

ALAN DUMONT CLEMENTE

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DO ÓLEO ESSENCIAL
DA PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agroquímica, para obtenção do
título de “Magister Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2006**

ALAN DUMONT CLEMENTE

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DO ÓLEO ESSENCIAL
DA PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agroquímica, para obtenção do
título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 13 de janeiro de 2006

Prof. Antônio Jacinto Demuner
(Conselheiro)

Prof. Antônio Lelis Pinheiro

Prof^a Vanderlúcia Fonseca de Paula

Prof. Cláudio Ferreira Lima

Prof. Luiz Cláudio de Almeida Barbosa
(Orientador)

**À minha amada esposa Ágata
e ao meu querido filho Iori.
Dedico.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça da vida;

Aos meus queridos pais, João Dumont Clemente e Dalgiza Nogueira Rios Clemente, pelo amor, dedicação e confiança depositados a mim durante todos os momentos de minha vida;

Aos meus irmãos, Alexandre, Eliane e Alisson, pela força, companheirismo e amizade;

A minha amada esposa Ágata pela eterna paciência, amizade, companheirismo e colaboração em todos os momentos;

Ao meu amado filho Iori por existir e por renovar, sempre, minha vontade de vencer;

Aos meus queridos Adalberto Alvício Kaiser e Maria de Fátima Vieira pela constante credibilidade e confiança a mim oferecida;

A Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química e ao programa de Agroquímica pela oportunidade;

Ao meu orientador, Prof. Luiz Cláudio de Almeida Barbosa, pela constante orientação e compreensão;

Ao prof. Antônio Jacinto Demuner pela disposição, sempre que necessário;

Ao prof. Antonio Leis Pinheiro por disponibilizar parte do material necessário para a conclusão deste;

A todos os colegas do LASA pela amizade, ajuda e esclarecimentos;

Aos funcionários José Luiz e Sr. Antônio pela colaboração, sempre que necessário;

A todos meus amigos pela atenção e amizade;

BIOGRAFIA

ALAN DUMONT CLEMENTE, filho de João Dumont Clemente e Dalgiza Nogueira Rios Clemente, nascido em Belo Horizonte, Minas Gerais – Brasil, em 14 de abril de 1978.

Em março de 2003, graduou-se em Química pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2004, iniciou o curso de mestrado em Agroquímica, na mesma instituição.

ÍNDICE

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. COLETA DO MATERIAL VEGETAL.....	15
3.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA SECA.....	15
3.3. EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL.....	16
3.4. ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO ÓLEO ESSENCIAL De <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (PIMENTA-ROSA).....	16
3.5. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXTRAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DOS FRUTOS MADUROS.....	17
3.6. INIBIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RADICULAR DE ALFACE (<i>Lactuca sativa</i>) E PEPINO (<i>Cucumis sativus</i>) EM PLACA DE PETRI.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. COMPARAÇÃO DO TEOR E DA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi NAS DIFERENTES PARTES DA PLANTA.....	20
4.2. INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXTRAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E NO TEOR DO ÓLEO ESSENCIAL.....	32

4.3. VARIAÇÃO SAZONAL DA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL PRESENTE NAS FOLHAS FRESCAS.....	35
4.4. INIBIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RADICULAR DE ALFACE (<i>Lactuca sativa</i>) E PEPINO (<i>Cucumis sativus</i>) EM PLACA DE PETRI.....	38
5. CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	45

RESUMO

CLEMENTE, Alan Dumont, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2006. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE BIOLÓGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA PIMENTA-ROSA (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. Orientador: Luiz Cláudio de Almeida Barbosa. Conselheiros: Antônio Jacinto Demuner e Antônio Lelis Pinheiro.

Schinus terebinthifolius Raddi é uma planta nativa da América do Sul e no Brasil está presente desde o nordeste até o Sul do país. Esta espécie apresenta uma alto poder alelopático e apresenta atividades antioxidantes, antiinflamatórias, anti-sépticas, antifúngicas, anti-bacteriana e mutagênica.

Tendo em vista as propriedades citadas e o alto custo (U\$800,00/L) do óleo essencial desta espécie, o presente trabalho tem como objetivo a análise química e a avaliação da atividade inibidora do óleo essencial extraído das folhas e dos frutos da pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sobre o desenvolvimento radicular de alface (*Lactuca sativa*) e pepino (*Curcumis sativus*).

As etapas de execução do trabalho envolveram a análise sazonal do óleo essencial presente nas folhas, a determinação do teor do óleo essencial das diferentes partes da planta e análises qualitativa e quantitativa de seus constituintes químicos. Além disso, foi avaliada a atividade inibidora sobre o desenvolvimento radicular de alface e pepino cultivados em placa de Petri.

