

PESQUISA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE PLANTAS AROMÁTICAS

**CLEBERTON CORREIA SANTOS
(ORGANIZADOR)**

**Atena**
Editora
Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Pesquisa na Cadeia de Suprimentos de Plantas Aromáticas

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P474	<p>Pesquisa na cadeia de suprimentos de plantas aromáticas [recurso eletrônico] / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-662-1 DOI 10.22533/at.ed.621913009</p> <p>1. Ervas – Uso terapêutico. 2. Matéria médica vegetal. 3. Plantas medicinais. I. Santos, Cleberton Correia.</p> <p style="text-align: right;">CDD 581.634</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS DO ESPÍRITO SANTO: O ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS E FRUTOS DA ESPÉCIE *Schinus terebinthifolia* RADDI (AROEIRA VERMELHA)

Maria Diana Cerqueira Sales

Diana Sales- Consultoria e Biotecnologia (DSBio®)- P&D em Produtos e Serviços Inovadores na Saúde- Vitória- ES.

Ricardo Machado Kuster

Universidade Federal do Espírito Santo- UFES- Laboratório de Cromatografia, Labpetro- Vitória- ES.

Fabiana Gomes Ruas

Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural- Incaper- Vitória- ES.

José Aires Ventura

Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural- Incaper- Vitória- ES.

RESUMO: *Schinus terebinthifolia* é popularmente conhecida como “pimenta-rosa”, “aroeira-vermelha”, “aroeira-da-praia” e compõe um importante grupo entre as espécies de plantas medicinais e aromáticas com aplicação nas indústrias de alimentos, cosmética e farmacêutica. Considerando exigências da sociedade por produtos de qualidade, buscou-se, neste trabalho, identificar insumos bioativos, em óleos essenciais (OEs), obtidos a partir de folhas e frutos de genótipos da aroeira. Nos OEs, obtidos de folhas (F01 A F04) e frutos (FR01 a FR07), foi utilizado o processo da hidrodestilação. Métodos analíticos foram utilizados para realizar análises do OEs por

Cromatografia de Fase Gasosa (CG HP6890) e acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM HP5973). Os cromatogramas mostraram que o OE dos frutos da espécie *S. terebinthifolia* contem uma predominância monoterpênica (70,85%), com β -mirceno (26,73%), δ 3-careno (17,46%), α - felandreno (15,17%), α -pineno (9,33%) e o Limoneno (36,85%), como constituinte majoritário e as análises do OE obtido a partir das folhas, mostraram como constituinte majoritário, o p- cimeno (8,43%). Os resultados das análises cromatográficas dos óleos essenciais da espécie *Schinus terebinthifolia*, mostraram constituintes bioativos, como uma rica fonte de matéria prima para o desenvolvimento de produtos fitoterápicos estratégicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Schinus terebinthifolia*; Aroeira; Óleo essencial; Plantas medicinais e aromáticas.

ABSTRACT: *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae; also reported under its synonym: *S. terebinthifolius*) is popularly known “pimenta-rosa”, “aroeira-vermelha”, “aroeira-da-praia” e pimenta-rosa, constitutes an important group between medicinal and aromatic species with economic value, due to its application in the food, cosmetic and pharmaceutical industry. Since society has been exigent to choice qualified products, in this work we aimed

identification of bioactive products, essential oils (EOs) from leaves and fruits of aroeira genotypes. EOs from leaves (F01-F04) and fruits (the FR01- FR07), were obtained from the hydro-distillation. Analytical methods were used to perform analyses of OEs by Gas Chromatography (GC HP6890) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC/MS HP5973). The chromatograms showed that the EO of *S. terebinthifolia* fruits contains a predominance of monoterpenes (70.85%), with β -mirceno (26,73%), δ 3-careno (17,46%), α -felandreno (15,17%) e o α -pineno (9,33%) and the Limoneno (36,85%), as major constituents and the analyses of EO of leaves showed, as major constituent, the p-cimeno (8,43%). The result of the chromatographic analyzes, of essential oils of *Schinus terebinthifolia* species, showed bioactive constituents as a rich source of raw material for the development of strategic phytopherapeutic products.

KEYWORDS: *Schinus terebinthifolia*; Aroeira; Essential oil; medicinal and aromatic plants.

1 | INTRODUÇÃO

Plantas medicinais ou aromáticas são utilizadas visando principalmente o crescente mercado de produtos naturais a partir de fontes renováveis. Além de serem utilizadas como matérias primas para a indústria alimentícia, têm produtos do seu metabolismo primário e secundário destinados a outros setores, como a indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009, LUBBE; VERPOORTE, 2011).

