixas de teores (%) de óleos essenciais dos genótipos de erva baleeira e as diferentes espécies da família Boraginaceae investigados neste trabalho.

São poucos os trabalhos abordando a diversidade química dos óleos essenciais para a espécie *V. curassavica*. Dentre estes, Nizio et al (2015) propôs estudar a diversidade química com base em cinco populações de erva baleeira provenientes de diferentes localidades do Estado de Sergipe (Brasil), e que revelaram uma grande variabilidade no perfil químico dessas espécies, os quais se separaram em cinco grupos por similaridade química do óleo essencial. Os autores apontaram as diferenças genéticas como à causa desse polimorfismo químico.

Investigou-se a composição dos óleos essenciais com base em uma seleção de artigos, listados na **Tabela 4**. A pesquisa ficou concentrada principalmente em exemplares provenientes do Brasil, entretanto, dois exemplares um de Puebla no México (Hernández *et al.*, 2014) e outro de Mérida na Venezuela (Meccia *et al.*, 2009) foram incluídos na pesquisa (**Figura 6**). A matriz obtida foi composta por 35 genótipos (linhas) e 56 substâncias químicas identificadas (colunas), considerando apenas a substância em concentração igual ou superior a 5% em pelo menos um dos óleos essenciais, neste caso, a substância  $\delta$ -cadineno definiu o limite inferior (**Tabela 7**).

**Tabela 7.** Descrição das principais substâncias encontradas nos óleos essenciais de diferentes genótipos de erva baleeira.

Substâncias <sup>1</sup>	Conc. (%) mín. – máx. <sup>2</sup>	Ni <sup>3</sup>	Fi <sup>4</sup>
$\alpha$ -Pinoeno	0,1 – 56,7	28	0,8
7-Ciclododecen-1-ona,7-metil-3-metileno-10-(1-propil)	0,7 – 48,6	4	0,1
Germacreno D-4-ol	0,2 – 42,0	7	0,2
Sabineno	0,1 – 38,7	23	0,7
(2E,6E) Farnesoato de metila	1,1 – 35,9	5	0,1
$\alpha$ -Santaleno	9,2 – 35,6	4	0,1
$\alpha$ -Tujeno	0,3 – 31,4	11	0,3
<i>ar</i> -Turmerona	2,0 – 28,4	3	0,1
5-Metil-9-metileno-2-isopropilciclododec-4-en-1-ona	4,8 – 27,8	2	0,1
$\beta$ -Cariofileno	0,3 – 27,4	33	0,9
Shyobunol	0,2 – 25,6	9	0,3
$\beta$ -Felandreno	0,1 – 25,3	10	0,3
Turmerona	4,8 – 24,7	2	0,1
Germacreno D	0,2 – 24,4	25	0,7
Triciclono	0,5 – 23,9	11	0,3
Cubebol	0,2 – 23,9	10	0,3
<i>ar</i> -Curcumeno	1,3 – 20,4	3	0,1
$\beta$ -Sesquifelandreno	0,5 – 18,5	5	0,1
$\beta$ -Sinensal	17,7	1	0,0
Elixeno	17,2	1	0,0
Epizonareno	0,3 – 16,7	2	0,1
Canfeno	0,1 – 16,6	13	0,4
Oxido de cariofileno	0,5 – 16,0	28	0,8
epi-Globulol	0,3 – 15,3	3	0,1
Biciclogermacreno	0,5 – 13,8	22	0,6
$\beta$ -Pinoeno	0,1 – 13,1	20	0,6
(Z)- $\alpha$ -trans-Bergamotol	0,7 – 12,9	4	0,1
$\alpha$ - <i>cis</i> -Bergamoteno	0,1 – 10,0	8	0,2
Alloaromadendreno	0,2 – 10,0	19	0,5
Viridiflorol	0,2 – 9,4	10	0,3
$\delta$ -Elemeno	0,1 – 7,7	23	0,7
$\alpha$ -Humuleno	0,3 – 7,6	33	0,9
Espathulenol	0,3 – 6,5	23	0,7
$\beta$ -Elemeno	0,2 – 6,4	27	0,8
$\alpha$ -Gurjuneno	0,2 – 6,2	15	0,4
$\alpha$ -Copaeno	0,1 – 6,0	17	0,5
$\beta$ -Bisaboleno	0,4 – 5,8	9	0,3
$\alpha$ -Cadinol	0,2 – 5,6	11	0,3
$\alpha$ -trans-Bergamoteno	0,1 – 5,5	10	0,3
$\delta$ -Cadineno	0,5 – 5,4	16	0,5

<sup>1</sup>Substâncias selecionadas para o estudo, de um total de 204 identificadas. <sup>2</sup> Mínimo – máximo em 35 acessos diferentes de erva baleeira. Frequências<sup>3</sup> absoluta e <sup>4</sup>relativa.

As substâncias que apresentaram maior frequência foram  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno, que foram identificados em 33 dos 35 óleos essenciais investigados, seguidos por  $\alpha$ -pineno e óxido de cariofileno com 28 identificações em 35 (Tabela 7). Interessante, observar que os principais monoterpênicos identificados apresentam estruturas do tipo pineno, sabineno, tujeno e canfeno que são policíclicas, respectivamente com anéis de 4/6, 3/6, 3/5/6 e 5/6 carbonos.

No presente trabalho, foram consideradas 14 substâncias que mais contribuíram para a variabilidade química na análise multivariada, descartando todas as outras substâncias que não contribuíram para a variância total. Na **Figura 8** estão representados graficamente os 35 genótipos analisados e foi possível identificar visualmente os contrastes nos perfis químicos dos óleos essenciais dos genótipos. A análise visual de imagens facilita a interpretação de dados complexos e esta abordagem é uma alternativa para se expressar a variabilidade química dos óleos essenciais (S. Alves *et al.*, 2019; Singh *et al.*, 2005).



**Figura 8.** Representação visual com base em gráfico de roscas para as principais substâncias (*chemoarrays*) encontradas no óleo essencial dos genótipos investigados.

Os perfis químicos dos óleos essenciais de erva baleeira investigados na literatura permitiram observar faixas discrepantes de concentração para uma mesma substância (**Figura 8**). Por exemplo,  $\alpha$ -pineno e germacreno D-4-ol foram encontrados em concentrações variando de 0,1 a 56,7% e 0,2 e 42,0%, respectivamente (**Tabela 7**). Das 56 substâncias analisadas 17 delas apareceram em pelo menos um dos óleos essenciais em concentração >20%, sete em concentração >30% e três em concentração >40% (**Tabela 7**). Estes dados apontam para a

dominância de algumas substâncias em relação às demais, o que indica a existência de quimiótipos de erva baleeira bem definidos (**Tabela 8**).

**Tabela 8.** Quimiótipos de erva baleeira observados na literatura.

Quimiótipo (%) *	Ni	Referência [Artigos]
$\alpha$ -pineno (42,0-56,7%)	4	(Nizio <i>et al.</i> , 2018)a(1),(Silva <i>et al.</i> , 2019)(1),(Castro <i>et al.</i> , 2019); (Marques, A. P. <i>et al.</i> , 2019)(1)
Sabineno (32,0-38,7%)	2	(Nizio <i>et al.</i> , 2018)a(4), (Carvalho <i>et al.</i> , 2017)
Germacreno D-4-ol (42,0%)	1	(Nizio <i>et al.</i> , 2018)a(2)
$\alpha$ -santaleno (35,6%)	1	(Alves <i>et al.</i> , 2015)
(2E,E) Farnesoato de metila (35,9%)	1	(Silva, da <i>et al.</i> , 2014)
$\alpha$ -tujeno (31,4%)	1	(Marques <i>et al.</i> , 2019)(3)
7-Cyclodecen-1-ona,7-methyl-3-methylene-10-(1-propyl) (48,6%)	1	(Silva <i>et al.</i> , 2019)(2)
5-Methyl-9-methylene-2-isopropylcyclodec-4-en-1-one (27,8%)	1	(Oliveira <i>et al.</i> , 2019)(4)
Shyobunol (25,6%)	1	(Nizio <i>et al.</i> , 2018)b
<i>ar</i> -tumerona (28,4%)	1	(Silva <i>et al.</i> , 2019)(7)
$\beta$ -felandreno/cubebol (25,3/23,9%)	1	(Oliveira, Camara, Schwartz, 2007)
$\beta$ -cariofileno/sabineno (21,8/18,3%)	1	(Silva <i>et al.</i> , 2019)(6)
$\beta$ -cariofileno/elixeno (27,4/17,2%)	1	(Queiroz <i>et al.</i> , 2016)
$\alpha$ -pineno/ $\beta$ -cariofileno (29,7/25,3%)	1	(Carvalho <i>et al.</i> , 2004)
$\alpha$ -pineno/ $\alpha$ -santaleno (25,3/17,9%)	1	(Sciarrone <i>et al.</i> , 2017)
Tumerona/ $\beta$ -cariofileno (24,7/16,1%)	1	(Oliveira <i>et al.</i> , 2019)(3)
Germacreno D-4-ol/epizonareno (32,2/16,7%)	1	(Silva <i>et al.</i> , 2019)(3)
<i>ar</i> -circumeno/ $\beta$ -sesquifelandreno/ $\beta$ -cariofileno (20,4/18,5/16,5%)	1	(Silva <i>et al.</i> , 2019)(4)
Indeterminado	13	(Brandão <i>et al.</i> , 2017), (Santos <i>et al.</i> , 2006),(Silva <i>et al.</i> , 2019)(5), (Santos <i>et al.</i> , 2013), (Oliveira <i>et al.</i> , 2019)(5), (Oliveira <i>et al.</i> , 2019)(6), (Feijó, Oliveira, Costa, 2014), (Oliveira <i>et al.</i> , 2019)(2), (Hernández <i>et al.</i> , 2014), (Oliveira <i>et al.</i> , 2019) (1), (Meccia <i>et al.</i> , 2009), (Marques <i>et al.</i> , 2019)

\*Critério de dominância química - considerando que não existem regras que definem os quimiótipos, senão por uma análise empírica, optamos pela distinção através de critérios próprios e com base na dominância de uma (A), duas (A-B) ou três (A-B-C) substâncias majoritárias em relação às demais, de acordo com a seguinte chave: 1º) quimiótipo A se  $A \geq 2B$  e  $A \geq 25\%$ ; senão 2º) quimiótipo A-B se  $B \geq 15\%$  e  $B \geq 2C$ ; senão 3º) quimiótipo A-B-C se  $C \geq 10\%$  e  $C \geq 2D$ ; senão 4º) quimiótipo indefinido ou misto (se nenhuma das condições anteriores for atendida). Ni- Frequências absoluta.

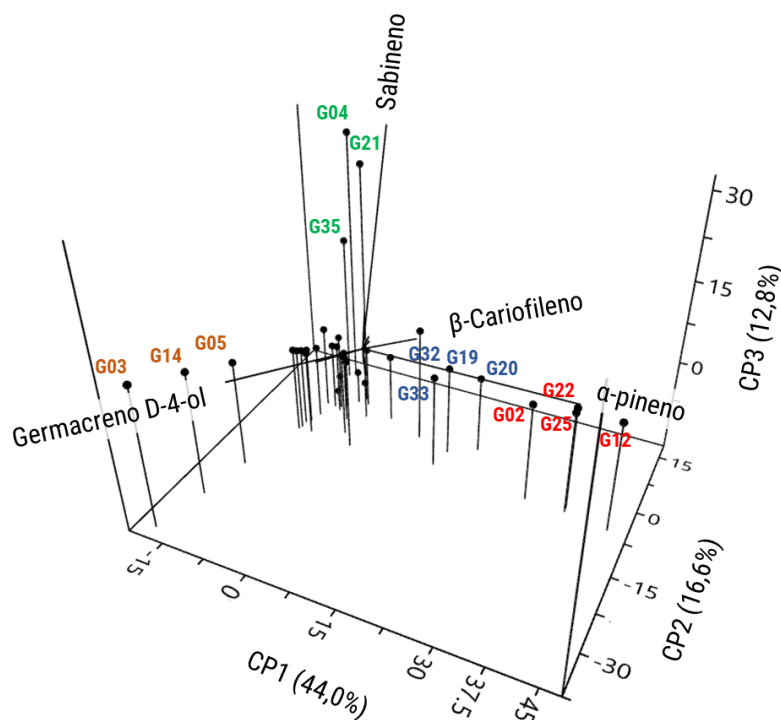
Com base nos artigos investigados foi possível determinar a existência de 18 quimiótipos, quatorze acessos apresentaram uma substância majoritária, sete acessos com duas substâncias majoritárias, um acesso com três substâncias majoritárias e treze acessos foram considerados indefinidos ou mistos, por não apresentarem substâncias majoritárias em relação às demais (**Tabela 8**). É muito comum a existências de vários quimiótipos para uma mesma espécie, por exemplo, tem sido descrito vários quimiótipos para as espécies *Lantana câmara* (Pereira *et al.*, 2020), *Lippia alba* (Hennebelle *et al.*, 2006), *Schinus molle* (Gomes *et al.*, 2013) e outras espécies.

A composição química observada para os genótipos de erva baleeira geraram dados com alto grau de complexidade, devido a presença de muitos zeros envolvidos na tabela, ocasionando altos danos matemáticos prejudicando a análise estatística, provocando o efeito de multicolinearidade, sendo assim, foi realizado o descarte de variáveis altamente correlacionadas aos componentes principais de menor variância, ou seja, insignificantes. Após o descarte de praticamente 40 variáveis, gerou-se uma nova planilha de dados, que foram submetidos à análise de componentes principais, e obteve aproximadamente 73,45% de variância acumulada nos três componentes principais (**Tabela 9**).

**Tabela 9.** Valor da variância acumulada (%) e autovalor.

PC	Auto valor	% Variância acumulada
1	265.086	44.053
2	998.716	16.597
3	770.547	12.805
4	572.509	95.142
5	485.211	80.634
6	153.063	25.437
7	141.401	23.499
8	100.295	16.667
9	800.153	13.297
10	269.078	0.44716
11	174.858	0.29059
12	0.964561	0.16029
13	0.615453	0.10228
14	0.229577	0.038152
15	0.175804	0.029216
16	0.0561657	0.0093338

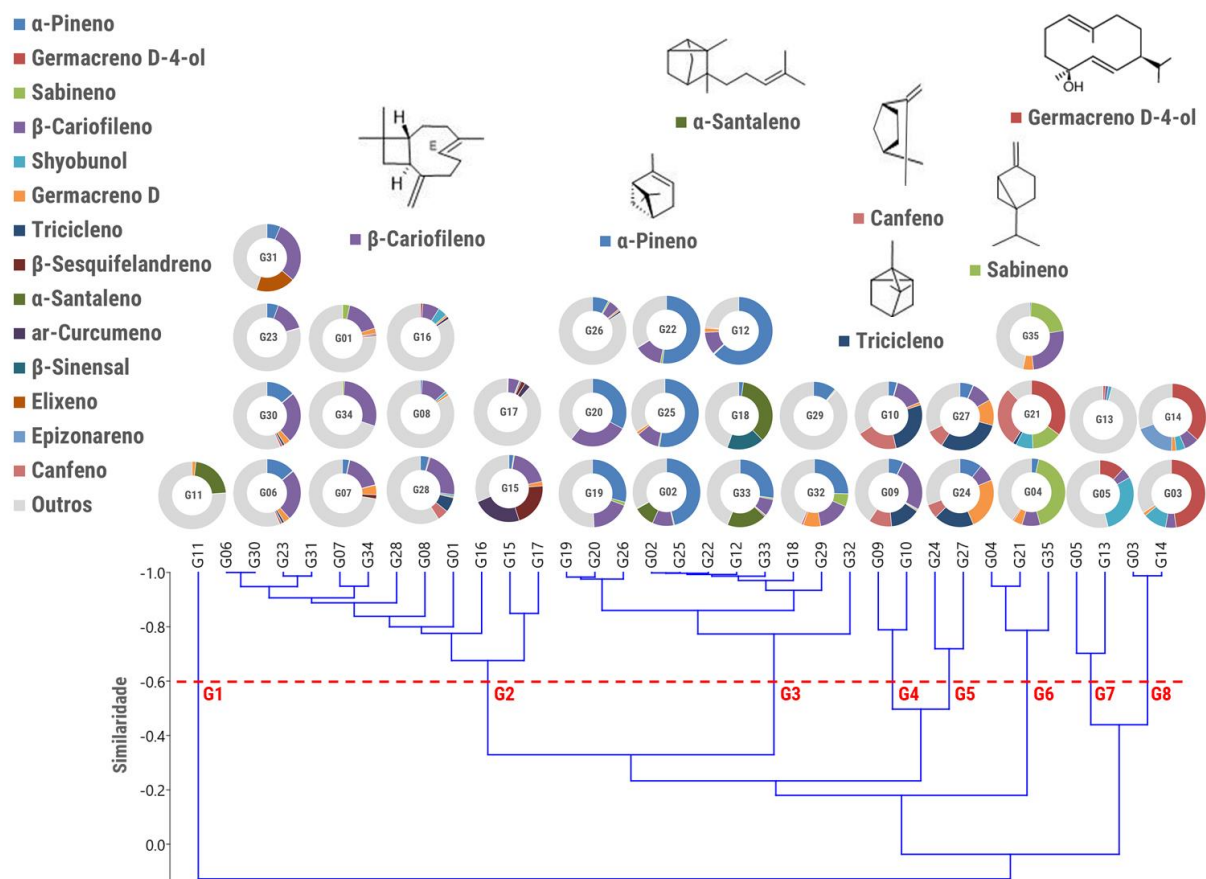
O gráfico bi-plot da análise de componentes principais, com base na composição química do óleo essencial da erva baleeira, foi gerado e observou-se que  $\alpha$ -pineno, germacreno D-4-ol, sabineno e beta-cariofileno foram as substâncias que mais contribuíram para a dispersão das amostras de óleos essenciais, evidenciando a formação de quatro grupos que se distinguem pela maior concentração de  $\alpha$ -pineno, germacreno D-4-ol, sabineno e  $\beta$ -cariofileno e um quinto grupo mais centralizado formado pelas outras amostras (**Figura 6**).



**Figura 9.** Gráfico bi-plot em três dimensões para a análise de componentes principais, com base em 35 genótipos e 14 substâncias do óleo essencial com maior contribuição para a variância total.

A análise de agrupamento com base na composição dos óleos essenciais, usando o método de hierárquico (UPGMA) permitiu a visualização de alguns agrupamentos por similaridade com base na correlação de Pearson (**Figura 10**). Foi possível distinguir a formação de 8 grupo com mais de 60% de similaridade, destaca-se a separação do genótipo 11 dos demais grupos. Ficou evidente a formação dos grupos em função da presença de  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -pineno, triciclano, sabineno e GermacrenoD-4-ol. Apesar das substâncias citadas não serem exclusivas de um único agrupamento, a proporção e relação entre elas acaba contribuindo para a formação dos grupos. Como exemplo, observa-se o grupo formado pelos genótipos G19, G20 e G26 que apesar de possuírem concentrações diferentes de  $\alpha$ -pineno e  $\beta$ -cariofileno, apresentam proporções semelhantes entre as duas substâncias (**Figura 10**).





**Figura 10.** Análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA e índice de similaridade baseado na correlação de Pearson, para os genótipos selecionados na literatura.

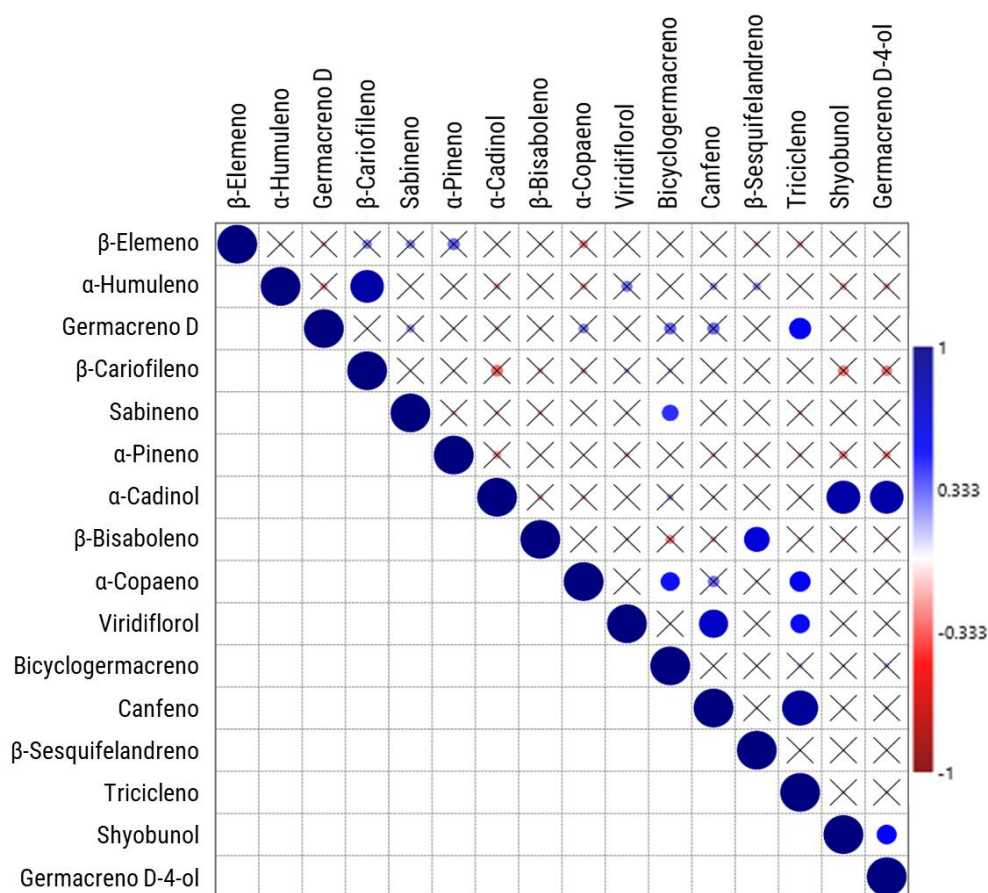
Apesar de serem as substâncias químicas com maior recorrência nos óleos essenciais investigados,  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno não apresentaram concentrações que levassem a constituição de um quimiótipo. Além disso, entre os acessos pesquisados não foi possível descrever uma maior recorrência de  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno dentro de uma faixa de concentração específica (Tabela 7 e Figura 8 e 10). Por outro lado,  $\alpha$ -pineno, sabineno e germacreno D distribuíram-se principalmente dentro de suas menores faixas de concentração. A substância  $\alpha$ -humuleno é considerada um marcador químico para os óleos essenciais de erva baleeira (Oliveira, de *et al.*, 2019). Do mesmo modo, o  $\beta$ -cariofileno também pode ser considerado um marcador químico, e também um indicador de qualidade para o óleo essencial de erva baleeira, principalmente em função de suas propriedades farmacológicas (Bakir *et al.*, 2008; Fernandes *et al.*, 2007).

