

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente - PPGBMA

**VARIAÇÃO SAZONAL NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL
DE *Schinus terebinthifolia* Raddi**

Leandro Lima Narcizo

Dourados - MS
Setembro - 2022

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente - PPGBMA

Leandro Lima Narcizo

**VARIAÇÃO SAZONAL NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL
DE *Schinus terebinthifolia* Raddi**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM BIODIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE.

Área de concentração: Conservação dos Recursos Naturais

Orientadora: Profa. Dra. Anelise Samara Nazari Formagio

Dourados - MS
Setembro - 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N222v Narcizo, Leandro Lima
Variação Sazonal na Composição Química do Óleo Essencial *Schinus terebenthifolia* Raddi
[recurso eletrônico] / Leandro Lima Narcizo. -- 2022.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Anelise Samara Nazari Formagio.
Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Meio Ambiente)-Universidade Federal da Grande
Dourados, 2022.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. pimenta-rosa. 2. óleo-essencial. 3. variação-sazonal. 4. monoterpênicos. 5. sesquiterpenos. I.
Formagio, Anelise Samara Nazari. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E MEIO
AMBIENTE



"VARIAÇÃO SAZONAL NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Schinus terebinthifolia RADDI"

POR

LEANDRO LIMA NARCIZO

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIODIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE -
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: "CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS".

PROF.^a DR.^a ANELISE SAMARA NAZARI FORMAGIO
ORIENTADORA – UFGD

PROF.^a DR.^a CLÁUDIA ANDREA LIMA CARDOSO
MEMBRO TITULAR – UEMS

PROF.^a DR.^a ROSILDA MARA MUSSURY FRANCO SILVA
MEMBRO TITULAR – UFGD

Aprovado em 1º de setembro de 2022.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar e ser presente em minha vida e permitir a realização de um sonho de cursar uma Pós-Graduação na UFGD.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Anelise Samara Nazari Formagio pela oportunidade que me concedeu seus ensinamentos, além de literalmente ter imensa paciência comigo, uma pessoa que sempre serei grato e tenho como uma referência na minha vida profissional e pessoal.

A minha esposa Renata Kelly Gomes de Sá pela compreensão que teve durante meus estudos e suprir a atenção aos nossos filhos.

Aos que posso chamar de amigos de grupos de pesquisas popularmente conhecidos como “Anelídeos” pelos ensinamentos, convivência, companheirismo e paciência, uma família que tive durante o período do mestrado.

A Janaine Alberto Marangoni por tudo que fizeste por mim, uma amiga, parceria, posso dizer uma “mãe” que sempre esteve presente durante toda minha trajetória acadêmica, independente de horário até mesmo finais de semana, aqui deixo minha imensa gratidão.

Agradeço à Prof^a. Dr^a. Claudia Andrea Lima Cardoso da UEMS, pelo auxílio da identificação dos compostos.

Na pessoa do secretário Felipe D’Apolito sempre prestativo, um exemplo de profissional. Agradeço aqui a todos os professores envolvidos no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente que tive oportunidade de conhecer e seus ensinamentos.

Á minha amiga Tatiane de Lima Holanda, a qual a chamo carinhosamente de miguxa, por ser presente em minha vida e, literalmente, a única pessoa que não tem vínculo com a UFGD, que realmente conhece a minha vida acadêmica de mestrando. Deixo aqui registrado seu nome como forma de gratidão pela sua amizade e companheirismo. A Deus por me guiar e ser presente em minha vida e permitir a realização de um sonho de cursar uma Pós-Graduação na UFGD.

RESUMO

Schinus terebinthifolia Raddi é uma planta nativa da América do Sul, presente na biodiversidade brasileira. Possui uma quantidade expressiva de óleos essenciais, encontrados principalmente em folhas e frutos com predominância de monoterpenos e sesquiterpenos, o que lhe confere potencial biológico. Estudos evidenciam que a composição do óleo essencial são variações de diversos fatores, destacando a sazonalidade, fazendo-os levar em consideração escolher a melhor época para coleta do material vegetal. O objetivo deste estudo foi identificar e quantificar a composição química do óleo essencial de *S. terebinthifolia* obtidos de folhas e frutos frescas durante 12 meses. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger e posteriormente analisado por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). O óleo essencial obtido de folhas e frutos apresentou características de um líquido incolor com intenso aroma de especiarias. Os rendimentos obtidos para as amostras de frutos foram de 1,8 - 3,6% sendo o maior para o verão, enquanto em folhas entre 0,38 - 0,78%, com menores rendimentos no verão e maiores no inverno. A análise de óleo essencial obtido das folhas frescas mostrou uma variação de 23 a 36 compostos, identificados com predominância de monoterpenos e sesquiterpenos, com a presença do mirceno (24,88 - 2,90%), α -pineno (16,66-0,04%), terpinen-4-ol (16,35-0,24%) e β -pineno (12,57-0,06%) para todos os meses de coleta (12 meses). Nas estações a variação dos constituintes no verão foi de 24 a 30, destacando o α -muurolol, epi- α -cadinol e o mirceno como majoritários; no outono de 26 a 36, destacando o biciclogermacreno, espathulenol e mirceno; no inverno de 23 a 31 com o δ -3-careno, α -pineno e mirceno; e na primavera 28 a 30 com destaque para o mirceno, α -felandreno, terpinen-4-ol e α -pineno. Evidenciam-se também diferenças na concentração nos compostos de terpenos entre as estações, com maiores teores de monoterpenos no inverno (78,80-54,89%) e na primavera (74,86-32,81%), sesquiterpenos no outono (43,88-12,39%) e sesquiterpenos oxigenados (56,18-32,53%) no verão. Em frutos maduros foram evidenciados 26 compostos com predominância de monoterpenos, destacando para todos os cinco meses de coleta (janeiro à maio) o β -pineno (26,73-8,40%), triciclono (21,45-3,73%), mirceno (20,59-5,53%), sabineno (13,88-0,13%) e o δ -3-careno (12,19-4,68%) em maiores concentrações. Em relação às estações do ano, as amostras de óleo essencial dos frutos coletados no verão (janeiro, fevereiro e março) em relação ao outono (abril e maio) demonstraram uma variação nos constituintes majoritários, destacando o β -pineno (26,73%). Uma comparação entre as amostras de óleo essencial, obtidas dos frutos maduros com as folhas, destaca-se a presença do β -pineno e do mirceno em todos os meses de coleta. O presente estudo demonstrou, pela primeira vez, a variação do teor e a composição química do óleo essencial obtidos das folhas e dos frutos maduros de *S. terebinthifolia* coletados em Dourados-MS, região Centro-Oeste do Brasil.

Palavras-chave: pimenta rosa; óleo essencial; variação sazonal; monoterpenos; sesquiterpenos.

ABSTRACT

Schinus terebinthifolia Raddi is a plant native to South America, present in Brazilian biodiversity. It has an expressive amount of essential oils, found mainly in leaves and fruits with a predominance of monoterpenes and sesquiterpenes, which gives it biological potential. Studies show that the composition of essential oil are variations of several factors, highlighting seasonality, making them consider choosing the best time to collect of plant. The objective of this study was to identify and quantify the chemical composition of *S. terebinthifolia* essential oil obtained from fresh leaves and fruits during 12 months. The essential oil was extracted by hydrodistillation in a Clevenger-type apparatus and later analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS). The essential oil obtained from leaves and fruits showed characteristics of a colorless liquid with an intense aroma. The yields obtained for the fruit samples were 1.8-3.6%, being the highest for the summer, while in leaves between 0.38-0.78%, with the lowest yields in the summer and higher in the winter. Oil analysis by GC/MS of fresh leaves showed a variation of 23 to 36 compounds identified with predominance of monoterpenes and sesquiterpenes, with the presence of myrcene (24.88-2.90%), α -pinene (16.66-0.04%), terpinen-4-ol (16.35-0.24%) and β -pinene (12.57-0.06%) for all collection months (12 months). In the seasons, the variation of the constituents in the summer was from 24 to 30, highlighting α -muurolol, epi- α -cadinol and myrcene as majority; in autumn 26 to 36, highlighting bicyclogermacrene, spathulenol and myrcene; in winter 23 to 31 with δ -3-carene, α -pinene and myrcene; and in spring 28 to 30 with emphasis on myrcene, α -phelandrene, terpinen-4-ol and α -pinene. There are also differences in the concentration of terpene compounds between seasons, with higher levels of monoterpenes in winter (78.80-54.89%) and in spring (74.86-32.81%), sesquiterpenes in autumn (43.88-12.39%) and oxygenated sesquiterpenes (56.18-32.53%) in summer. In mature fruits, 26 compounds were evidenced with a predominance of monoterpenes, highlighting for all five months of collection (January to May) β -pinene (26.73-8.40%), tricyclene (21.45-3.73%), myrcene (20.59-5.53%), sabinene (13.88-0.13%) and δ -3-carene (12.19-4.68%) in higher concentrations. Regarding the seasons of the year, the essential oil samples from the fruits collected in the summer (January, February and March) in relation to the autumn (April and May) showed a variation in the major constituents, highlighting β -pinene (26.73%). A comparison between the essential oil samples, obtained from the ripe fruits with the leaves, highlights the presence of β -pinene and myrcene in all months of collection. The present study demonstrated, for the first time, the variation in the content and chemical composition of the essential oil obtained from the leaves and ripe fruits of *S. terebinthifolia* collected in Dourados-MS, Central-West region of Brazil.

keywords: pink pepper; essential oil; seasonal variation; monoterpenes; sesquiterpenes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Folhas e frutos maduros de <i>S. terebinthifolia</i>	15
Figura 2 - Relato de ocorrências de <i>S. terebinthifolia</i> no Brasil	16
Figura 3 - Relato de ocorrências de <i>S. terebinthifolia</i> em diferentes países	17
Figura 4 - Biossíntese de terpenos	19
Artigo	
Figure 1 - Variation in essential oil yield of <i>S. terebinthifolia</i> fruits (The mean of 4 analyses, followed by the same letter, does not differ statistically by the Test of Tukey ($P < 0.05$))	42
Figure 2 - Variation in essential oil yield from leaves of <i>S. terebinthifolia</i> (Average of 4 analyses, followed by the same letter, do not differ statistically by Tukey ($P < 0.05$))	42
Figure 3 - Major compounds with the highest concentration (%) present in the essential oil obtained from the leaves of <i>S. terebinthifolia</i> in the seasons of the year	44
Figure 4 - Major compounds with the highest concentration (%) present in the essential oil obtained from the fruits of <i>S. terebinthifolia</i> in the seasons of the year	49
Figure 5 - Chemical structures of the main compounds present in the essential oil of leaves and fruits of <i>S. terebinthifolia</i>	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compostos majoritários presentes em óleo essencial de frutos e folhas de <i>S. terebinthifolia</i>	21
Table 1 - Contents (%) of compounds obtained from leaves <i>S. terebinthifolia</i>	45
Table 2 - Contents (%) of essential oil compounds obtained from fruits <i>S. terebinthifolia</i>	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

BA - Bahia

¹³C - Carbono

CG/EM - Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas

DDMS - Herbário da Universidade Federal da Grande Dourados

ES – Espírito Santo

¹H – Hidrogênio

MS - Mato Grosso do Sul

MG - Minas Gerais

OEST - Óleo essencial de *Schinus terebinthifolia*

PR - Paraná

SP - São Paulo

UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 <i>Schinus</i>	13
2.2 <i>Shinus terebinthifolia</i> Raddi	14
2.2.1 Distribuição geográfica	14
2.2.2 Óleo essencial	17
2.2.3 Óleo essencial em <i>Schinus terebinthifolia</i>	19
2.2.4 Sazonalidade	23
3. OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo Geral	25
3.2 Objetivos Específicos	25
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ARTIGO	36
Variação sazonal na composição química do óleo essencial de <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	
RESUMO	38
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 Coleta de material vegetal	40
2.2 Extração de óleo essencial	41
2.3 Análise cromatográfica por CG/MS óleo essencial	41
2.4 Análise estatística	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4. CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53
5. CONCLUSÃO FINAL	58

1. INTRODUÇÃO

Schinus terebinthifolia Raddi, Anacardiaceae, é presente na biodiversidade brasileira, conhecida popularmente como pimenta rosa, aroeira vermelha, aroeira prata ou aroeira da praia e, tais nomenclaturas populares, variam de acordo com cada região (Neves et al., 2016). No Brasil ocorre desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, mas pode ser encontrada no Centro-Oeste e Norte do país (Silva-Luz et al., 2020). Em outros países apresenta uma distribuição geográfica bastante ampla abrangendo desde regiões tropicais e subtropicais e regiões mais temperadas (Bizzo et al., 2009). Pode ocupar diversos tipos de ambientes e formações vegetais, favorecendo e aumentando as chances de cultivo em diversas regiões do Brasil, o que eleva seu potencial como alternativa para exploração e uso para fins alimentício, farmacêutico, em programas de recuperação de áreas degradadas (Fleig & Klein, 1989) e arborização (Santos et al., 2004). Os frutos são utilizados para fins alimentícios, o que amplia a perspectiva de exploração econômica desta espécie (Lenzi & Orth, 2004).