Atualmente, os atributos de qualidade de produtos associados à segurança do alimento, boas práticas agrícolas e biotecnologia são temas presentes no setor agroindustrial (CONCEIÇÃO, 2012). O estímulo à geração de produtos agropecuários estratégicos, visando novos patamares de competitividade do agronegócio brasileiro, priorizando a biodiversidade do país, faz parte da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia no País (BRASIL, 2007).

A espécie *Schinus terebinthifolia* (Anacardiaceae; sin: *S. terebinthifolius* Raddi) é popularmente conhecida como “pimenta-rosa”, “aroeira-vermelha”, “aroeira-da-praia”. A aroeira é uma planta nativa da América do Sul, presente na biodiversidade brasileira, oriunda de comunidades tradicionais indígenas (como nas comunidades Tupiniquim e Guarani, da cidade de Aracruz-ES), além de apresentar uma ampla plasticidade ecológica, compõe um importante grupo entre as espécies de plantas medicinais e aromáticas com valor econômico (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; LUBBE; VERPOORTE, 2011; SALES et al., 2016). No Brasil, através do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicas (PNPMF), que incentiva a pesquisa com plantas, exóticas adaptadas ou nativas, a espécie foi incluída na Relação Nacional de Fitoterápicos (RENAFITO), por evidências de segurança, eficácia do uso tradicional e atividades farmacológicas (BRASIL, 2009), como antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana. Atualmente, o estado do Espírito Santo é o maior produtor de aroeira,

para o mercado alimentício (SALES et al., 2016).

Estudos descrevem a utilização de diversas formas extrativas da aroeira e suas atividades farmacológicas, as mais diferenciadas, destacando-se a antioxidante (DEGÁSPARI; WASCZYNSKY; dos SANTOS, 2004; VELÁSQUEZ et al., 2003) e antimicrobiana e inseticida (DEGÁSPARI; WASCZYNSKY; PRADO, 2005; LIMA et al., 2006; MARTÍNEZ et al., 1996; MELO-JÚNIOR et al., 2002). Estas atividades estão relacionadas à presença de flavonoides (principalmente nos frutos, de biflavonóides), taninos, ácidos triterpênicos e, de mono e sesquiterpenos no óleo essencial de frutos e folhas da espécie (BARBOSA et al., 2007; CERUKS et al., 2007; CORREIA et al., 2006; OLIVEIRA, 2012), com aplicação nas indústrias de alimentos, cosmética e farmacêutica (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Considerando exigências cada vez maiores da sociedade e dos mercados consumidores por produtos qualificados buscou-se, neste trabalho, identificar insumos bioativos a partir de Óleos essenciais (OE), obtidos a partir de folhas e frutos em genótipos da espécie *Schinus terebinthifolia*, como potencial matéria prima para o desenvolvimento de bioprodutos para a saúde humana e animal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Vegetal

Frutos (maduros) e folhas frescas, de diferentes genótipos da espécie *Schinus terebinthifolia*, foram coletados no município de Pedro Canário (latitude: -18° 01' 49"; longitude: -40° 09' 02") – ES, Brasil e após identificação da espécie botânica, exsicatas foram depositadas no herbário do Museu de Biologia Mello Leitão, Santa Tereza-ES (n° 41895) e no herbário UFES-VIES, em Vitória, ES (n° 39064), sendo as plantas clonadas e mantidas no Banco de Germoplasma de Aroeira do Incaper. Amostras foram identificadas a partir dos frutos como, FRAR (FR01 a FR07) e, das folhas FAR (F01 A F04).

2.2 Obtenção do Óleo Essencial (Oe) a Partir de Frutos e Folhas dos Genótipos

O óleo essencial (OE) foi obtido por hidrodestilação, a partir de frutos e folhas frescas, utilizando o aparelho de Clevenger (FB, 2010), durante 4 horas de aquecimento (mantido na temperatura mínima necessária à ebulição), em circuito fechado, para evitar as perdas de óleo por evaporação. Previamente à extração, as amostras, contendo os frutos de aroeira, FRAR (FR01 a FR07), foram trituradas com água purificada. A mistura triturada foi colocada no balão volumétrico juntamente com água, e aquecida até a ebulição. O mesmo procedimento foi executado para as amostras das folhas da aroeira, FAR (F01 A F04). Ou seja, as amostras foram colocadas em balão volumétrico juntamente com água, e aquecida até a ebulição e mantidas por 4

horas de aquecimento (temperatura mínima necessária à ebulição). Assim, os óleos foram carregados com o vapor d'água e posteriormente condensados. Após o tempo de extração, o óleo essencial (OE) de cada amostra, junto com a água, foi recolhido no funil de separação, onde foram separados por decantação devido à diferença de densidades (Figura 1).