Não foi possível observar uma relação entre a qualidade ou o teor de óleo essencial com a origem da planta ou o local de cultivo, denotando que a variabilidade é consequência das características genéticas. Portanto, a prospecção pela espécie em seu ambiente natural é uma importante estratégia em busca de exemplares que apresentem características superiores, por

exemplo, o genótipo 5 (Castro Nizio, de *et al.*, 2018b) com teor de óleo essencial igual a 3,3% e o genótipo 34 (Silva, 2014) com 7,6 e 26,2% de  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno respectivamente.

As principais classes estruturais observadas entre os majoritários são monoterpenos monocíclicos formados a partir de cátions com estrutura do tipo mentano, por exemplo, o cátion felandril que leva a formação de  $\beta$ -felandreno; monoterpenos bicíclicos com estruturas do tipo tujano, isocanfeno e pinano e que levam a formação, por exemplo, das substâncias  $\alpha$ -tujeno, triciclono e  $\alpha$ -pineno, respectivamente. Entre os sesquiterpenos majoritários foi possível identificar tipos estruturais acíclicos derivados do cátion farnesila e que levam a formação de diferentes estereoisômeros de cadeia aberta como (*E,E*)- $\alpha$ -farneseno e as formas oxigenadas (*2E,6E*)-farnesoato de metila e  $\beta$ -sinensal, tipos estruturais farnesano. Entre as estruturas cíclicas, observamos a presença de substâncias com estruturas dos tipos bisabolano, humulano, germacreno e cadinano como, por exemplo, as substâncias  $\beta$ -sesquifeleandreno,  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno, germecreno D e  $\delta$ -Cadineno.

Foi possível identificar correlação entre as substâncias que constituem os óleos essenciais de erva baleeira. Entre elas foram selecionadas aquelas que apresentaram maiores valores de correlação (**Figura 11 e Anexo D**). Observou-se correlações positivas entre monoterpenos cíclicos. A primeira, entre os monoterpenos triciclono e canfeno que tem origem no cátion isocanfíl. Destaca-se a correlação positivas entre os sesquiterpenos  $\alpha$ -humuleno e  $\beta$ -cariofileno, apesar de divergir em cátion humulila. A perda de um próton no cátion humulila leva a formação de uma nova dupla ligação para formar  $\alpha$ -humuleno ou a fusão de um segundo anel para formar  $\beta$ -cariofileno. É provável que a expressão de terpenos sintases específicas sejam intensificadas para metabolizar em estruturas diferentes, a partir de uma substância original, porém com objetivos ecológicos específicos, como anti-herbivoria e atração de insetos predadores (Degenhardt, Köllner e Gershenzon, 2009; Vattekkatte *et al.*, 2018). Outra correlação positiva entre sesquiterpenos se dá entre cadinol e germacreno D-4-ol, espécies oxigenadas derivadas de estrutura germacrano e cadinano, que podem ser produtos não específicos de reações de ciclização de sesquiterpeno sintases sobre pirofosfato de farnesila (Durairaj *et al.*, 2019; Pazouki e Niinemets, 2016).



**Figura 11.** Correlação de Pearson entre as substâncias presentes nos óleos essenciais de erva baleeiras, para os genótipos investigados.

### CONCLUSÃO:

O presente estudo, baseado em informações da literatura, permitiu concluir que:

- 1) o teor de óleo essencial nas folhas de erva baleeira com maior frequência ocorreram na faixa de 0,8 e 1,3%.
- 2) Existe variabilidade intraespecífica para a composição química do óleo essencial e que esta variação não está relacionada ao local de origem da espécie ou onde foi cultivada.
- 3) Assim como o  $\alpha$ -humuleno, o  $\beta$ -cariofileno possui elevada frequência nos óleos essenciais de erva baleeira.
- 4) Existem 18 quimiótipos de erva baleeira diferentes entre os 35 genótipos pesquisados, utilizando os critérios de dominância química proposto neste trabalho.
- 5) A análise de imagem, de componentes principais e, principalmente, a de agrupamentos hierárquicos contribuíram para compreender a diversidade e o contraste entre os perfis químicos dos óleos essenciais dos 35 genótipos analisados.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ACHE. **Acheflan**. Disponível em: <<https://www.ache.com.br/produtos/sob-prescricao/acheflan-creme-4/>>. Acesso em: 29 out. 2020.
- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007.
- ADORJAN, B.; BUCHBAUER, G. Biological properties of essential oils: an updated review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 6, p. 407–426, nov. 2010.
- AHMED, S. S.; IBRAHIM, M. E.; KHALID, K. A. Investigation of Essential Oil Constituents Isolated from *Trichodesma africanum* (L.) Grow Wild in Egypt. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 9, n. 5, p. 248–251, 1 maio 2015.
- AKISUE, M. *et al.* Caracterização farmacognóstica da droga e da tintura de *Cordia verbenacea* A. DC.-BORAGINACEAE. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v. 5, n. 1, p. 69–82, 1983.
- ALVES, M. S. *et al.* Essential Oils Composition and Toxicity Tested by Fumigation Against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) Pest of Stored Cowpea. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2387–2399, 2015.
- ANDREI, P.; COMUNE, A. P. DEL. Aromaterapia e suas aplicações. **Centro Universitário S. Camilo**, v. 11, n. 4, p. 57–68, 2006.
- ANVISA. **Formulário de Fitoterápicos Farmacopéia Brasileira** Brasília, 2021.
- ARAÚJO, L. G. DE. **Etnobotânica caiçara: Diversidade e conhecimento de recursos vegetais no litoral paulista**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2007.
- ARZE, J. B. L. *et al.* Essential Oils from Bolivia. XI. Verbenaceae : *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. and Boraginaceae : *Cordia chacoensis* Chodat. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 16, n. 4, p. 545–550, 4 jul. 2013.
- AVOSEH, O. N. *et al.* Essential oil of *Cordia millenii* from Nigeria. ~ 13 ~ **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 6, n. 4, p. 13–17, 2018.
- BAKIR, B. *et al.* Investigation of the anti-inflammatory and analgesic activities of  $\beta$ -caryophyllene. **International Journal of Essential Oil Therapeutics**, v. 2, n. 1, p. 41–44, 2008.
- BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446–475, fev. 2008.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils : science, technology, and**

**applications.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2010.

BAYA, M.; WISSEM, A. W.; MARZOUK, B. Fatty acids and essential oil composition of borage [*Borago officinalis* L.] stalk leaves during their development. **Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, v. 87, n. 3, p. 196–200, jul. 2010.

BLANCO, M. C. S. G. Produção vegetal: Erva-baleeira. **Governo do Estado de São Paulo**, 2013.

BONESI, M. *et al.* Chemical composition, antioxidant properties and anti-cholinesterase activity of *Cordia gillettii* (Boraginaceae) leaves essential oil. **Natural Product Communications**, v. 6, n. 2, p. 253–257, 2011.

BORGES, R.; PEIXOTO, A. L. Conhecimento e uso de plantas em uma comunidade caiçara do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 3, p. 769–779, set. 2009.

BRANDÃO, D. S. *et al.* Biologia floral e sistema reprodutivo da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 562–569, dez. 2015.

BRANDÃO, D. S. *et al.* Growing of tropical black sage and chemical composition of the essential oil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 823–829, dez. 2017.

BRASIL. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos: Série B. Textos Básicos de Saúde** Brasília, DF Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica, , 2006.

BRITO, M. R. DE; SENNA-VALLE, L. DE. Plantas medicinais utilizadas na comunidade caiçara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 363–372, jun. 2011.

CALIXTO, J. B.; JUNIOR, J. M. S. Desenvolvimento de Medicamento no Brasil: Desafios. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 1, p. 98–106, 2008.

CARVALHO CASTRO, K. N. DE *et al.* Acaricidal activity of cashew nut shell liquid associated with essential oils from *Cordia verbenacea* and *Psidium guajava* on *Rhipicephalus microplus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 4, p. 297–304, 4 jul. 2019.

CARVALHO, I. T.; ESTEVINHO, B. N.; SANTOS, L. Application of microencapsulated essential oils in cosmetic and personal healthcare products - a review. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, n. 2, p. 109–119, abr. 2016.

CARVALHO, P. M. DE *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D.C. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, n. 2–3, p.

297–301, dez. 2004.

CARVALHO, V. R. DE A. *et al.* Antibiotic-Modifying Activity and Chemical Profile of the Essential Oil from the Leaves of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n. 2, p. 337–345, 4 mar. 2017.

CASTRO NIZIO, D. A. DE *et al.* Essential oils of *Varronia curassavica* accessions have different activity against white spot disease in freshwater fish. **Parasitology Research**, v. 117, n. 1, p. 97–105, 8 jan. 2018.

CAYE, V. A. *et al.* Estaquia de Erva Baleeira submetidas à fitorregulador extraído da tiririca. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, n. 1, 2020.

CHASE, M. W. *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 1 maio 2016.

COSTA, J. G. M. *et al.* Composition and larvicidal activity of essential oils from heartwood of *Auxemma glazioviana* Taub. (Boraginaceae). **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, n. 6, p. 529–531, nov. 2004.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. . **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa-MG: [s.n.].

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa-MG: [s.n.].

DEGENHARDT, J.; KÖLLNER, T. G.; GERSHENZON, J. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. **Phytochemistry**, v. 70, n. 15–16, p. 1621–1637, out. 2009.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 2nd ed. ed. [s.l.] John Wiley & Sons Ltd, 2002.

DINIZ, J. C. *et al.* Chemical Composition of the Leaf Essential Oil of *Cordia leucocephala* Moric from Northeast of Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 495–496, nov. 2008.

DOOL, H. VAN DEN; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 11, p. 463–471, jan. 1963.

DURAIRAJ, J. *et al.* An analysis of characterized plant sesquiterpene synthases. **Phytochemistry**, v. 158, p. 157–165, fev. 2019.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual

volatile constituents: a review. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 308–323, abr. 2007.

FEIJÓ, E. V. R. DA S.; OLIVEIRA, R. A. DE; COSTA, L. C. DO B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516–523, set. 2014.

FERNANDES, E. S. *et al.* Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (–)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European Journal of Pharmacology**, v. 569, n. 3, p. 228–236, ago. 2007.

FIGUEIRA, G. M.; PEREIRA, B.; MAGALHÃES, P. M. Aspectos da produção de mudas de erva-baleeira *Cordia curassavica* (Jacq.). **V Jornada Paulista de Plantas medicinais**, 2001.

FIGUEIREDO, A. C.; PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. Plantas aromáticas e medicinais. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura -APH**, 2014.

GHASSEMI, N. *et al.* Volatile constituents of a medicinal plant of Iran, *Echium amoenum* Fisch. and C.A. Mey. **Daru**, v. 11, n. 1, p. 32–33, 2003.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, abr. 2007.

GOMES, V. *et al.* Variation in the essential oils composition in Brazilian populations of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 48, p. 222–227, jun. 2013.

GÓMEZ, N. E.; WITTE, L.; HARTMANN, T. Chemical defense in larval tortoise beetles: Essential oil composition of fecal shields of *Eurypedus nigrosignata* and foliage of its host plant, *Cordia curassavica*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 5, p. 1007–1027, 1999.

HARTWIG, B. R.; RODRIGUES, D. F.; JUNIOR, C. J. Erva Baleeira: Uma possibilidade real da sóciobiodiversidade para modelos sustentáveis de produção. **HOLOS**, v. 3, p. 1–21, 2020.

HENNEBELLE, T. *et al.* The Essential Oil of *Lippia alba*: Analysis of Samples from French Overseas Departments and Review of Previous Works. **Chemistry & Biodiversity**, v. 3, n. 10, p. 1116–1125, out. 2006.

HERNÁNDEZ, D. *et al.* Temporal variation of chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer and Schultes: Boraginaceae. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, 2014.

HERNÁNDEZ, T. *et al.* FITOQUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE PLANTAS DE IMPORTANCIA EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN. **TIP**, v. 18, n. 2, p. 116–121, dez. 2015.

- IOSET, J.-R. *et al.* Antifungal and larvicidal cordiaquinones from the roots of *Cordia curassavica*. **Phytochemistry**, v. 53, n. 5, p. 613–617, mar. 2000.
- IRIS LANGE, B. M. L. Utility of Aromatic Plants for the Biotechnological Production of Sustainable Chemical and Pharmaceutical Feedstocks. **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 02, n. 05, p. 1–10, 2012.
- ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v. 19, n. 8–10, p. 603–608, set. 2000.
- ISO-9235. **ISO, International Standard 9235: 2013 Aromatic natural raw materials—vocabulary.**
- ISO, I. S. 9235: 2013 A. NATURAL RAW MATERIALS—VOCABULARY. **ISO 9235:2013 - Aromatic natural raw materials -- Vocabulary.**
- JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. **Applied Statistics**, v. 22, p. 21–31, 1973.
- JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 6. ed. São Paulo: [s.n.].
- JUNIOR, I. M. Aspecto do cultivo comercial de erva baleeira. **Revista Agroecologia Hoje**, v. 3, p. 14–15, 2000.
- \_\_\_\_. **Variabilidade Genética em uma População de *Cordia verbenacea* DC. Para características Agronômicas e Fitoquímicas (Variabilidade Genética em uma População de *Cordia verbenacea* DC. Para Características Agronômicas e Fitoquímicas)**. [s.l.] Universidade de Campinas, 2011.
- KOUL, O.; WALIA, S.; DHALIWAL, G. S. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. **Biopestic. Int**, v. 4, n. 1, p. 63–84, 2008.
- LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; ARRIGONI-BLANK, M. DE F. Enraizamento de miniestacas de erva-baleeira. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 114–116, 1997.
- LEAL-COSTA, M. V.; AMÉLIA, R. P. Anatomia foliar de *Varronia curassavica* Jacq. (Cordiaceae). **Revista Fitos**, v. 11, n. 1, 2017.
- LEGEÉ. **Legeé Óleos Essenciais e Compostos Eireli**.
- LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. D. M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 71–77, 2003.
- MAFFEI, M. E.; GERTSCH, J.; APPENDINO, G. Plant volatiles: Production, function and pharmacology. **Natural Product Reports**, v. 28, n. 8, p. 1359, 2011.
- MARDIA, K. V.; KENTE, J. T.; BIBBY, J. M. Multivariate analysis. **London: Academic**



Press, p. 518, 1997.

MARQUES, M. C.; BRITZ, R. M. DE. **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: [s.n.].

MARQUES, A. P. . *et al.* Chemical composition of essential oil from *Varronia curassavica* Jacq. accessions in different seasons of the year. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. 111656, nov. 2019.

MARQUES, A. P. S. *et al.* Chemical composition of essential oil from *Varronia curassavica* Jacq. accessions in different seasons of the year. **Industrial Crops and Products**, 2019.

MATIAS, E. F. F. *et al.* Light-enhanced antibiotic activity of Brazilian medical plants (*Croton campestris* A, *Ocimum gratissimum* L and *Cordia verbenaceae* DC). **Asian Biomedicine**, v. 4, n. 1, p. 183–186, 1 fev. 2010.

MATIAS, E. F. F. *et al.* Biological Activities and Chemical Characterization of *Cordia verbenaceae* DC. as Tool to Validate the Ethnobiological Usage. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–7, 2013.

MATIAS, E. F. F. *et al.* Seasonal variation, chemical composition and biological activity of the essential oil of *Cordia verbenaceae* DC (Boraginaceae) and the sabinene. **Industrial Crops and Products**, v. 87, p. 45–53, set. 2016.

MECCIA, G. *et al.* Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Cordia verbenaceae* from the Venezuelan Andes. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 8, p. 1934578X0900400, 1 ago. 2009.

MENDES, A. D. R. *et al.* Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 262–270, jun. 2014.

MENDES, A. D. R.; MARTINS, E. R.; FIGUEIREDO, L. . Estudo do sistema de reprodução da fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 605–608, 2013.

MENEZES, J. E. S. A. DE *et al.* Volatile constituents of *Cordia trichotoma* Vell. from the northeast of Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 2, p. 149–151, mar. 2005.

MENEZES, J. E. S. A. DE *et al.* Chemical Composition and Larvicidal Activity of the Essential Oil From Leaves of *Cordia globosa* (Jacq.) H.B.K. from Northeastern Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, n. 3, p. 253–255, maio 2006.

MHAMDI, B. *et al.* Volatiles From Leaves and Flowers of Borage ( *Borago officinalis* L.). **Journal of Essential Oil Research**, v. 21, n. 6, p. 504–506, nov. 2009.

MICHIELIN, E. M. Z. *et al.* Radical-scavenging activity of extracts from *Cordia verbenacea* DC obtained by different methods. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 56, n. 1, p. 89–96, fev. 2011.

MIGUEL, M. *et al.* Antimicrobial activity of essential oil of *Cordia globosa*. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 10, n. 11, p. 179–184, 22 mar. 2016.

MORANDI, M. A. B. Integração de métodos físicos e biológicos no controle de doenças em viveiro de plantas medicinais: estudo de caso com *Cordia verbenacea*. **Embrapa Meio Ambiente**, p. 337–341, 2009.

MORTEZA-SEMNANI, K. *et al.* The essential oil composition of *Onosma microcarpum* DC. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, n. 2, p. 314–316, mar. 2006.

MORTEZA-SEMNANI, K.; SAEEDI, M.; BABANEZHAD, E. The Essential Oil Composition of *Marrubium vulgare* L. from Iran. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 488–490, nov. 2008.

NASCIMENTO, R. V. *et al.* Hydrodistillation Extraction Kinetics of Volatile Oils from *Varronia curassavica* and *Laurus nobilis*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 01, n. 01, p. 1–7, 2020.

NATÉRCIA, F. Parcerias e Inovação impulsionam o setor farmacêutico. **Inovação Uniemp**, p. 32–37, nov. 2005.

NIZIO, D. A. DE C. *et al.* Chemical diversity of native populations of *Varronia curassavica* Jacq. and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae*. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 437–448, dez. 2015.

OLIVEIRA, B. M. S. DE *et al.* Essential oils from *Varronia curassavica* (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and  $\alpha$ -humulene as an alternative to control *Dorymyrmex thoracicus* (Formicidae: Dolichoderinae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 7, p. 6602–6612, 9 mar. 2019.

OLIVEIRA, B. M. S. DE *et al.* Morpho-agronomic characterization of *Varronia curassavica* germplasm conserved “Ex situ”. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, fev. 2020.

OLIVEIRA, J. C. S. DE; CAMARA, C. A. G. DA; SCHWARTZ, M. O. E. Volatile Constituents of the Stem and Leaves of *Cordia* Species from Mountain Forests of Pernambuco (North-eastern Brazil). **Journal of Essential Oil Research**, v. 19, n. 5, p. 444–448, set. 2007.

PARISOTTO, E. B. *et al.* The antitumor activity of extracts from *Cordia verbenacea* D.C. obtained by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p.

101–107, jan. 2012.

PAZOUKI, L.; NIINEMETS, Ü. Multi-Substrate Terpene Synthases: Their Occurrence and Physiological Significance. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, jul. 2016.

PEREIRA, K. L. G. *et al.* Chemical diversity of essential oils of *Lantana camara* L. native populations. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 1, p. 32–47, jan. 2020.

QUEIROZ, A. A. C. E D. C. DE. Óleos essenciais e química fina. **Química Nova**, v. 16, n. 3, p. 224–228, 1993.

QUEIROZ, T. B. *et al.* Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em função dos horários de coleta. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1 suppl 1, p. 356–362, 2016.

RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250–264, dez. 2014.

RIBEIRO, P. G. F.; DINIZ, R. C. **Cultivo de plantas aromáticas e medicinais**. [s.l: s.n.].

ROLDÃO, E. DE F. *et al.* Evaluation of the antiulcerogenic and analgesic activities of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 119, n. 1, p. 94–98, set. 2008.

S. ALVES, M. *et al.* Essential Oils Chemical Diversity from UFRRJ Botanical Garden and Other Locations Plants Based on Analysis of Image and Multivariate Statistic. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 5, p. 1635–1656, 2019.

SABIH OZER, M. *et al.* Essential oil composition and antioxidant activities of alkanet (*Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*). **Food Science and Biotechnology**, v. 19, n. 5, p. 1177–1183, 31 out. 2010.

SALEM, N. *et al.* Variation in anthocyanin and essential oil composition and their antioxidant potentialities during flower development of Borage (*Borago officinalis* L.). **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v. 148, n. 3, p. 444–459, 4 maio 2014.