Schinus terebinthifolia foi incluída na Farmacopéia Brasileira (Brandão et al., 2006), e em 2009 na Lista Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS (RENISUS) elaborada pelo Ministério da Saúde brasileiro (Brasil, 2010). Suas cascas e folhas são utilizadas na forma de decocção e/ou infusão no tratamento de inflamações uterinas, feridas e úlceras de pele e mucosas, tumores, diarreia, artrite e infecções urinárias e sistemas respiratórios (Rosas et al., 2015; Brandão et al., 2008; Brasil, 2014).

A espécie é rica em óleos essenciais presentes principalmente nas folhas e nos frutos (Clemente, 2006) com predominância de monoterpenos e sesquiterpenos (Barbosa et al., 2007), o que lhe confere potencial antioxidante (Uliana et al., 2016), anticancerígena (Bendaoud et al., 2010), antimicrobiano (Santos et al., 2015), anti-inflamatório (Santos et al., 2013) e cicatrizante (Fedel-Miryasato et al., 2014).

Estudos demonstram que a composição química dos óleos essenciais são variações de diversos fatores, destacando a sazonalidade, termo utilizado para designar as variações que ocorrem em decorrência das diferentes estações do ano (Gobbo-Neto et al., 2007), e, com isso, a melhor época para obter o óleo essencial deve ser considerada (Evergetis et al., 2016; Kiazolu et al., 2016; Sarrazin et al., 2015; Matias et al., 2016).

Clemente, (2006) avaliando a sazonalidade do teor e da constituição química do óleo essencial presente nas folhas e em frutos maduros e verdes de *S. terebinthifolia* em uma coleta em Viçosa-MG, região Sudeste do Brasil, observou que existe uma

considerável diferença na concentração dos compostos presentes nas amostras demonstrando a predominância dos mesmos constituintes destacando o β -pineno (10,21 e 3,81%), cariofileno (4,78 e 13,61%), germacreno D (5,19 e 37,55%), δ -cadineno (15,48 e 3,28%) e α -cadinol (20,60 e 4,29%). Quanto ao óleo essencial extraído dos frutos maduros observou-se uma maior concentração de β -pineno (18,82%), α -felandreno (23,55%) δ -3-careno (29,22%), β -felandreno (18,08%) e germacreno D (11,89%).

Estudos realizados pelo nosso grupo de pesquisa mostraram que o óleo essencial obtido de frutos de *S. terebinthifolia* coletados em Dourados-MS, região Centro Oeste evidenciou o α -pineno (22,56%), sabineno (15,78%), z-salveno (10,69%), β -pineno (10,52%), α -funebreno (8,82%) e limoneno (5,52%) como constituintes majoritários (Formagio et al., 2011). Enquanto estudo de folhas em 06 (seis) estados brasileiros; Itaparica (BA), São Mateus (ES), Maringa (PR), Santa Maria (RS) Olímpia (SP) e Dourados (MS) os compostos α -pineno (19,45-11,66%) e o limoneno (22,34-8,52%) como constituintes predominantes (Marangoni, 2021).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o teor, identificar e quantificar a composição química do óleo essencial dos frutos e das folhas frescas de *S. terebinthifolia* durante um ano no município de Dourados-MS, a fim de conhecer a influência da sazonalidade no perfil químico da espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Schinus*

Schinus é o maior gênero de Anacardiaceae na América do Sul, com 28 espécies reconhecidas e 17 variedades de árvores e arbustos nativos de clima temperado, e mais conhecido por suas poucas espécies cultivadas e invasoras. No Brasil são encontradas 12 espécies, sendo 4 endêmicas e 4 sinônimos, facilmente encontradas ao longo da costa brasileira (Silva-Luz et al., 2020). A distribuição geográfica das espécies ocorre desde as Américas do Norte e Central, até a América do Sul (Menezes et al., 2020).

Foi descrito por um sueco naturalista Carlus Linnaeus em 1753, designando o gênero *Schinus* L., derivado de “aroeira”, nome latino dado para a árvore Mastic (*Pistacia lentiscus* L.).

As plantas desse gênero compartilham características comuns tais como paisagismo, frutíferas, pioneiras e também por suas ações farmacológicas e a presença de óleo essencial (Ramirez et al., 2016). Algumas espécies do gênero apresentam boa

qualidade de madeira e uso na medicina popular brasileira, devido a potencial atividade fungica, antimicrobiana, inseticida, antibacteriana e cicatrizante (Santos et al., 2015). *Schinus* apresenta espécies com crescimento rápido, usadas em arborização urbana e nas etapas iniciais de reflorestamentos em áreas perturbadas, sendo uma delas a *S. terebinthifolia* Raddi (Krugel et al., 1998).

A composição dos óleos essenciais em estudos de espécies do gênero demonstra a predominância de monoterpenos e sesquiterpenos. Dentre os monoterpenos destaca-se o α -pineno, β -pineno e limoneno e os sesquiterpenos γ -cadineno, β -cariofileno, α -cariofileno e germacreno A (Chowdhury et al., 2001; Ibrahim et al., 2004; Singh et al., 1998; Jamal et al., 2001; Santos et al., 2009). Em um levantamento bibliográfico, Heringer (2009) verificou que *S. terebinthifolia* Raddi, é a espécie mais estudada quimicamente, contribuindo com mais de 50% das substâncias isoladas do gênero.

2.2 *Schinus terebinthifolia* Raddi

2.2.1 Distribuição geográfica

Schinus terebinthifolia Raddi é popularmente conhecida como aroeira, pimentarosa, aroeirada-vermelha e aroeira-prata (**Figura 1**), tais nomenclaturas populares são variáveis de acordo com a região a qual é encontrada no território brasileiro (Neves et al., 2016). Pertence à família botânica Anacardiaceae, que engloba gêneros bem difundidos no Brasil como *Anacardium* e *Mangifera* (Rorato, et al., 2018). A espécie foi descrita pela primeira vez em 1820, pelo italiano Giuseppe Raddi (Jones, 1997), e o nome *terebinthifolius* é derivado de “*terebinthus*”, nome em latim para a árvore Terebinto (*Pistacia terebinthus* L.) e “*folium*” de folhas em referências as folhas resinosas da espécie (Corrêa, 1974; Gundidza et al., 2009).



Figura 1 - Folhas e frutos maduros de *S. terebinthifolia*. Fonte: Próprio autor, 2022.

É uma planta originária da América do Sul, compreendendo o Brasil, Paraguai, Uruguai e Leste da Argentina (Azevedo et al., 2015). No Brasil ocorre desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, área por onde se estende o bioma Mata Atlântica, mas pode ser encontrada no Centro-Oeste e Norte do país, assim como em outros biomas (Silva-Luz et al., 2020). Pode ser encontrada em diferentes partes do mundo, como Europa Mediterrânea, África e Estados Unidos (Fedel-Miryasato, 2014; El-Massry et al., 2009) onde recebe os nomes de: “brazilian peppertree”, “pink pepper” e “christmas berry” (Estados Unidos); “brasilianischer pfeffer” (Alemanha); “pimentero del Brasil” e “copal” (Espanha); e “poivre rose” (França) (Carvalho et al., 2013)

A modelagem ambiental realizada por Garrastazu et al., (2013) possibilitou observar a ampla distribuição de ocorrência de *S. terebinthifolia* no território brasileiro (**Figura 2**), encontrada na região Norte nos estados do Amapá (AP), Pará (PA) e Tocantins (TO); no Nordeste em Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PA), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE); no Centro-Oeste em Distrito Federal (DF), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT); no Sudeste no Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e na região Sul no Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) (Silva-Luz et al., 2020). Sua distribuição é principalmente, em ambientes tropicais e subtropicais costeiros, onde apresenta crescimento rápido, sobretudo em áreas que

sofreram alterações antrópicas, e assim, fazendo com que ela receba o status de espécie pioneira. Cresce em diversos tipos de solos e em áreas que possuem até 2.000 m de altitude (Orwa et al., 2009).

Devido ao seu crescimento rápido e adaptação aos diversos ambientes, a espécie possui potencial para recomposição de mata ciliar e recuperação de áreas degradadas (Ferreti, 2002). Estudos relatam que a planta tem sido utilizada em projetos que objetivam promover a compensação de carbono em áreas degradadas da Mata Atlântica (Rosas et al., 2015) e como alternativa para a diversificação agrícola, tanto para uso alimentício, quanto farmacêutico (Fleig & Klein, 1989).



Figura 2 - Relato de ocorrências de *S. terebinthifolia* no Brasil: regiões e estados encontrados. Fonte: Silva-Luz et al., (2020).

Estudos evidenciam que a ampla distribuição de *S. terebinthifolia* é decorrente da alta tolerância a diferentes fatores ambientais, tais como altitude, temperatura,

pluviosidade, luminosidade, condições hídricas e edáficas (Carvalho et al., 2013). Conforme Orwa et al., (2009) a espécie apresenta ampla distribuição geográfica nativa e possui a capacidade de sobreviver em diferentes condições ambientais, o que facilita seu estabelecimento em regiões invadidas. Além de sua área nativa de distribuição, pode ser encontrada em diversos países, seja como nativas ou introduzidas (**Figura 3**).

Nos Estados Unidos, principalmente no estado da Flórida, e em países da África, Ásia e Europa, foi introduzida como planta ornamental e atualmente é considerada uma planta invasora, sendo alvo de controle biológico devido ao seu rápido desenvolvimento e reprodução, e assim, tendo capacidade de alterar a estrutura e a função das espécies nativas presentes nesses territórios (Orwa et al., 2009; Bendaoud et al., 2010). O mapa apresentado (**Figura 3**) indica os países onde a espécie foi relatada.



Figura 3 - Relato de ocorrências de *S. terebinthifolia* em diferentes países: natural (verde) e introduzida (hachurada). Fonte: Orwa et al., 2009.

2.2.2 Óleo essencial

Os óleos essenciais são metabolitos secundários, responsáveis por conferir odor e cor aos vegetais que são extraídos de diferentes partes, como raízes, colmos, cascas, folhas, flores e sementes (Santos, 2010). São substâncias lipofílicas, líquidas e voláteis,

caracterizadas quimicamente como misturas complexas de compostos de baixo peso molecular, que podem gerar aromas e/ou sabores (Taiz & Zeiger, 2009).

Os compostos secundários produzidos pelos vegetais são os que possuem maior número de substâncias biologicamente ativas (Santos, 2010), desenvolvendo várias funções vitais para os vegetais dentro do seu ecossistema, pois atuam defendendo-os contra microrganismos e predadores (Henriques et al., 2000). Os mesmos, produzidos por estruturas secretoras especializadas como ductos secretores, células parenquimáticas, tricomas e canais oleíferos (Fahn, 1979) estocados em certos órgãos vegetais tais como nas folhas, casca e frutos, onde estas estruturas secretoras ocorrem (Simões, 2004).

Ainda segundo Fahn, (1979) eles podem estar presentes em um só órgão ou em toda planta, sintetizados em diferentes órgãos variando de acordo com a família e armazenados em células secretoras, cavidades, células epidérmicas. Geralmente, possuem densidade menor que da água e são solúveis em compostos orgânicos (Bakkali et al., 2008).

A composição química dos óleos essenciais pode ser influenciada de acordo com a espécie, parte utilizada, localização geográfica, período de colheita, estágio de desenvolvimento, idade da planta, método de extração (Costa et al., 2015). Os óleos essenciais geralmente contêm cerca de 20 a 60 componentes em diferentes concentrações, com dois ou três componentes apresentando-se em maior concentração 20 a 70% que vão caracterizar e determinar sua propriedade biológica (Bakkali et al., 2008). Além disso, se caracteriza pela presença de diferentes classes, normalmente hidrocarbonetos e seus derivados oxigenados, predominando os terpenos e arilpropanóides (Carson et al., 2011).

A formação dos compostos presentes nos óleos essenciais se dá a partir da formação de terpenóides originados a partir do ácido mevalônico, ou de fenilpropanóides, oriundos do ácido chiquímico, porém a rota mais comum é do mevalonato (citossólica) (**Figura 4**). Dewic, (2002) descreve os terpenos como maior grupo de compostos naturais, com cerca de 30.000 estruturas conhecidas, vistos como polímeros do isopreno (na sua forma ativa pirofosfato de isopentenila e pirofosfato de dimetilalila) unidos, normalmente, por cabeça-cauda e classificados pelo número de unidades de isopreno das quais eles são derivados: hemiterpenos (C₅), monoterpenos (C₁₀), sesquiterpenos (C₁₅) e diterpenos (C₂₀), derivados de 1, 2, 3 e 4 unidades de isopreno, respectivamente.