Figura 1- Obtenção do Óleo Essencial a partir de folhas e frutos da Aroeira (*S. terebinthifolia*) por hidrodestilação (aparelho de Clevenger).

O OE obtido foi armazenado em recipiente hermeticamente fechado e mantido sob refrigeração a 5°C até a utilização nas análises.

2.3 Identificação dos Constituintes Químicos do OE

A composição química dos óleos essenciais foi obtida em análises de amostras de OEs da aroeira, por Cromatografia de fase gasosa (CG) e Cromatografia em fase gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM), segundo literatura consultada (FB, 2010; ADAMS, 2001), utilizando cromatógrafo a gás (HP6890) acoplado a espectrômetro de massa (HP5973, operando a 70 eV), coluna ZB5-MS (Zebtron) com fase estacionária de 5% fenilmetilsiloxano, comprimento de 30m, diâmetro interno 0.25mm, espessura da fase 0.25 micrômetros, com a seguinte condição de análise: injetor na temperatura 260°C, interface na temperatura 200°C e programação 60°C a 290°C, numa rampa de 3°C/min. O gás carreador foi o hélio, com pressão constante de 5 psi, fluxo de 1ml/min. Padrões de n-alcenos foram injetados nas mesmas condições da análise. A identificação dos constituintes químicos das amostras foi realizada por comparação de seus espectros de massas das substâncias eluídas, com aqueles presentes em biblioteca NIST 05 e através do índice de Kovats (KI) calculado a partir da série de n-alcenos (de C7- C30) (ADAMS, 2001).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Obtenção e Identificação dos Constituintes Químicos

A extração do OE a partir de frutos e folhas da espécie *S. terebinthifolia*, por hidrodestilação mostrou-se eficaz, o que condiz com a literatura consultada, para escolha de métodos (BARBOSA et al., 2007). Os principais constituintes químicos, dos Óleos Essenciais (OE) foram identificados pelos índices de retenção (IK) e por comparação dos espectros de massas dos constituintes do óleo com os espectros do banco de dados existentes na biblioteca NIST (ADAMS, 2001). A análise comparativa dos óleos essenciais permitiu a identificação e quantificação, principalmente pela concentração relativa total de monoterpenos presentes nos frutos (maduros) e folhas frescos (Figura 2).

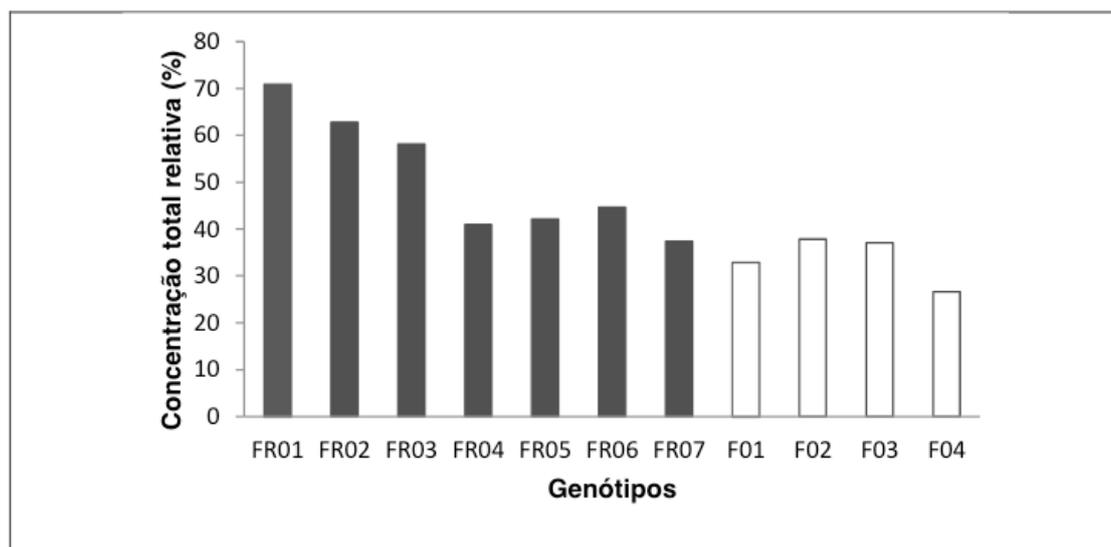


Figura 2- Concentração relativa total de monoterpenos em óleos essenciais (OE) obtidos de frutos (FR01 a FR07) e folhas (F01 a F04) de diferentes genótipos de *Schinus terebinthifolia*.