SANGWAN, N. S. *et al.* Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, v. 34, n. 1, p. 3–21, maio 2001.

SANTOS, A. V. *et al.* In vitro propagation, histochemistry, and analysis of essential oil from conventionally propagated and in vitro-propagated plants of *Varronia curassavica* Jacq. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 49, n. 4, p. 405–413, 8 ago. 2013.

SANTOS, R. P. *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **Journal of the**

- Brazilian Chemical Society**, v. 17, n. 5, p. 1027–1030, out. 2006.
- SAYYAH, M. *et al.* Analgesic and anti-inflammatory activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* Linn. **Phytotherapy Research**, v. 17, n. 7, p. 733–736, ago. 2003.
- SCIARRONE, D. *et al.* Quali-quantitative characterization of the volatile constituents in *Cordia verbenacea* D.C. essential oil exploiting advanced chromatographic approaches and nuclear magnetic resonance analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 1524, p. 246–253, nov. 2017.
- SILVA, A. C. DA *et al.* Local and systemic control of powdery mildew in eucalyptus using essential oils and decoctions from traditional Brazilian medicinal plants. **Forest Pathology**, v. 44, n. 2, p. 145–153, abr. 2014.
- SILVA, K. P. *et al.* Using *Varronia curassavica* (Cordiaceae) essential oil for the biocontrol of *Phytomonas serpens*. **Industrial Crops and Products**, v. 139, p. 111523, nov. 2019.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P. A pesquisa e a produção brasileira de medicamentos a partir de plantas medicinais: a necessária interação da indústria com a academia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n. 1, 2002.
- SINGH, A. K. *et al.* Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Mentha arvensis* L. f. *piperascens* Malinvaud ex. Holmes) cultivars. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 3, p. 302–305, maio 2005.
- TZAKOU, O.; LOUKIS, A. Chemical Composition of *Alkanna orientalis* from Greece. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 490–491, nov. 2008.
- URZÚA, A. *et al.* Insecticidal properties of *Heliotropium stenophyllum* essential oil on the house fly, *Musca domestica* L. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, 2013.
- VATTEKKATTE, A. *et al.* Enhanced structural diversity in terpenoid biosynthesis: enzymes, substrates and cofactors. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 16, n. 3, p. 348–362, 2018.
- VENTRELLA, M. C.; MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 457–467, set. 2008.
- WEI, Q. *et al.* Profiling of Volatile Compounds and Associated Gene Expression in Two *Anthurium* Cultivars and Their F1 Hybrid Progenies. **Molecules**, v. 26, n. 10, p. 2902, maio 2021.
- WEZEL, A. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 1, p. 1–20, jan. 2014.

YÜCEL, T. B.; KARAOĞLU, Ş. A.; YAYLI, N. Antimicrobial activity and composition of *rindera lanata* (LAM.) bunge var. *canescens* (A.D.C.) kosn. essential oil obtained by hydrodistillation and microwave assisted distillation. **Records of Natural Products**, 2017.

## CAPÍTULO II

### **Estudo *in situ* da diversidade química dos óleos essenciais de diferentes genótipos de erva-Baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brasil.**

#### RESUMO:

Informações da literatura apontam para a variabilidade intraespecífica do óleo essencial de erva baleeira e, também, do teor deste óleo presente nas folhas. A erva baleeira é uma espécie aromática nativa e importante para o segmento farmacêutico e para a indústria de aromas e fragrâncias. Entretanto, não existem cultivares registradas no ministério da agricultura e pecuária do Brasil, que aponta para a necessidade de se conhecer o potencial da espécie para a construção de um programa de melhoramento e a produção baseado em genótipos de valor agrônomo com produção e qualidade de bioativos padronizados. Neste sentido, o foco deste segundo capítulo consistiu na prospecção da espécie em fragmentos de restinga compreendidos entre o litoral de Maricá e Cabo-Frio, municípios na Região dos Lagos do Rio de Janeiro. Material proveniente de 12 genótipos de erva baleeira foram coletados para a extração dos óleos essenciais, que foram quantificados com base na matéria seca e analisados por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM). Os dados foram organizados e submetidos as análises estatísticas descritiva, univariada e multivariada. No total foram identificadas 78 substâncias e observou a existência de diferentes quimiótipos.

#### ABSTRACT:

### **Study of *in situ* essential oil chemical diversity from different wild-sage genotypes collected in Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil.**

Information from the literature points to the wild-sage essential oil intraspecific variability and, also, of the leaves essential oil content. Wild-sage is a native and important aromatic species for the pharmaceutical segment and for the flavor and fragrance industry. However, there are no cultivars registered with the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brazil), which points to the need to know the potential of the species to build an improvement and production program based on genotypes of agronomic value, with production and quality of bioactives standardized. In this context, the focus of this second chapter consisted of prospecting the species in restinga fragments between the coast of Maricá and Cabo-Frio, cities in the Lagos Region of Rio de Janeiro. Material from 12 wild-sage genotypes were collected for the essential oils extraction, which were quantified based on dry matter and analyzed by gas

chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). Data were organized and submitted to descriptive, univariate and multivariate statistical analyses. In total, 78 compounds were identified and the existence of different chemotypes was observed.

#### MATERIAL E MÉTODOS:

##### 1) Regularização da Atividade de Campo

A regularização do trabalho se deu em duas etapas: a primeira, consistiu em informar as autoridades inicialmente do acesso ao patrimônio genético para fins de pesquisa, o que foi realizado através do cadastro da pesquisa no Sistema de Gestão do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado - SisGen, que gerou uma certidão de autorização com código A34C045 (**Anexo D**). A segunda etapa consistiu em solicitar autorização para os órgãos responsáveis pela gestão de unidades de conservação e preservação do meio ambiente nas localidades onde as coletas seriam realizadas, o que foi feito junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro - INEA-RJ (autorização INEA nº 046/2020, SEI/ERJ - 8762851 - Ofício – NI, código verificador 8762851, o código CRC 0AE0F68F), e junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - Número: 75906-1, Data da Emissão: 13/10/2020 09:12:41, Código de autenticação: 0759060120201013). As documentações para a autorização das coletas estão apresentadas nos **Anexos B e C**.

##### 2) Coleta dos genótipos de erva baleeira

A coleta por genótipos de erva baleeira ocorreram entre 8 horas do dia 27 e 11 horas do dia 28 de novembro de 2020, em diferentes municípios do litoral do norte do estado do Rio de Janeiro, mais especificamente na Região dos Lagos (**Figura 12**). No primeiro dia foram coletados nove genótipos e somente três ficaram para o segundo dia. Amostras de folhas, ramos íntegros e frutos maduros foram devidamente identificados e georreferenciados conforme apresentado na **Tabela 10**.



**Figura 12.** Identificação geográfica das localidades de coleta dos genótipos de erva baleeira no litoral do Estado do Rio de Janeiro.



**Tabela 10.** Identificação, registro e local de coleta dos genótipos de erva baleeira.

Genótipo	Localidade	Registro	Georreferenciamento
01	Praia de Guaratiba, Maricá	RBR 55402	22°57'38,2"S; 42°50'24,9"W
02	Praia da Sacristia, Maricá	RBR 55403	22°57'04,7"S; 42°41'02,6"W
03	Lagoa de Jaconé, Maricá	RBR 55404	22°56'10,76"S; 42°38'45,9"W
04	Maricá, Lagoa de Jaconé	RBR 55405	22°56'10,1"S; 42°38'49,1"W
05	Praia de Itaúna, Saquarema	RBR 55406	22°56'1.31"S; 42°27'36,4"W
06	Praia de Itaúna, Saquarema	RBR 55407	22°55'27,7"S; 42°27'40,8"W
07	Monte Alto, Arraial do Cabo	RBR 55408	22°56'39,3"S; 42°07'46,6"W
08	Vila Industrial, Arraial do Cabo	RBR 55409	22°57'21,8"S; 42°02'08,7"W
09	Vila Industrial, Arraial do Cabo	RBR 55410	22°57'42,2"S; 42°01'38,8"W
10	Cajueiro, Cabo Frio	RBR 55411	22°52'13,4"S; 41°59'41,4"W
11	Ogiva, Cabo Frio	RBR 55412	22°52'31,2"S; 42°00'01,8"W
12	Cajueiro, Cabo Frio	RBR 55413	22°52'20,9"S; 41°59'09,0"W

A parte aérea contendo principalmente folhas foram coletadas e armazenadas em sacolas de papel pardo com pequenas perfurações para auxiliar a circulação de ar. As amostras selecionadas para as exsiccatas foram organizadas entre folhas de jornais e papelão, prensadas com tábuas e amarradas com cordas, para facilitar a confecção posterior das exsiccatas. Ao final da coleta todo material foi colocado em uma estufa (modelo Solab/SL 102) com circulação e renovação de ar e temperatura programada para  $36^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ , durante quatro dias consecutivos (**Figura 13**). Em seguida parte do material seco foi destinada ao herbário, e as folhas foram reservadas para a extração do óleo essencial, e os frutos foram selecionados e armazenados para propagação das sementes em outro momento.



**Figura 13.** Amostras de erva baleeira prensada com tábua e em papel Kraft, armazenadas na estufa a 36°C.

### 3) Preparação de exsicatas

As amostras que foram reservadas para a confecção das exsicatas, deram entrada no Herbário da UFRRJ (RBR-UFRRJ), no dia 4 de março de 2021. Para o registro das exsicatas no herbário, foi preenchido um formulário eletrônico disponível no próprio site do herbário RBR-UFRRJ ([http://rbr.jbrj.gov.br/v2/validarplanilha\\_externo.php](http://rbr.jbrj.gov.br/v2/validarplanilha_externo.php)), a coleção botânica foi selecionada e anexada a ao formulário preenchido, e após a validação foi gerado uma etiqueta de identificação, com o número de registro para cada amostra (**Tabela 10**).

Em seguida, realizou-se a confecção das exsicatas utilizando os seguintes materiais: cartolinas com tamanho padrão, fita adesiva, cola, tesouras, lápis, etiquetas de identificação e papel pardo como capa. A etiqueta contendo as informações foi colada no canto direito da cartolina, já as plantas são separadas de acordo com cada numeração e colocadas de maneira simétrica na cartolina, presas com fita adesivas, após esse processo as exsicatas são envolvidas

no papel pardo, contendo a descrição da planta na capa, como o nome científico, o número de tombamento e a família. Após finalizado o processo, as exsicatas são submetidas aos registros fotográficos para digitalização do acervo e depositados no herbário (**Figura 14**).



**Figura 14.** Preparação das exsicatas para depósito no Herbário RBR-UFRJ.

#### 4) Extração e quantificação dos óleos essenciais.

A extração do óleo essencial foi realizada no Laboratório de Plantas Aromáticas e Medicinais (LabPAM), que está localizado no Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ. O procedimento para obtenção dos óleos essenciais se deu por hidrodestilação, utilizando um aparelho de aparelho de Clevenger modificado (**Figura 15**) e pelo tempo de 2 horas. As mantas e o tempo de extração foram estabelecidos com base no estudo anterior (Nascimento *et al.*, 2020).



**Figura 15.** Sistema de hidrodestilação contendo aparelho de tipo Clevenger modificado.

A pressão de vapor, durante a destilação, foi ajustada e padronizada nos três destiladores utilizadas, para um fluxo constante de 3 mililitros de destilado por minuto. Para a extração foram utilizadas 30 g folhas previamente secas em um balão de vidro de fundo redondo de 1.000 mL contendo 500 mL de água destilada. Optou-se por não triturar as folhas considerando que as substâncias voláteis estão preferencialmente em tricomas glandulares, na epiderme das folhas. Após a obtenção do hidrolato, o óleo essencial foi separado por diferença de fase e pequena quantidade de diclorometano foi utilizada para escovar a vidraria e recuperar todo o óleo essencial retido no aparelho. Em seguida, a mistura foi filtrada e seca com sulfato de sódio anidro e o solvente eliminado em fluxo constante de nitrogênio gasoso.

A massa (% *m/m*) de óleo essencial foi obtida em uma balança analítica (modelo Unibloccom AUW-320 Shimadzu) com precisão de 0,0001g, com base na matéria seca, livre de umidade. Para cálculo da massa seca, livre de umidade, do material vegetal utilizado na extração dos óleos essenciais, no mesmo dia, dois gramas do mesmo material foram submetidos a  $102^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  até peso constante, em uma estufa de secagem. Em seguida, a variação de massa antes e após a secagem foi utilizada na equação (1) para determinação do percentual de matéria seca da amostra, a equação (2) foi empregada para o cálculo da quantidade de matéria seca

presente na amostra vegetal utilizada durante a extração do óleo essencial e a equação (3) para o cálculo do teor de óleo essencial presente nas folhas de erva baleeira.

$$MS\% = (m_{AS}) * 100 / (m_{AU}) \quad (1)$$

$$MS_A = (m_{AUE} * MS\%) / 100 \quad (2)$$

$$OE\%_{MS} = m_{OE} * 100 / MS_A \quad (3)$$

Onde:  $MS\%$  = teor de matéria seca (%),  $m_{AS}$  = massa da amostra seca (g),  $m_{AU}$  = massa da amostra contendo umidade (g),  $MS_A$  = matéria seca na amostra utilizada na extração,  $m_{AUE}$  = massa da amostra contendo umidade utilizada na extração (g) e  $OE\%_{MS}$  = teor de óleo essencial na matéria seca (g).

##### 5) Caracterização e quantificação por Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectrômetro de Massas e por Cromatografia Gasosa por Ionização de Chamas.

As análises cromatográficas dos óleos essenciais foram realizadas na Central Analítica Multiusuário do Programa de Pós-graduação em Química (CAM-PPGQ) do Instituto de Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Um Cromatógrafo Gasosos acoplado ao espectrômetro de massa QP-2010 Plus (Shimadzu, JPN), equipado com *autosampler* e injetor no modo *split* (1:20), foi utilizado para separar e analisar as substâncias presentes nos óleos essenciais das plantas aromáticas. As substâncias foram separadas em uma coluna capilar de sílicas fundida (Fact Four VF-5ms, 30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu$ m, *Agilent J&W*). O hélio foi utilizado como gás carreador com fluxo de 1 mL  $\text{min}^{-1}$ . A programação da temperatura do forno foi de 50° C por 5 min com incremento de 3° C  $\text{min}^{-1}$  até 120° C, seguido por incremento de 5° C  $\text{min}^{-1}$  até 250° C e, finalmente, seguido por incremento de 15° C  $\text{min}^{-1}$  até 290° C, mantidos por 20 min. As temperaturas do injetor, da interface e fonte de íons foram de 250, 310 e 250 °C, respectivamente. O espectro de massa foi obtido em um detector quadrupolo operando a 70 eV, com intervalo de massa entre 40 e 400 m/z e a razão de 0,5 scan  $\text{s}^{-1}$ . Um Cromatógrafo Gasoso 5890 Séries II (*Agilent, USA*), equipado com um detector de ionização de chama e injetor no modo “split” (1:20), foi utilizado para separar e detectar os constituintes dos óleos essenciais<sup>1</sup>. A coluna e a programação foram as mesmas utilizadas para a análise CG-EM. As temperaturas do injetor e do detector foram de

---

<sup>1</sup> A análise no CG-DIC foi realizada somente ao final da dissertação, prejudicando o desenvolvimento do método de quantificação dos constituintes dos óleos essenciais, o qual não pode ser finalizado. Os motivos foram que o equipamento ficou parado aguardando manutenção por muito tempo aumentando a fila para as análises e o fato dos serviços da CAM estarem restritos a um dia por semana em função das restrições causados pela pandemia do COVI-19. Mesmo assim em anexo serão acrescentados os relatórios das análises CG-DIC (**Anexo F**).

250 e 290 °C, respectivamente. O volume de amostra injetado foi de 0,5 µmL, na concentração de 1%, utilizando o etanol como solvente.

A caracterização química dos óleos essenciais foi realizada com base na comparação dos índices de retenção calculados e dos espectros de massa obtidos com aqueles descritos na literatura e no banco de dados do equipamento

A identificação química dos óleos essenciais foi realizada através da comparação do espectro de massas da substância com o banco de dados NIST e filtrado pelo índice de retenção usando o NIST WebBook e literatura publicada (Adams, 2007; Dool, van Den e Dec. Kratz, 1963). Os índices de retenção com programação linear de temperatura foram determinados para injeção de uma série homóloga de n-alcenos C7-C30 usando a equação de Van den Dool e Kratz (Adams, 2007; Dool, van Den e Dec. Kratz, 1963). Os compostos foram provisoriamente identificados por meio de análise comparativa de espectro de massa considerando uma correspondência de similaridade mínima de 80% e um desvio de  $\pm 25$  IRL do Adams.

#### 6) Análise estatística

Realizou-se as mesmas análises estatística citadas no do capítulo I, porém no caso das análises multivariadas não foi necessário o descarte de variáveis, pois os resultados acumularam uma variância maior que 70%.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO:

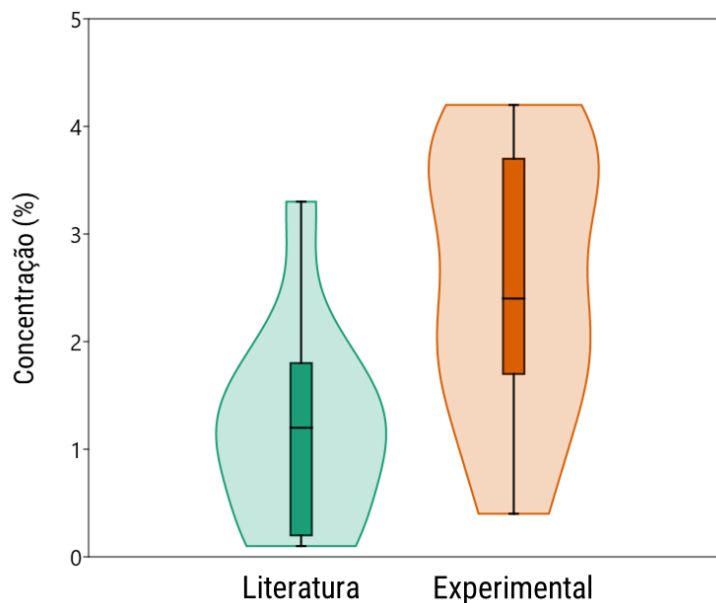
Com base nas amostras coletadas em campo, após a extração foi possível observar que o teor de óleo essencial da erva baleeira variou de 0,4 a 4,2% (**Tabela 11**), onde a amostra com maior teor de óleo essencial, genótipo 09, foi coletada na Vila Industrial em Arraial do Cabo, enquanto a amostra com menor teor de óleo essencial, genótipo 7, foi localizado em região de difícil acesso, em estágio vegetativo, com solo arenoso, próximo às dunas e afastados do mar. Dentre os dados apresentados na **Tabela 11**, a amostra com o maior teor de óleo foi descartada, devido ao erro cometido na secagem do óleo, sendo assim não foi possível realizar a identificação química da mesma amostra. Independente desta falha, os resultados mostraram uma grande variabilidade no teor do óleo essencial, do mesmo modo que foi observado com os dados de revisão da literatura realizado no capítulo anterior.

**Tabela 11.** Teor (%) de óleo essencial obtido em diferentes amostras coletadas em campo.

ID <sup>1</sup>	Origem	Teor (%)
10	Cajueiro, Cabo Frio	5,1
09	Vila Industrial, Arraial do Cabo	4,2
06	Praia de Itaúna, Saquarema	3,9
01	Praia de Guaratiba, Maricá	3,7
05	Praia de Itaúna, Saquarema	3,6
12	Cajueiro, Cabo Frio	3,4
08	Vila Industrial, Arraial do Cabo	2,4
03	Lagoa de Jaconé, Maricá	2,1
04	Lagoa de Jaconé, Maricá	1,9
11	Ogiva, Cabo Frio	1,7
02	Praia da Sacristia, Maricá	1
07	Monte Alto, Arraial do Cabo	0,4

<sup>1</sup>Número de identificação das plantas na **Tabela 5**.

Essas variações entre o máximo e mínimo de teor de óleo encontrada podem estar relacionadas aos ambientes específicos, e o tipo de solo pode também contribuir satisfatoriamente ou negativamente, pois regiões mais próximas as dunas são mais desfavoráveis para o desenvolvimento de espécies vegetais, enquanto que solos rico em matéria orgânica são mais favoráveis (Oliveira *et al.*, 2020), conseqüentemente, a distribuição dos genótipos podem alterar a composição química. Também é provável que a variabilidade no teor de óleo essencial seja devido aos fatores genéticos próprios de cada genótipo analisado. Com objetivo de comparar a média para o teor de óleo essencial dos genótipos investigados na literatura (Capítulo 1) com os resultados obtidos experimentalmente neste capítulo (Capítulo 2) realizamos a análise através do teste t para as frequências observadas e constatamos que são diferentes (**Figura 16**).



**Figura 16.** Boxplot com violino para a distribuição de faixas de teores (%) de óleos essenciais dos genótipos de erva baleeira consultados da literatura e dos 11 genótipos obtidos experimentalmente a partir de material coletado em campo.

Dentre as 101 substâncias presentes nas 11 amostras dos óleos essenciais investigados, apenas 78 substâncias foram devidamente identificadas e estão apresentadas na **Tabela 12**. Destas 101 substâncias, foram selecionadas aquelas com concentração superior a 5% e presentes em pelo menos um dos óleos essenciais (**Tabela 13**). Dentre os 11 óleos essenciais analisados todos apresentam percentual de identificação superior a 94,7%, exceto o genótipo 11 com somente 79,4% da composição química elucidada. Dentre os genótipos analisados, os óleos essenciais da erva baleeira apresentaram constituição majoritária de terpenos não oxigenados (**Tabela 13**), com a predominância de sesquiterpenos (21,4 a 53,9%) em relação aos monoterpenos (8 a 46,7%) semelhante aos dados da literatura



**Tabela 12.** Caracterização química dos óleos essenciais de 11 genótipos de erva baleeira coletadas na Região dos Lagos, Rio de Janeiro.