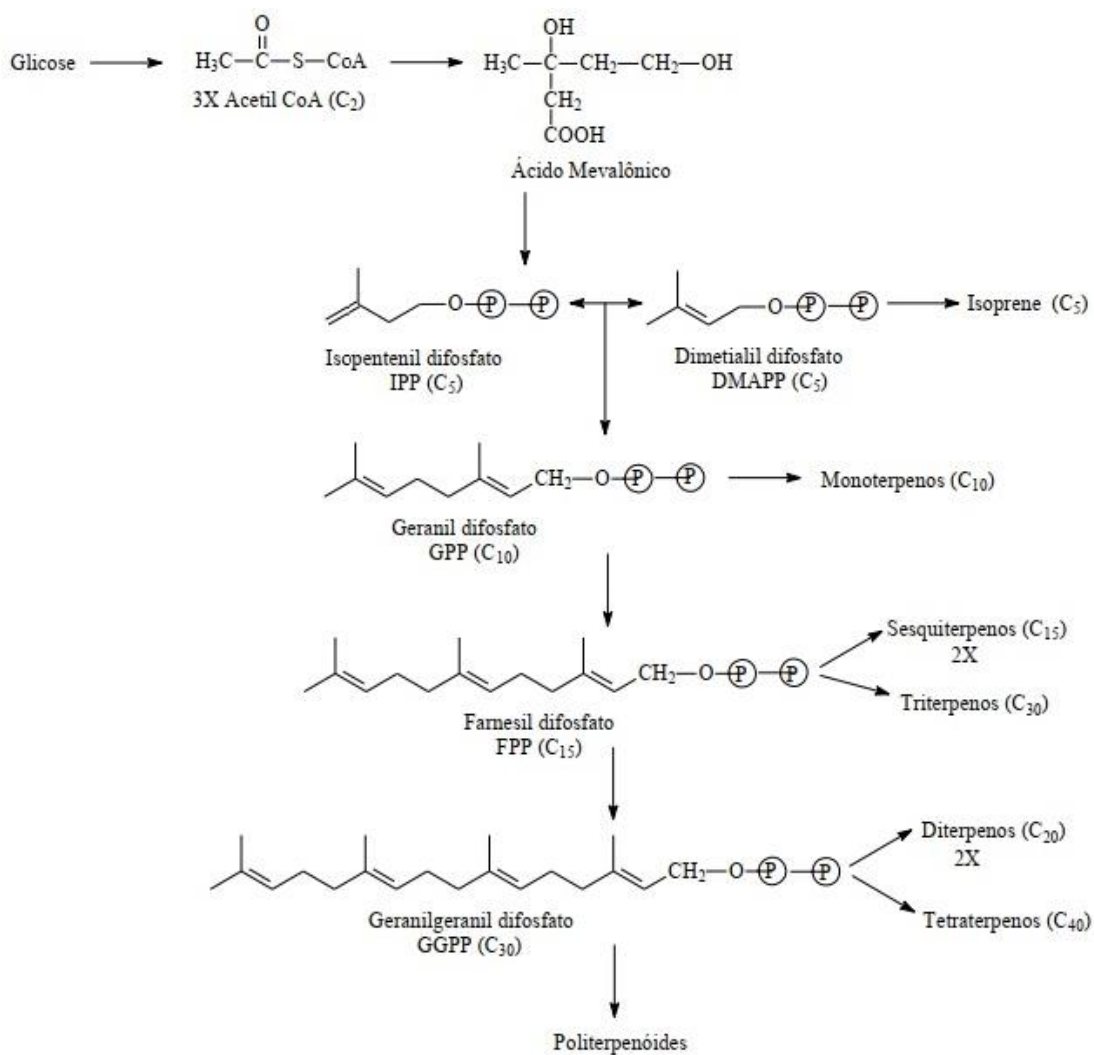
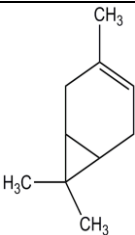
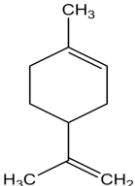
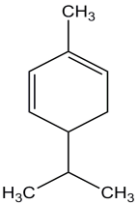
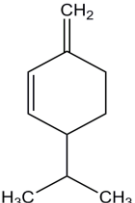


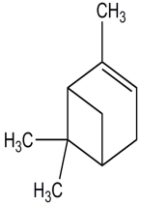
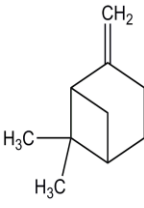
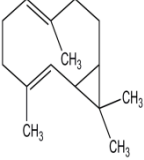
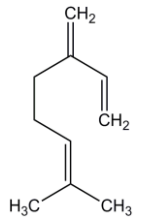
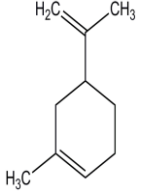
Figura 4 - Biossíntese de terpenos (Taiz e Zeiger, 2009).

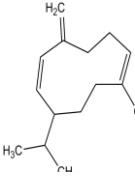
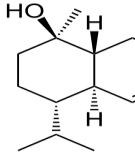
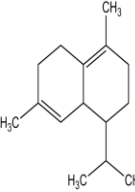
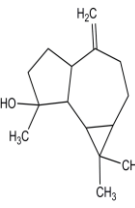
2.2.3 Óleo essencial em *Schinus terebinthifolia*

Schinus terebinthifolia é uma planta rica em óleos essenciais, presentes principalmente nas folhas e nos frutos com a predominância da classe de monoterpenos e sesquiterpenos. Na **Tabela 1**, estão apresentados os compostos majoritários obtidos do óleo essencial dos frutos e folhas de *S. terebinthifolia*.

Tabela 1 - Compostos majoritários presentes no óleo essencial de frutos e folhas de *S. terebinthifolia*.

Compostos	Estruturas	Frutos		Folhas	
		Rendimento (%)	Referências	Rendimento (%)	Ref.
δ -3-careno		55,43-29,22	Clemente, 2006; Cole, 2008.	68,78-0,18	Clemente, 2006; Santana et al., 2012; Uliana et al., 2016; Ennigrou et al., 2018; Marangoni, 2021.
limoneno		23,8-5,52	Formagio et al., 2021; Cole, 2008; Affonso et al., 2012.	23,8-2,89	Clemente, 2006; Uliana et al., 2016; Ennigrou et al., 2018; Marangoni, 2021.
α -felandreno		21,1-11,62	Clemente, 2006; Cole, 2008; Affonso et al., 2012; Guzzo et al., 2018.	33,06-0,6	Clemente, 2006; Santana et al., 2009; Uliana et al., 2016; Ennigrou et al., 2018.
β -felandreno		18,08-10,8	Clemente, 2006.	18,08-0,12	Clemente, 2006; Santana et al., 2012; Pawlowski et al., 2012; Marangoni, 2021.

α -pineno		16,9-11,65	Clemente, 2006; Cole, 2008; Formagio et al., 2011; Guzzo et al., 2018.	31,59-1,07	Clemente, 2006; Pawlowski et al., 2012; Santana et al., 2012; dos Santos Cavalcanti et al., 2015; Uliana et al., 2016; Ennigrou et al., 2018
β -pineno		22,56-4,5	Clemente, 2006; Formagio et al., 2011; Affonso et al., 2012; Guzzo et al., 2018.	12,59-1,22	Clemente, 2006; Pawlowski et al., 2012; Santana et al., 2012; dos Santos Cavalcanti et al., 2015; Ennigrou et al., 2018; Marangoni, 2021.
biciclogermacreno		0,65-33,8	Clemente, 2006.	15,00-2,09	Clemente, 2006; Pawlowski et al., 2012; Santana et al., 2012; Ennigrou et al., 2018; Marangoni, 2021.
β -mirceno		1,99-9,30	Clemente, 2006; Afonso et al., 2012; Guzzo et al., 2018.	20,43-0,05	Clemente, 2006; Santos et al., 2009; Santana et al., 2012; Uliana et al., 2016; Ennigrou et al., 2018; Marangoni, 2021.
silvestreno		10,67-13,87	Affonso et al., 2012	3,70	Santana et al., 2012

germacreno D		-	-	23,8-2,65	Clemente, 2006; Marangoni, 2021.
α -cadinol		15,48	Clemente, 2006.	3,28	Clemente, 2006.
δ -cadineno		-	-	9,21-2,26	Santos et al., 2009; Pawlowski et al., 2012; Santana et al, 2012.
espathulenol		-	-	1,90-0,10	Clemente, 2006; Santana et al., 2012; Pawlowski et al., 2012; Ennigrou et al., 2018; Marangoni, 2021.

Estudos realizados por nosso grupo de pesquisa mostraram que o óleo essencial obtido em frutos de *S. terebinthifolia* coletados em Dourados-MS, quando comparado aos dados da literatura, evidenciam algumas diferenças no perfil cromatográfico, bem como na composição quantitativa do óleo essencial, com destaque para o β -pineno (22,56%), sabineno (15,78%), α -pineno (10,52%), α -funebreno (8,82%) e limoneno (5,52%) (Formagio et al., 2011). Em estudos com as folhas observou nas amostras de óleo essencial obtidas 06 (seis) estados brasileiros; Itaparica (BA), São Mateus (ES), Maringa (PR), Santa Maria (RS) Olímpia (SP) e Dourados (MS) os compostos α -pineno (19,45-11,66%) e o limoneno (22,34-8,52%) como constituintes predominantes (Marangoni, 2021). Em outro estudo, demonstramos que a composição química do óleo essencial não foi influenciada pelo número de fileiras de plantas na parcela ou pelas doses de cama de frango em nenhum momento de avaliação (Tabaldi et al., 2014). Assim a interação das condições do ambiente pode redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese e rendimento de diferentes compostos.

2.2.4 Sazonalidade

A síntese dos compostos secundários está diretamente ligada a fatores ambientais e intrínsecos das plantas, os quais podem atuar isoladamente ou em conjunto (Kutchan, 2001). Vuolo et al., (2019), sugere que os metabólitos secundários podem atuar como compostos de sinalização, atraindo polinizadores ou animais para dispersão de sementes, além de protegerem as plantas dos agentes oxidantes e da radiação ultravioleta. No entanto, o conteúdo total de metabólitos secundários pode sofrer variações temporais e espaciais, sendo que sua síntese frequentemente pode ser afetada por condições ambientais (Goobo-Neto et al., 2007). Esses fatores podem ser: temperatura, altitude, precipitação, radiação, ritmo circadiano, composição do ar e disponibilidade hídrica e de nutrientes (Botrel et al., 2010; Ganzera et al., 2008; Gobbo-Neto et al., 2007; Gomes et al., 2019; Pavarini et al., 2012; Pinto et al., 2002).

Apesar de os fatores ambientais influenciarem, isoladamente, no princípio ativo das plantas, quando há sinergia, a influência é mais expressiva; caso o ambiente esteja com baixa temperatura e alta umidade, por exemplo, o óleo essencial pode não volatilizar e permanecer nas folhas (Brant et al., 2008). De acordo com Schwob et al., (2004) durante o desenvolvimento das plantas, ocorrem modificações no metabolismo secundário e as

glândulas que armazenam óleos essenciais podem estar presentes nos novos órgãos que surgem ao longo desse processo.

Estudos realizados por Gobbo-Neto et al., (2007), mostram que praticamente todos os constituintes de óleos essenciais sofrem variações devido a época de coleta do material vegetal. Essa época pode influenciar no teor e composição dos princípios ativos presentes nos metabólitos secundários, pois é possível que a variação seja em virtude de fatores biótico ou abiótico ou pela fenologia da planta como floração e frutificação, principalmente, quando os experimentos são conduzidos em campo e as plantas são de ciclo anual (Gobbo-Neto et al., 2007). Além disso, a planta não se comporta da mesma maneira durante todo o ano, tendo variações quantitativa e qualitativa na composição química do óleo essencial (Pinto et al., 2002).

Na literatura há alguns estudos sobre influência da sazonalidade na composição química em óleo essencial em espécies do gênero *Schinus*. Chaves et al., (2019) em estudo sobre o rendimento e a composição química dos óleos essenciais das folhas secas de quatro acessos de *S. molle* L. coletados em quatro locais diferentes na cidade de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil, em quatro estações do ano, observou forte influência da sazonalidade na composição química do óleo essencial, uma vez que este foi variável ao longo do ano. Clemente, (2006) avaliando a composição química em óleo essencial presente em frutos e folhas de *S. terebinthifolia* em Viçosa (MG) observou uma considerável diferença na concentração dos compostos presentes nas diferentes amostras. O estudo apresentou uma maior concentração de β -pineno (10,21%-3,81%), cariofileno (13,61-4,78%), germacreno D (37,55-5,19%), δ -cadineno (15,48-3,28%) e α -cadinol (20,60%-4,29%), respectivamente.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o teor e a composição química do óleo essencial da *S. terebinthifolia* obtidos durante um ano.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar o teor do óleo essencial obtido dos frutos maduros e folhas frescas de *S. terebinthifolia* coletados Dourados-MS.

Identificar e quantificar (quantificação relativa) as substâncias químicas do óleo essencial por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, C. R. G.; FERNANDES, R. M.; DE OLIVEIRA, J. M. G.; CARVALHO E. MARTINS, M. C.; LIMA, S.G.; SOUSA JUNIOR, G. R.; FERNANDES, M. Z. L. C. M.; ZANINI, S. F. Effects of the essential oil from fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) on reproductive functions in male rats. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.23, n.1, p.180-185, 2012.

AZEVEDO, C. F.; QUIRINO, Z. G. M.; BRUNO, R. L. A. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 17 (1): 26-35, 2015.

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A.J.; CLEMENTE, A. D.; de PAULA, V. F. and Ismail, F.M.D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Química Nova** 30, no. 8, p. 1959-1965, 2007.