Observamos, na figura 2, que a concentração de monoterpenos nas amostras de OE de frutos (média de 51,0%) foram maiores quando comparadas aos teores apresentados pelas amostras de OE de folhas (média de 33,60%). Estudo comprobatório realizado, sobre a variação sazonal do óleo essencial a partir de frutos (maduros) e folhas frescas da aroeira (*S. terebinthifolia*) mostrou um maior teor de metabólitos secundários sesquiterpênicos em folhas (90,40%) do que em frutos (78,00%) e em contrapartida, foi identificada uma predominância monoterpênica em frutos de 90,0% (BARBOSA et al., 2007). O período de floração ou frutificação da planta acarreta um aumento ou diminuição de monoterpenos e de sesquiterpenos. Monoterpenos se encontram em maior concentração nos frutos, o que sugere que o metabolismo de classes metabólicas possa estar interligado, ou seja, um aumento no teor de monoterpenos é acompanhado de uma diminuição no de sesquiterpenos, e

vice-versa.

Foram detectadas diferenças, na concentração de monoterpenos, entre as 11 amostras de OE, apresentando maior rendimento para os óleos obtidos a partir dos frutos: FR01 (70,85%), FR02 (62,77%), FR03 (58,15%), FR04 (40,96%), FR05 (42,14%), FR06 (44,64%) e FR07 (37,45%), do que a partir das folhas: F01 (32,82%), F02 (37,85%), F03 (37,08%) e F04 (26,60%) (Figura 2). Todas as amostras de OE de frutos e folhas apresentaram, em diferentes concentrações, os monoterpenos D-limoneno, α -pineno, *p*.cimeno e β -mirceno. Foi possível identificar todos os nove monoterpenos nas amostras de OE a partir dos frutos, FR02 e FR03, onde foi detectado um alto teor relativo de β -mirceno (26,73% e 26,03%, respectivamente). A amostra de OE a partir de frutos da aroeira, FR01 (Figura 3), apresentou o maior percentual relativo de D-limoneno (36,85%) e representou a amostra de maior teor relativo de monoterpenos (70,85%). O menor rendimento para concentração relativa total de monoterpenos foi detectada na amostra F04 (26,6%).

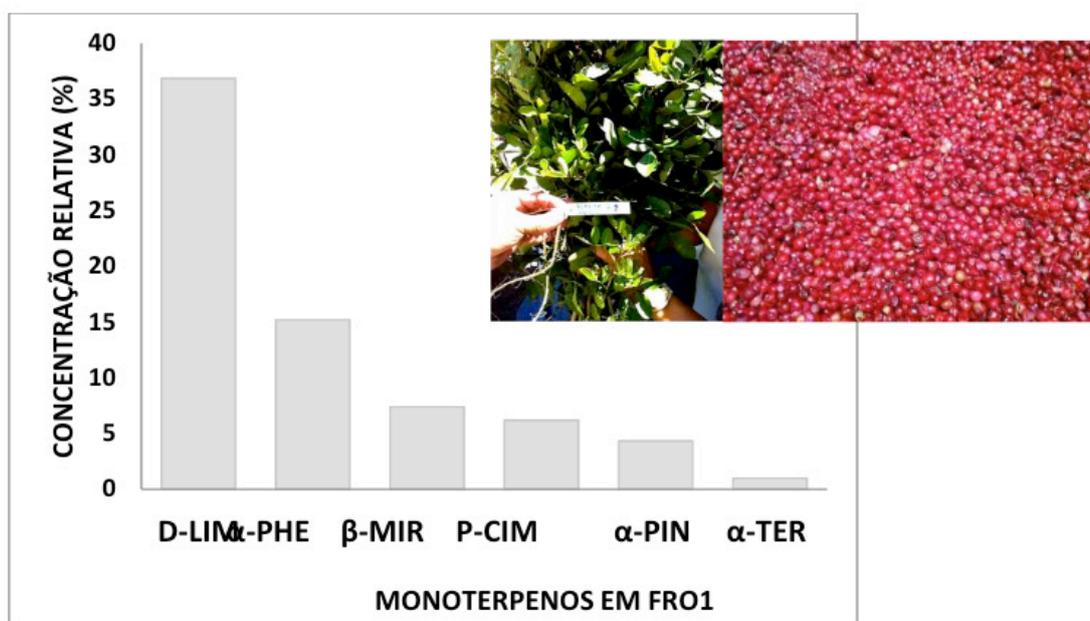


Figura 3- Planta Aroeira- amostra FR01 (muda) e frutos maduros (Pedro Canário- ES)