N	TR <sub>M</sub>	Substâncias	Classe	AI <sub>cal</sub>	AI <sub>tab</sub>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A11	A12
1	9564	Triciclono	HM	921	921	8,1	3,4	3,4	17,8	13,3	4,2	-	-	17,6	-	-
2	9749	$\alpha$ -Tujeno	HM	925	924	0,5	3,9	3,9	-	0,3	9,2	2,2	5,7	-	3,1	4,5
3	10090	$\alpha$ -Pino	HM	929	932	1,9	11,9	12,0	3,3	3,1	23,1	3,7	13,1	3,5	7,5	10,7
4	10886	Canfeno	HM	948	946	2,0	0,9	0,9	5,1	3,1	1,0	-	-	4,1	-	-
5	12047	Sabineno	HM	971	969	0,3	1,4	1,4	-	0,2	2,5	0,7	2,1	1,1	0,8	1,3
6	12266	$\beta$ -Pino	HM	976	979	0,2	3,1	3,1	-	0,3	4,3	1,2	3,8	0,4	2,8	3,2
7	12919	Mirceno	HM	989	988	0,2	0,7	0,7	1,0	0,6	1,1	0,2	0,9	0,9	0,4	0,5
8	13737	NI1		1005		-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
9	14842	NI2		1027		-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
10	14917	Limoneno	HM	1029	1024	0,3	0,4	0,4	1,1	0,7	0,7		0,4	0,9	-	0,2
11	14986	$\beta$ -Felandreno	HM	1030	1025	-	-	-	-	-	0,4	-	0,3	-	-	-
12	15077	1,8-Cineol	MO	1032	1026	0,8	1,1	1,1		0,4	1,1		1,9	2,4	0,3	1,6
13	16423	$\gamma$ -Terpineno	HM	1058	1054	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2	-	-	0,2
14	18892	Nonanal		1106	1100	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
15	22622	4-Terpinenol	MO	1180	1174	-	0,4	0,4	-	-	0,3	-	0,4	-	-	0,5
16	24362	<i>endo</i> - Acetato de Fenchila		1217	1218	-	-	-	0,5	0,2	-	-	-	0,2	-	-
17	27513	Acetato de Bornila	MO	1285	1284	0,3	0,9	0,9	0,8	0,5	1,1	0,7	0,7	0,5	0,3	0,5
18	30208	Acetato de $\alpha$ -Terpinila		1350	1346	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-
19	30312	Acetato de Citronelila	MO	1353	1350	0,4	0,6	0,6	0,5	-	0,8	0,6	0,4	1,1	-	0,4
20	31007	$\alpha$ -Ylangeno	HS	1370	1374	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
21	31256	$\alpha$ -Copaeno	HS	1377	1374	-	-	-	0,1	-	0,5	0,2	-	-	-	-
22	31549	$\beta$ -Bourboneno	HS	1384	1387	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
23	31688	7- <i>epi</i> -Sesquitujeno	HS	1388	1390	-	-	-	0,2	-	-	0,3	-	-	-	-
24	31769	$\beta$ -Elemeno	HS	1390	1389	-	-	-	0,1	0,2	-	0,4	-	-	-	-
25	32215	Sesquitujeno	HS	1402	1405	1,9	2,4	2,3	2,1	3,0	-	2,4	0,8	2,6	1,4	1,7
26	32598	$\alpha$ - <i>cis</i> -Bergamoteno	HS	1414	1411	0,7	1,5	1,5	1,5	1,8	-	2,1	0,9	1,6	1,3	1,8

Continuação da tabela 12.

27	32806	$\alpha$ -Santaleno	HS	1420	1416	7,8	9,1	14,8	9,9	14,1	-	10,5	5,2	13,6	9,3	12,1
28	32806	$\beta$ -Cariofileno	HS	1420	1417	1,9	5,6	-	8,3	3,8	21,8	12,5	5,6	3,1	4,0	4,3
29	33178	$\beta$ -Copaeno	HS	1432	1430	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
30	33245	$\alpha$ -trans-Bergamoteno	HS	1434	1432	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	-	0,3	-	0,3	0,3	0,3
31	33492	(Z)- $\beta$ -Farneseno	HS	1442	1440	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	-	0,6	-	0,5	0,4	0,3
32	33778	Espirolepechineno	HS	1451	1449	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
33	33900	(E)- $\beta$ -Farneseno	HS	1455	1454	3,4	3,5	3,5	3,4	4,6	0,2	4,4	1,2	4,3	2,9	2,9
34	33997	$\alpha$ -Humuleno	HS	1458	1452	0,5	1,7	1,7	2,3	0,6	4,1	2,6	0,9	1,4	0,6	1,0
35	34098	$\beta$ -Santaleno	HS	1461	1457	0,6	1,1	1,1	1,1	1,3	-	1,8	0,4	1,2	0,8	1,0
36	34138	alloaromadendreno + (E)-9-epi-Cariofileno	HS	1463	1458/1464	-	-	-	-	-	7,8	-	-	-	-	-
37	34196	cis-Muurolo-4(14),5-dieno	HS	1464	1465	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,9
38	34790	Germacreno D	HS	1483	1480	-	1,0	0,9	2,0	0,2	6,4	4,6	0,7	0,5	0,6	2,1
39	34861	$\beta$ -trans-Bergamoteno	HS	1485	1483	2,4	1,1	1,1	0,9	1,4	-	1,0	0,4	1,2	0,7	1,0
40	35178	$\alpha$ -Zingibereno	HS	1496	1493	0,2	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
41	35239	Biciclogermacreno	HS	1498	1500	-	1,3	1,3	-	-	3,4	0,5	0,6	0,3	-	0,6
42	35317	$\alpha$ -Muuroloeno	HS	1500	1500	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
43	35560	$\beta$ -Bisaboleno	HS	1509	1505	4,6	4,9	4,9	4,4	6,1	0,2	5,5	1,6	5,5	7,6	3,8
44	35650	(Z)- $\alpha$ -Bisaboleno	HS	1513	1506	0,2	-	-	0,2	0,2	-	0,3	-	0,2	0,2	-
45	35741	$\gamma$ -Cadineno	HS	1516	1513	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	6,1
46	35883	$\delta$ -Cadineno	HS	1521	1522	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	0,8	-
47	35882	(E)- $\gamma$ -iso-Bisaboleno	HS	1522	1528	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	1,3
48	35901	NI3		1522		0,9	1,5	1,4	1,5	0,8	-	2,2	-	0,6	-	-
49	36017	$\beta$ -Sesquifelandreno	HS	1526	1521	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1	-	1,2	0,3	1,0	1,6	0,7
50	36094	(E)- $\gamma$ -Bisaboleno	HS	1529	1529	1,4	1,6	1,6	1,6	2,3	-	2,4	0,6	2,1	1,1	1,4
51	36252	10-epi-Cubebol	HS	1535	1533	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8
52	36399	$\alpha$ -Cadineno	HS	1540	1537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
53	36473	NI4		1543		1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	36592	NI5		1547		-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-

Continuação da tabela 12.

55	36594	Hidrato de <i>cis</i> -Sesquisabineno	SO	1547	1542	0,7	0,3	-	0,2	0,2	-	0,4	-	0,2	0,2	-
56	36882	Hidrato de -7- <i>epi-trans</i> -Sesquisabineno	SO	1558	1551	1,3	1,3	1,3	1,2	1,4	-	1,6	0,3	1,1	0,8	0,6
57	37029	( <i>E</i> )-Nerolidol	SO	1563	1561	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	-	0,3	0,2	-	0,3	0,4
58	37435	Longipinanol	SO	1579	1567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
59	37118	NI6		1567		-	0,2	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-
60	37566	Espatulenol	SO	1583	1577	-	0,6	0,5	-	-	0,8	0,4	0,3	0,4	4,5	-
61	37696	Oxido de Cariofileno	SO	1588	1582	0,5	1,3	1,2	1,5	0,9	1,1	2,4	0,9	0,9	0,8	0,6
62	37769	NI7		1590		-	0,8	0,9	-	-	-	-	-	-	3,8	-
63	37843	Hidrato de - <i>trans</i> -Sesquisabineno	SO	1593	1577	3,1	-	-	-	-	-	4,0	-	-	2,2	3,7
64	38043	NI8		1601		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-
65	38292	NI9		1611		-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
66	38256	NI10		1610		-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-
67	38375	Epoxido de Humuleno II	SO	1614	1608	-	-	-	0,3	-	-	0,2	0,3	0,3	3,1	-
68	38518	1,10-di- <i>epi</i> -Cubenol	SO	1621	1618	-	-	-	-	-	-	-	3,6	-	0,8	15,4
69	38695	NI11		1628		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
70	38785	<i>epi-α</i> -Cadinol	SO	1631	1638	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	38901	NI12		1636		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-
72	38998	NI13		1640		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-
73	39069	NI14		1643		-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-
74	39212	NI15		1649		-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
75	39470	NI16		1660		0,7	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	-	0,3	2,0	0,2
76	39658	14-hidroxi-9- <i>epi-E</i> -Cariofileno	SO	1667	1668	1,2	1,2	1,2	0,7	0,9	-	1,5	-	0,5	0,8	-
77	39787	( <i>Z</i> )- <i>α</i> -Santalol	SO	1673	1674	0,9	1,0	1,0	0,5	0,5	-	0,5	-	0,4	-	-
78	39886	( <i>E</i> )- <i>α</i> -Bergamotenal	SO	1677	1671	6,6	7,3	7,4	4,7	5,9	-	7,4	0,2	5,7	2,6	3,3
79	40030	NI17		1683		-	1,1	1,2	-	0,6	-	0,8	-	-	-	-
80	40115	( <i>E</i> )- <i>α</i> -Santalal	SO	1686	1680	10,7	10,1	10,3	5,9	6,4	-	7,8	0,1	6,8	1,4	2,4
81	40270	<i>α-epi</i> -Bisabolol	SO	1692	1683	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	9,1	1,8
82	40311	<i>α</i> -Bisabolol	SO	1694	1685	24,3	1,7	1,7	4,3	5,5	-	0,8	-	-	-	-

Continuação da tabela 12.

83	40208	2,3-dihidro-Farnesol	SO	1690	1689	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
84	40278	(Z)- $\alpha$ -trans-Bergamotol	SO	1693	1690	-	-	-	-	-	-	-	1,2	3,6	-	-
85	40400	NI18		1698		-	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
86	40549	$\beta$ -Sinensal + (Z)- $\beta$ -epi-Santalol	SO	1705	1699+1701	1,2	1,7	1,7	4,6	6,8	-	1,1	0,3	3,1	2,7	1,2
87	40675	Metil (6E)-3,7,11-trimetil-6,10-dodecadienoato		1706		-	-	-	-	-	-	-	4,0	-	-	-
88	40757	(2E,6Z)-Farnesal	SO	1714	1713	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
89	40770	(Z)- $\beta$ -Santalol	SO	1714	1715	0,8	0,4	0,4	0,6	0,4	-	0,3	-	0,3	-	-
90	40908	NI19		1720		0,3	-	-	0,3	-	-	0,2	-	-	-	-
91	40884	(2Z,6E)-Farnesol	SO	1719	1722	-	-	-	-	-	-	-	3,9	-	-	-
92	41089	(E)- $\beta$ -Santalol	SO	1728	1738	0,9	1,0	1,0	0,6	0,6	-	0,8	-	0,5	-	0,2
93	41384	(2E,6E)-Farnesal	SO	1741	1740	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
94	41961	(Z)-Lanceol	SO	1767	1760	0,8	0,8	0,8	1,0	1,6	-	1,1	0,3	1,6	0,7	0,7
95	42183	NI20		1777		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
96	42252	Acetato de $\alpha$ -Z-Santalol	SO	1780	1778	1,0	0,9	0,9	1,1	1,5	-	0,8	30,3	1,3	0,3	0,6
97	42671	NI21		1799		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-
98	42996	Acetato de $\alpha$ -Z-trans-Bergamotol	SO	1814	1794	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,2	-	-
99	43122	Acetato de $\beta$ -Z-Santalol	SO	1820	1818	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	0,2	-	-
100	43299	NI22		1829		-	-	-	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-
101	43416	(2Z,6E)- Acetato de Farnesila	SO	1834	1821	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-
		Hidrocarboneto de Monoterpeno				13,4	25,8	25,8	28,3	21,5	46,7	8,0	26,4	28,5	14,7	20,7
		Monoterpeno oxigenado				1,4	2,9	2,9	1,3	0,8	3,3	1,3	3,4	2,8	0,6	2,9
		Hidrocarboneto de Sesquiterpeno				28,3	36,4	36,3	37,2	46,8	46,8	53,9	21,4	39,3	33,5	45,1
		Sesquiterpeno oxigenado				53,7	29,0	28,8	26,2	31,4	2,0	32,4	13,0	21,7	30,3	30,1
		Total				100	100	100	100	100	100	100	99,7	100	100	100
		Total identificado				97,1	95,0	94,7	97,3	97,7	99,2	96,4	99,7	99,1	79,4	99,5

A composição química foi analisada por CG-EM e organizada na tabela por ordem de eluição (OE) na coluna cromatográfica. A concentração (%) foi calculada com base na área total do pico do cromatograma de íons totais (TIC). N – total de substâncias nos óleos essenciais dos 11 genótipos. TR<sub>M</sub> – tempo de retenção médio para cada substância. Classe – diferentes classes de terpenoides descritos no final da tabela. AI<sub>cal</sub> – índice de retenção aritmético calculado. AI<sub>tab</sub> – índice de retenção aritmético tabelado. HM – Hidrocarbonetos Monoterpênicos. MO – Monoterpenos Oxigenados. HS – Hidrocarbonetos Sesquiterpênicos. SO – Sesquiterpenos Oxigenados.

O acetato de (*Z*)- $\alpha$ -Santalol,  $\alpha$ -Bisabolol,  $\alpha$ -Pineno,  $\alpha$ -santaleno e  $\beta$ -Cariofileno foram as substâncias que apresentaram maiores concentrações e elevada frequência nos óleos essenciais analisados. De fato, a maioria das substâncias apresentadas na **Tabela 13** apresentaram frequência superior a 90%. Somente as substâncias 1,10-di-*epi*-Cubenol, alloaromadendreno + (*E*)-9-*epi*-Cariofileno,  $\alpha$ -*epi*-Bisabolol e  $\gamma$ -Cadineno apresentaram frequência inferior a 27%.

**Tabela 13.** Descrição das principais substâncias encontradas nos óleos essenciais de 11 genótipos de erva baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro.

Substâncias <sup>1</sup>	Conc. (%)	Ni <sup>3</sup>	Fi <sup>4</sup>
	Mín. – Máx. <sup>2</sup>		
Acetato de ( <i>Z</i> )- $\alpha$ -Santalol	0,3-30,3	10	0,91
$\alpha$ -Bisabolol	0,8-24,3	11	1,00
$\alpha$ -Pineno	1,9-23,1	11	1,00
$\alpha$ -santaleno	5,2-14,8	10	0,91
$\beta$ -Cariofileno	3,1-21,8	10	0,91
Triciclono	3,4-17,8	7	0,64
1,10-di- <i>epi</i> -Cubenol	0,8-15,4	1	0,09
( <i>E</i> )- $\alpha$ -Santalal	0,1-10,7	10	0,91
$\alpha$ -Tujeno	0,3-9,2	9	0,82
<i>epi</i> - $\alpha$ -Bisabolol	1,8-9,1	3	0,27
alloaromadendreno + ( <i>E</i> )- <i>epi</i> -Cariofileno	7,8	1	0,09
$\beta$ -Bisaboleno	0,2-7,6	11	1,00
( <i>E</i> )- $\alpha$ -Bergamotenal	0,2-7,4	10	0,91
$\beta$ -Sinensal + ( <i>Z</i> )- $\beta$ - <i>epi</i> -Santalol	0,3-6,8	10	0,91
Germacreno D	0,2-6,4	10	0,91
$\gamma$ -Cadineno	1,7-6,1	2	0,18
Canfeno	0,9-5,1	7	0,64

<sup>1</sup>Substâncias selecionadas, de um total de 78 substâncias identificadas. <sup>2</sup> Mínimo – máximo em 11 amostras diferentes de erva baleeira. Frequências<sup>3</sup> absoluta e <sup>4</sup>relativa.

Conforme demonstrado no Capítulo I desta dissertação, observou-se novamente que algumas substâncias com elevada frequência apresentam faixas de concentração discrepantes nos genótipos analisados. Tanto a concentração como a presença ou ausência das substâncias

nos respectivos óleos essenciais são determinados por fatores múltiplos, como genéticos e ambientais (Junior, 2011; Lima, Kaplan e Cruz, 2003).

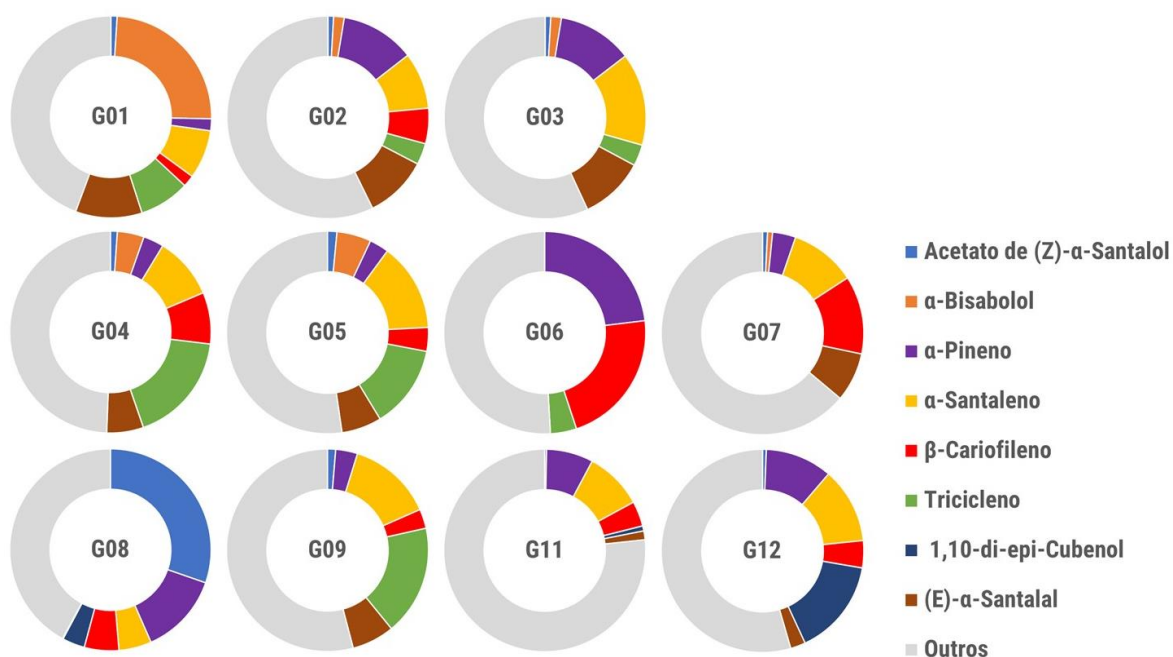
Das 17 substâncias com concentração superior a 5% destacam-se aquelas que apresentaram dominância e constituíram os quimiótipos acetato *de* (*Z*)- $\alpha$ -Santalol (genótipo 8),  $\alpha$ -Bisabolol (genótipo 1) e  $\alpha$ -Pino/ $\beta$ -Cariofileno (genótipo 6) (**Tabela 14**). Entretanto a grande maioria dos óleos essenciais se apresentaram como indefinido ou misto. O presente resultado diferiu da literatura, pois até o momento ainda não havia sido identificado um quimiótipo acetato *de* (*Z*)- $\alpha$ -Santalol.

**Tabela 14.** Quimiótipos de erva baleeira identificados nos 11 genótipos de erva baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro.

Quimiótipo (%) *	Genótipos
Acetato <i>de</i> ( <i>Z</i> )- $\alpha$ -Santalol (30,3%)	8
$\alpha$ -Bisabolol (24,3%)	1
$\alpha$ -Pino/ $\beta$ -Cariofileno (23,1/21,8%)	6
Indefinido	2, 3, 4, 5, 7, 9, 11 e 12

\* Critério de dominância química - considerando que não existem regras que definem os quimiótipos, senão por uma análise empírica, optamos pela distinção através de critérios próprios e com base na dominância de uma (A), duas (A-B) ou três (A-B-C) substâncias majoritárias em relação às demais, de acordo com a seguinte chave: 1º) quimiótipo A se  $A \geq 2B$  e  $A \geq 25\%$ ; senão 2º) quimiótipo A-B se  $B \geq 15\%$  e  $B \geq 2C$ ; senão 3º) quimiótipo A-B-C se  $C \geq 10\%$  e  $C \geq 2D$ ; senão 4º) quimiótipo indefinido ou misto (se nenhuma das condições anteriores for atendida).

O fato de 8 dos 11 quimiótipos estudados apresentarem-se como indefinidos ou mistos, não significa ausência de identidade própria, pelo contrário, são classificados como indefinidos, mas são diferentes quimicamente um dos outros. Neste caso, a análise de imagens (**Figura 17**) ou estatística multivariada permitem diferenciá-los, como será demonstrado a seguir.



**Figura 17.** Representação visual com base em gráfico de roscas para as principais substâncias (*chemoarrays*) encontradas no óleo essencial de 11 genótipos coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro.