BAKALI, F.; AVERBERCK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n.2. p. 446-475, 2008.

BENDAOU H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD J. P.; CAZAUX, S.; BOUAJILA, J. Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi berries essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, p. 466-472, 2010.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A.M.C.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova, Curitiba**, v. 32, n. 3, p.588-594, 2009.

BOTREL, P. P.; PINTO, J. E. B.; FERRAZ, B.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FIGUEIREDO, S. V. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* EpL. Lamiaceae em função da sazonalidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32 (3), p. 533-538, 2010.

BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Teor do óleo essencial de cidrão *Aloysiatriphylla* (L Hér) Britton em função da variação sazonal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 2, p. 83-88, 2008.

BRANDÃO, M.; COSENZA, G.; MOREIRA, R.; MONTE-MOR, R. Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian Official Pharmacopoeia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16 (3), p. 408-420, 2006.

BRANDÃO, M. G. L.; NAIARA N. S. ZANETTI, N. N. S.; OLIVEIRA, P.; GRAEL, C. F. F.; SANTOS, A. C. P.; MONTE-MÓR, R. L. M. Brazilian medicinal plants described by 19 th century. European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 141-148, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Farmacopeia Brasileira**, 2010.

BRASIL. Monografia da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-da-praia). Ministério da Saúde, 2014.

CARVALHO, M. G.; MELO A. G. N.; ARAGÃO, C. F. S.; RAFFIN, F. N.; MURA T. F. A. L. *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties, and toxicity. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 1, p. 158-169, 2013.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A. Chemistry and Bioactivity of Essential Oils. In: THORMAR, H. (Ed). *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents*. John Wiley.; Sons, Ltd. p. 203-238, 2011.

CHAVES, D. S. A.; PEREIRA, D. B.; EPIFANIO, N. M. M.; SOUZA, M. A. A. Efeito da Sazonalidade Sobre o Rendimento e a Composição Química dos Óleos Essenciais de Quatro Acessos de *Schinus molle* L. **Revista Virtual de Química**, v. 11 (5), p. 1551-1561, 2019.

CHODHURY, A.R.; TRIPANI, S. Essencial oil from leaves of *Schinus terebinthifolius* Raddi **Ind. Perfumer**, v. 45. P. 257-259, 2001.

CLEMENTE, A. D. Composição química e atividade biológica do óleo essencial da pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Tese (Doutorado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa**, 2006.

COLE, E. R. “Estudo fitoquímico do óleo essencial dos frutos da aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI) e sua eficácia no combate ao dengue”. Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil, 2008.

CORRÊA, M. P. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. **Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, Brasil**, v. 3, p. 125–126, 1974.

DEWICK, P. M. Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach. **2. ed. Baffins Lane: John Wiley, Sons, Ltd**, 2002.

COSTA, D.; COSTA, H.; ALBUQUERQUE, T.; RAMOS, F.; CASTILHO, M.; SANCHES-SILVA, A. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45 (2), p. 336-354, 2015.

EL-MASSARY, M. K. F.; EL-GHORAB, A. H.; SHAABAN, H. A.; SHIBAMOTO, T. Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5265-5270, 2009.

ENNIGROU, A.; CASA BIANCA, H.; VULLIET, E.; HANCHI, B.; HOSNI, K.; Assessing the fatty acid, essential oil composition, their radical scavenging and antibacterial activities of *Schinus terebinthifolius* Raddi leaves and twigs. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55(4), p. 1582-1590, 2018.

EVERGETIS, E.; MICHAELAKIS, A.; PAPACHRISTOS, D. P.; BADIERITAKIS, E.; KAPSASKI-KANELLI, V. N.; HAROUTOUNIAN, S. A. Seasonal variation and bioactivity of the essential oils of two *Juniperus* species against *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894). **Parasitology Research**, p. 1-9, 2016.

FAHN, A. *Secretory Tissues in Plants*. London: **Academic Press**, 1979.

FEDEL-MIRYUSATO, L. E. S.; KASSUYA, C. A. L.; AUHAREK, S. A.; FORMAGIO, A. S. N.; CARDOSO, C. A. L.; MAURO, M. O.; CUNHA-LAURA, A. L.; MONREAL, A. C. D.; VIEIRA, M. C.; OLIVEIRA, R. J. Evaluation of anti-inflammatory, immunomodulatory, chemopreventive and wound healing potentials from *Schinus terebinthifolius* methanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 565–575, 2014.

FERRETI, A. R. Modelos de plantio para a restauração. In: Galvão, A. P. M., Medeiros, A. C. de S. *Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural*. Colombo, **Embrapa Florestas**, v. 134 p, 2002.

FLEIG, M.; KLEIN R. M. *Anacardiáceas: flora ilustrada catarinense*. Itajaí: **Herbário Barbosa Rodrigues**, 1989.

FORMAGIO, A. S. N.; IRIGUCHI, E. K. K.; ROVEDA, L. M.; VIEIRA, M. C.; CARDOSO, C. A. L.; ZÁRATE, N. A. H.; TABALDI, L. A.; KASSUYA, C. A. L. Chemical composition and anti-inflammatory activity of the essential oil of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) fruits. **Acta Farm. Bonaer**, v. 30, p. 1555-1559, 2011.

GANZERA, M.; GUGGENBERGER, M.; STUPPNER, H.; ZIDORN, Z. Altitudinal variation of secondary metabolite profiles in flowering heads of *Matricaria chamomilla* cv BONA. **Planta Medica**, v. 74, p. 453-457, 2008.

GARRASTAZU, M.; MATTOS, P. MODELAGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA. IN.: GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R.; MATTOS, P. P.; RABBANTI, A. R. C. (Ed.).

Pensando a biodiversidade: aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.), 1. ed. São Cristóvão: editora UFS, 2011. 372 p, 2013.

GOMES, A.; ALMEIDA, M.; LEITE, M.; SCHWAIGER, S.; STUPPNER, H.; HALABALAKI, M.; AMARAL, J.; DAVID, J. Seasonal variation in the chemical composition of two chemotypes of *Lippia alba*. **Food Chemistry**, v. 273, p.186-193, 2019.

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

GUNDIDZA, M. Antimicrobial activity of essential oil from *Schinus molle* Linn. Central African **Journal of Medicine**, v, 39, n. 11, p. 231-234, 1993.

GUNDIDZA, M.; GWERU, N.; MAGWA, M. L.; MMBENGWA, V.; SAMIE, A. The chemical composition and biological activities of essential oil from the fresh leaves of *Schinus terebinthifolius* from Zimbabwe. **African Journal of Biotechnology**, v. 8 (24), p. 7164-7169, 2009.

GUZZO S. B.; FOGLIO, M.; VIEIRA P.; TARANTO, O. And Frattini Fileti, Optimization of hydrodistillation and in vitro anticancer activity of essential oil from *Schinus terebinthifolius* Raddi fruits. **Chemical Engineering Communications**, v. 206 (5), p. 619-629, 2018.

HENRIQUES, M. G. M., SIANI, A. C., ROSAS, E. C., GUIMARÃES, A. C., ZOGHBI, M. G. B., SOARES, R. O. A. Óleos essenciais – Potencial antiinflamatório. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.3, n.16, p. 38-43, 2000.

HERINGER, A. P. Aspectos químicos, ecológicos e farmacológicos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Dissertação de Mestrado em Química de Produtos Naturais**, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 190 p, 2009.

IBRAHIM, M.; FOBBE, R.; NOLTE, J. Chemical composition and biological studie of Egyptian *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi oils. **Bull Fac Pharm**, v. 42, p. 289-296, 2004.

JAMAL, Y.; AUGUSTA, A. Chemical composition of essencial oil *Schinus terebinthifolius* leaves. **Majalah Farmasi Indonesia**. Composition of essencial oil *Schinus terebinthifolius* v. 12, n. 3, p. 135 – 139, 2001.

JONES D. Biology of Brazilian Pepper. In: Chairmann, D. C. Brazilian: Pepper Management Plan for Florida. **Floria Exotic Pest Plant Council**, 1997.

KIAZOLU, J.B.; INTISAR, A.; ZHANG, L.; WANG, Y.; ZHANG, R.; WU, Z.; ZHANG, W. Phytochemical screening and chemical variability in volatile oils of aerial parts of *Morinda morindoides*. **Natural Product Research**, p. 1- 4, 2016.

KRUGEL, M. M.; BERT, E. R. Utilização dos frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) por aves no parque do Ingá, Maringa, Parana. **Revista Biociência**, v. 2, p. 47-56, 1998.

KUTCHAN, T. M. Ecological arsenal and developmental dispatcher: the paradigm of secondary metabolism. **Plant Physiol**, v. 125 (1), p. 58-60, 2001.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo de aroeira vermelha (*Schinus terebenthifolius* Raddi), em Florionapolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.02, p.198-201, 2004.

MATIAS, E. F.; ALVES, E. F.; SILVA, M. K.; CARVALHO, V. R.; FIGUEREDO, F. G.; FERREIRA, J. V.; COUTINHO, H. D. M.; SILVA, J. M. F. L.; FILHO, J. R.; COSTA, J. G. 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, 2016.

MARANGONI, A. J. Variação da composição química de óleo essencial das folhas de *Schinus terebinthifolia* Raddi em diferentes estados brasileiros. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade e Meio Ambiente. Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, p. 77, 2021.

MENEZES FILHO A. C. P.; DE SOUSA W.C.; CASTRO C. F. S. Composição química dos óleos essenciais de *Schinus molle* e atividade antifúngica em *Sclerotinia sclerotiorum*. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 3, p. 115-123, 2020.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. M.; GOMES, J. B.V.; RUAS, F.G; VSENTURA, J.A. Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa. **Colombo: Embrapa Florestas**, 24 p, 2016.

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R.; ANTHONY, *Schinus terebinthifolius*. Agroforestry Database: tree reference and selection guide version **4.0**. **World Agroforestry Centre**, Kenya, 2009.

PAWLOWSKI, Â.; KALTCHUK-SANTOS, E.; ZINI, C.; CARAMÃO, E.; SOARES, G. Essential oils of *Schinus terebinthifolius* and *S. molle* (Anacardiaceae): Mitodepressive and aneugenic inducers in onion and lettuce root meristems. **South African Journal of Botany** v. 80, p. 96-103, 2012.

PAVARINI, D.; PAVARINI, S.; NIEHUES, M.; LOPES, N. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, p. 5-16, 2012.

PINTO, J. E. B. P., BERTOLUCCI, S. K. V. Cultivo e processamento de plantas medicinais. Lavras: **UFLA/FAEPE**, 2002.

RAMIREZ, A. J. E.; BUSTAMANTE, R.O.; BADANO, E.I. Improved predictions of the geographic distribution of invasive plants using climatic niche models. **Plos One**, v. 11, 2016.

RORATO D. G.; ARAUJO M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. Tolerance and resilience of forest species to frost in restoration planting in southern Brazil. **Restoration Ecology**, v. 26 (3), p. 537-542, 2018.

ROSAS, E. C.; CORREA, L. B., PÁDUA, T. D. A.; COSTA, T. E. M. M.; LUIZ MAZZEI, J.; HERINGER, A. P.; HENRIQUES, M. G. Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-induced arthritis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 175, p. 490–498, 2015.

SANTANA, J.; SARTORELLI, P.; GUADAGNIN, R.; MATSUO, A.; FIGUEIREDO, C.; SOARES, M.; DA SILVA, A.; LAGO, J. Essential oils from *Schinus terebinthifolius* leaves – chemical composition and in vitro cytotoxicity evaluation. **Pharmaceutical Biology** v. 50, p. 1248-1253, 2012,

SANTOS, P. L.; SANTOS, A. C. A.; SERAFINI, L. A.; ROSSATO, M.; PAULETTI, G. F. Determinação da composição química e do rendimento do óleo essencial de folhas e talos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **In: XII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS**, Caxias do Sul-RS, 2004.

SANTOS, A. C. A. DOS; ROSSATO, M; AGOSTININI, F.; SANTOS, P. L. D.; MOLON, R.; DELACASSA, E.; MOYNA, P. Chemical composition of the essential oils from leaves and fruits of *Schinus mole* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Journal of Essential Oil - Bearing Plants**, v. 12. p. 16-25, 2009.

SANTOS, A. C. A. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2010.

SANTOS, M. R. A.; LIMA R. A.; SILVA, A. G.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C. A. D. Composição química e atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) Ferrari. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 15 (4), p. 62-75, 2013.

SANTOS, M. R. G. DOS.; SILVA, J. H. S. DA.; CAXITO, M. L. DO C. Brief review on the medicinal uses and antimicrobial activity of different parts of *Schinus terebinthifolius* Raddi. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 7, n. 12, p. 1–7, 2015.

SARRAZIN, S. L. F.; DA SILVA, L. A.; DE ASSUNÇÃO, A. P. F.; OLIVEIRA, R. B.; CALAO, V. Y.; DA SILVA, R.; MOURÃO, R. H. V. Antimicrobial and seasonal evaluation of the carvacrol-chemotype oil from *Lippia origanoides* kunth. **Molecules** v. 20, p. 1860-1871, 2015.