A variabilidade dos constituintes químicos majoritários nas amostras da espécie estudada sugere o envolvimento de fatores genéticos, geográficos e do *habitat* ou sistema de cultivo das plantas (Tabela 1). Entre os principais monoterpenos identificados pela análise cromatográfica (CG/EM) nos OE de frutos e folhas da aroeira, destacaram-se, pelo maior percentual de concentração relativa, em amostras de frutos: o (8) D- limoneno (36,85%), o (3) β -mirceno (26,73%), o (6) δ 3-careno (17,46%), o (4) α -felandreno (15,17%) e o (1) α -pineno (9,33%) e em amostras de folhas: o (7) *p*.cimeno (8,43%). Os monoterpenos, (2) β - pineno, (5) β - felandreno e (9) α -terpinoleno apresentaram-se em concentrações inferiores a 4%, sendo que α -terpinoleno foi o monoterpeno de menor teor relativo detectado em algumas amostras

(Tabela 1).

Monoterpenos e Concentrações relativas (%)										
OE ¹	TOTAL	α -PIN	β -PIN	β -MIR	α -PHE	β -PHE	3-CAR	<i>P</i> -CIM	D-LIM	α -TER
FR01	70,85	4,32	-	7,36	15,17	-	-	6,19	36,85	0,96
FR02	62,77	2,30	2,65	26,73	7,59	2,78	3,69	4,86	11,21	0,96
FR03	58,15	1,98	1,86	26,03	6,64	2,49	3,44	4,56	10,32	0,83
FR04	40,96	5,80	-	2,85	3,57	-	2,02	5,53	21,19	-
FR05	42,14	2,56	-	3,05	-	-	14,63	3,59	18,31	-
FR06	44,64	5,79	-	3,53	-	3,57	17,46	5,75	8,54	-
FR07	37,45	9,33	1,00	2,75	7,65	1,88	-	8,20	6,64	-
F01	32,82	1,49	-	1,91	-	-	13,94	2,75	12,25	0,48
F02	37,85	3,34	-	2,80	4,92	-	2,08	8,46	16,25	-
F03	37,08	1,10	-	17,93	2,34	1,11	3,31	4,91	6,39	-
F04	26,60	4,35	0,53	2,21	7,00	1,29	-	5,80	4,68	0,65

Tabela 1- Concentração relativa (%) dos principais monoterpenos identificados pela análise do OE de *Schinus terebinthifolia*, por Cromatografia em fase gasosa (CG) e Cromatografia em fase gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM).

¹ Amostras (OE): Óleo Essencial: FR01 A FR07: OE Fruto da Aroeira; F01 A F04: OE Folha da Aroeira. ² α -PIN: α -pineno; β -PIN: β -pineno; β -MIR: β -mirceno; α -PHE: α -felandreno; β -PHE: β -felandreno; 3-CAR: 3-careno; *P*-CIM: *P*-cimeno; D-LIM: D-limoneno; α -TER: α -terpinoleno. Traços (-): ausência.

Além da variabilidade química entre o OE de cada amostra, a variação do teor de constituintes monoterpênicos do OE de um mesmo exemplar, gerou uma constatação no mínimo intrigante.

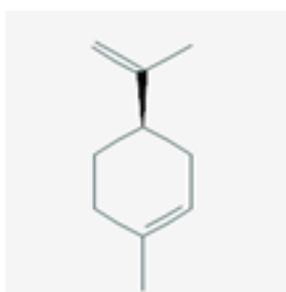


Figura 4- Estruturas monoterpênicas do D-Limoneno ($C_{10}H_{16}$) presentes em óleos essenciais de frutos e folhas de *Schinus terebinthifolia* (Fonte: PUBCHEM, 2017).

O alto teor relativo apresentado pelo D- Limoneno, tanto no OE de frutos como de folhas de *S. terebinthifolia*, coincidiu com um decréscimo (ou até mesmo nulidade) na produção de α -terpinoleno, sugerindo que o metabolismo, devido a notável semelhança estrutural molecular (posição da dupla ligação na “cauda isoprênica”) entre os dois constituintes monoterpênicos monocíclicos (Figura 4) poderia estar interligado, ou seja, um aumento na produção de um deles, demandada por fatores bióticos ou abióticos, acarretaria na diminuição na produção de outro, considerando a via metabólica de síntese do constituinte químico. Segundo Thaiz e Zaiger (2009), a variação química qualitativa e quantitativa de constituintes é determinada geneticamente (quimiotipos), sendo geralmente específica para um determinado órgão e característica para o seu