O óleo essencial das folhas, frutos verdes e maduros de *S. terebinthifolius* foi obtido por hidrodestilação, utilizando um aparelho tipo Clevenger, por um período de 3 horas. O hidrolato foi submetido à extração com pentano. O solvente foi eliminado em evaporador rotatório e o óleo essencial foi analisado através da técnica Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas.

Pelos resultados destas análises, observou-se uma predominância de sesquiterpenos no óleo essencial extraído das folhas e dos frutos verdes da pimenta-rosa, enquanto que no óleo essencial extraído dos frutos maduros e do óleo comercial (também dos frutos maduros) uma predominância de monoterpenos. Pode-se observar também que os derivados do germacreno foram mais abundantes nas folhas frescas do que nos frutos maduros.

O óleo essencial extraído dos frutos verdes e das folhas frescas apresentou uma maior concentração de α -pineno (10,21% e 3,81%), (*E*)-cariofileno (4,78% e 13,61%), germacreno-D (5,19% e 37,55%), α -cadineno (15,48% e 3,28%) e α -cadinol (20,60% e 4,29%), respectivamente. Quanto ao óleo essencial comercial e ao óleo essencial extraído dos frutos maduros, observou-se uma maior concentração de α -pineno (18,82% e 12,94%), α -felandreno (23,55% e 13,04%), α -3-careno (6,32% e 29,22%), α -felandreno (16,88% e 18,08%) e germacreno-D (11,89% e 3,09%), respectivamente.

Observou-se que existe uma considerável diferença na concentração dos compostos presentes no óleo essencial extraído, tanto das diferentes amostras, quanto da análise sazonal das folhas. Em relação às diferenças na constituição química, verificou-se que os óleos essenciais das folhas e dos frutos verdes não podem ser usados como substitutos do óleo comercial dos frutos maduros.

Os óleos obtidos das diversas partes da planta foram submetidos a ensaios de atividade sobre o desenvolvimento radicular de pepino e alface em teste de placa de Petri. Os óleos extraídos das folhas frescas, dos frutos verdes e dos frutos maduros, a uma concentração de 10000 ppm, mostraram uma atividade inibidora sobre o desenvolvimento radicular de alface e de pepino de até 92,4% e 84,5%, respectivamente. Todas as amostras mostraram atividade significativa

como inibidoras do desenvolvimento radicular de alface e pepino em relação ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, em concentrações superiores a 2.000 ppm. Os óleos essenciais obtidos das amostras de folhas e dos frutos verdes apresentaram maior atividade inibidora sobre o desenvolvimento radicular de pepino e os óleos essenciais obtidos dos frutos maduros maior atividade inibidora sobre o desenvolvimento radicular de alface.

ABSTRACT

CLEMENTE, Alan Dumont, M.S., Universidade Federal de Viçosa, January, 2006. **chemical composition and biological activity of the pink-pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil.** Adviser: Luiz Cláudio de Almeida Barbosa. Committee Members: Antônio Jacinto Demuner and Célia Regina Álvares Maltha.

Schinus terebinthifolius Raddi is a plant native to South America, and found in northeastern and southern Brazil. This species presents a high allelopathic power as well antioxidant, anti-inflammatory, antiseptic, antifungal, anti bacterial and mutagenic activities. In view of the properties cited above and the high cost (U\$800,00/L) of this species' essential oil, this work aims to analyze the chemical composition and the inhibiting activity of the essential oil extracted from the leaves and fruits of pink-pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) on the radicular development of lettuce (*Lactuca sativa*) and cucumber (*Curcumis sativus*). Seasonal analyses of the essential oil present in the leaves, determination of the essential oil content of the different parts of the plant and qualitative and quantitative analyses of its chemical constituents were carried out. Also, the

inhibiting activity of the essential oil on root development of lettuce and cucumber was evaluated. The essential oil of the leaves, unripe and ripe fruits of *S. terebinthifolius* was obtained by hydro-distillation, using a Clevenger type equipment over 3 hours. The hydrolate was submitted to extraction with pentane. The solvent was eliminated using a rotatory evaporator and the essential oil was analyzed by applying gas chromatography/mass spectrometry technique. The analyses' results showed a predominance of sesquiterpenes in the essential oil extracted from the leaves and unripe fruits of pink-pepper, while in the essential oil extracted from the ripe fruits and in the commercial oil (also extracted from the ripe fruits) a predominance of monoterpenes was observed. It could also be observed that germacrene derivatives were more abundant in the fresh leaves than in the ripe fruits. The essential oil extracted from the unripe fruits and from the fresh leaves presented a greater concentration of β -pinene (10.21% and 3.81%), (E)-caryophyllene (4.78% and 13.61%), germacrene-D (5.19% and 37.55%), d-cadinene (15.48% and 3.28%) and α -cadinol (20.60% and 4.29%), respectively. For the commercial essential oil and the essential oil extracted from the ripe fruits, a greater concentration of α -pinene (18.82% and 12.94%), α -felandrene (23.55% and 13.04%), d-3-carene (6.32% and 29.22%), β -phellandrene (16.88% and 18.08%) and germacrene-D (11.89% and 3.09%) was found, respectively. A considerable difference was found between the concentration of the compounds present in the essential oil extracted in the different samples and in the seasonal analysis of the leaves. With regard to the differences in the chemical constitution, it was verified that the essential oils of the leaves and unripe fruits cannot be used as substitutes of the commercial oil of the ripe fruits. The oils obtained from the several parts of the plant were submitted to assays of activity on the root development of cucumber and lettuce in Petri plate test. The oils extracted from the fresh leaves from the unripe fruits, and from the ripe fruits at a concentration of 10000 ppm, showed an inhibiting activity on the root development of lettuce and cucumber of up to 92.4% and 84.5%, respectively. All samples showed a significant activity as inhibitors of the root development of lettuce and cucumber in relation to the Tukey test at 5% probability at concentrations higher than 2.000 ppm. The essential oils obtained from the leaf and unripe fruit samples presented