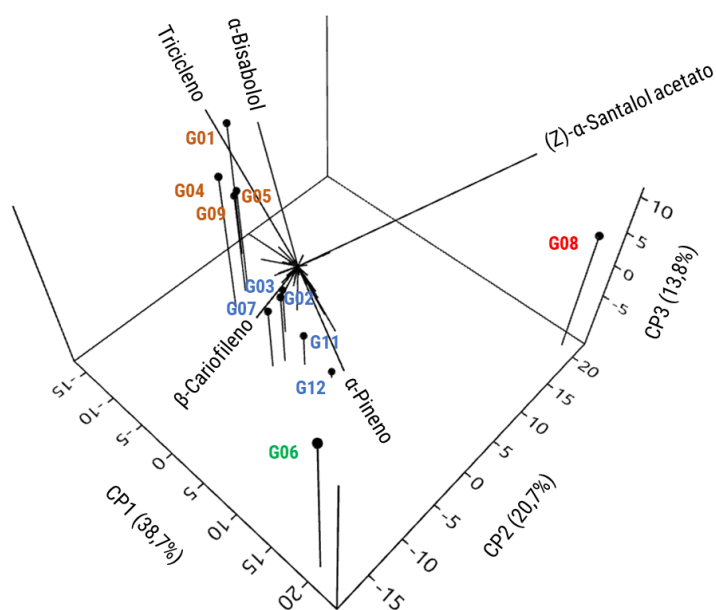
A análise de imagens facilmente permite identificar semelhança entre os genótipos 4, 5 e 9 que apresentam concentrações e proporções semelhantes de  $\alpha$ -santaleno, triciclono e (*E*)- $\alpha$ -santalal. Também é possível distinguir facilmente o genótipo 8 dos demais pela maior concentração de acetato *de* (*Z*)- $\alpha$ -Santalol, do mesmo modo o genótipo 6 se diferencia pela maior concentração de  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -pineno (**Figura 17**).

Com a finalidade de obter uma maior capacidade de diferenciação dos perfis químicos dos óleos essenciais analisados, foram realizadas análises multivariadas. A primeira a ser apresentada é a análise de componentes principais que permitiu acumular 74% de variância nas três primeiras componentes (**Tabela 15**).

**Tabela 15.** Valor da variância acumulada (%) e autovalor.

PC	Auto valor	variância acumulada %
1	148.812	38.701
2	796.844	20.723
3	530.215	13.789
4	449.864	11.699
5	221.712	5.766
6	188.889	49.123
7	125.768	32.708
8	244.084	0.63478
9	130.889	0.3404
10	0.628396	0.16342

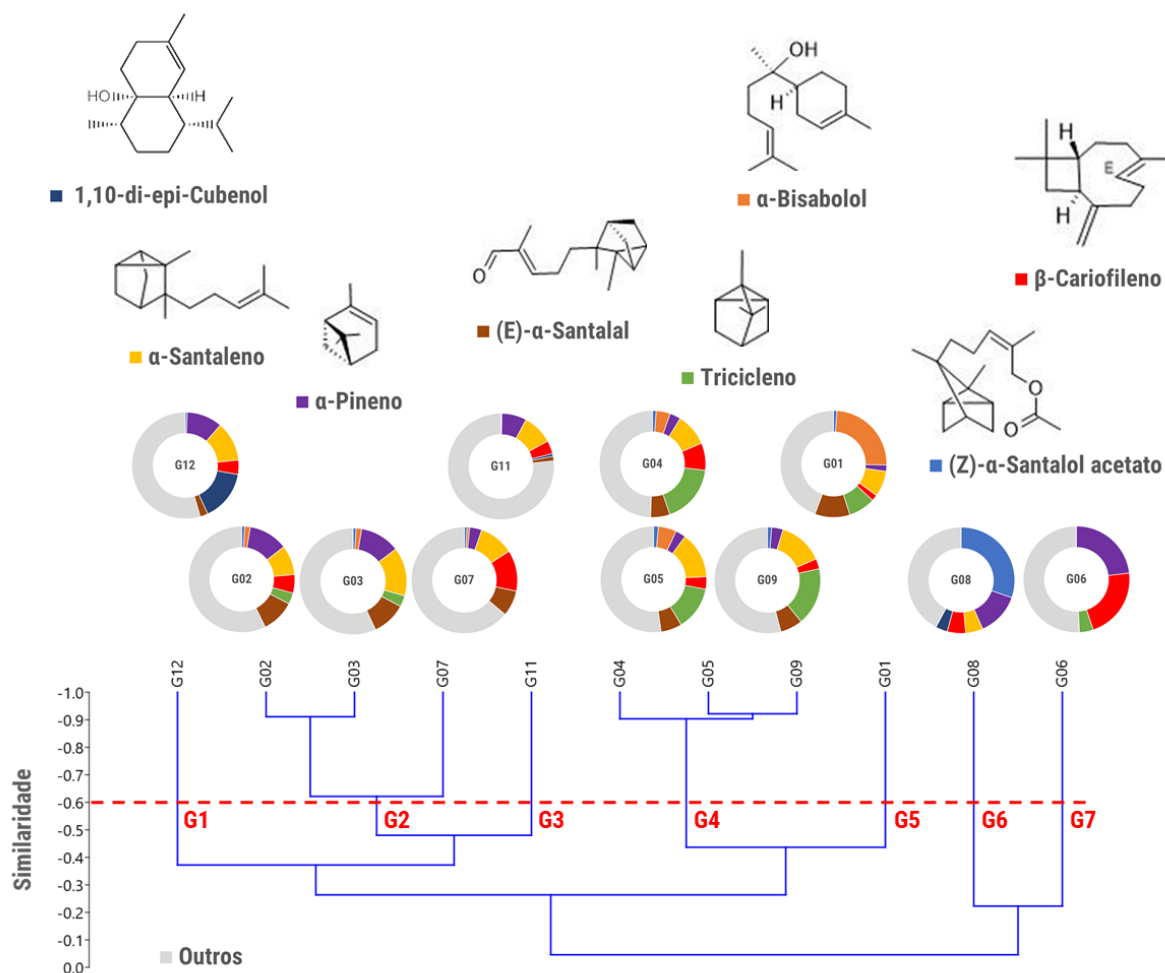
A análise dos componentes principais gerou gráfico bi-plot em três dimensões, onde as amostras dos óleos essenciais representadas por pontos se dispersaram em função da contribuição das variáveis, principalmente, das substâncias majoritária acetato de (*Z*)- $\alpha$ -Santalol,  $\alpha$ -Pineno,  $\beta$ -Cariofileno,  $\alpha$ -Bisabolol e triciclono. Foi possível distinguir quatro grupos: o primeiro formado pelos genótipos 01, 04, 05 e 09; o segundo pelos genótipos 02, 03, 07, 11 e 12 e o terceiro e quarto grupos formados pelos genótipos 6 e 8, respectivamente (**Figura 18**).





**Figura 18.** Distribuição dos constituintes do óleo essencial dos genótipos de erva baleeira em relação aos componentes principais.

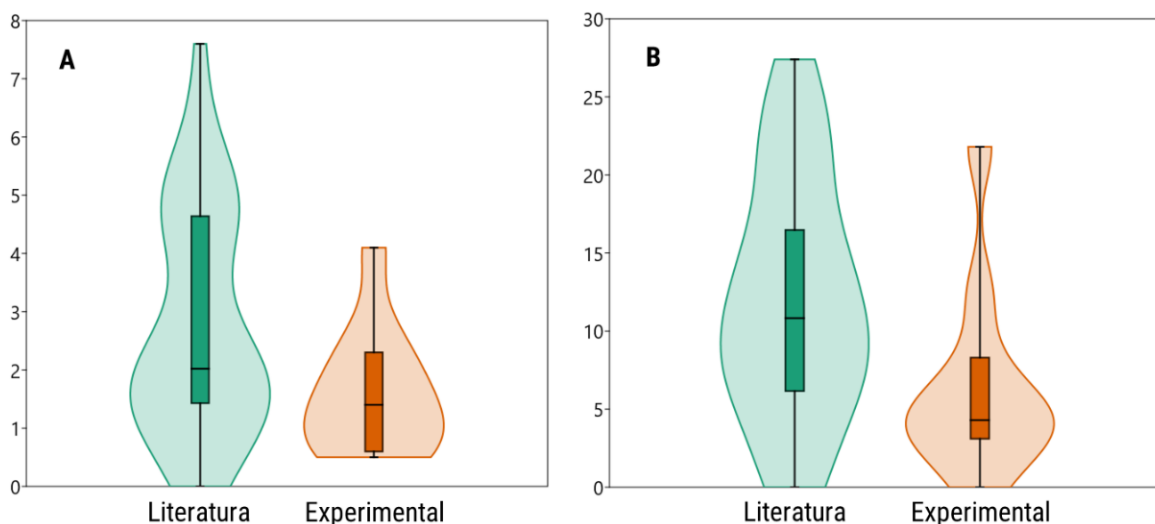
A análise de agrupamento hierárquico utilizando o método de UPGMA e índice de similaridade baseado na correlação de Pearson, permitiu identificar com mais detalhe as diferenças entre os genótipos. Por exemplo, os genótipos 12 e 11 se distanciam dos genótipos 2, 3 e 7 em função de maior concentração de 1,10-di-*epi*-cubebol e menor concentração de (*E*)- $\alpha$ -santalal, respectivamente. O mesmo ocorre com o genótipo 1 que se distanciou dos genótipos 4, 5 e 9 por apresentar maior concentração de  $\alpha$ -bisabolol (**Figura 19**). A análise de agrupamentos hierárquicos foi, por isso, mais sensível que análise de componentes principais e permitiu uma melhor distinção dos perfis químicos dos óleos essenciais dos genótipos.



**Figura 19.** Análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA e índice de similaridade baseado na correlação de Pearson, para os 11 genótipos de erva baleeira coletados na Região dos Lagos, Rio de Janeiro.

As substâncias  $\alpha$ -Humuleno e  $\beta$ -Cariofileno são reportadas na literatura como sendo os bioativos com propriedades anti-inflamatória e analgésica no óleo essencial de erva baleeira.

Neste estudo estiveram presentes em todas as 11 amostras e em mais de 90% das referências pesquisadas. Com a finalidade de comparar os dados da literatura (Capítulo 1) com os resultados obtidos experimentalmente (Capítulo 2) realizamos a análise através do teste t ( $\alpha=0,05$ ) para as frequências observadas e constatamos que são iguais para a substância  $\alpha$ -humuleno e diferentes para  $\beta$ -cariofileno (**Figura 20**).



**Figura 20.** Boxplot com violino para a distribuição de faixas de concentração das substâncias  $\alpha$ -humuleno (A) e  $\beta$ -cariofileno (B) nos óleos essenciais dos genótipos de erva baleeira consultados da literatura e dos 11 genótipos obtidos experimentalmente a partir de material coletado em campo.

Na **Figura 21** pode ser observado a análise de correlação de Pearson. Destaca-se as correlações positivas entre monoterpenos hidrocarbonetos policíclicos, como aquelas observadas entre triciclono e canfeno,  $\alpha$ -pineno e  $\alpha$ -tujeno e  $\beta$ -pineno e  $\alpha$ -tujeno. Entre os sesquiterpenos hidrocarbonetos destaca-se as correlações positivas entre  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno e germacreno D. Entre os sesquiterpenos oxigenados destaca-se as correlações positivas entre (E)- $\alpha$ -Santalal e (E)- $\alpha$ -Bergamotenal. Também foi possível observar correlações negativas entre o sesquiterpeno hidrocarboneto acíclico (E)- $\beta$ -Farneseno e os monoterpenos hidrocarbonetos bicíclicos  $\alpha$ -pineno e  $\alpha$ -tujeno.

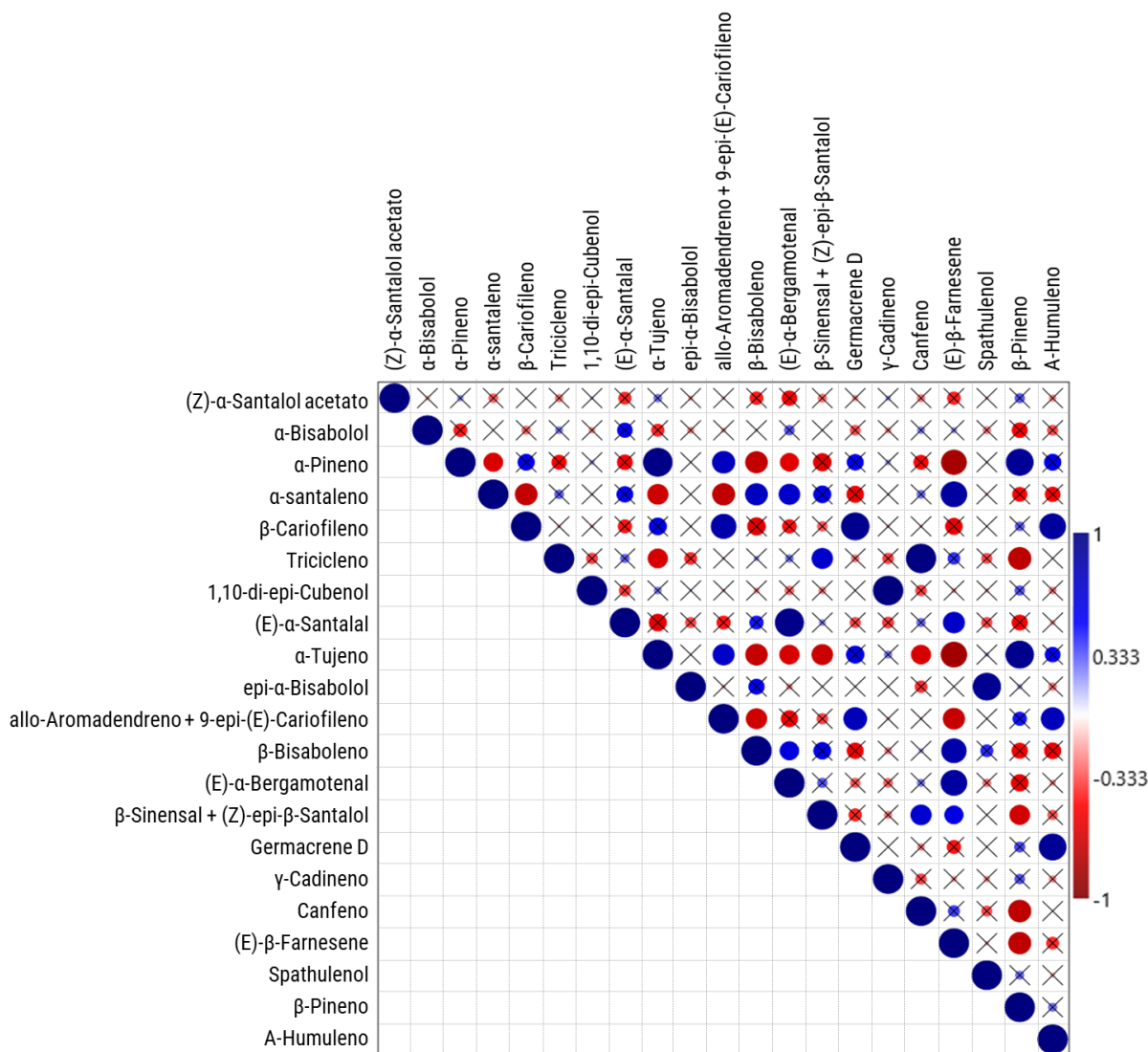


Figura 21. Correlação de Pearson entre algumas substâncias presentes nos óleos essenciais das amostras de erva baleeira.

Resultados semelhantes foram encontrados no capítulo 1 desta dissertação, que apontou correlações positivas entre monoterpenos policíclicos e os sesquiterpenos hidrocarbonetos. Cabe ressaltar que as correlações positivas apontam para famílias de terpenos sintases degeneradas, ou seja, que são capazes de metabolizar mais de uma estrutura química a partir de um substrato, portanto, produzindo proporções específicas de substâncias com estruturas parecidas ou não (Durairaj *et al.*, 2019; Pazouki e Niinemets, 2016).

## CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que:

1) Apesar do estudo ter sido conduzido com base em uma amostra reduzida de 11 acessos de erva baleeira, foi possível identificar uma faixa enorme de teores de óleos essenciais em condições *in situ* (0,4-4,2).

2) entre as 11 amostras de óleo essencial foi possível identificar diversidade no perfil químico, com 3 quimiótipos definidos e outros 8 indefinidos ou mistos.

3) As amostras de erva baleeira coletadas na Região dos Lagos, no Rio de Janeiro, diferiram relativamente daquelas pesquisadas na literatura, quanto ao teor de óleo essencial e a concentração de  $\beta$ -cariofileno e iguais para a concentração de  $\alpha$ -humuleno.

4) Não foi possível relacionar o perfil químico ou o teor de óleo essencial com a localidade de coleta.

5) A análise de agrupamentos hierárquicos foi mais sensível as variações nos perfis químicos dos óleos essenciais, promovendo a formação de mais grupos se comparado a análise de componentes principais.

De forma resumida os resultados apontam para a necessidade de implantação de uma coleção de germoplasma ativo, baseado na diversidade química, a fim de desenvolvimento de um programa de melhoramento e seleção de genótipos erva-baleeira de alto valor para a produção de óleos essenciais.

## REFÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACHE. **Acheflan**. Disponível em: <<https://www.ache.com.br/produtos/sob-prescricao/acheflan-creme-4/>>. Acesso em: 29 out. 2020.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007.

ADORJAN, B.; BUCHBAUER, G. Biological properties of essential oils: an updated review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 6, p. 407–426, nov. 2010.

AHMED, S. S.; IBRAHIM, M. E.; KHALID, K. A. Investigation of Essential Oil Constituents Isolated from *Trichodesma africanum* (L.) Grow Wild in Egypt. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 9, n. 5, p. 248–251, 1 maio 2015.

AKISUE, M. *et al.* Caracterização farmacognóstica da droga e da tintura de *Cordia verbenacea* A. DC.-BORAGINACEAE. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v. 5, n. 1, p. 69–82, 1983.

- ALVES, M. S. *et al.* Essential Oils Composition and Toxicity Tested by Fumigation Against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) Pest of Stored Cowpea. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2387–2399, 2015.
- ANDREI, P.; COMUNE, A. P. DEL. Aromaterapia e suas aplicações. **Centro Universitário S. Camilo**, v. 11, n. 4, p. 57–68, 2006.
- ANVISA. **Formulário de Fitoterápicos Farmacopéia Brasileira** Brasília, 2021.
- ARAUJO, L. G. DE. **Etnobotânica caiçara: Diversidade e conhecimento de recursos vegetais no litoral paulista**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2007.
- ARZE, J. B. L. *et al.* Essential Oils from Bolivia. XI. Verbenaceae : *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. and Boraginaceae : *Cordia chacoensis* Chodat. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 16, n. 4, p. 545–550, 4 jul. 2013.
- AVOSEH, O. N. *et al.* Essential oil of *Cordia millenii* from Nigeria. ~ 13 ~ **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 6, n. 4, p. 13–17, 2018.
- BAKIR, B. *et al.* Investigation of the anti-inflammatory and analgesic activities of  $\beta$ -caryophyllene. **International Journal of Essential Oil Therapeutics**, v. 2, n. 1, p. 41–44, 2008.
- BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446–475, fev. 2008.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils : science, technology, and applications**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010.
- BAYA, M.; WISSEM, A. W.; MARZOUK, B. Fatty acids and essential oil composition of borage [*Borago officinalis* L.] stalk leaves during their development. **Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, v. 87, n. 3, p. 196–200, jul. 2010.
- BLANCO, M. C. S. G. Produção vegetal: Erva-baleeira. **Governo do Estado de São Paulo**, 2013.
- BONESI, M. *et al.* Chemical composition, antioxidant properties and anti-cholinesterase activity of *Cordia gillettii* (Boraginaceae) leaves essential oil. **Natural Product Communications**, v. 6, n. 2, p. 253–257, 2011.
- BORGES, R.; PEIXOTO, A. L. Conhecimento e uso de plantas em uma comunidade caiçara do litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 3, p. 769–779, set. 2009.
- BRANDÃO, D. S. *et al.* Biologia floral e sistema reprodutivo da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 562–569, dez.

2015.

BRANDÃO, D. S. *et al.* Growing of tropical black sage and chemical composition of the essential oil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 823–829, dez. 2017.

BRASIL. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos: Série B. Textos Básicos de Saúde** Brasília, DF Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica, , 2006.

BRITO, M. R. DE; SENNA-VALLE, L. DE. Plantas medicinais utilizadas na comunidade caiçara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 363–372, jun. 2011.

CALIXTO, J. B.; JUNIOR, J. M. S. Desenvolvimento de Medicamento no Brasil: Desafios. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 1, p. 98–106, 2008.

CARVALHO CASTRO, K. N. DE *et al.* Acaricidal activity of cashew nut shell liquid associated with essential oils from *Cordia verbenacea* and *Psidium guajava* on *Rhipicephalus microplus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 4, p. 297–304, 4 jul. 2019.

CARVALHO, I. T.; ESTEVINHO, B. N.; SANTOS, L. Application of microencapsulated essential oils in cosmetic and personal healthcare products - a review. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, n. 2, p. 109–119, abr. 2016.

CARVALHO, P. M. DE *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D.C. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, n. 2–3, p. 297–301, dez. 2004.

CARVALHO, V. R. DE A. *et al.* Antibiotic-Modifying Activity and Chemical Profile of the Essential Oil from the Leaves of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n. 2, p. 337–345, 4 mar. 2017.

CASTRO NIZIO, D. A. DE *et al.* Essential oils of *Varronia curassavica* accessions have different activity against white spot disease in freshwater fish. **Parasitology Research**, v. 117, n. 1, p. 97–105, 8 jan. 2018.