SCHWOB, I.; BESSIERE, J. M.; MASOTTI, V.; VIANO, J. Changes in essential oil composition in Saint Jhon's wort (*Hypericum perforatum* L.) aerial parts during its phenological cycle. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.32, p. 735-774, 2004.

SILVA-LUZ. CL.; PIRANI, JR.; PELL, S. K.; MITCHELL, J. D. Anacardiaceae na Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Flora Brasil**, 2020.

SIMÕES, C. M. O. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. O. (ed). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3, ed. Porto Alegre, Florianópolis. Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Cap. 18, p. 397-425, 2004.

SINGH, A. K; SILVA, J.; GUPTA, K. C; BROPHY, J. J. Singh, A.K.; Singh, J.; Gupta, K. C.; Brophy, J.J. Essential oil of leaves and inflorescence of *Schinus terebinthifolius*: an exotic plant of India. **Journal of Essential Oil Research**, v. 10, p. 697-699, 1998.

TABALTI, L. A.; M. C. V.; ZARATE, N. A. H.; FORMAGIO, A. S. N.; PILECCO, M.; SILVA, L. R.; SANTO, K.P.; Influência da cama de frango e da densidade de plantas na produção e composição química do óleo essencial de frutos de *Schinus terebinthifolius*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16 (2): p. 398-405, 2014.

TAIZ, I.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. Fisiologia Vegetal. 3 ed. Porto Alegre. **Artme**, cap. 13, p. 309-334, 2009.

ULIANNA, M. P.; FRONZA, M.; da SILVA, A. G.; VARGAS, T.S.; ANDRADE, T.U. and Scherer, R. 109. Composition and biological activity of brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) leaves. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 235-240, 2016.

VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; JUNIOR, M. R. M. Phenolic compounds: structure, classification, and antioxidant power. **In. Bioactive Compounds**, Campos, M. R. S. (Ed.): Amsterdam: Elsevier. p. 33-50, 2019.

ARTIGO

Periódicos: South African Journal of Botany

ISSN: 0254-6299

FI: 3.111

Área de avaliação: Biodiversidade – B2

Seasonal variation in chemical composition of *Schinus terebinthifolia* Raddi essential oil

Leandro Lima Narcizo^a, Janaine Alberto Marangoni^a Claudia Andrea Lima Cardoso ^b,
Rosilda Mara Mussury Franco Silva^a and Anelise Samara Nazari Formagio^c .

^aFaculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil.

^bState University of Mato Grosso do Sul, University City of Dourados, UEMS, MS, Brazil. Faculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados UFGD, MS, Brazil.

^cFaculty of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dourados UFGD, MS, Brazil.

*Correspondence to: Faculty of Health Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados-Itahum Highway, Zip Code: 79804-970. Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. E-mail address: aneliseformagio@ufgd.edu.br; aneliseformagio@gmail.com (A.S.N. Formagio).

E-mail addresses: aneliseformagio@gmail.com (A.S.N.F)

Abstract

Schinus terebinthifolia Raddi has a significant amount of essential oils, with a predominance of monoterpenes and sesquiterpenes. Studies show that the composition of essential oil is influenced by several factors, highlighting seasonality. The objective of this study was to identify the essential oil constituents in leaves and fresh ripe fruits of *S. terebinthifolia*, collected on the campus of the Federal University of Grande Dourados, in central-west region of Brazil, for one year. Essential oil extraction was performed by hydrodistillation and submitted to gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) analysis. The essential oil content obtained from ripe fruits showed excellent yields, while in leaves they were lower, being influenced by the seasons. The chemical composition of secondary metabolites in the essential oil of leaves and fruits also varied significantly during collections, highlighting the presence of β -pinene and myrcene in all months, characterizing them as possible chemical markers of the species. The substances in higher concentrations were δ -3-carene (64.69%) from the leaves, in the winter, and β -pinene (26.73%) from the fruits, in the autumn. The study suggests that the best time to collect ripe fruits is at the end of the fruiting period (autumn) and the leaves in the summer and autumn period, a period when the concentration of β -pinene and myrcene are higher, in addition to major compounds produced only at that time.

Key words: pink pepper; essential oil; seasonal variation; δ -3-carene; β -pinene.

1. Introduction

Schinus terebinthifolia Raddi (Anacardiaceae), popularly known as pink pepper or red pepper, is a species native to South America that occurs in Brazil from Rio Grande do Norte to Rio Grande do Sul states, an area where the Atlantic Forest biome extends, but can be found in the Midwest and North of the country (Silva-Luz et al., 2020). The fruits have the appearance of a small reddish-pink pepper, giving rise to the popular name of pink pepper, “pink-pipper”, “poivre rose” (Lenzi and Orth, 2004) with fruiting between the months of January to July (Lorenzi, 1998).

It is a medicinal plant, included in the Brazilian Pharmacopoeia (Brandão et al., 2006) with bark and/or leaves used in the form of decoction and/or infusion in the treatment of uterine inflammation, skin and mucous wounds, ulcers, tumors, diarrhea, arthritis, urinary infections and respiratory problems (Rosas et al., 2015; Brandão et al., 2008; Brasil, 2014). Due to the widespread use of this species in traditional medicine, in 2009 it was included in the National List of Medicinal Plants of interest to the SUS (RENISUS) for the treatment of cervicovaginitis (Brasil, 2009).

Schinus terebinthifolia is well known for its production of essential oil, found mainly in green and ripe leaves and fruits, with a predominance of monoterpenes and sesquiterpenes. The reports of essential oil extracted from the leaves showed as majoritary components δ -3-carene (68.78-0.18%), limonene (23.8-2.89%), α -phellandrene (33.06-0.6%), α -pinene (31.59-1.07 %), β -pinene (12.59-1.22 %), bicyclogermacrene (15.00-2.09%), myrcene (20.43-0.05%), silvestrene (3.70%), germacrene D (23.8-2.65%), δ -cadinene (9.21- 2.26%), spathulenol (1.90-0.10%), (Clemente, 2006; Santos et al., 2007; Pawlowski et al., 2012; Santana et al., 2012; dos Santos et al., 2015; Uliana et al., 2016; Ennigrou et al., 2017; Marangoni et al., 2023). While the major substances found in the essential oil extracted from fruits were δ -3-carene (55.43-29.22%), limonene (23.8-9.0%), α -phellandrene (45.88-11.62%), β -phellandrene (18.08-4.79%) α -pinene (36.9-8.00%), β -pinene (49.08-1.22%) bicyclogermacrene (33.8-0.65%), germacrene D (7.39-5.72%) myrcene and silvestrene (41.0-10.67%) (Clemente, 2006; Cole, 2008; Affonso et al., 2012; Dannenberg et al., 2017; da Silva et al., 2017; Ennigrou et al., 2018; Guzzo et al., 2018; Salem et al., 2018; Dannenberg et al., 2019; Acácio et al., 2023),

Studies carried out by our research group showed that the essential oil obtained from *S. terebinthifolia* fruits collected in Dourados-MS, Brazil, with literature data, showing abundance of α -pinene (22.56%), sabinene (15.78%), z-salveno (10.69%), β -

pinene (10.52%), α -funebrene (8.82%), and limonene (5.52%) (Formagio et al., 2011). Similar profiles were found in the leaves of this species in an analysis carried out on six Brazilian states showing the compounds α -pinene (19.45-11.66%) and limonene (22.34-8.52%) as predominant constituents (Marangoni et al., 2023).

Variations in virtually all constituents of essential oils in plants vary due to the timing of collection of the plant material. (Gobbo-Neto et al., 2007). This factor can influence the content and composition of the active principles present in the secondary metabolites due to biotic and abiotic factors, phenology, such as flowering and fruiting, especially when the experiments are conducted in naturally occurring sites. (Pinto et al., 2002).

The seasonality of the content and chemical constitution of the essential oil present in leaves and in ripe and unripe fruits of *S. terebinthifolia* in a collection in Viçosa-MG, southeastern Brazil, observed that there is a considerable difference in the concentration of compounds present in the samples of unripe leaves and fruits, demonstrating the predominance of the same constituents, highlighting β -pinene (10.21 e 3.81%), caryophyllene (4.78 e 13.61%), germacrene D (5.19 and 37.55%), δ -cadinene (15.48 and 3.28%) and α -cadinol (20.60 and 4.29%), respectively. As for the essential oil extracted from ripe fruits, a higher concentration of β -pinene (18.82%), α -phellandrene (23.55) δ -3-carene (29.22%), β -phellandrene (18.08%) and germacrene D (11.89%) (Clemente, 2006).

In this context, the aim of the present study is to evaluate the yield and chemical composition of the essential oil of ripe fruits and fresh leaves of *S. terebinthifolia* during one year in the municipality of Dourados-MS, in the Midwest region of Brazil, in order to describe the influence of seasonality in the phytochemical profile of this specie.

2. Material and methods

2.1. Collection of plant material

The collection of fresh leaves and ripe fruits of *S. terebinthifolia* was carried out manually, from January to December 2021, on the Campus of the Federal University of Grande Dourados/UFGD, located in the municipality of Dourados-MS, and identified by Dr. Maria do Carmo Vieira. A specimen was deposited in the herbarium of UFGD, MS, Brazil under the number: DDMS 4600. Access to the plant's samples was carried out in accordance with the National System for the Management of Genetic Heritage and Associated Traditional Knowledge (SISGEN 010220/2021-1).

2.2 Extraction of the essential oil

Ripe fruits and fresh leaves (400 g) were subjected to hydrodistillation in a Clevenger type apparatus for 4 h to obtain the essential oil of *S. terebinthifolia* (OEST) and stored at -4 °C, according to the procedure described in the Brazilian Pharmacopoeia (Brasil, 2010). The yield value was obtained by the equation: Content (%) = (oil mass/mass of fruits or leaves) x 100.

2.3 Analysis of the essential oil

The analysis of essential oil samples was performed using a gas chromatograph equipped with a mass spectrometer detector (GCMS-QP2010 Ultra, Shimadzu, Kyoto, Japan). A DB-5 column (30-m length, 0.25-mm internal diameter, 0.25- μ m film thickness) was used, with helium (99.999% purity) as the carrier gas, using a flow rate of 1.0 mL min⁻¹ and an injection volume of 1 μ L (in the split mode, 1:10). Initial oven temperature was 50°C, with heating to 280°C at 3°C min⁻¹. The injector temperature was 220°C and the temperature of the transfer line as well as the quadrupole detector was 280°C. The MS scan parameters included an electron impact ionization voltage set at 70 V, a mass range spanning 50 to 600 Daltons, and a scan interval of 0.3 s.

The retention index was calculated using a mixture of linear alkanes (C8–C40) as an external reference. Compound identification was achieved by comparing the mass spectra of the essential oil samples with those spectra available in the NIST21 and WILEY229 libraries, as well as with data reported in the literature (Adams, 2007).

2.4. Statistical analysis

Means of yield variation were analyzed by an analysis of variance (ANOVA) followed by comparison with Tukey's test ($p \leq 0.05$) using Graph Pad Prism 5.0 software.

3. Results and Discussion

The extraction of essential oil (colorless liquid with intense aroma) from fresh leaves and ripe fruits by hydrodistillation proved to be effective, which is consistent with the consulted literature for choosing the extraction method.

The yield obtained for the fruit samples showed differences, as shown in Figure 1. Yields varied between seasons, with the highest in the summer. While statistically by the tukey test in the samples, similarity between the summer and autumn seasons is observed.

In leaves (Figure 2) yields show difference between samples with lower yields in summer and higher yields in winter. However, in the statistical analysis by Tukey's test, similarity is noted in the samples between the summer, autumn, winter, and spring seasons.

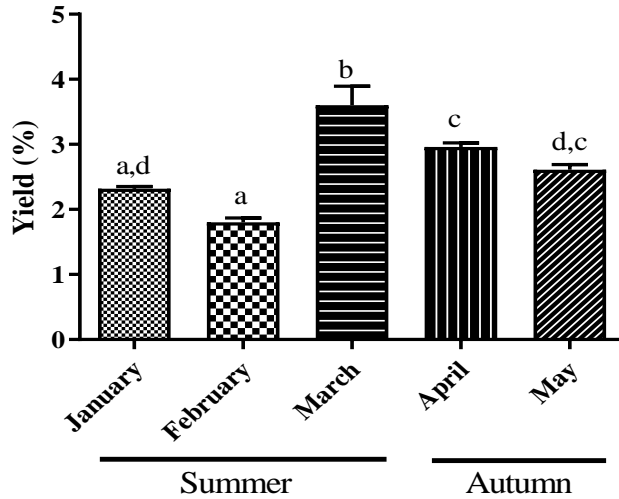


Figure 1 - Variation in essential oil yield of *S. terebinthifolia* fruits (The mean of 4 analyses, followed by the same letter, does not differ statistically by the Test of Tukey ($P < 0.05$)).