higher inhibiting activity on the root development of cucumber and the essential oils obtained from ripe fruits showed greater inhibiting activity on the root development of lettuce.

1 – INTRODUÇÃO

O consumo mundial de fármacos de origem vegetal movimentou 35 bilhões de dólares em 1993, o que corresponde a 20% do total de drogas sintéticas comercializadas no mesmo ano. Em 1995 o mercado europeu movimentou cerca de 6,5 bilhões de dólares com a venda de fitoterápicos e em 1999, nos Estados Unidos, 64% dos produtos comercializados continham plantas medicinais em sua composição (TRENTINI, 2000).

O mercado de óleo essencial e resina de toda Europa e Estados Unidos é avaliado em 653 milhões de dólares, com estimativas de vendas que podem alcançar 796 milhões de dólares em 2009, de acordo com uma reportagem de FROST & SULLIVAN¹. Este estímulo se deve ao aumento de consumidores em busca de produtos alimentícios e componentes de sabores, ambos naturais, levando tal mercado a um constante crescimento.

Tendo em vista o futuro promissor de óleos essenciais, a pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) apresenta-se como uma fonte próspera. Em especial quando se considera o abundante uso popular desta planta (como condimento alimentar e ação terapêutica), cujas propriedades, principalmente o óleo, foram pouco estudadas cientificamente. Para amenizar a carência de informações técnicas sobre o vegetal, foi proposto um estudo mais detalhado da espécie, a fim de quantificar e identificar os principais constituintes presentes nos óleos essenciais de suas folhas e frutos.

Este trabalho objetivou a extração do óleo essencial das folhas, frutos verdes e frutos maduros de *Schinus terebinthifolius* Raddi; a determinação do teor e da constituição química do óleo essencial presente nas diferentes partes desta

planta; a avaliação sazonal do teor e da constituição química do óleo essencial presente nas folhas; a avaliação da influência do tempo de extração na constituição química do óleo essencial presente nos frutos maduros e a determinação do efeito dos óleos essenciais sobre o desenvolvimento radicular de alface (*Lactuca sativa*) e pepino (*Cucumis sativus*) cultivados em placa de Petri.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As plantas constituem uma fonte inesgotável de substâncias potencialmente ativas e, portanto, devem ser consideradas como matéria-prima, como ponto de partida para a descoberta de novas moléculas e para o desenvolvimento de novos fitoterápicos (SIMÕES *et al.*, 2001).

Desde a Antigüidade o homem utiliza frutas, legumes, ervas, água e argila para curar seus males. Mesmo na época atual, na qual a tecnologia médica é capaz de realizações espetaculares, muitas pessoas continuam adeptas da medicina natural. Elas acreditam que o meio natural é o ideal para a recuperação da saúde e manutenção do equilíbrio orgânico. Um novo objetivo médico vem se desenvolvendo no mundo e um de seus pilares é restaurar o equilíbrio global do ser humano, ao invés do uso de paliativos. Além dos custos bem mais baixos que a medicina natural proporciona a quem a utiliza.

Estima-se que atualmente 20.000 espécies de plantas são utilizadas como medicinais em diferentes partes do mundo. Com isso, existe uma preocupação tanto em descobrir novas drogas a partir de plantas como também em orientar a produção das plantas medicinais por práticas agrícolas adequadas (FIGUEIRA, 2000). Desse modo, considera-se o valor das plantas medicinais não apenas como recurso terapêutico, mas também como fonte de recursos econômicos.

Dados recentes mostram que 80% da população mundial vive nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos e que apenas 20%, residentes nos países desenvolvidos, é responsável pelo consumo de 85% dos medicamentos industrializados disponíveis no mercado. No Brasil, os dados são parecidos: 20% de nossa população consome 63% dos medicamentos disponíveis e o restante

busca nos produtos de origem natural, especialmente nas plantas medicinais, a única fonte de recurso terapêutico. As pesquisas existentes em plantas medicinais têm propiciado avanços importantes para a terapêutica de várias patologias e têm se transformado em ferramentas extremamente úteis para o estudo teórico de fisiologia e farmacologia (DOHADWALLA, 1985).