estágio de desenvolvimento. Entretanto as variações significativas na concentração relativa total de um óleo volátil, extraído do mesmo órgão de uma mesma espécie vegetal, pode variar significativamente, de acordo com a época da coleta, condições climáticas e de solo (SOUZA, 2012; TAIZ; ZAIGER, 2009), sugerindo que o teor do óleo essencial seria mais influenciado pelas condições ambientais do que pela composição química do óleo. Os autores afirmam que a diferenciação genética refere-se à distribuição da variabilidade entre e dentro de populações e subpopulações naturais como resultado da ação de forças evolutivas que atuam dentro do contexto de cada espécie. A diversidade genética promove a matéria prima para a adaptação, a evolução e a sobrevivência dos indivíduos e das espécies, sendo fundamental para a sustentabilidade do ecossistema para sua conservação.

A variabilidade química, quanto à concentração relativa dos constituintes majoritários identificados nas nossas amostras do óleo essencial de genótipos da espécie *S. terebinthifolia*, foi evidenciada em relatos de outros estudos envolvendo a espécie, em diferentes estados do território nacional. Roveda et al. (2009) identificaram 18 constituintes químicos com predominância de monoterpenos de óleos de frutos coletados em Dourados (MS), destacando-se como majoritário o α -pineno (22,56%), sendo que os demais constituintes em maiores concentrações foram o sabineno (15,78%), z-salveno (10,69%), β -pineno (10,52%), α -funebreno (8,82%) e o limoneno (5,52%). No estudo de Barbosa et al. (2007), após extração de 3 horas, foram identificados como monoterpenos predominantes em óleo de folhas e frutos na cidade de Viçosa (MG), o δ 3-careno (5,82%), o α - felandreno (2,88%), o β - felandreno (4,49%) e o 4-terpeniol (2,24%).

Os resultados apresentados neste trabalho estão de acordo com a predominância, do monoterpeno Limoneno, na maioria dos estudos com aroeira. De acordo com estudos de Santos et al. (2007), a composição química do óleo essencial dos frutos maduros de *S. terebinthifolia* da cidade de Caxias do Sul (RS), constituiu de 17 constituintes, destacando em maior proporção os monoterpenos, o δ -3-careno, o D-limoneno e α -phellandreno com 60,41% do total de compostos identificados. Barbará e cols., (2008), evidenciaram a predominância monoterpênica de constituintes químicos no OE de frutos da espécie *S. terebinthifolia*, nativa do estado do Espírito Santo e identificaram a presença de 10 monoterpenos no OE de frutos de uma exemplar da região Sul do estado, entre eles o α -pineno (35,6%) como composto majoritário, seguido do D-limoneno (28,9%). Estudo (AFFONSO et al., 2012), com espécie *S. terebinthifolia*, no estado do ES, numa região próxima ao município de Pedro Canário, onde realizamos a coleta do nosso material vegetal (folhas e frutos), apresentaram evidência da presença majoritária do limoneno, por cromatografia em fase gasosa. Os autores identificaram a presença de β -pineno (10,11%), β -mirceno (9,30%), α -phellandreno (14,94%), limoneno (20,81%) e isosilvestreno (13,87%), como os principais constituintes químicos monoterpênicos do OE a partir de frutos de uma exemplar obtida na Reserva Florestal Rio Doce S/A, Linhares (latitude: -19°

23' 28"; longitude: -40° 04' 20")- ES. Os estudos que utilizaram espécies nativas de *S. terebinthifolia* do Espírito Santo, identificaram principalmente para amostras de OE de exemplares da espécie, uma predominância monoterpênica, não somente para o Δ 3-careno, mas também, o D- limoneno, o β -mirceno e o α - felandreno e o α -pineno.

Os diferentes resultados com predomínio de diferentes compostos no óleo essencial obtido a partir de exemplares de uma mesma espécie (quimiotipos) é frequentemente devido à alta complexidade química dos óleos essenciais (ROVEDA et al., 2010; SANTOS et al., 2007). Entretanto existe um consenso entre estudos realizados com a espécie *S. terebinthifolia*, quanto à predominância monoterpênica nos óleos essenciais, principalmente provenientes da extração de frutos da espécie estudada.