CAYE, V. A. *et al.* Estaquia de Erva Baleeira submetidas à fitorregulador extraído da tiririca. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, n. 1, 2020.

CHASE, M. W. *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 1 maio 2016.

COSTA, J. G. M. *et al.* Composition and larvicidal activity of essential oils from heartwood of *Auxemma glazioviana* Taub. (Boraginaceae). **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, n. 6,

p. 529–531, nov. 2004.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. . **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa-MG: [s.n.].

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa-MG: [s.n.].

DEGENHARDT, J.; KÖLLNER, T. G.; GERSHENZON, J. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. **Phytochemistry**, v. 70, n. 15–16, p. 1621–1637, out. 2009.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 2nd ed. ed. [s.l.] John Wiley & Sons Ltd, 2002.

DINIZ, J. C. *et al.* Chemical Composition of the Leaf Essential Oil of *Cordia leucocephala* Moric from Northeast of Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 495–496, nov. 2008.

DOOL, H. VAN DEN; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 11, p. 463–471, jan. 1963.

DURAIRAJ, J. *et al.* An analysis of characterized plant sesquiterpene synthases. **Phytochemistry**, v. 158, p. 157–165, fev. 2019.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 308–323, abr. 2007.

FEIJÓ, E. V. R. DA S.; OLIVEIRA, R. A. DE; COSTA, L. C. DO B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516–523, set. 2014.

FERNANDES, E. S. *et al.* Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (–)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European Journal of Pharmacology**, v. 569, n. 3, p. 228–236, ago. 2007.

FIGUEIRA, G. M.; PEREIRA, B.; MAGALHÃES, P. M. Aspectos da produção de mudas de erva-baleeira *Cordia curassavica* (Jacq.). **V Jornada Paulista de Plantas medicinais**, 2001.

FIGUEIREDO, A. C.; PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. Plantas aromáticas e medicinais. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura -APH**, 2014.

GHASSEMI, N. *et al.* Volatile constituents of a medicinal plant of Iran, *Echium amoenum* Fisch. and C.A. Mey. **Daru**, v. 11, n. 1, p. 32–33, 2003.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de

metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, abr. 2007.

GOMES, V. *et al.* Variation in the essential oils composition in Brazilian populations of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 48, p. 222–227, jun. 2013.

GÓMEZ, N. E.; WITTE, L.; HARTMANN, T. Chemical defense in larval tortoise beetles: Essential oil composition of fecal shields of *Eurypedus nigrosignata* and foliage of its host plant, *Cordia curassavica*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, n. 5, p. 1007–1027, 1999.

HARTWIG, B. R.; RODRIGUES, D. F.; JUNIOR, C. J. Erva Baleeira: Uma possibilidade real da sóciobiodiversidade para modelos sustentáveis de produção. **HOLOS**, v. 3, p. 1–21, 2020.

HENNEBELLE, T. *et al.* The Essential Oil of *Lippia alba*: Analysis of Samples from French Overseas Departments and Review of Previous Works. **Chemistry & Biodiversity**, v. 3, n. 10, p. 1116–1125, out. 2006.

HERNÁNDEZ, D. *et al.* Temporal variation of chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer and Schultes: Boraginaceae. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, 2014.

HERNÁNDEZ, T. *et al.* FITOQUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE PLANTAS DE IMPORTANCIA EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN. **TIP**, v. 18, n. 2, p. 116–121, dez. 2015.

IOSET, J.-R. *et al.* Antifungal and larvicidal cordiaquinones from the roots of *Cordia curassavica*. **Phytochemistry**, v. 53, n. 5, p. 613–617, mar. 2000.

IRIS LANGE, B. M. L. Utility of Aromatic Plants for the Biotechnological Production of Sustainable Chemical and Pharmaceutical Feedstocks. **Medicinal & Aromatic Plants**, v. 02, n. 05, p. 1–10, 2012.

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v. 19, n. 8–10, p. 603–608, set. 2000.

ISO-9235. **ISO, International Standard 9235: 2013 Aromatic natural raw materials—vocabulary.**

ISO, I. S. 9235: 2013 A. NATURAL RAW MATERIALS—VOCABULARY. **ISO 9235:2013 - Aromatic natural raw materials -- Vocabulary.**

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. **Applied Statistics**, v. 22, p. 21–31, 1973.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 6. ed. São Paulo: [s.n.].



JUNIOR, I. M. Aspecto do cultivo comercial de erva baleeira. **Revista Agroecologia Hoje**, v. 3, p. 14–15, 2000.

\_\_\_\_. **Variabilidade Genética em uma População de Cordia verbenacea DC. Para características Agronômicas e Fitoquímicas (Variabilidade Genética em uma População de Cordia verbenacea DC. Para Características Agronômicas e Fitoquímicas)**. [s.l.]

Universidade de Campinas, 2011.

KOUL, O.; WALIA, S.; DHALIWAL, G. S. Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. **Biopestic. Int**, v. 4, n. 1, p. 63–84, 2008.

LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P.; ARRIGONI-BLANK, M. DE F. Enraizamento de miniestacas de erva-baleeira. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 114–116, 1997.

LEAL-COSTA, M. V.; AMÉLIA, R. P. Anatomia foliar de *Varronia curassavica* Jacq. (Cordiaceae). **Revista Fitos**, v. 11, n. 1, 2017.

LEGEÉ. **Legeé Óleos Essenciais e Compostos Eireli**.

LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. D. M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 71–77, 2003.

MAFFEI, M. E.; GERTSCH, J.; APPENDINO, G. Plant volatiles: Production, function and pharmacology. **Natural Product Reports**, v. 28, n. 8, p. 1359, 2011.

MARDIA, K. V.; KENTE, J. T.; BIBBY, J. M. Multivariate analysis. **London: Academic Press**, p. 518, 1997.

MARQUES, M. C.; BRITTEZ, R. M. DE. **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: [s.n.].

MARQUES, A. P. . *et al.* Chemical composition of essential oil from *Varronia curassavica* Jacq. accessions in different seasons of the year. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. 111656, nov. 2019.

MARQUES, A. P. S. *et al.* Chemical composition of essential oil from *Varronia curassavica* Jacq. accessions in different seasons of the year. **Industrial Crops and Products**, 2019.

MATIAS, E. F. F. *et al.* Light-enhanced antibiotic activity of Brazilian medical plants (*Croton campestris* A, *Ocimum gratissimum* L and *Cordia verbenaceae* DC). **Asian Biomedicine**, v. 4, n. 1, p. 183–186, 1 fev. 2010.

MATIAS, E. F. F. *et al.* Biological Activities and Chemical Characterization of *Cordia verbenacea* DC. as Tool to Validate the Ethnobiological Usage. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–7, 2013.

- MATIAS, E. F. F. *et al.* Seasonal variation, chemical composition and biological activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* DC (Boraginaceae) and the sabinene. **Industrial Crops and Products**, v. 87, p. 45–53, set. 2016.
- MECCIA, G. *et al.* Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 8, p. 1934578X0900400, 1 ago. 2009.
- MENDES, A. D. R. *et al.* Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 262–270, jun. 2014.
- MENDES, A. D. R.; MARTINS, E. R.; FIGUEIREDO, L. . Estudo do sistema de reprodução da fava-d’anta (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 605–608, 2013.
- MENEZES, J. E. S. A. DE *et al.* Volatile constituents of *Cordia trichotoma* Vell. from the northeast of Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 2, p. 149–151, mar. 2005.
- MENEZES, J. E. S. A. DE *et al.* Chemical Composition and Larvicidal Activity of the Essential Oil From Leaves of *Cordia globosa* (Jacq.) H.B.K. from Northeastern Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, n. 3, p. 253–255, maio 2006.
- MHAMDI, B. *et al.* Volatiles From Leaves and Flowers of Borage ( *Borago officinalis* L.). **Journal of Essential Oil Research**, v. 21, n. 6, p. 504–506, nov. 2009.
- MICHIELIN, E. M. Z. *et al.* Radical-scavenging activity of extracts from *Cordia verbenacea* DC obtained by different methods. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 56, n. 1, p. 89–96, fev. 2011.
- MIGUEL, M. *et al.* Antimicrobial activity of essential oil of *Cordia globosa*. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 10, n. 11, p. 179–184, 22 mar. 2016.
- MORANDI, M. A. B. Integração de métodos físicos e biológicos no controle de doenças em viveiro de plantas medicinais: estudo de caso com *Cordia verbenacea*. **Embrapa Meio Ambiente**, p. 337–341, 2009.
- MORTEZA-SEMNANI, K. *et al.* The essential oil composition of *Onosma microcarpum* DC. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, n. 2, p. 314–316, mar. 2006.
- MORTEZA-SEMNANI, K.; SAEEDI, M.; BABANEZHAD, E. The Essential Oil Composition of *Marrubium vulgare* L. from Iran. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 488–490, nov. 2008.
- NASCIMENTO, R. V. *et al.* Hydrodistillation Extraction Kinetics of Volatile Oils from

- Varronia curassavica and Laurus nobilis. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 01, n. 01, p. 1–7, 2020.
- NATÉRCIA, F. Parcerias e Inovação impulsionam o setor farmacêutico. **Inovação Uniemp**, p. 32–37, nov. 2005.
- NIZIO, D. A. DE C. *et al.* Chemical diversity of native populations of Varronia curassavica Jacq. and antifungal activity against Lasiodopodia theobromae. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 437–448, dez. 2015.
- OLIVEIRA, B. M. S. DE *et al.* Essential oils from Varronia curassavica (Cordiaceae) accessions and their compounds (E)-caryophyllene and  $\alpha$ -humulene as an alternative to control Dorymyrmex thoracius (Formicidae: Dolichoderinae). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 7, p. 6602–6612, 9 mar. 2019.
- OLIVEIRA, B. M. S. DE *et al.* Morpho-agronomic characterization of Varronia curassavica germplasm conserved “Ex situ”. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, fev. 2020.
- OLIVEIRA, J. C. S. DE; CAMARA, C. A. G. DA; SCHWARTZ, M. O. E. Volatile Constituents of the Stem and Leaves of Cordia Species from Mountain Forests of Pernambuco (North-eastern Brazil). **Journal of Essential Oil Research**, v. 19, n. 5, p. 444–448, set. 2007.
- PARISOTTO, E. B. *et al.* The antitumor activity of extracts from Cordia verbenacea D.C. obtained by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 101–107, jan. 2012.
- PAZOUKI, L.; NIINEMETS, Ü. Multi-Substrate Terpene Synthases: Their Occurrence and Physiological Significance. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, jul. 2016.
- PEREIRA, K. L. G. *et al.* Chemical diversity of essential oils of Lantana camara L. native populations. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 1, p. 32–47, jan. 2020.
- QUEIROZ, A. A. C. E D. C. DE. Óleos essenciais e química fina. **Química Nova**, v. 16, n. 3, p. 224–228, 1993.
- QUEIROZ, T. B. *et al.* Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (Varronia curassavica Jacq.) em função dos horários de coleta. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1 suppl 1, p. 356–362, 2016.
- RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250–264, dez. 2014.
- RIBEIRO, P. G. F.; DINIZ, R. C. **Cultivo de plantas aromáticas e medicinais**. [s.l: s.n.].
- ROLDÃO, E. DE F. *et al.* Evaluation of the antiulcerogenic and analgesic activities of Cordia

verbenacea DC. (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 119, n. 1, p. 94–98, set. 2008.

S. ALVES, M. *et al.* Essential Oils Chemical Diversity from UFRRJ Botanical Garden and Other Locations Plants Based on Analysis of Image and Multivariate Statistic. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 5, p. 1635–1656, 2019.

SABIH OZER, M. *et al.* Essential oil composition and antioxidant activities of alkanet (*Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*). **Food Science and Biotechnology**, v. 19, n. 5, p. 1177–1183, 31 out. 2010.

SALEM, N. *et al.* Variation in anthocyanin and essential oil composition and their antioxidant potentialities during flower development of Borage (*Borago officinalis* L.). **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v. 148, n. 3, p. 444–459, 4 maio 2014.

SANGWAN, N. S. *et al.* Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, v. 34, n. 1, p. 3–21, maio 2001.

SANTOS, A. V. *et al.* In vitro propagation, histochemistry, and analysis of essential oil from conventionally propagated and in vitro-propagated plants of *Varronia curassavica* Jacq. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 49, n. 4, p. 405–413, 8 ago. 2013.

SANTOS, R. P. *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 17, n. 5, p. 1027–1030, out. 2006.

SAYYAH, M. *et al.* Analgesic and anti-inflammatory activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* Linn. **Phytotherapy Research**, v. 17, n. 7, p. 733–736, ago. 2003.

SCIARRONE, D. *et al.* Quali-quantitative characterization of the volatile constituents in *Cordia verbenacea* D.C. essential oil exploiting advanced chromatographic approaches and nuclear magnetic resonance analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 1524, p. 246–253, nov. 2017.

SILVA, A. C. DA *et al.* Local and systemic control of powdery mildew in eucalyptus using essential oils and decoctions from traditional Brazilian medicinal plants. **Forest Pathology**, v. 44, n. 2, p. 145–153, abr. 2014.

SILVA, K. P. *et al.* Using *Varronia curassavica* (Cordiaceae) essential oil for the biocontrol of *Phytophthora parasitica*. **Industrial Crops and Products**, v. 139, p. 111523, nov. 2019.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P. A pesquisa e a produção brasileira de medicamentos a partir de plantas medicinais: a necessária interação da indústria com a academia. **Revista**

**Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n. 1, 2002.

SINGH, A. K. *et al.* Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Mentha arvensis* L. f. *piperascens* Malinvaud ex. Holmes) cultivars. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, n. 3, p. 302–305, maio 2005.

TZAKOU, O.; LOUKIS, A. Chemical Composition of *Alkanna orientalis* from Greece.

**Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 6, p. 490–491, nov. 2008.

URZÚA, A. *et al.* Insecticidal properties of *Heliotropium stenophyllum* essential oil on the house fly, *Musca domestica* L. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, 2013.

VATTEKKATTE, A. *et al.* Enhanced structural diversity in terpenoid biosynthesis: enzymes, substrates and cofactors. **Organic & Biomolecular Chemistry**, v. 16, n. 3, p. 348–362, 2018.

VENTRELLA, M. C.; MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 457–467, set. 2008.

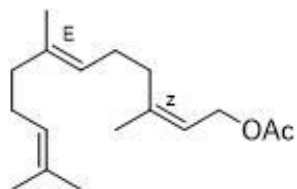
WEI, Q. *et al.* Profiling of Volatile Compounds and Associated Gene Expression in Two *Anthurium* Cultivars and Their F1 Hybrid Progenies. **Molecules**, v. 26, n. 10, p. 2902, maio 2021.

WEZEL, A. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 1, p. 1–20, jan. 2014.

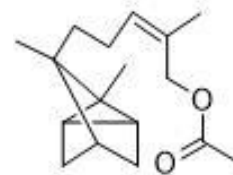
YÜCEL, T. B.; KARAOĞLU, Ş. A.; YAYLI, N. Antimicrobial activity and composition of *Rindera lanata* (LAM.) bunge var. *canescens* (A.D.C.) kosn. essential oil obtained by hydrodistillation and microwave assisted distillation. **Records of Natural Products**, 2017.

## ANEXOS

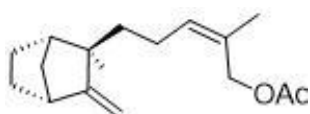
### Anexo A. Substâncias presentes nas amostras de óleo essencial de erva baleeira



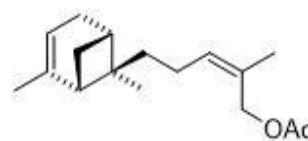
2Z,6E- Acetato de Farnesila



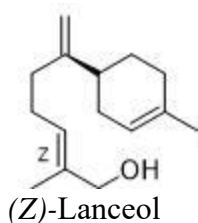
Acetato de (Z)- $\alpha$ -Santalol



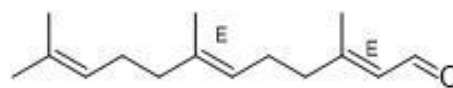
Acetato de (Z)- $\beta$ -Santalol



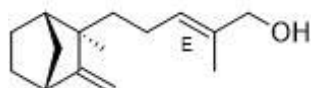
Acetato de (Z)- $\alpha$ -trans-Bergamotol



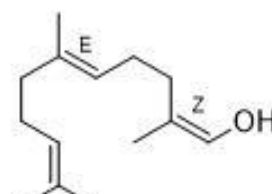
(Z)-Lanceol



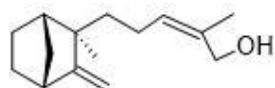
(2E,6E)-Farnesal



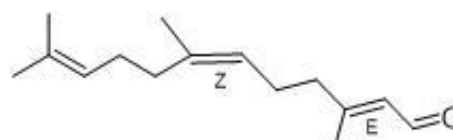
(E)- $\beta$ -Santalol



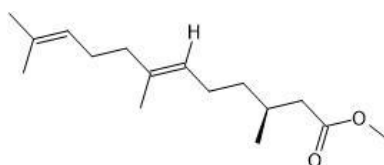
(2Z,6E)-Farnesol



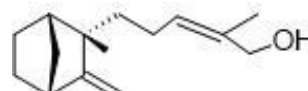
(Z)- $\beta$ -Santalol



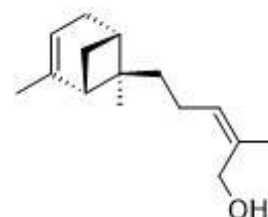
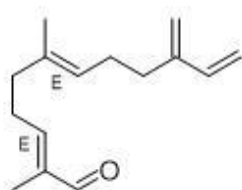
(2E,6Z)-Farnesal



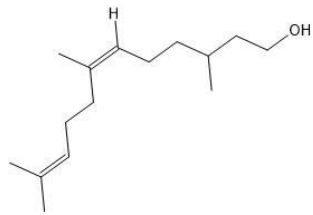
Metil (6E)-3,7,11-trimethyl-6,10-dodecadienoate



(Z)- $\beta$ -epi-Santalol

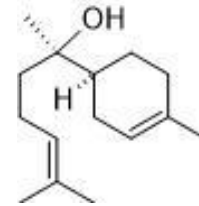


$\beta$ -Sinensal

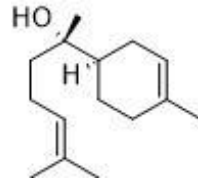


2,3- Diidro Farnesol

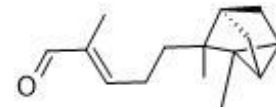
(Z)- $\alpha$ -trans-Bergamotol



$\alpha$ -Bisabolol



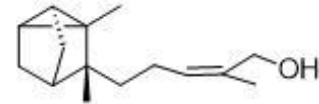
$\alpha$ -epi-Bisabolol



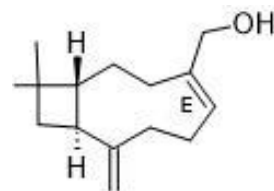
(E)- $\alpha$ -Santalol



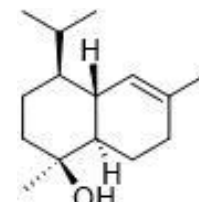
(E)- $\alpha$ -Bergamotenal



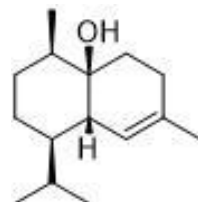
(Z)- $\alpha$ -Santalol



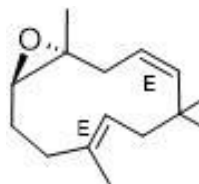
(E)-14hidroxi-9-epi-Cariofileno



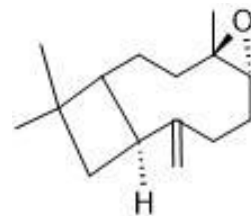
$\alpha$ -epi-Cadinol



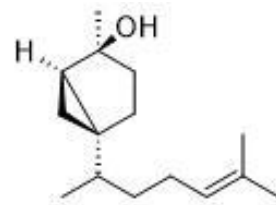
1,10-di-epi-Cubebol



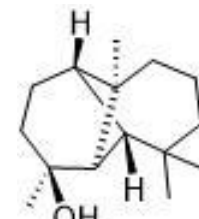
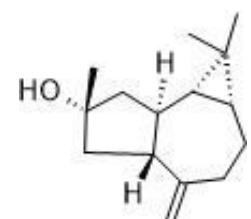
Epoxido de Humuleno II