A química de produtos naturais representa, dentro da área de pesquisa em plantas medicinais, um ponto de grande importância. Dos métodos utilizados nessa área pode-se obter o isolamento, a purificação e a correta determinação estrutural de novos compostos, permitindo sua posterior síntese total ou parcial em escala industrial. Nas últimas décadas, os avanços na química de produtos naturais têm sido enormes e o futuro das descobertas de novos medicamentos passa obrigatoriamente por esse campo da ciência.

A composição química das espécies vegetais, especialmente das plantas encontradas nas florestas tropicais, está longe de ser descrita em sua totalidade. Um enorme arsenal de constituintes naturais ainda não foi isolado e estudado quimicamente. Por outro lado, uma grande quantidade de compostos já isolados e com estrutura química determinada ainda não foram estudados quanto às suas atividades biológicas, seja quanto às suas funções para a própria espécie vegetal, seja quanto às suas potencialidades farmacológicas (DI STASI, 1996).

A ocorrência de interações bioquímicas danosas entre plantas alelopáticas geralmente é aceita como um fator ecológico significativo que determina estrutura e composição de comunidades de plantas. Mudanças fisiológicas e bioquímicas diferentes foram estudadas pela atividade biológica de óleos essenciais, como a peroxidação de lipídios, amplamente reconhecidas como um fator toxicológico primário, causado pela geração de radicais livres de uma variedade de fontes que

incluem hidroperóxidos orgânicos e processos de oxidação-redução. Os fatores secundários incluem mudanças na estrutura de membrana, permeabilidade e fluidez, desestabilidade de lisossomos e excitação de apoptoses. Os monoterpenos, principais constituintes de muitos óleos essenciais, têm solubilidade em água desprezível quando comparada a outras classes de compostos orgânicos. Como são importantes agentes alelopáticos em climas quentes e secos por agirem na fase de vapor, estes podem penetrar na terra, afetando adversamente o crescimento de partes subterrâneas de plantas vizinhas (SCRIVANTI *et al.*, 2003). Essa propriedade foi observada nas espécies *Tagetes minuta* L. e *Schinus areira* L., sendo esta última pertencente à mesma família da espécie estudada neste trabalho.

As plantas sintetizam compostos químicos essenciais ao seu desenvolvimento a partir dos nutrientes, da água e da luz que recebem. De acordo com VON POSER & MENTZ (2003), os produtos químicos produzidos pelos vegetais podem ser divididos em dois grandes grupos: os metabólitos primários (lipídeos, protídeos e glicídios), essenciais a todos os seres vivos e com funções bem definidas e os metabólitos secundários, compostos que geralmente apresentam estruturas complexas, baixa massa molar, encontrados em concentrações relativamente baixas e em grupos distintos de plantas.

Segundo VELAZQUEZ *et al.* (2003) a atividade antioxidante dos extratos de *Aristolochia giberti*, *Cecropia pachystachya*, *Eugenia uniflora*, *Piper fulvescens*, *Schinus weinmannifolia* e *Schinus terebinthifolius* (sendo as duas últimas da família Anacardiaceae) é decorrente da inibição da peroxidação de lipídios. As espécies *A. giberti*, *C. pachystachya*, e *S. weinmannifolia*, num sistema enzimático, puderam inibir a peroxidação microssômica de lipídios em ratos a

uma concentração mais baixa do que a requerida para inibir a peroxidação não-enzimática de lipídios. Essas atividades podem ser atribuídas a um efeito de inibição de algumas isoenzimas de citocromos P450. As espécies *C. pachystachya*, *E. uniflora* e *S. terebinthifolius* mostraram uma atividade semelhante na redução de NBT e radical de DPPH. A *S. terebinthifolius* mostrou uma inibição muito fraca em xantina oxidase (13,5% para uma concentração do extrato de 10 mg/mL), não possuindo atividade peroxidativa.

RUFFA *et al.* (2002) analisou a atividade citotóxica de diferentes extratos metanólicos de *A. saturoioides*, *A. macroura*, *L. molleoides* e *S. molle* contra carcinoma hepatocelular Hep G2 de humanos, *in vitro*. O extrato de *S. molle*, da mesma família da pimenta-rosa, teve a maior atividade a uma concentração de 7 µg/mL.

Muitos compostos biologicamente ativos produzidos pelas plantas são também utilizados como odorizantes, pesticidas e fármacos (BALANDRIN *et al.*, 1985). Dentre os metabólitos especiais destacam-se os óleos essenciais, produzidos pelas plantas e armazenados em estruturas anatômicas como células oleíferas, cavidades, canais secretores e pêlos glandulares. Os óleos essenciais são utilizados como drogas inteiras ou como componentes modelos de síntese de outras drogas (BALANDRIN *et al.*, 1985; GOTTLIEB & SALATINO, 1987).