Como os metabólitos de defesa das plantas, em resposta a fatores bióticos e abióticos são, em grande parte, ativados a partir de tais eventos (TAIZ; ZAIGER, 2009), foi observada neste estudo, uma variação química significativa na composição química do óleo essencial, extraído de frutos e folhas da espécie *S. terebinthifolia*. Existem quimiotipos bem definidos para cada região de coleta, principalmente aqui caracterizados pelos seus constituintes químicos majoritários, identificados no OE da amostra analisada da espécie *S. terebinthifolia*. Ficou evidenciado um possível Quimiotipo (QT), na planta fêmea FR01, que deve ser estudado no futuro, quanto à produção de limoneno como um potencial produtor de insumos ativos para o desenvolvimento de produtos bioativos fitoterápicos.

O registro da presença majoritária do limoneno (1-metil-4-isopropenilciclohex-1-eno) no óleo essencial do genótipo FR01 (identificada por técnicos do Incaper, como uma planta fêmea) foi de suma importância, pois este monoterpeneo, com caráter lipofílico, naturalmente encontrado nas cascas das frutas cítricas e de alguns pinheiros, tem adquirido uma importância fundamental devido a sua demanda como solvente biodegradável, precursor de novos fármacos (como a carvona) e na indústria farmacêutica e alimentícia, como adjuvante flavorizante e complemento alimentar (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Suplementos ou complementos alimentares (Nutracêuticos) estão ganhando reconhecimento substancial como agentes quimioprolifáticos (quimiopreventivos), devido a sua capacidade de atuar através de diversos mecanismos (PAN; HO, 2008). Estudos (MILLER et al., 2011) se referem ao Limoneno como um produto bioativo natural, visto que ensaios comprovam sua eficácia como substância antioxidante com potencial quimioprolifático.

Entre os constituintes voláteis de óleos cítricos e de outras plantas em potencial, como foi apresentado neste estudo pela espécie *S. terebinthifolia* Raddi, a presença predominante do monoterpeneo limoneno e a possibilidade de desenvolvimento de seus metabólitos ativos (ácido, aldeído e álcool perílico), evidencia a vantagem farmacológica de apresentar modelos de indução de citotoxicidade de células cancerígenas (MILLER et al., 2011), por mecanismos multifatoriais (entre eles, o uso de tensoativos/surfactantes) e estimula estudos de pesquisa e desenvolvimento de

agentes quimioterapêuticos fitoterápicos.

4 | CONCLUSÃO

O perfil fitoquímico do óleo essencial das folhas da espécie medicinal e aromática, *Schinus terebinthifolia*, apresentou predominância monoterpênica do limoneno, α -pineno, *p*-cimeno e β -mirceno, sendo que o perfil dos frutos dos genótipos apresentaram alto teor relativo de β -mirceno e limoneno. Destaque para o óleo essencial a partir do quimiotipo limoneno a partir dos frutos da espécie. O limoneno se apresenta como um produto bioativo natural, visto que estudos comprovam sua eficácia como substância antioxidante com potencial quimioprotetor e quimioterapêutico. O presente estudo aponta para aplicação destes óleos essenciais no desenvolvimento de produtos estratégicos de inovação com potencial econômico para as indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/ quadruple mass spectroscopy**. Carol Stream: USA, Allured, Baylor University, 2001.

AFFONSO C.R.G.; FERNANDES, R.M.; DE OLIVEIRA, J.M.G; CARVALHO E MARTINS, M.C.; LIMA, S.G.; SOUSA JÚNIOR, 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. **J. Braz. Chem. Soc.**, Campinas, v. 23, n.1, p.180-185, 2012.

BARBARÁ, J.A.; ALVES, G.H.; OLIVEIRA, D.H. DE; FARIAS, A.M.; SANTOS, M.A.Z. DOS; RODRIGUES, M.R.A. Identificação dos constituintes químicos do óleo de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) por cromatografia gasosa (GC/FID). In: XVI Encontro de Química da Região Sul (16-SBQ Sul), **FURB**, Anais..., Curitiba, 2008.

BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.J.; CLEMENTE, A.D.; DE PAULA, V.F.; ISMAIL, F.M.D. **Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi** Química Nova, Curitiba, v. 30, n.8, p.1959-1965, 2007.

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.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápico**, Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Decreto nº 6041**, de 08 de fevereiro de 2007. Institui a **Política de Desenvolvimento da Biotecnologia** e cria o Comitê Nacional de Biotecnologia. Brasília, 2007.

CONCEIÇÃO, J.C.P.R. **O papel do Estado na certificação dos produtos agrícolas**. Revista Desafios do Desenvolvimento, Brasília, ano 09, n.73, 2012.

CORREIA, S. de J.; JUCENI P. DAVID, J.P.; DAVID, J.M. **Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae**. Química Nova, Curitiba, v. 29, n. 6, 2006.