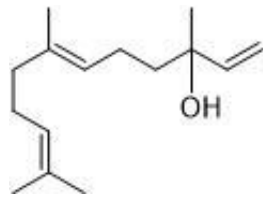
Óxido de Cariofileno



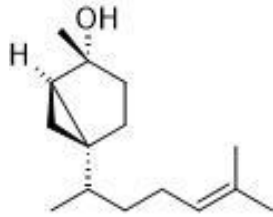
Hidrato de *trans*-Sesquisabineno



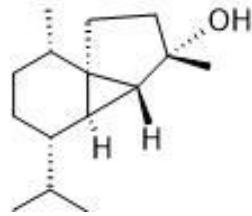
Espathulenol



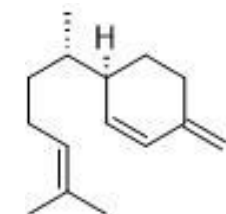
*E*-Nerolidol



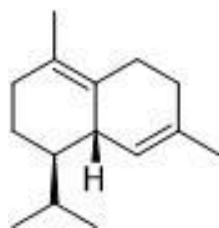
Hidrato de *cis*-Sesquisabineno



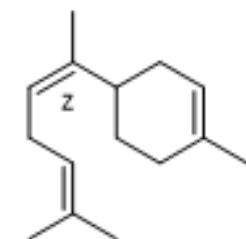
*10-epi*-Cubebol



$\beta$ -Sesquifelandreno

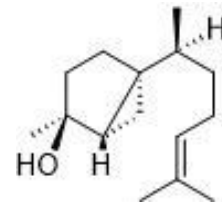


$\Delta$ -Cadineno

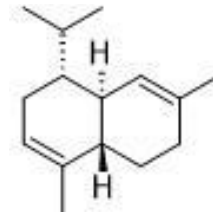


*Z*- $\alpha$ -Bisaboleno

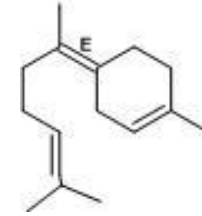
Longipinanol



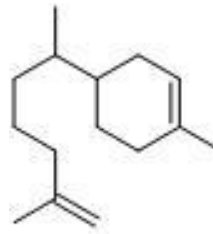
Hidrato de *7-epi-trans*-Sesquisabineno



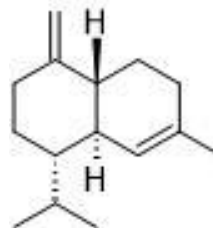
$\alpha$ -Cadineno



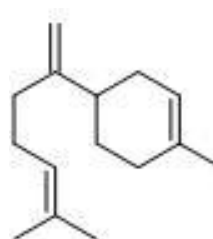
*E*- $\gamma$ -Bisaboleno



(*E*)-*iso*- $\gamma$ -Bisaboleno

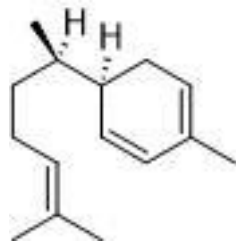


$\gamma$ -Cadineno

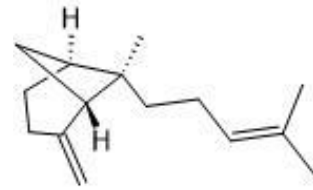


$\beta$ -Bisaboleno

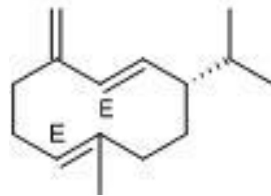




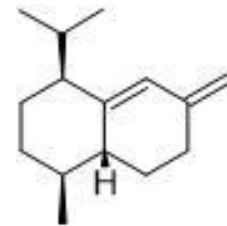
*α-Zingibereno*



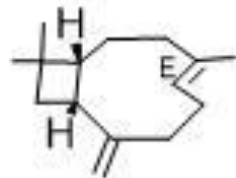
*β-trans-Bergamoteno*



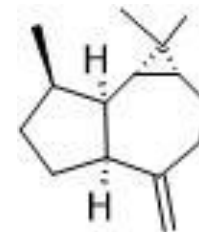
Germacrene D



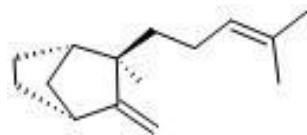
*cis*-Muurola-4(14),5-dieno



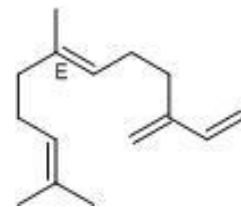
9-epi-E-Cariofileno



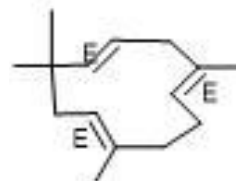
*Alloaromadendreno*



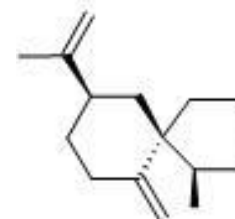
*β*-Santaleno



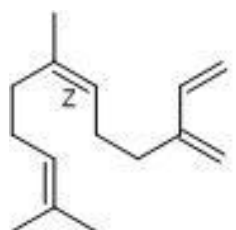
*(E)*-*β*-Farneseno



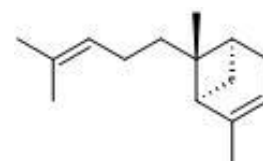
*α*-Humuleno



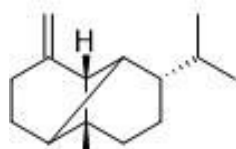
Espirolepechineno



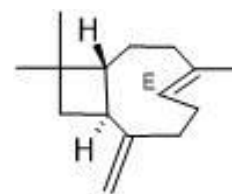
*(Z)*-*β*-Farneseno



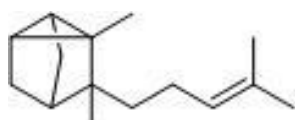
*α-trans*-Bergamoteno



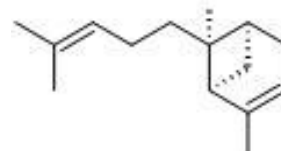
$\beta$ -Copaeno



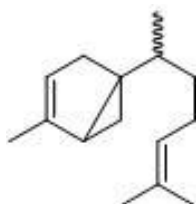
$\beta$ -Cariofileno



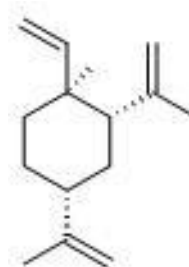
$\alpha$ -Santaleno



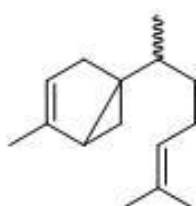
$\alpha$ -cis-Bergamoteno



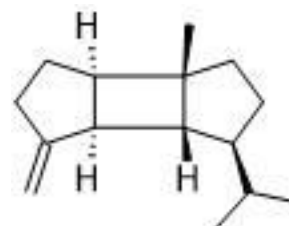
Sesquitujeno



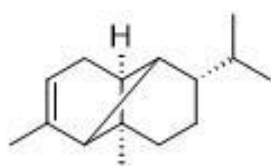
$\beta$ -Elemeno



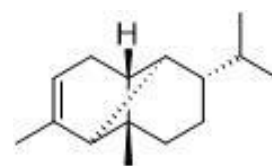
7-*epi*-Sesquitujeno



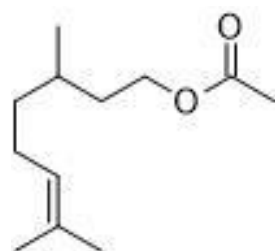
$\beta$ -Bourboneno



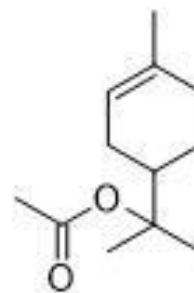
$\alpha$ -Copaeno



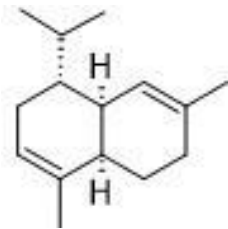
$\alpha$ -Ylangeno



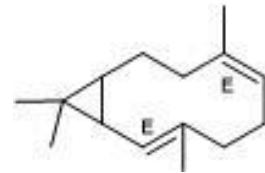
Acetato de Citronelila



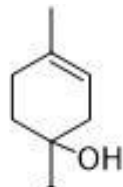
Acetato de  $\alpha$ -Terpinila



$\alpha$ -Muuroleno



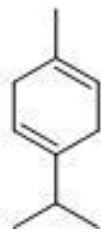
Bicyclogermaene



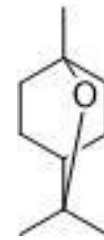
Terpene-4-ol



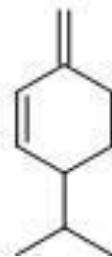
Nonanal



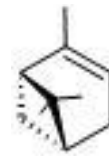
$\gamma$ -Terpineno



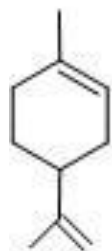
1,8-Cineole



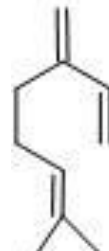
$\beta$ -Felandreno



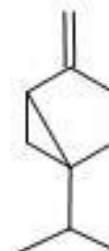
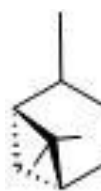
$\alpha$ -Pineno



Limoneno



Mirceno



$\beta$ -Pino



Canfeno



Triciclono

Sabineno



$\alpha$ -Tujeno

## Anexo B. Autorização pelo SISBIO para a coleta do material vegetal



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 75905-1	Data da Emissão: 23/10/2020 10:43:24	Data da Revalidação*: 23/10/2021
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: RAYSSA VICENTE NASCIMENTO	CPF: 132.550.167-03
Título do Projeto: Prospecção e estudo quimiosistemático de Varronia curassavica Jacq. (Verbenaceae) em fragmentos da mata atlântica localizados nos litorais sul do Rio de Janeiro e norte de São Paulo na busca por espécimes com maior teor de $\gamma$ -carotileno e $\gamma$ -humuleno, princípios ativos que conferem propriedades farmacológicas ao óleo essencial.	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO	CNPJ: 29.427.465/0001-05

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Organização dos dados, divulgação e preparação de manuscritos	08/2021	12/2021
2	Prospecção de erva baleeira no litoral do RJ e SP.	11/2020	04/2021
3	Revisão de literatura, reuniões de grupos de pesquisa, atividades de organização do laboratório.	10/2021	03/2022
4	Preparação e confecção de exsiccatas e registro no Herbário da UFRRJ.	02/2021	04/2021
5	Análise estatística e comparação dos resultados	05/2021	10/2021
6	Cadastro do projeto SisGen. Solicitação de autorização aos órgãos e Institutos de proteção ambiental	08/2020	11/2020
7	As análises químicas dos óleos essenciais	02/2021	06/2021
8	Extração dos óleos essenciais das folhas coletadas "In situ"	02/2021	05/2021

#### Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Ygor Nunes Moreira	Auxiliar	142.472.797-93	Brasileira
2	Wendy Da Silva Freitas	Auxiliar	167.362.277-12	Brasileira
3	Rafael Torre	Auxiliar	442.333.398-88	Brasileira
4	Ellisabeth Alves Duarte Pereira	Auxiliar	164.134.067-39	Brasileira
5	Marco André Alves de Souza	Orientador	069.677.697-90	Brasileira
6	Lucas Medeiros Fagundes	Auxiliar	157.108.577-77	Brasileira
7	Sandra Gomes do Nascimento	Auxiliar	057.975.487-12	Brasileira
8	Paulo Ricardo De Souza Faria	Auxiliar	093.259.229-59	Brasileira
9	Thayna Ferreira Guedes	Auxiliar	167.972.237-92	Brasileira

#### Observações e ressalvas

1	O pesquisador somente poderá realizar atividade de campo após o término do estado de emergência devido à COVID-19, assim declarado por ato da autoridade competente.
2	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
3	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0759050120201023

Página 1/5

## Anexo C. Autorização do INEA para a coleta do material vegetal

01/10/2020

SEI/ERJ - 8768054 - Ofício - NI



Governo do Estado do Rio de Janeiro

Instituto Estadual do Ambiente

Diretoria de Biodiversidade Áreas Protegidas e Ecossistemas

### AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA CIENTÍFICA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO INEA Nº 045/2020

O Diretor de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas do Instituto Estadual do Ambiente – INEA, no uso de suas atribuições legais, considerando a Portaria IEF/RJ/PR nº 227 de 18/12/2007 e considerando, ainda, o que consta no procedimento administrativo SEI-070002/006020/2020, **AUTORIZA** a pesquisadora **RAYSSA VICENTE NASCIMENTO**, vinculada à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e sua equipe Thayna Ferreira Guedes, Ygor Nunes Moreira, Elizabeth Alves Duarte Pereira, Marcos André Alves de Souza, Lucas Medeiros Fagundes, Sandra Gomes do Nascimento, Wendy da Silva Freitas, Paulo Ricardo de Souza Faria e Rafael Torres a obterem dados na Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba (APAMAN); Parque Estadual Cunhambebe (PEC) e Área de Proteção Ambiental de Tamoios (APATAM), com vistas à execução do projeto de pesquisa **“Prospecção e estudo quimiosistemático de Varronia curassavica Jacq. (Verbenaceae) em fragmentos da mata atlântica localizados nos litorais sul do Rio de Janeiro e norte de São Paulo na busca por espécimes com maior teor de  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -humuleno, princípios ativos que conferem propriedades farmacológicas ao óleo essencial”**, devendo ser observadas as condições discriminadas neste documento e ainda aquelas previstas na Portaria supracitada.

A presente autorização tem validade de **02 (dois) anos** a partir da data de sua assinatura.

#### Condicionantes desta autorização:

- 1. O pesquisador fica autorizado a coletar partes (caule, folhas, ramos ou raízes) de vegetais adultos da erva-baleeira, além de sementes quando encontradas.**
2. O pesquisador deverá remover todas as marcações e equipamentos das áreas de estudo ao final da pesquisa, sendo sugerida a identificação de todo material deixado na unidade, enquanto o trabalho durar, com o nome da instituição responsável pelo trabalho e o número da Autorização de Pesquisa do INEA
3. Esta Autorização não autoriza a coleta de espécies constantes nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção, nem isenta o pesquisador da necessidade de solicitar outras anuências, no que couber, para a realização das atividades em tela, inclusive a anuência do responsável pela área, pública ou privada, onde serão realizadas as atividades.
4. Caso seja identificada em campo alguma espécie ameaçada de extinção ou exótica invasora, o INEA deverá ser informado o mais breve possível.
5. Imagens que sejam eventualmente capturadas durante a realização das pesquisas dentro das Unidades de Conservação, poderão ser utilizadas apenas para fins científicos, educativos, culturais ou jornalísticos. Caso haja a intenção de comercializá-las ou utilizá-las (total ou parcialmente) para fins lucrativos será necessário solicitar autorização, de acordo com o previsto no Decreto Estadual nº 36.930/2005.
6. O pesquisador deverá entrar em contato com a administração da(s) UC(s) para agendar as atividades de campo e conhecer as normas de uso da(s) mesma(s), pelos contatos:

[https://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=10126145&inf...](https://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=10126145&inf...) 1/2

## Anexo D. Autorização do SisGen



**Ministério do Meio Ambiente**  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**  
SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Certidão**  
**Cadastro nº A34C045**

Declaramos, nos termos do art. 41 do Decreto nº 8.772/2016, que o cadastro de acesso ao patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado, abaixo identificado e resumido, no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado foi submetido ao procedimento administrativo de verificação e não foi objeto de requerimentos admitidos de verificação de indícios de irregularidades ou, caso tenha sido, o requerimento de verificação não foi acatado pelo CGen.

Número do cadastro: **A34C045**  
Usuário: **MARCO ANDRE ALVES DE SOUZA**  
CPF/CNPJ: **069.677.697-90**  
Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**  
Finalidade do Acesso: **Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico**

### Espécie

**Varronia curassavica**

Título da Atividade: **Prospecção de erva-baleeira nas regiões costeiras do rio de janeiro e espírito santo na busca por espécimes com maior teor de  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -humuleno, princípios ativos que conferem propriedades farmacológicas ao óleo essencial**

### Equipe

<b>MARCO ANDRE ALVES DE SOUZA</b>	<b>UFRRJ</b>
<b>Douglas de Almeida Siqueira Chaves</b>	<b>UFRRJ</b>

Data do Cadastro: **11/08/2019 18:54:53**  
Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em 15:10 de 05/11/2021.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO  
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO  
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL  
ASSOCIADO - **SISGEN**

**Anexo E.** Resultado da análise CG-FID das amostras referente ao capítulo 2.

Amostra 1			Amostra 2			Amostra 3		
Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área
1	12,449	6,3407	1	12,384	3,5153	1	12,317	14,8632
2	12,623	0,7567	2	12,569	1,9829	2	12,498	0,5233
3	13,025	2,7388	3	12,974	8,3331	3	12,89	3,9868
4	13,934	1,5396	4	13,874	0,8689	4	13,791	3,466
5	15,174	0,408	5	15,108	0,9767	5	15,023	1,7139
6	15,450	0,454	6	15,384	2,0724	6	15,295	0,6897
7	16,046	0,268	7	15,974	0,5474	7	15,892	1,0698
8	18,288	0,3034	8	18,201	0,5946	8	18,112	0,9284
9	18,536	0,8095	9	18,306	0,2203	9	18,361	4,7493
10	23,48	8,8454	10	18,45	1,0785	10	19,713	0,1059
11	31,566	0,2355	11	23,414	9,2971	11	20,525	0,1054
12	33,988	0,5342	12	24,496	0,2763	12	21,205	0,1656
13	35,409	0,1106	13	26,547	0,3617	13	22,324	0,1737
14	35,922	1,8369	14	31,509	0,7131	14	23,328	10,0984
15	36,357	0,6912	15	33,937	0,4967	15	26,45	0,1827
16	36,593	9,3999	16	35,508	0,1941	16	27,226	0,3372
17	36,71	2,2358	17	35,886	2,1337	17	28,275	0,2138
18	36,997	0,2383	18	36,322	1,2848	18	31,422	0,3778
19	37,23	0,4059	19	36,568	11,85	19	33,262	0,0542
20	37,508	0,594	20	36,692	7,3994	20	33,406	1,1685
21	37,637	2,5085	21	36,956	0,2224	21	33,861	0,896
22	37,882	0,9525	22	37,187	0,4014	22	34,976	0,1337
23	38,661	1,0192	23	37,464	0,2772	23	35,291	0,0697
24	38,792	0,281	24	37,598	2,8334	24	35,423	0,2935
25	38,914	0,1427	25	37,841	2,1539	25	36,594	6,8521
26	39,318	4,0942	26	37,983	0,1721	26	36,996	0,4755
27	39,438	0,1511	27	38,619	1,6057	27	37,381	0,0606
28	39,532	0,1565	28	38,855	0,1208	28	37,75	0,8523
29	39,722	0,6317	29	39,075	1,1056	29	37,896	0,1382
30	39,802	0,7097	30	39,278	4,0393	30	38,538	1,1354
31	39,885	1,1798	31	39,41	0,1025	31	38,771	0,479
32	40,231	0,8189	32	39,681	1,3669	32	38,99	0,1507
33	40,383	0,492	33	39,762	0,644	33	39,127	0,8582
34	40,686	0,8813	34	39,844	1,2302	34	39,576	0,1189
35	40,77	0,1061	35	40,34	0,1699	35	39,808	0,4938
36	41,033	0,1308	36	40,645	0,8213	36	40,02	0,1459
37	41,431	0,3834	37	40,73	0,1081	37	40,489	1,3601
38	41,718	1,8964	38	40,988	0,1678	38	40,593	0,1354
39	42,14	0,0951	39	41,495	0,3672	39	40,89	0,0431
40	42,802	0,3734	40	41,679	2,8675	40	41,589	0,2265
41	43,456	0,3057	41	42,1	0,1006	41	41,957	19,743
42	43,626	1,4143	42	43,416	0,3731	42	42,196	0,0837



43	43,825	0,491	43	43,592	1,2718	43	42,446	0,7501
44	43,95	5,4192	44	43,79	0,6446	44	42,59	0,0879
45	44,062	1,6376	45	43,921	6,3286	45	42,75	0,3528
46	44,229	10,8043	46	44,036	2,0576	46	42,888	0,5257
47	44,356	21,2521	47	44,204	10,8498	47	42,996	0,9488
48	44,624	1,1375	48	44,562	1,458	48	43,202	0,7931
49	44,904	0,1262	49	45,195	0,687	49	43,511	5,3176
50	45,242	0,6033	50	45,997	0,4731	50	43,791	11,2753
51	46,038	0,4427	51	46,314	0,6488	51	44,44	0,1591
52	46,354	0,4697	52	50,189	0,1328	52	50,115	0,0709
53	50,224	0,1458						

Amostra 4			Amostra 5			Amostra 6		
Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área
1	4,711	0,716	1	12,351	7,7573	1	12,332	7,7813
2	12,287	14,7106	2	12,527	0,8245	2	12,51	4,083
3	12,461	0,7066	3	12,927	3,5435	3	12,911	13,2172
4	12,858	4,044	4	13,834	1,8298	4	13,817	1,6878
5	13,76	3,7837	5	15,071	0,3759	5	15,052	1,6753
6	14,996	0,2774	6	15,347	0,5807	6	15,327	2,7794
7	15,269	0,4936	7	15,943	0,4898	7	15,924	0,8861
8	15,865	0,8882	8	18,176	0,4326	8	16,885	0,0977
9	18,091	0,8552	9	18,434	0,324	9	18,156	0,7531
10	21,197	0,1062	10	23,378	13,0658	10	18,255	0,3273
11	23,308	12,3155	11	28,343	0,1661	11	18,412	0,8317
12	28,255	0,391	12	31,48	0,3807	12	19,76	0,1882
13	31,403	0,5901	13	33,911	0,1253	13	20,579	0,1638
14	33,842	0,3699	14	35,336	0,1306	14	22,31	0,1132
15	34,963	0,0683	15	35,48	0,1971	15	22,371	0,1571
16	35,273	0,2378	16	35,85	2,5805	16	23,35	27,1332
17	35,405	0,2089	17	36,286	1,4699	17	24,46	0,1271
18	35,786	1,806	18	36,527	14,9534	18	26,498	0,2876
19	36,225	1,2447	19	36,638	4,0296	19	31,459	0,6772
20	36,46	10,9345	20	36,926	0,2889	20	33,333	0,0916
21	36,587	9,0527	21	37,159	0,5058	21	33,89	0,5469
22	36,862	0,2286	22	37,435	0,3721	22	34,81	0,1942
23	37,094	0,3539	23	37,566	3,4996	23	35,011	0,483
24	37,37	0,2729	24	37,81	1,4616	24	35,327	0,2754
25	37,502	2,4939	25	38,591	1,3202	25	35,457	0,8841
26	37,744	2,5149	26	38,84	0,156	26	36,618	15,6299
27	37,885	0,124	27	39,247	4,9281	27	36,984	0,3846
28	38,527	2,2855	28	39,368	0,1657	28	37,786	2,4719
29	38,775	0,0944	29	39,647	0,8423	29	37,937	5,0949
30	38,976	0,1031	30	39,734	0,7713	30	38,319	0,1587