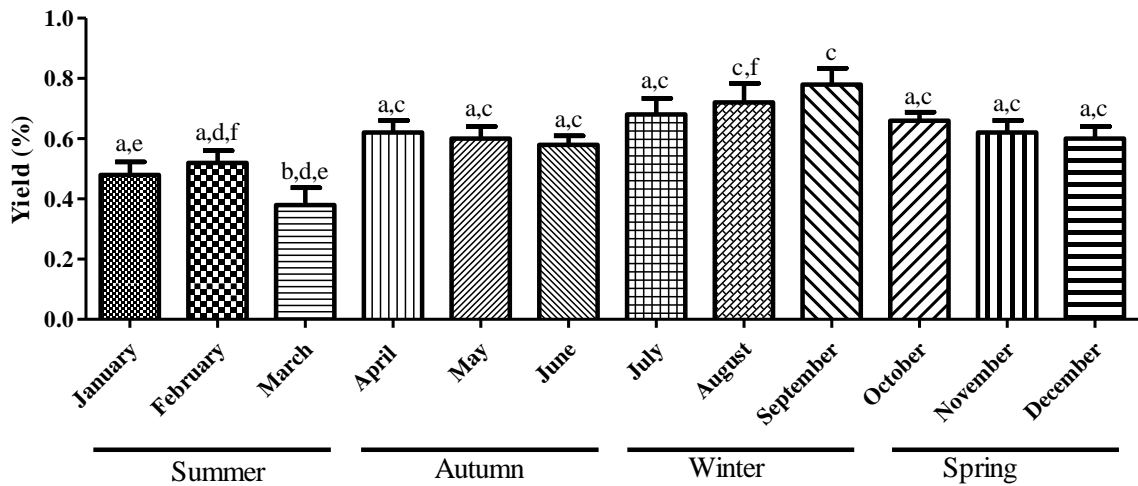


Figure 2 - Variation in essential oil yield from leaves of *S. terebinthifolia* (Average of 4 analyses, followed by the same letter, do not differ statistically by Tukey ($P < 0.05$)).

In a similar study, the yield of essential oil obtained from leaves and fruits of *S. terebinthifolia* collected in Viçosa - MG showed the highest yield of essential oil in leaves in winter and lower yield in summer, coinciding with the flowering and fruiting period of the species. (Clement, 2006). This indicates that probably flowering and fruiting are responsible for the observed variation in essential oil yield.

The essential oil content obtained from aromatic species is influenced by the plant organ collected, by the drying process and also by the grinding process. In this study, samples of fresh leaves and ripe fruits were processed. In general, the analyzed essential oils have a transparent and clear appearance, with the exception of the January fruit sample, which showed a blue color.

The chemical compositions of essential oils extracted by hydrodistillation of fresh leaves and ripe fruits were analyzed qualitatively and quantitatively by GC/MS, during 12 months, from samples collected in Dourados-MS, Midwest region of Brazil.

Oil analysis by GC/MS of fresh leaves showed a variation of 23 to 36 compounds identified with a predominance of monoterpenes and sesquiterpenes, with the presence of myrcene (24.88-2.90%), α -pinene (16.66-0.04 %), terpinen-4-ol (16.35-0.24%) and β -pinene (12.57-0.06%) for all collection months (12 months) (**Table 1**). δ -3-carene (64.69-33.20%), α -muurolol (38.69-19.48%), epi- α -cadinol (35.99-8.51%), bicyclogermacrene (27.60-11.21%), spathulenol (15.41-9.79%) and sabinene (12.62-11.60%) stood out in higher concentrations for some months of collection (**Table 1**). The other constituents in lower concentrations were tricyclene (5.40%), γ -terpinene (6.28%), α -gurjunene (5.77%), γ -amorphene (5.68%), γ -cadinene (8.47%), 1-epi- γ -cubenol (5.05%), 10-epi- γ -eudesmol (5.61%). The other compounds are present in concentrations below 5% (**Table 1**). As noted, the time when the species is collected can be one of the most important factors, since the amount and sometimes even the nature of the active constituents is not constant during the year. Thus, δ -3-carene (64.69%), α -muurolol (38.69%), epi- α -cadinol (35.99%) followed by myrcene (24.88%) was evidenced as the major constituents of the samples collected annually (**Table 1**). Regarding the seasons, a variation was observed in the composition and concentration of the major compounds of the essential oil of the leaves in the samples obtained (Figure 3). In the seasons, the variation of constituents in the summer ranged from 24 to 30, highlighting α -muurolol, epi- α -cadinol and myrcene as the majority; in the autumn of the 26 th to the 36 th, highlighting bicyclogermacrene, spathulenol and myrcene; in the winter of the 23rd to the 31st with δ -3-carene, α -pinene and myrcene; and

in spring 28 to 30 with emphasis on myrcene, α -phellandrene, terpinen-4-ol and α -pinene (**Table 1, Figure 3**). Differences in the concentration of terpene compounds between seasons were evidenced, with higher monoterpene contents in winter (78.80-54.89%) and spring (74.89-32.81%), sesquiterpenes in autumn (43.88-12.39%) and oxygenated sesquiterpenes (56.18-32.53%) in summer (**Table 1**). Although each species has its suitable habitat, plants are often able to survive in a range of temperatures. The range in which the annual, monthly and daily variations in temperature occur is one of the factors that exerts the greatest influence on the development of the species, thus affecting the production of secondary metabolites, since low temperatures have significant influences on the concentrations of these metabolites. In our results, it was observed that at higher temperatures and fruiting season there is variation in the biosynthetic route for the formation of several metabolites, even in lower concentrations.

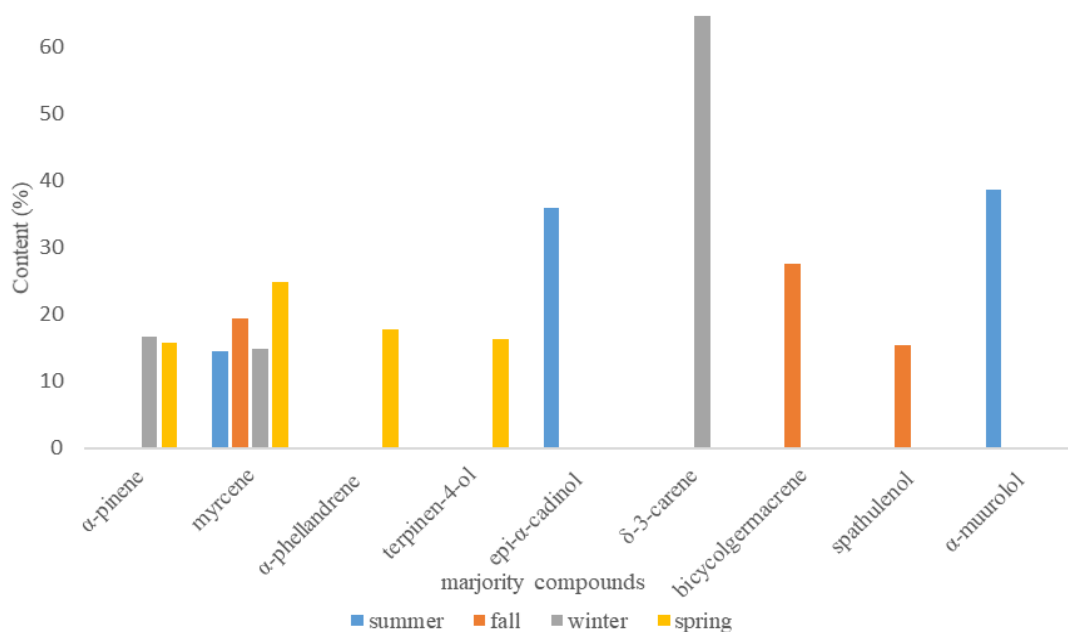


Figure 3 - Major compounds with the highest concentration (%) present in the essential oil obtained from the leaves of *S. terebinthifolia* in the seasons of the year.

Table 1 - Contents (%) of compounds obtained from leaves *S. terebinthifolia*

Compounds	TR	Índice de Retenção		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
		ID	IL												
Composition (%)															
tricyclene	9.651	1001	921	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.26	5.40	-
α -pinene	7.166	942	932	0.46	0.12	0.08	0.52	0.04	0.10	16.66	4.90	10.69	7.11	8.11	15.69
camphene	7.475	952	946	-	-	-	-	-	0.10	0.08	0.31	-	0.06	0.06	-
sabinene	8.450	979	969	12.62*	-	-	11.60*	-	0.07	0.07	0.14	0.48	-	-	1.48
β -pinene	8.563	982	974	0.48	0.97	5.81	0.50	0.85	7.92*	1.01	0.06	0.63	0.95	12.57*	0.63
myrcene	9.148	999	988	14.50*	5.41*	4.64	19.38*	8.41	17.22*	7.85*	2.90	14.88*	8.10*	8.20*	24.88*
8-2- carene	10.404	1022	1001	1.77	0.24	0.13	0.29	0.57	0.07	-	-	-	-	4.26	-
α -phellandrene	9.620	1010	1002	-	-	-	-	-	0.05	3.52	1.38	12.81*	-	-	17.81*
δ -3-carene	9.630	1011	1008	-	-	-	-	0.05	-	33.2*	64.69*	-	-	-	-
α -terpinene	10.032	1020	1014	-	-	-	-	-	-	0.21	0.06	2.94	-	-	0.94
p-cymene	10.572	1024	1020	1.40	1.23	0.81	1.14	1.10	1.80	0.09	1.19	-	-	-	-
α -cymene	10.375	1028	1022	-	-	-	-	-	0.08	0.04	-	0.82	4.57	0.93	0.82
limonene	10.324	1027	1024	-	-	-	-	-	-	-	2.15	-	-	-	-
silvestrene	10.471	1032	1025	-	-	-	-	-	-	0.38	-	9.07	0.97	4.57	11.07
β -phellandrene	11.793	1060	1025	0.11	-	0.24	0.58	1.00	0.13	0.19	-	3.14	0.19	-	1.14
γ -terpinene	11.823	1063	1054	-	0.47	-	-	-	0.06	0.05	-	-	5.19	6.29	-
terpinolene	12.661	1085	1086	-	-	-	-	-	-	3.45	1.02	-	-	1.40	-
p-mentha-2,4(8)-diene	12.962	1089	1085	0.04	0.13	0.03	0.08	0.17	-	0.43	-	-	1.41	1.40	0.40
trans-sabinene hydrato	13.434	1101	1098	0.14	-	0.06	-	-	0.10	-	-	3.04	-	0.13	0.04
perillene	13.592	1105	1102	0.16	-	-	-	0.03	0.20	-	-	-	0.05	0.05	-
cis-p-menth-2-en-1-ol	14.419	1125	1118	0.40	0.14	0.08	0.11	0.28	0.18	-	-	-	-	-	-
camphor	15304	1146	1141	-	-	-	-	-	-	-	-	2,07	0,06	0,04	0,07
terpinen-4-ol	16.793	1184	1174	6.88	2.99	1.22	3.74	8.53	3.47	0.24	0.24	1.43	13.35*	16.35*	1.33
α -terpineol	17.387	1195	1186	-	0.20	0.05	0.12	0.53	0.23	-	-	1.18	0.87	0.87	0.18
citronellol	19.093	1235	1223	-	-	-	-	-	-	4.98	-	0.11	0.92	0.97	0.11

α -copaene	25.582	1377	1374	-	0.26	-	-	0.14	-	0.24	0.05	-	-	-	-
α -gurjunenene	27.026	1420	1409	-	0.10	0.04	-	-	-	0.37	5.77*	-	-	-	-
E-caryophyllene	27.290	1427	1417	1.04	2.33	1.51	2.80	2.86	3.19	-	4.43	2.50	1.98	-	2.30
α -humulene	28.706	1462	1452	0.41	0.50	0.30	0.23	0.29	0.87	0.44	0.35	0.15	1.08	-	0.15
allo-amoradendrene	28.210	1449	1458	0.08	0.21	-	0.37	2.27	1.66	-	-	-	-	-	-
γ -muurolene	29.766	1487	1478	-	0.19	0.06	0.18	1.05	0.58	-	-	-	-	-	-
α -amorphene	30.729	1511	1483	-	1.16	-	0.24	0.77	0.29	-	-	-	-	-	-
β -selinene	30.139	1496	1489	-	-	-	0.36	0.82	0.82	0.08	-	-	-	-	-
trans-muurola-4(14),5-diene	29.931	1491	1493	-	0.74	1.35	10.73	3.27	0.84	4.36	0.09	0.67	0.11	-	0.67
γ -amorphene	30.729	1499	1495	5.68	4.80	-	-	-	-	0.20	0.83	-	0.57	-	-
bicyclogermacrene	30.601	1507	1500	-	1.64	2.71	27.60*	11.21*	2.18	0.25	-	0.23	0.04	-	0.23
germacrene A	30.907	1516	1508	-	-	-	-	0.39	0.63	0.23	-	-	-	-	-
γ -cadinene	31.264	1515	1513	-	-	8.47*	0.79	1.56	0.80	0.41	0.05	-	-	-	-
δ -cadinene	31.617	1532	1522	-	2.45	-	-	-	-	-	-	0.14	1.07	0.07	0.14
α -cadinene	32.193	1549	1537	0,40	-	0,65	-	0,17	-	0,07	-	-	-	-	-
elemol	32.693	1558	1548	-	0.25	0.35	-	0.20	-	3.03	0.24	4.22	4.49	0.08	4.42
palustrol	33.332	1579	1567	0.15	0.33	0.07	-	1.01	0.45	0.04	-	-	-	-	-
spathulenol	33.797	1591	1577	4.24	5.02	7.05	3.72	9.70*	15.41*	-	-	0.17	0.15	0.15	0.17
thujopsan-2- α -ol	34.359	1605	1586	-	2.66	1.11	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
β -atlantol	33.983	1594	1608	-	-	4.10	1.64	7.56	-	-	-	-	-	0.41	-
10-epi- γ -eudesmol	35.709	1642	1622	-	1.02	0.56	-	0.22	1.12	0.08	-	4.61	0.42	0.57	5.61
1-epi- γ -cubenol	35.170	1628	1627	2.95	5.05*	4.64	-	0.60	0.24	-	-	0.79	0.02	-	0.79
eremoligenol	35.825	1645	1629	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.04	-	4.31	0.04
γ -eudesmol	36.114	1653	1630	-	-	-	-	0.87	3.36	-	0.16	0.17	-	0.46	0.17
epi- α -cadinol	36.058	1655	1638	-	-	35.99*	3.58	8.51*	2.57	-	-	-	-	-	-
α -muurolol	36.275	1662	1644	19.48*	38.69*	-	-	-	-	0.58	0.20	-	-	-	-
β -eudesmol	36.342	1659	1649	1.95	-	0.34	-	-	0.26	-	0.15	2.75	7.06	4.09	2.75
α -eudesmol	36.485	1663	1652	-	-	-	-	-	3.59	-	-	2.16	-	-	3.16
7-epi- α -epi-eudesmol	36.641	1667	1662	-	-	1.97	0.80	4.05	-	-	-	0.12	3.22	3.93	0.12