- CERUKS, M.; ROMOFF, P.; FÁVERO, O. A.; LAGO, J. H. G.. **Constituintes fenólicos polares de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae)**. Química Nova, Curitiba, v. 30, n. 3, p.597-599, 2007.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASCZYNSKY, J.N.; PRADO, M.R.M. **Atividade antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Ciênc. Agrotec., Lavras, v.29, n. 3, p. 617-622, 2005.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASCZYNSKY, J.N.; dos SANTOS, R.J. **Atividade antioxidante de Extrato de Fruto de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. Visão acadêmica, Lavras, v.5, n. 2, p. 83-89, 2004.
- FARMACOPEIA BRASILEIRA (FB), 5ed., vol. 1. **Métodos Físicos e físico-químicos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: ANVISA, 2010.
- LIMA, M. R. F.; LUNA, J. S.; SANTOS, A. F.; ANDRADE, M. C. C.; SANT'ANA, A. E. G.; GENET, J. P.; MARQUES, B.; NEUVILLE, L.; MOREAU, N. **Anti-bacterial activity of some Brazilian medicinal plants**. J. Ethnopharmacol., Limerick, v. 105, p. 137-47, 2006.
- LUBBE, A.; VERPOORTE, R. **Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials**. Industrial Crops and products, Amsterdam, v. 34, p. 785- 801, 2011.
- MARTINEZ, M.J.; ALONSO, N.G.; BETANCOURT, J.B. **Actividad antimicrobiana del *Schinus terebinthifolius* Raddi (copal)**. Rev. cub. plantas med., Havana, v.1, n.3, p. 37-39, 1996.
- MELO-JÚNIOR, E. J. M.; RAPOSO, M. J.; LISBOA-NETO, J. A.; DINIZ, M. F. A.; MARCELINO-JÚNIOR, C. A. C.; SANT'ANA, A. E. G. **Medicinal plants in the healing of dry sockets in rats: microbiological and microscopic analysis**. Phytomedicine, Jena, Munich, v. 9, p. 109-16, 2002.
- MILLER, J.A.; THOMPSON, P.A.; HAKIM, I.A.; CHOW, H.-H. S.; THOMSON, C.A. **d-Limonene: a bioactive food component from citrus and evidence for a potential role in breast cancer prevention and treatment**. Oncol. Rev., Pavia, v.5, p.31-42, 2011.
- OLIVEIRA, D.M. **Estudo químico e biológico de Frutos de Plantas de interesse econômico: *Punica granatum* e *Schinus terebinthifolius***. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Química de Produtos Naturais, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2012.
- PAN M.; HO C. **Chemopreventive effects of natural dietary compounds on cancer development**. Chem. Soc. Rev., London, v.37, p.2558-74, 2008.
- PUBCHEM. **Estruturas monoterpênicas presentes em óleos essenciais de frutos e folhas de *Schinus terebinthifolia***. Disponível: <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi>. Acesso : 12ago2017.
- ROVEDA, L.M.; FORMAGIO, A.S.N.; BALDIVIA, D. DA S.; DOS SANTOS, L. A.C; VIEIRA, M. DO; CARDOSO, C. A.L; FOGGIO M.A.; CARVALHO, J.E. DE; FORMAGIO NETO, F. **Composição química e avaliação da atividade antitumoral do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi (ANACARDIACEAE)**. 10º Simpósio Brasil- Japão- Sustentabilidade: um desafio da humanidade, **Anais...** Campo Grande- MS, 2010.
- SALES, M.D.C.; ROSA, A. R.; SILVA, A. M. C. S. **A contribuição da etnobotânica para o estudo da gestão social em comunidades tradicionais: o caso da produção da aroeira no norte do estado do Espírito Santo**. Anais do IX ENAPEGS- Porto Alegre (RS), ano 09, p. 1-16, 2016.
- SANTOS, A.C.A. DOS; ROSSATO, M; AGOSTINI, F.; SANTOS, P.L. DOS; SERAFINI, L.A.; MOYNA, P.; DELLACASSA, E. **Avaliação química mensal de três exemplares de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Revista Brasileira de Biotecnologia, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1011-1013, 2007.

SOUZA, D.C.L. **Diversidade genética, produção de frutos e composição química em *Schinus terebinthifolius* Raddi**. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas), Programa de Pós-graduação em Agrossistemas, Universidade Federal de Sergipe (UFS), SE, 2012

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Arned, 2009. 849p.

VELASQUEZ, E.; TOURNIER, H. A.; BUSCHIAZZO, P. M.; SAAVEDRA, G.; SCHINELLA, G. R. **Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts**. *Fitoterapia*, Amsterdam, v. 74, p. 91-7, 2003.