31	39,182	3,3451	31	39,816	1,709	31	38,572	4,1109
32	39,301	0,1312	32	40,16	0,1057	32	39,025	2,239
33	39,426	0,0828	33	40,314	0,239	33	39,608	1,1018
34	39,584	1,327	34	40,617	0,9777	34	41,44	0,7209
35	39,669	0,5639	35	40,705	0,1288	35	41,631	0,6873
36	39,753	1,1327	36	41,357	0,1108	36	42,242	0,2123
37	40,097	0,0672	37	41,565	0,5467	37	42,39	0,1123
38	40,253	0,1517	38	41,65	1,9428	38	43,117	0,24
39	40,555	0,6955	39	43,386	0,1815	39	43,247	0,1982
40	40,64	0,0907	40	43,547	1,4063	40	43,665	0,1142
41	40,897	0,1376	41	43,755	0,3733	41	44,029	0,1306
42	41,301	0,1123	42	43,871	4,3774	42	44,298	0,1266
43	41,587	2,7649	43	43,974	1,7407	43	46,222	0,1008
44	42,012	0,1039	44	44,133	4,5788	44	50,147	0,5863
45	42,348	0,0985	45	44,231	4,3016	45	54,204	0,1361
46	43,325	0,1607	46	44,547	6,3197			
47	43,484	0,9229	47	45,165	0,4303			
48	43,692	0,2926	48	45,587	0,2234			
49	43,808	3,1107	49	45,973	0,9654			
50	43,91	1,2199	50	46,289	1,0167			
51	44,072	3,5672	51	47,06	0,1745			
52	44,165	2,3999	52	47,406	0,3322			
53	44,476	3,3913	53	50,167	0,2487			
54	45,102	0,3121						
55	45,912	0,5602						
56	46,227	0,6605						
57	47,346	0,2129						
58	50,107	0,1116						

Amostra 7			Amostra 8			Amostra 9		
Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área
1	12,332	2,3331	1	12,334	113293	1	4,687	0,7698
2	12,51	1,4351	2	12,524	119215	2	12,298	10,2838
3	12,91	3,8837	3	12,932	372827	3	12,476	1,0378
4	13,814	0,465	4	13,828	25417	4	12,875	4,6289
5	15,048	0,6355	5	15,061	59997	5	13,785	2,4257
6	15,323	1,0497	6	15,337	105125	6	15,03	0,8771
7	15,917	0,2914	7	15,927	31388	7	15,306	0,7976
8	18,144	0,2239	8	18,158	18557	8	15,905	0,7075
9	18,396	0,4006	9	18,257	9781	9	18,139	0,6244
10	22,075	0,3688	10	18,4	75546	10	18,382	1,9587
11	23,332	7,0754	11	19,767	6637	11	23,322	15,4327
12	31,448	0,472	12	23,376	443695	12	31,433	0,3691
13	33,881	0,4535	13	26,496	15019	13	33,866	1,0592

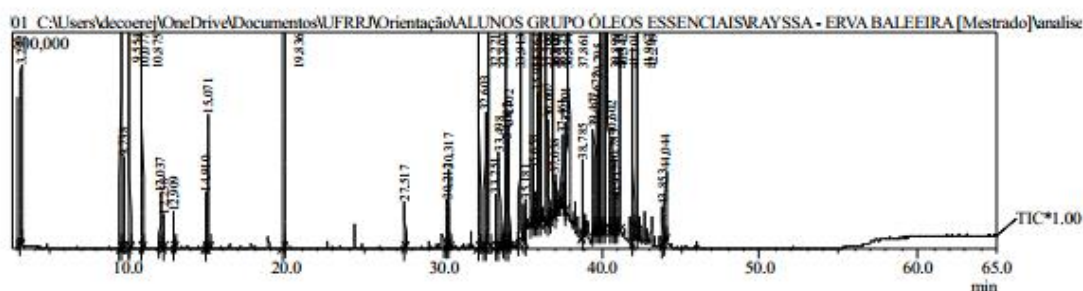
14	35,452	0,3687	14	31,464	19389	14	35,801	2,2942
15	35,831	1,5527	15	33,898	14932	15	36,238	1,3978
16	36,27	1,2801	16	35,831	24656	16	36,47	13,7203
17	36,506	11,0276	17	36,269	28364	17	36,587	3,3189
18	36,644	13,2391	18	36,495	195805	18	36,883	0,2567
19	37,134	0,327	19	36,63	209474	19	37,117	0,4584
20	37,412	0,2808	20	37,142	4312	20	37,393	0,3579
21	37,541	2,5608	21	37,418	6053	21	37,521	3,2616
22	37,786	2,362	22	37,544	40208	22	37,766	2,0518
23	37,929	0,3087	23	37,791	39219	23	38,547	1,4215
24	38,57	3,5118	24	37,968	9841	24	38,99	0,1924
25	39,017	0,4706	25	38,575	31711	25	39,2	4,3343
26	39,222	3,4195	26	39,027	19293	26	39,606	0,6353
27	39,623	2,5725	27	39,223	47250	27	39,69	0,7267
28	39,709	0,5669	28	39,516	51258	28	39,773	1,5723
29	39,792	1,3385	29	39,623	8507	29	40,575	0,7423
30	40,291	0,3335	30	39,716	7568	30	41,41	0,7411
31	40,599	1,6165	31	39,798	18391	31	41,607	1,6598
32	40,685	0,2333	32	40,045	12699	32	43,501	0,9976
33	41,33	0,4666	33	40,599	6823	33	43,705	0,3411
34	41,545	1,3254	34	41,447	10179	34	43,826	4,2304
35	41,634	4,0527	35	41,634	36106	35	43,93	1,2419
36	42,05	0,3954	36	42,142	4033	36	44,087	5,0735
37	43,366	0,2308	37	42,467	97720	37	44,181	2,7093
38	43,541	2,4837	38	43,52	9431	38	44,492	3,2643
39	43,735	0,3402	39	44,011	23748	39	45,124	0,4047
40	43,866	7,0065	40	44,1	1955	40	45,935	0,9883
41	43,974	2,9629	41	44,206	24000	41	46,248	0,6335
42	44,137	7,9203	42	44,501	93341			
43	44,205	1,1346	43	44,653	11877			
44	44,511	0,9674	44	44,765	120727			
45	45,142	0,6548	45	45,311	14713			
46	45,732	0,2549	46	45,954	6435			
47	45,951	0,681	47	46,329	1102444			
48	46,263	0,5772	48	47,408	19269			
49	48,938	0,2356						
50	50,154	0,3296						
51	51,828	0,1877						
52	53,231	0,2474						
53	54,426	0,2037						
54	56,455	0,2144						
56	58,096	0,2287						
57	59,69	0,2274						
58	61,369	0,213						

Amostra 11			Amostra 12		
Pico	TR	%Área	Pico	TR	%Área
1	12,298	3,4008	1	4,663	0,9354
2	12,473	1,9662	2	12,275	3,8423
3	12,874	6,2516	3	12,45	2,2696
4	13,779	0,7072	4	12,851	7,2771
5	15,015	0,8495	5	13,759	0,8159
6	15,289	2,0695	6	14,994	0,9558
7	15,885	0,4775	7	15,27	1,9387
8	18,116	0,3298	8	15,867	0,5303
9	18,369	0,4007	9	18,101	0,3328
10	23,313	14,8712	10	18,344	1,1046
11	31,421	0,3178	11	23,285	19,1565
12	35,793	1,338	12	26,436	0,424
13	36,23	1,2289	13	31,41	0,4211
14	36,457	9,5251	14	33,847	0,3259
15	36,581	4,1185	15	35,782	1,4387
16	36,873	0,348	16	36,217	1,4937
17	37,106	0,3516	17	36,436	10,3565
18	37,385	0,6574	18	36,564	3,7553
19	37,51	1,9276	19	37,096	0,2597
20	37,756	1,1426	20	37,37	0,3997
21	38,538	1,1883	21	37,498	2,4461
22	38,789	0,2172	22	37,745	1,4603
23	38,994	0,2092	23	37,923	0,9186
24	39,199	6,4354	24	38,53	2,1644
25	39,318	0,2327	25	38,925	0,6506
26	39,599	0,8506	26	39,177	2,9641
27	39,684	1,3411	27	39,471	5,0475
28	39,764	0,8749	28	39,576	1,1626
29	40,265	0,2803	29	39,673	0,5336
30	40,566	0,4724	30	39,753	1,049
31	41,15	0,3935	31	40	0,8073
32	41,316	3,3045	32	40,141	0,3611
33	41,546	3,4056	33	40,555	0,3547
34	41,834	1,1119	34	41,588	0,5731
35	41,971	2,4371	35	42,43	11,7216
36	42,022	1,939	36	43,478	0,9202
37	42,233	0,5988	37	43,796	1,8617
38	42,696	0,6391	38	43,905	0,4496
39	42,806	1,0668	39	44,057	1,6319
40	42,898	4,9425	40	44,161	1,9599
41	43,442	1,908	41	44,469	2,0282
42	43,74	0,2483	42	45,912	0,45
43	43,811	0,9963	43	46,218	0,4505

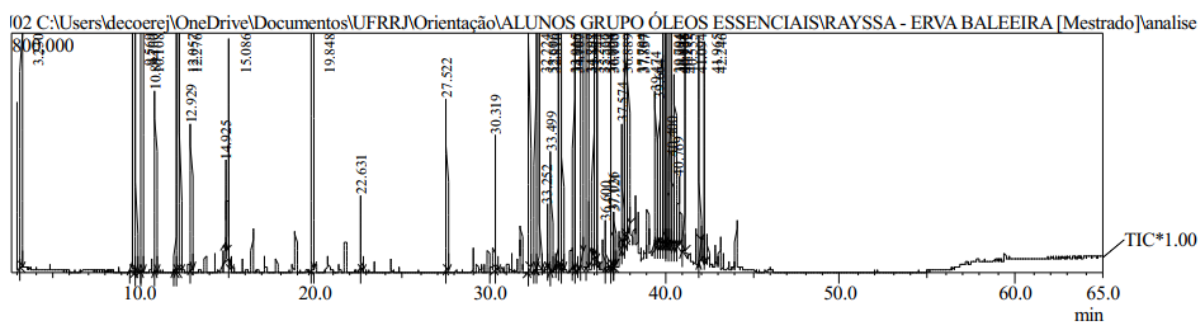
44	43,921	0,4109
45	44,126	4,5704
46	44,177	3,659
47	44,49	3,2128
48	45,923	0,4486
49	46,746	0,3251

## Anexo F. Cromatogramas das amostras realizadas no cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas.

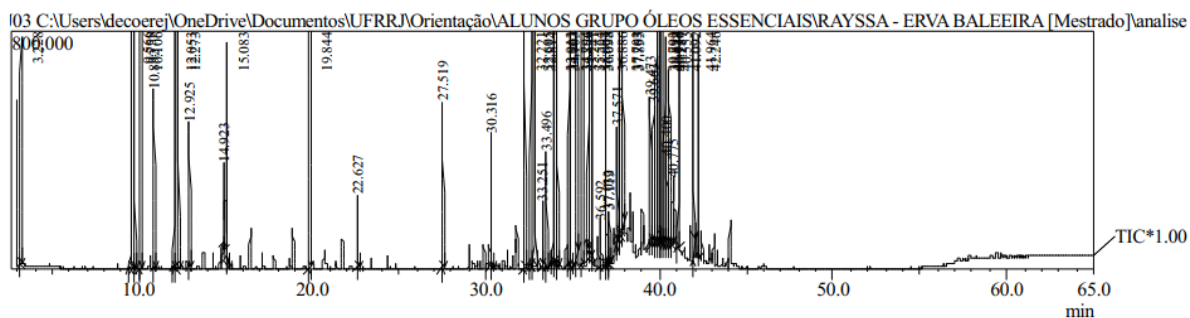
AMOSTRA 01



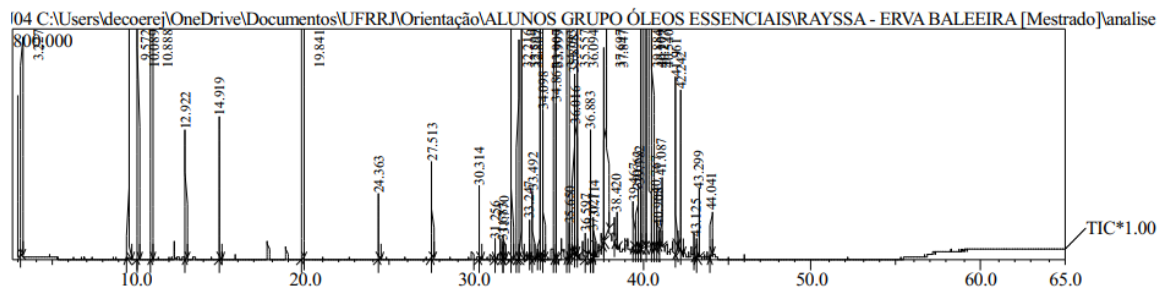
AMOSTRA 02



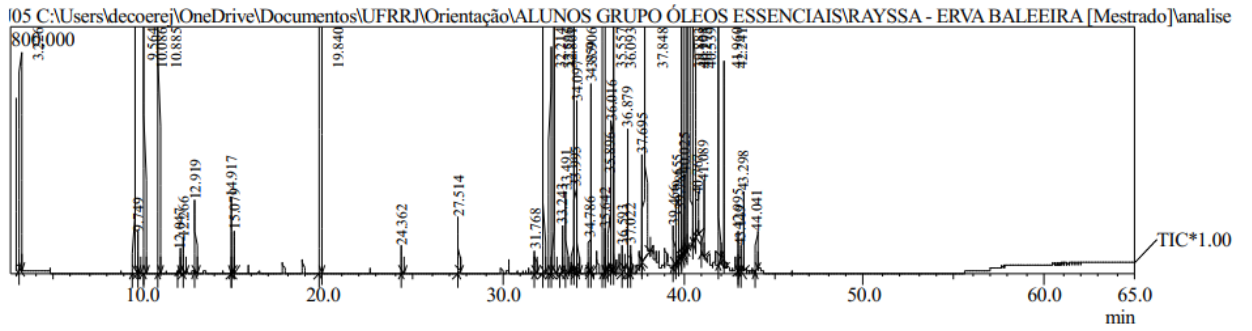
AMOSTRA 03



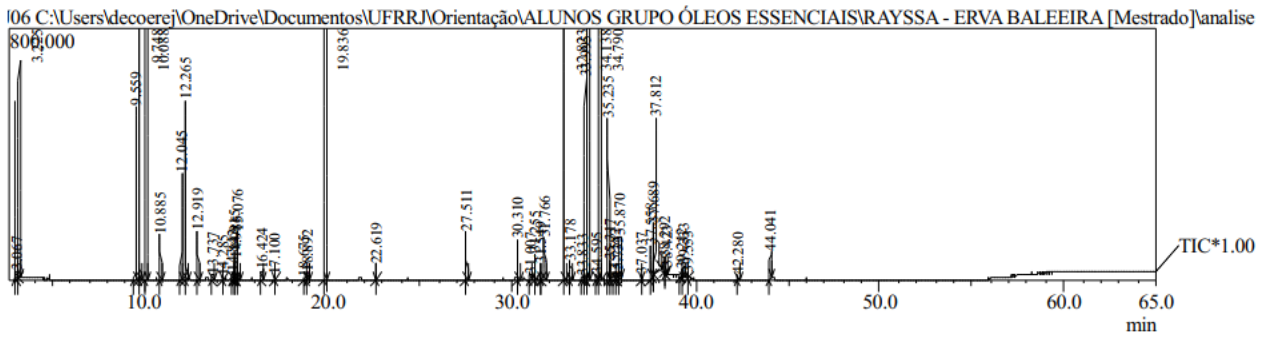
AMOSTRA 04



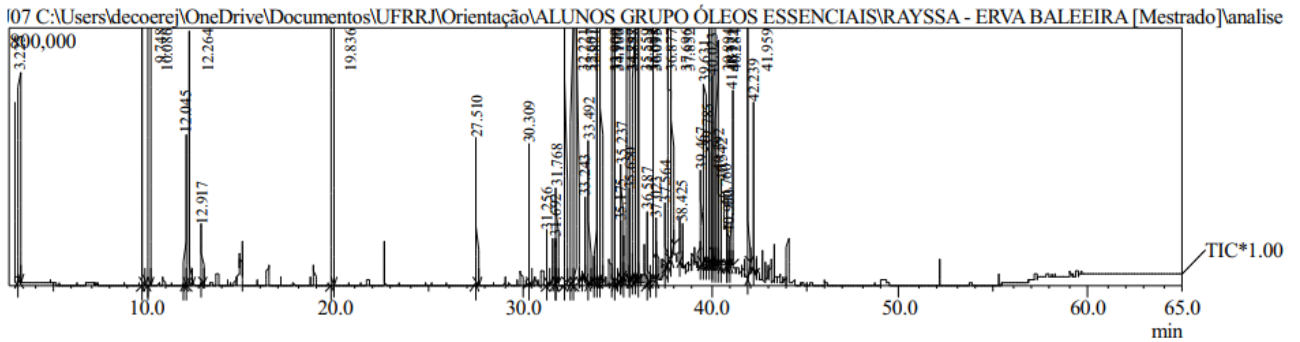
AMOSTRA 05



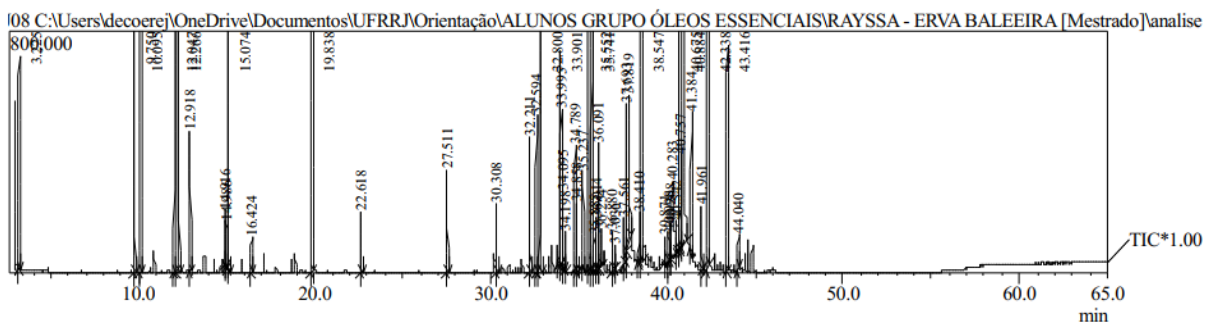
AMOSTRA 06



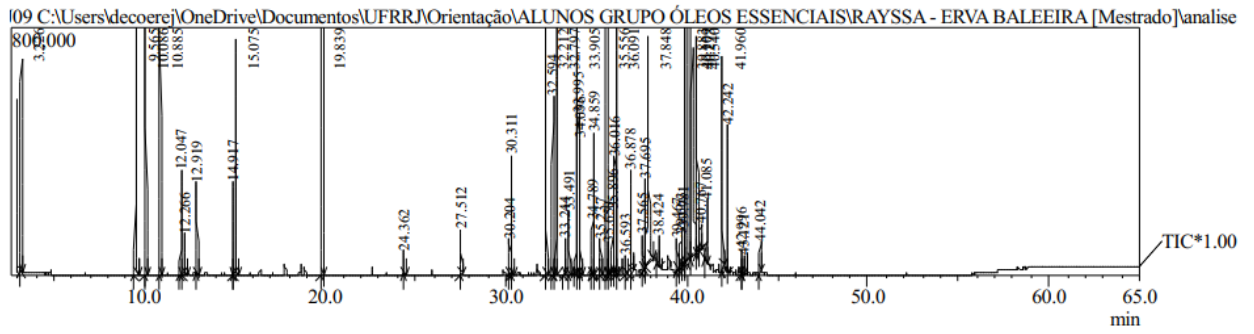
AMOSTRA 07



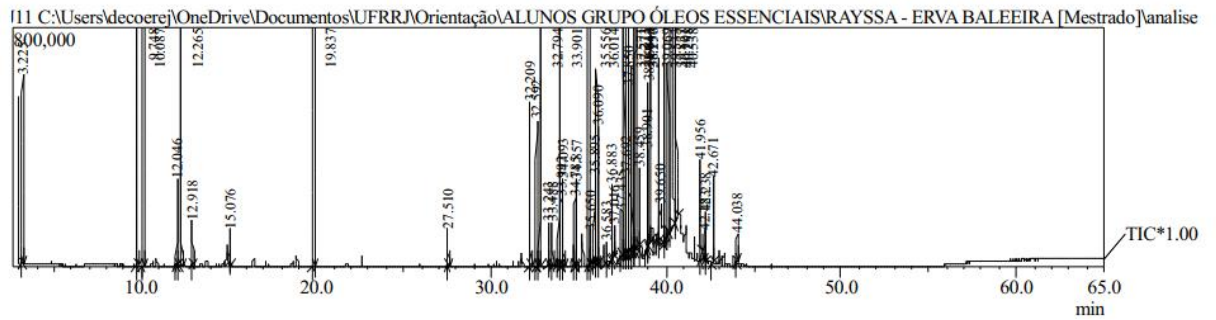
AMOSTRA 08



AMOSTRA 09



AMOSTRA 11



AMOSTRA 12