caryophyllene	27.290	1696	1666	3.76	4.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bulnesol	37.156	1677	1670	-	-	-	-	0.34	3.15	-	-	0.27	2.95	0.75	0.27
Total				24	30	30	26	36	36	31	23	29	28	27	30
Monoterpernes hydrocarbons			-	31.38	8.57	11.74	34.09	12.19	27.60	67.23	78.80	54.89	3281	53.19	74.86
Oxygenated monoterpernes			-	7.58	3.30	1.41	3.97	9.37	4.18	4.98	0.24	7.83	15.25	18.41	1.73
Sesquiterpenes hydrocarbons			-	10.37	16.93	18.02	43.88	25.66	12.39	6.80	11.57	2.95	4.85	0.07	3.49
Oxygenated sesquiterpenes			-	32.53	57.55	56.18	9.93	33.12	30.15	3.73	0.75	15.33	18.31	14.75	17.50
Unidentified compounds			-	18.14	13.65	12.65	8.13	19.66	25.68	17.26	8.64	19.00	28.78	13.58	2.42
Total (%)			-	81.86	86.35	87.35	91.87	80.34	74.32	82.74	91.36	81.00	71.22	86.42	97.58

ID: Determined index; LI: Literature index; TR: Retention time; *: major compounds; (-): Not determined.

Table 2 - Contents (%) of essential oil compounds obtained from fruits *S. terebinthifolia*

Compounds	TR	Retention rate			January	February	March	April	May
		ID	IL						
tricyclene	9.522	919	921	8.48	3.73	8.31	17.28*	21.45*	
α -pinene	7.166	957	932	-	-	-	1.63	6.36	
sabinene	8.412	960	969	13.18*	0.13	12.88*	0.69	0.95	
β -pinene	8.553	977	974	8.58	12.19*	8.40	26.73*	26.05*	
myrcene	9.176	991	988	5.66	8.59	5.53	19.61*	20.59*	
δ -2-carene	9.270	1003	1001	4.46	-	4.36	1.03	3.50	
δ -3-carene	9.647	1015	1008	4.78	6.89	4.68	12.19*	11.87	
α -terpinene	9.867	1016	1014	0.91	0.01	0.99	-	-	
(E)- β -ocimeno	11.376	1042	1044	6.59	-	6.45	1.25	4.81	
borneol	16.258	1165	1165	16.96*	-	16.62*	-	-	
γ -elemeno	27.465	1435	1434	0.08	0.45	0.08	-	-	
cis-muurolo-4(14),5-dieno	29.228	1463	1465	0.60	2.45	0.59	-	-	
β -chamigreno	29.417	1478	1476	0,11	0.47	0.09	-	-	
γ -cupreneno	31.469	1532	1532	5.06	13.98*	4.94	-	-	
germacrene B	33.415	1558	1559	0.18	0.11	0.13	-	-	
davanone B	33.548	1563	1564	0.40	1.02	0.38	-	-	
spathulenol	33.724	1578	1577	0.08	0.23	0.08	-	-	
longiborneol	33.826	1599	1599	0.39	1.40	0.47	-	-	
β -atlantol	33.924	1606	1608	0.32	-	0.36	-	-	
z-asarone	34.36	1617	1616	-	0.18	0.12	-	-	
1,10-di-epi-cubenol	35.022	1620	1618	0.46	0.83	0.40	-	-	
silphiperfol-6-em-5-ono	35.163	1624	1624	-	0.56	0.29	-	-	
γ -eudesmol	36.071	1631	1630	-	10.48	4.19	-	-	
β -acorenol	36.112	1635	1636	7.87	10.18	3.92	-	-	
α -epi-cadinol	36.136	1639	1638	0.12	0.34	0.22	-	-	
agarospirol	36.242	1648	1646	0.69	1.84	0.77	-	-	
Total				23	22	26	9	9	
Monoterpernes hydrocarbons			-	52.64	31.54	51.60	80.66	95.58	
Oxygenated monoterpernes			-	16.96	-	16.62	-	-	
Sesquiterpernes hydrocarbons			-	6.03	17.46	5.83	-	-	
Oxygenated sesquiterpernes			-	10.33	27.06	11.20	-	-	
Unidentified compounds			-	14.04	23.94	15.11	19.34	4.42	
Total (%)			-	85.96	76.06	84.89	80.66	95.58	

ID: Determined index; LI: Literature index; TR: Retention time; *: major compounds; (-): Not determined.

In the analysis of oil by GC/EM of ripe fruits, 26 compounds with predominance of monoterpenes were evidenced, highlighting for all five months of collection (January to May) β -pinene (26.73-8.40%), tricyclene (21.45-3.73%), myrcene (20.59-5.53%), sabinene (13.88-0.13%) and δ -3-carene (12.19-4.68%) in higher concentrations (**Table 2**). The other constituents such as borneol (16.96%), γ -cuprenene (13.98%), γ -eudesmol (10.48%) and β -acorenol (10.18%) stood out in just one or two months (**Table 2**). The other compounds are present in concentrations below 7%. (**Table 2**). Regarding the seasons, the essential oil samples of fruits collected in summer (January, February and March) in relation to autumn

(April and May) showed a variation in the major constituents, highlighting β -pinene (26.73%) (**Figure 4**).

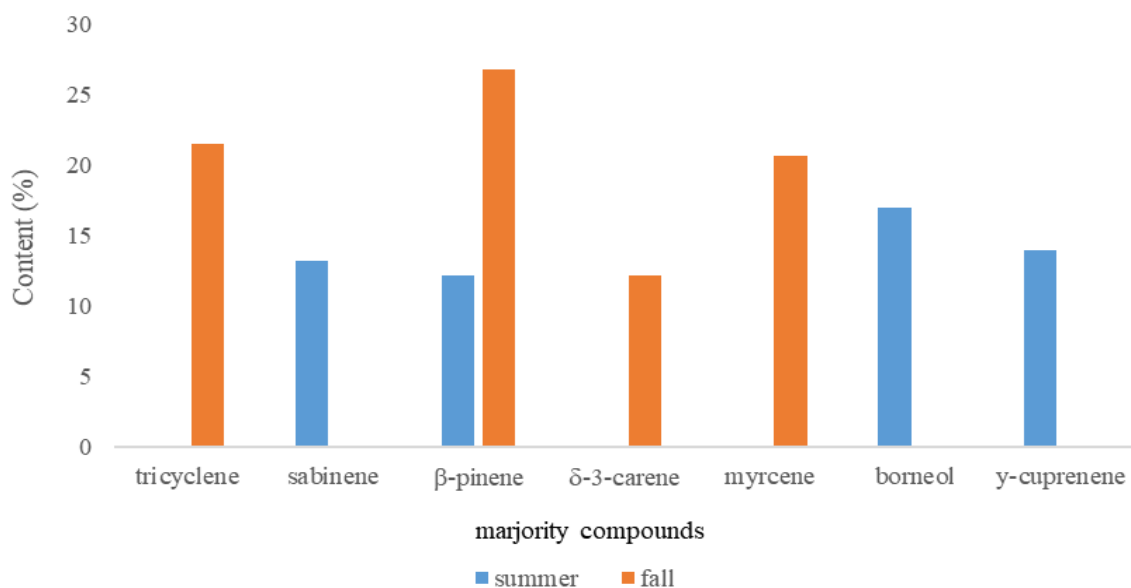


Figure 4 - Major compounds with the highest concentration (%) present in the essential oil obtained from the fruits of *S. terebinthifolia* in the seasons of the year.

A comparison between the essential oil samples obtained from the ripe fruits with the leaves highlights the presence of β -pinene and myrcene in all collection months (**Tables 1, 2**). These results were also observed in other studies of essential oil obtained from leaves and fruits (Clemente et al., 2006; Pawlowski et al., 2012; Santana et al., 2012; dos Santos Cavalcanti et al., 2015; Dannenberg et al., 2017; da Silva et al., 2017; Ennigrou et al., 2018; Dannenberg et al., 2019; Acácio et al., 2023, Marangoni et al., 2023), which can be evidenced in part as chemical markers of the species. Contrasting the present work with the literature, we observed a variation in the content and chemical composition of the major compounds in the essential oils of this plant. Clemente, (2006) evaluating the seasonality of the content and chemical constitution of the essential oil present in the leaves and in ripe and unripe fruits of *S. terebinthifolia* in a collection in Viçosa-MG, Southeast region of Brazil, observed that there is a considerable difference in the concentration of compounds present in samples of green leaves and fruits, demonstrating the predominance of the same constituents, highlighting β -pinene (10.21-3.81%), caryophyllene (4.78-13.61%), germacrene D (5.19-37.55%), δ -cadinene (15.48-3.28%) and α -cadinol (20.60-4.29%), respectively. As for the essential oil extracted from ripe fruits, a

higher concentration of β -pinene (18.82-12.94%), α -phellandrene (23.55-13.04%) and δ -3-carene (6.32-29.22%) was observed β -phellandrene (16.88-18.08%) and germacrene D (11.89-3.09%). In another study Marangoni et al., (2023) observed in the essential oil in a collection of leaves obtained from 06 (six) Brazilian states; Itaparica (BA) Northeast region, São Mateus (ES) Southeast region, Maringa (PR) South region, Santa Maria (RS) South region Olímpia (SP) Southeast region and Dourados (MS) Midwest region the α -pinene compounds (19.45-11.66%) and limonene (22.34-8.52%) as predominant constituents. In BA, α -pinene (11.43%) and limonene (14.01%), PR, α -pinene (13.42%) and limonene, (19.45%), RS, α -pinene (14.90%) and limonene (12.99%) in MS. The main compounds in ES were limonene (17.01%) and β -pinene (14.63%). The only exception was in SP, for which α -phellandrene (20.13%) and limonene (11.66%) were the dominant components.

The variation in the content and chemical composition of the major constituents of the essential oil obtained from leaves and fruits of the species in different regions is remarkable. It is possible that the variation is due to biotic and abiotic factors or to plant phenology such as flowering and fruiting (Gobbo-Neto et al., 2007).