Segundo WATERMAN (1993), os óleos essenciais podem ser definidos como misturas complexas, contendo 100 ou mais compostos orgânicos, normalmente voláteis aromáticos que conferem odor característico à planta. OPREAN *et al.* (2001) se referem aos óleos essenciais como misturas de derivados fenilpropanóides ou de terpenóides, havendo, segundo SIMÕES *et al.* (2001) um maior predomínio destes últimos.

A composição dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém os fatores ambientais podem causar variações significativas em seus componentes. Os monoterpenos e os sesquiterpenos apresentam-se como os compostos mais abundantes. A época de colheita, o horário e o modo de secagem do material vegetal também podem ter influência sobre a composição e o teor do óleo (SILVA *et al.*, 2003).

Existem vários métodos de extração de óleos em vegetais. MARONGIU *et al.* (2004) compararam os óleos obtidos da espécie *Schinus molle* em três diferentes métodos de extração: por arraste a vapor, hidrodestilação e por extração de CO₂ supercrítico. A tabela abaixo mostra a porcentagem de alguns constituintes dos óleos obtidos nos diferentes métodos de extração.

Tabela 1 – Variação do teor (%) de alguns constituintes de amostras de óleo essencial de *Schinus molle* obtidas por diferentes métodos de extração.

COMPOSTOS	ESC	HD	AV
α -Felandreno	26,5	25,1	39,0
Limoneno + β -Felandreno	22,2	21,0	29,0
Elemol	10,8	14,2	6,5
α -Eudesmol	6,0	11,3	3,4
Germacreno B	3,1	-	-
α -Pinoeno	-	0,1	4,2
Epi- α -muurolol	-	1,9	-

AV: arraste a vapor; HD: hidrodestilação; ESC: extração com fluido supercrítico, utilizando o CO₂ como solvente (MARONGIU *et al.*, 2004)

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de os compostos presentes no óleo essencial serem ligeiramente solúveis em água, por conseguinte, especialmente o AV induz migração desses compostos de dentro da folha para sua superfície, seguida por sua subsequente evaporação. Portanto, somente compostos de massa molar baixa são extraídos do vegetal. O CO₂ supercrítico imita as características de solventes orgânicos, que podem ser modificadas de

acordo com as condições operacionais. Então, compostos de alta massa molecular podem ser extraídos mediante alta densidade de CO₂.

Vários vegetais produzem óleos essenciais, dentre eles estão incluídos vários representantes da família *Anacardiaceae*. As espécies dessa família são consideradas invasoras de campos cultivados, pastagens e similares. Dentre tais plantas se encontra a aroeirinha, também conhecida como pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) (WHEELER *et al.*, 2001).

A pimenta-rosa, nativa da América do Sul, foi introduzida nos Estados Unidos por volta do ano de 1900 com fins ornamentais e econômicos (EWE & STERNBERG, 2003). Por ser uma espécie de alto poder na produção de compostos alelopáticos e de rápido desenvolvimento e reprodução, mostrou-se uma espécie invasora e perigosa para a biodiversidade, já que interfere tanto na fauna quanto na flora local. Após um período de aproximadamente 100 anos de sua introdução no sul da Flórida, esta espécie já ocupa uma área com uma extensão aproximada de 4000 Km² (MEDAL *et al.*, 1999).

A pimenta-rosa é uma árvore de 4 a 10 m de altura, de tronco com casca espessa e copa densa. Suas folhas são compostas por 3 a 10 pares de folíolos, de bordas serradas e suas flores pequenas, de coloração amarelo-clara, florescendo de setembro a janeiro. São aromáticas e atrativas para abelhas e outros animais.

As aroeiras, de pequeno porte, são ornamentais e estão presentes em grande parte do território nacional desde Pernambuco até o Rio Grande do Sul.

Em Minas Gerais, são muitas as plantas conhecidas com o nome de aroeira. Pelos diversos nomes populares pelos quais são conhecidas, observa-se que são espécies espalhadas por todo o país: aroeira-da-praia, aroeira-de-bugre,

aroeira-do-sertão, aroeira-do-mato, aroeira-de-capoeira, aroeira-do-campo, aroeira-de-goiás, aroeira-do-amazonas, aroeira-do-rio-grande, aroeira-rasteira, aroeira-mansa, aroeira-brava, aroeira-preta, aroeira-branca e, por fim, a aroeira-vermelha (pimenta brasileira ou pimenta-rosa).

Especificamente a aroeira-vermelha, também chamada de pimenta-rosa, é nativa do Brasil. Quando frutifica torna-se muito atraente, pois se recobre toda de cachos com frutos pequenos e de cor vermelha bem forte e brilhante, posicionados nas extremidades dos ramos. Apresenta polpa comestível sendo muito procurada pela avifauna, frutificando de janeiro a julho.

Em muitos lugares acredita-se que o óleo essencial contido nesta planta tenha propriedades venenosas, mas o que ocorre de fato é uma simples reação alérgica dos indivíduos mais sensíveis, sem causar maiores danos. Também por esses motivos, a pimenta brasileira é conhecida como falsa-pimenta ou aroeira-mansa. A pequena semente de seu fruto, redonda e lustrosa, inscreve-se entre as muitas especiarias existentes utilizadas essencialmente para acrescentar sabor e refinamento aos pratos da culinária universal. Das cascas das sementes das aroeiras, da pimenta-rosa em especial, extrai-se um óleo muito utilizado na medicina popular e reputado como eficiente no tratamento de febres, tumores, doenças da córnea e das vias respiratórias e urinárias.²

As sementes têm um sabor picante, sendo usadas em xaropes, vinagres, e bebidas no Peru. São acrescentadas a vinhos no Chile². As sementes secas também foram usadas como adulterador da pimenta-do-reino em alguns países, além de serem utilizadas como substituto da pimenta nos trópicos.

A pimenta-rosa possui inúmeras potencialidades medicinais. Alguns de seus metabólitos secundários têm auxiliado no tratamento e cura de diversos

males (GUERRA *et al.*, 2000; AMORIM & SANTOS, 2003). Aparentemente, todas as partes dessa árvore tropical – folhas, cascas, frutos, sementes, resina e óleo resínico ou bálsamo – foram utilizadas medicinalmente pelas tribos indígenas ao longo dos trópicos². Nas Américas Central e do Sul é também utilizada como adstringente, antibacteriano, balsâmico, colírio, diurético, medicamento estomacal, tônico, antivirótico². No Peru, a seiva é usada como purgante e diurético e a planta inteira é externamente usada para fraturas, além de ser um eficaz anti-séptico². O óleo resinoso é usado como cicatrizante para feridas e dores de dente – uso tópico; e para reumatismo, suto e como purgante – uso interno¹. Na África do Sul, o chá da folha é usado para tratar resfriados, e a decocção das folhas é inalada para resfriados, hipertensão, depressão, e arritmia².

No Brasil, o chá da casca é usado como purgante, enquanto o chá da casca e da folha é usado como estimulante e antidepressivo². Na Argentina, a decocção é feita com as folhas secas e é usada para desordens menstruais, infecções de áreas respiratórias e desordens urinárias². A planta tem uma história longa de uso e aparece também em artefatos religiosos antigos².

É usada também em muitas enfermidades nos trópicos, inclusive no tratamento de blenorragia, amenorréia, bronquites, cataratas, gengivites, gonorréia, oftalmia, reumatismo, feridas, inchações, tuberculose, úlceras, uretrites, doenças venéreas, verrugas e feridas. As folhas e/ou casca secas são empregadas para problemas de coração (hipertensão e arritmia), infecções de todos os tipos, e desordens menstruais como hemorragia excessiva, tumores, e inflamação geral. Um extrato líquido ou tintura preparada com a casca são

interiormente usados como estimulante, tônico e adstringente, externamente para reumatismo, gota e sífilis².

Estudos mostraram que *Schinus terebinthifolius* Raddi é indicada para o tratamento de estomatite e é externamente usada como anti-séptico, agente curativo e antiinflamatório. O extrato hidroalcolólico da casca da planta também se apresentou como antiinflamatório eficaz, aliado à ação anti-histâmica. Seu óleo essencial mostrou atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus albus* (SIDDIQUI *et al.*, 1995).

Em 1996, SIDDIQUI *et al.* estudaram a atividade antifúngica do óleo essencial da pimenta-rosa nos fungos *Aspergillus niger*, *A. parasiticus*, *A. flavus*, *A. oryzae*, *A. fumigatus*, *Penicillium digitatum*, *Trichoderma Spp* e *Helminthosporium oryzae*. Os testes antifúngicos mostraram resultados positivos para todos os fungos testados.

A análise fitoquímica da pimenta brasileira revelou que a mesma contém taninos, alcalóides, flavonóides, saponinas esteroidais, esteróis, terpenos, e uma quantidade grande de óleo essencial (CARVALHO *et al.*, 2003). Os óleos essenciais presentes nas folhas, cascas, e frutos são uma fonte rica de substâncias químicas. O fruto pode conter até 5% de óleo essencial, e as folhas até 1%. Em testes de laboratório, o óleo essencial demonstrou propriedades antifúngicas e antibacterianas. O extrato de folhas demonstrou ações antivirais e, além destas propriedades, a pimenta brasileira exibe ainda atividade anticancerígena e citotóxica.³

Em 1996 uma patente norte-americana foi premiada para uma preparação do óleo essencial de pimenta-rosa como um bactericida usado contra *Pseudomonas* e *Staphylococcus* em humanos e animais. A mesma companhia foi

2 – <http://bibvirt.futuro.usp.br/especiarias/frutasnobrasil/aroeira.html> - 21/12/04

3 – http://ci-66.ciagri.usp.br/pm/ver_1pl.asp?f_cód=13 – 21/12/2004

premiada em 1997 por uma preparação semelhante usada como um limpador de ferida, antibacteriano⁴.