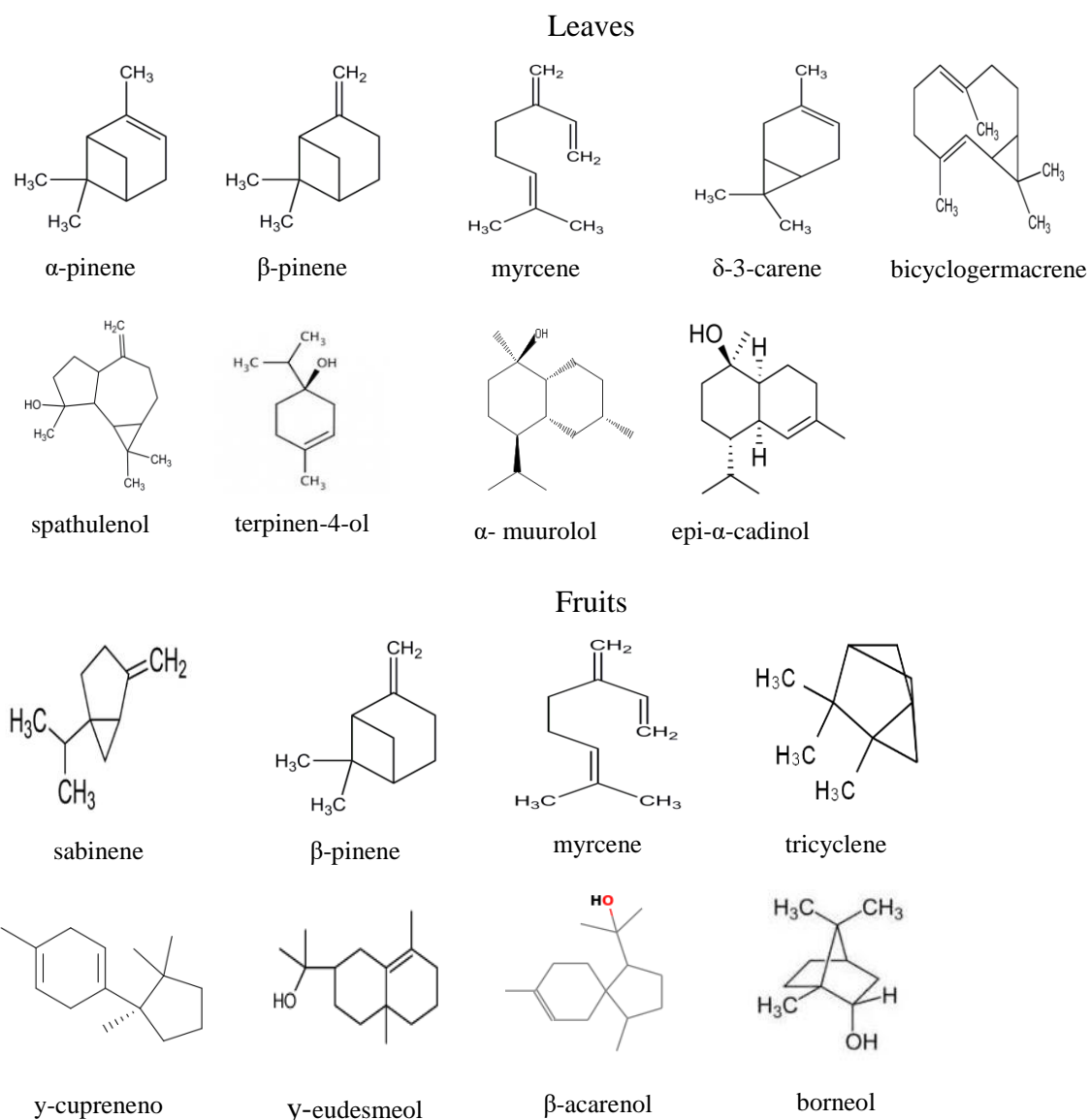


Figure 5 - Chemical structures of the main compounds present in the essential oil of leaves and fruits of *S. terebinthifolia*.

The variation in the chemical composition of the major compounds in the samples suggests that some compounds are produced by the conversion of existing compounds and point to the best time for the extraction of these active principles. The explanation is that secondary metabolites can be produced arising from environmental stimuli, thus the metabolic pathway is redirected, leading to the biosynthesis of compounds and different proportions (De Moraes, 2009). The results with a predominance of different compounds in the essential oil obtained from specimens of the same species is often due to the high complexity of essential oils (Santos et al., 2007).

4.0. Conclusion

The present study demonstrated, for the first time, the variation in the content and chemical composition of the essential oil obtained from the leaves and ripe fruits of *S. terebinthifolia* collected in Dourados-MS, Midwest region of Brazil. The essential oil content of ripe fruits showed excellent yields, while in leaves they were lower, being influenced by the seasons.

The chemical composition and yield of secondary metabolites in the essential oil of leaves and ripe fruits also varied significantly during collections, highlighting the presence of β -pinene and myrcene in all months of collection, which in part may indicate the possibility of being a chemical marker of the species. The δ 3-carene (64.69%) stood out with the highest yield of the essential oil obtained from the leaves, for the winter season, and the β -pinene (26.73%) for the fruits, for the autumn season. Thus, we believe that the best time to collect ripe fruits is in autumn and the leaves in winter, a time when the concentration of β -pinene and myrcene are significant, in addition to major compounds produced only at that time.

References

- Acácio, R. da S., Pamphile-Adrian, A. J., Florez-Rodriguez, P. P., de Freitas, J. D., Goulart, H. F., Santana, A. E. G. 2023. Dataset of *Schinus terebinthifolius* essential oil microencapsulated by spray-drying. *Data in Brief*. 47.
- Adams, R.P. 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography Quadrupole Mass Spectroscopy. *Journal of American Mass Spectrometry*. 16, 1902-1903.
- Affonso, C. R. G., Fernandes, R. M.; De Oliveira, J. M. G., Carvalho E. Martins, M. C.; Lima, S.G., Souza Junior, G. R., Fernandes, M. Z. L. C. M., Zanini, S. F. 2012. Effects of the essential oil from fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) on reproductive functions in male rats. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 23, 180-185.
- Brandão, M. G. L., Cosenga, G. P., Moreira, R. A., Monte-Mor, R. L. M. 2006. Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian Official Pharmacopoeia. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 16, 408-420.
- Brandão, M. G. L., Naiara N. S. Zanetti, N. N. S., Oliveira, P., Gracel, C. F. F., Santos A. C. P., Monte-Mór, R. L. M. 2008. Brazilian medicinal plants described by 19 th century. European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. *Journal of Ethnopharmacology*. 120, 141-148.
- Brasil., 2009. National list of medicinal plants of interest to SUS. *Rennisus – Ministry of Health*.
- Brasil., 2010. National Health Surveillance Agency (ANVISA). *Brazilian Pharmacopoeia*. 1.
- Brasil., 2014. Monograph of the species *Schinus terebinthifolius* Raddi (beach mastic). *Ministry of Health*.

- Clemente, A. D. 2006. Chemical composition and biological activity of pink pepper essential oil (*Schinus terebinthifolius* Raddi.). Thesis (Doctorate in Agrochemistry). Federal University of Viçosa, Viçosa, MG. 63.
- Cole, E. R. 2008. “Phytochemical study of the essential oil of mastic fruits (*Schinus terebinthifolius* RADDI) and its effectiveness in combating dengue”. Federal University of Espírito Santo – Brazil.
- Dannenber, S. G., Funck. D. Graciele., Cruxen, S. E. C., Silva, P. W., Fiorentini, A. M. 2017. Essential oil from pink pepper as an antimicrobial component in cellulose acetate film: potential for application as active packaging for sliced cheese. LWT – Food Science and Technology.
- Dannenber, G. S., Funck, G. D., da Silva, W. P., Fiorentini, Ângela. Maria. 2019. Essential oil from pink pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi): Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action. Food Control. 95, 115-120.
- Da Silva, G. B., Filetia, F. A. M., Fogliob, A. M., Ruizc, G. T. A. L. 2017. Supercritical carbon dioxide extraction of compounds from *Schinus terebinthifolius* Raddi fruits: Effects of operating conditions on global yield, volatile compounds, and antiproliferative activity against human tumor cell lines. The Journal of Supercritical Fluids. 130, 10 - 16.
- De Moraes, L. A. S. 2009. Influence of abiotic factors on the chemical composition of essential oils. Brazilian horticulture. 27, 3299-3302.
- Dos Santos Cavalcanti, A., de Souza Alves, M., da Silva, L., dos Santos Patrocínio, D., Sanches, M., Chaves, D. and de Souza, M. 2015. Volatiles composition and extraction kinetics from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* leaves and fruit. Revista Brasileira de Farmacognosia. 25, 356-362.
- Ennigrou, A., Casabianca, H., Vulliet, E., Hanchi, B., Hosni, K. 2018. Assessing the fatty acid, essential oil composition, their radical scavenging and antibacterial activities of

Schinus terebinthifolius Raddi leaves and twigs. Journal of Food Science and Technology. 55, 1582-1590.

Ennigrou, A., Casabianca, A., Laarif, A., Hanchi, B., Hosni, K. 2017. Maturation-related changes in phytochemicals and biological activities of the Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) fruits. South African Journal of Botany. 108, 407-415.

Formagio, A. S. N., Kassuya Iriguchi, E. K., Roveda, L. M., Vieira, M. C., Lima Cardoso, C. A., Heredia Zarate, N., Tabaldi, L. A., Leite Kassuya, C. A. 2011. Chemical Composition and Anti-Inflammatory Activity of the Essential Oil of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) Fruits. Latin American Journal of Pharmacy. 30,1555-9.

Gobbo-Neto, L., Lopes, N. P. 2007. Medicinal plants: factors influencing the content of secondary metabolites. New Chemistry, Sao Paulo. 30, 374-381.

Guzzo O. S. B., Foglio, M., Vieira P., Taranto, O. 2018. Optimization of hydrodistillation and in vitro anticancer activity of essential oil from *Schinus terebinthifolius* Raddi fruits. Chemical Engineering Communications. 206, 619-629.

Lenzi, M. and Orth, A. I. 2004. Characterization of the functional reproductive system of the pink pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi), in Florianópolis, SC, Brazil. Revista Brasileira de Fruticultura. 26, 198 - 201.

Lorenzi, H. 1998. Brazilian Trees: Identification and Cultivation Manual of Tree Plants in Brazil. Plantarum Publisher. two.

Marangoni, J. A., Pinto, V. da C., Kassuya, C. A. L., Junior, P. C. de O., dos Santos, S. M., Cardoso, C. A. L., Silva, R. M. M., da Silva, M. E., Machado, C. D., Manfron, J., Formagio, A. S. N. 2023. Geographical variation in the chemical composition, anti-inflammatory activity of the essential oil, micromorphology and histochemistry of *Schinus terebinthifolia* Raddi. Journal of Ethnopharmacology. 301.

- Pawlowski, Â., Kaltchuk-Santos, E., Zini, C., Caramão, E., Soares, G. 2012. Essential oils of *Schinus terebinthifolius* and *S. molle* (Anacardiaceae): Mitodepressive and aneugenic inducers in onion and lettuce root meristems. *South African Journal of Botany*. 80, 96-103.
- Pinto, J. E. B. P., Bertolucci, S. K. V. 2002. Cultivation and processing of medicinal plants. Works: UFLA/Faepe.
- Rosas, E. C., Correia, L. B., Pádua, T. D. A., Costa, T. E. M. M., Luiz Mazzel, J., Heringer, A. P., Henriques, M. G. 2015. Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-induced arthritis. *Journal of Ethnopharmacology*. 175, 490-498.
- Salem, M. Z. M., El-Hefny, M., Ali, H. M., Elansary, H.O., Nasser, R. A., El-Settawy, A. A. A., El Shanhorey, N., Ashmawy, N. A., Salem, A. Z. M. 2018. Antibacterial activity of extracted bioactive molecules of *Schinus terebinthifolius* ripened fruits against some pathogenic bacterium. *Microbial Pathogenesis*. 120, 119-127.
- Santana, J., Sartorelli, P., Guadagnin, R., Matsuo, A., Figueiredo, C., Soares, M., da Silva, A., Lago, J., 2012. Essential oils from *Schinus terebinthifolius* leaves – chemical composition and in vitro cytotoxicity evaluation. *Pharmaceutical Biology*. 50, 1248-1253.
- Santos, A.C.A., Rossato, M., Agostinini, F., Santos, P.L., Serafin, L.A., Myna, P., Dellacassa, E. 2007. Monthly chemical evaluation of three specimens of *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Brazilian Journal of Biosciences, Porto Alegre*. 5, 1011-1013.
- Silva-Luz, C., Piranie, J. R., Pelli, S. K., Mitchell, J. D. 2020. Anacardiaceae in Flora of Brazil. Rio de Janeiro Botanical Garden.

Ulianna, M. P., FRONZA, M., da Silva, A. G., Vargas, T.S., Andrade, T. U. 2016. And Scherer, R. 109. Composition and biological activity of brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius Raddi*) leaves. *Industrial Crops and Products*. 83, 235-240.

5. CONCLUSÃO FINAL

A análise do rendimento em amostras de óleo essencial obtidas em folhas e frutos de *S. terebinthifolia* variaram entre as estações, em frutos sendo os mais elevados no verão. Enquanto estatisticamente pelo teste de Tukey nas amostras, observa-se similaridade entre as estações verão e outono. Nas folhas os rendimentos mostram diferença entre amostras com rendimentos mais baixos no verão e rendimentos mais altos no inverno. Porém, na análise estatística pelo teste de Tukey, nota-se semelhança nas amostras entre as estações verão, outono, inverno e primavera.

Na análise por CG/EM do óleo das folhas foram identificados 56 compostos com predominância de monoterpenos e sesquiterpenos, como constituintes principais α -pineno (16,66-0,04%), β -pineno (12,57-0,06%) e mirceno (24,88 -2,90%). Em frutos identificou-se 26 compostos com predominância de monoterpenos, os compostos β -pineno (26,73-8,40%), mirceno (20,59-5,53%), triciclono (21,45-3,73%), δ -3-careno (12,19-4,68%) e sabineno (12,88-0,13%) se evidenciam como constituintes majoritários.

O presente estudo demonstra uma variação sazonal na composição química dos compostos majoritários nas amostras de folhas e frutos do óleo essencial de *S. terebinthifolia*. Em folhas o composto mirceno é evidenciado como majoritário em todas as estações e o β -pineno em frutos. Além disso, o β -pineno se encontra em todas as amostras mensais do óleo essencial de folhas e frutos, resultados esses observados em outros estudos. Isto evidencia a possibilidade do composto ser um marcador químico da espécie.