O extrato da pimenta-rosa mostrou potencial mutagênico em bactérias e propriedades antioxidantes, propriedades estas atribuídas à presença de flavonóides (CARVALHO *et al.*, 2003). Atividade antioxidante também foi encontrada por DEGASPARI *et al.* (2004), quando estudavam os extratos aquosos e etanólicos dos frutos da pimenta-rosa.

Compostos fenólicos foram encontrados em extratos etanólicos de todas as partes desta planta, principalmente nas flores. Estes compostos também são responsáveis por sua atividade medicinal, geralmente em tratamentos de processos inflamatórios (SOARES *et al.*, 1998).

Os óleos essenciais são ricos em monoterpenos e sesquiterpenos. Por exemplo, os compostos 1,8-cineol, α -terpineol, borneol, são descritos como potentes agentes inibidores de germinação e crescimento radicular em plantas (ASPLUND, 1968, 1969; MULLER, 1965; FISCHER, 1986, 1991). Estes compostos, por causarem a redução da atividade mitótica e formação de glóbulos lipídicos nas plantas, exibem atividades fitotóxicas em diversas espécies como milho, soja, trigo, alfafa, pepino (VAUGHN & SPENCER, 1993).

FISCHER *et al.* (1994) evidenciaram a atividade alelopática de inibição da germinação e do crescimento radicular de *Schizachyrim scoparium* e *Leptochloa dubia* causada por uma mistura de monoterpenos.

Os compostos derivados do cadineno possuem um grande efeito inibidor de germinação e crescimento radicular em *Allium cepa*, *Raphanus sativus* e *Cucumis sativus* (BARUAH *et al.*, 1994). Também foi confirmada a atividade alelopática como inibidores de germinação e de crescimento radicular de dois

compostos terpin-4-ol e 1,8-cineol, ambos monoterpenos, contra as espécies *Hordeum vulgare* e *Bromus mollis* (HEISEY & DELWICHE, 1984).

ELAKOVICH & STEVENS (1985) estudaram a atividade alelopática da espécie *Lippia nodiflora*, também relatada como inibidora de germinação e crescimento radicular por EVENARI (1949). O óleo essencial contido nas folhas e flores de *Lippia adoensis* é constituído por uma mistura complexa de monoterpenos e sesquiterpenos, o qual também mostrou significativa atividade alelopática (ELAKOVICH & OGUNTMEIN, 1987).

Segundo EINHELLIG (1986), terpenos oxigenados possuem maior atividade inibidora de desenvolvimento radicular que terpenos não oxigenados, fator este que pode estar relacionado à maior solubilidade dos primeiros em água.

Vários grupos de pesquisas administraram estudos da pimenta-rosa em animais, o que comprova alguns de seus muitos usos populares em medicina herbária⁴. Extratos de folhas demonstraram atividade analgésica em ratos e propriedades antiespasmódicas em ratos e porcos⁴. Em outro estudo, no qual se avaliou o extrato dos frutos e das folhas, pode-se observar a atividade hipotensiva em cachorros e ratos, estimulante uterino para porcos e coelhos, relatando-se ainda as atividades antiinflamatórias⁴.

O óleo essencial de pimenta-rosa não mostrou nenhuma toxicidade a animais e humanos. Herboristas e médicos de saúde natural nas Américas do Norte e do Sul usam a pimenta-rosa principalmente para resfriados e outras infecções respiratórias superiores; como remédio de coração para hipertensão e arritmia; para infecções provocadas por fungos e bactérias; e como erva que regula numerosas desordens e cólicas menstruais em mulheres⁴.

Contudo, atualmente, a espécie vem se destacando cada vez mais pelo consumo de seus frutos, cuja demanda como condimento alimentar tem aumentado muito, tanto no mercado nacional como no internacional.

Na atualidade, a exploração de seus frutos se restringe basicamente à coleta manual em populações naturais, presentes principalmente em áreas de restinga do litoral brasileiro, em especial no Espírito Santo. Embora seja uma espécie aparentemente pouco cultivada no Brasil, a pimenta brasileira possui um grande potencial para exploração e uso. Em viveiros, esta espécie floresce e frutifica já no primeiro ano de vida, o que sugere um retorno em curto prazo para quem investir em seu cultivo. Adicionalmente, sua alta plasticidade ecológica permite-lhe ocupar diversos tipos de ambientes e formações vegetais, favorecendo e aumentando as chances de seu cultivo em diversas regiões do Brasil (LENZI & ORTH, 2004).

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

As amostras de folhas frescas e frutos verdes, para a determinação do teor e da constituição química do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*, foram obtidas a partir de dois exemplares adultos localizados no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, coletadas no período de outubro de 2004 a setembro de 2005.

As folhas foram coletadas mensalmente em pontos aleatórios na copa das árvores e em horários diversos. A amostra foi subdividida em três partes de até 100 g para a extração do óleo.

Os frutos verdes e as folhas com floração no galho foram coletados no mês de outubro de 2004. Os frutos maduros foram fornecidos pela empresa Agrorosa Ltda, localizado no Estado do Espírito Santo e o óleo essencial comercial é de origem Européia e recebe o nome de Flavéx.

3.2 – DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA SECA

Para a determinação do teor de matéria seca foram utilizadas alíquotas de aproximadamente 3 g das diferentes amostras, em triplicatas. Estas foram colocadas na estufa a aproximadamente 100 °C por um período de 6 horas. Após este período, foi determinada a massa restante e calculado o teor médio de água das amostras.

3.3- EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DAS DIVERSAS AMOSTRAS

Para a extração do óleo essencial das folhas, foram utilizadas amostras frescas e inteiras. Os frutos verdes foram obtidos de amostras frescas e os frutos maduros de amostras beneficiadas; ambos triturados para posterior extração do óleo essencial.

O processo de extração do óleo essencial utilizado em todas as amostras foi a hidrodestilação, por três horas consecutivas e em triplicatas, utilizando-se o aparelho tipo Clevenger. O óleo obtido foi recolhido com aproximadamente 50 mL de água e extraído com 3 x 30 mL de pentano. A fase aquosa foi descartada e a fase orgânica secada com sulfato de magnésio anidro, sendo o solvente removido sob baixa pressão, a 40 °C. O óleo foi acondicionado em frascos de vidro e mantidos sob refrigeração à temperatura de aproximadamente 0 °C, até o momento da análise qualitativa e quantitativa.

3.4- ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS ÓLEOS ESSENCIAS DA PIMENTA-ROSA

As amostras dos óleos essenciais obtidas foram submetidas à análise por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM). Foi utilizado aparelho Shimadzu QP 5050 e coluna DB-5 (30 m x 0,25 mm e 0,25 µm), utilizando as seguintes condições: fluxo de gás de arraste (He) de 1 mL/min, temperatura de injetor de 220 °C e temperatura inicial da coluna de 60 °C,

aumentando de 2 °C por minuto até 240 °C, permanecendo constante por 30 minutos.

Foi injetado 1 µL de cada amostra preparada a partir de 10 mg de óleo essencial, diluídos em 1 mL de hexano.

A identificação dos compostos foi realizada pela comparação dos espectros de massas obtidos experimentalmente com o banco espectral Wiley, 7ª Edição e também pelo índice de retenção relativo (ADAMS, 1995). O detector de massas operou com ionização por impacto de elétrons (70 eV) com amplitude de varredura de 30 a 600 m/z.

O teor dos constituintes do óleo essencial foi determinado por cromatografia gasosa, utilizando o aparelho CG 17A da SHIMADZU, operando com a mesma coluna DB-5 e as mesmas condições operacionais já descritas. Os teores dos óleos essenciais foram calculados em relação à matéria seca.

3.5 – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXTRAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA E NO TEOR DO ÓLEO ESSENCIAL DOS FRUTOS MADUROS

O processo de extração do óleo essencial utilizado foi a hidrodestilação, em triplicatas, por três horas, utilizando-se o aparelho tipo Clevenger. Para a extração do óleo essencial utilizaram-se amostras dos frutos maduros e frações do hidrolato foram coletadas a cada vinte minutos, totalizando nove frações, durante as três horas de extração.

A identificação e o teor dos constituintes do óleo essencial foram determinados como descrito anteriormente no item 3.4.

3.6 – ENSAIOS COM OS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *S. terebinthifolius* PARA AVALIAR A INIBIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RADICULAR DE ALFACE (*Lactuca sativa*) E PEPINO (*Curcumis sativus*) EM PLACA DE PETRI

Ensaio biológico foram realizados a fim de avaliar a atividade fitotóxica de amostras de folhas e de amostras de óleos essenciais de *Schinus terebinthifolius* Raddi. Para isso, realizou-se primeiramente o teste de difusão em meio sólido com as amostras de óleos essenciais provenientes das folhas (OF) e frutos verdes (OFrV) frescos, provenientes do setor de Dendrologia (Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG) e amostras de óleo extraídas dos frutos maduros (OFrM) de origem comercial. Além disso, fez-se uso direto da folha fresca. Neste ensaio foram avaliados os efeitos das referidas amostras sobre o desenvolvimento radicular de alface (*L. sativa*) e pepino (*c. sativus*), utilizando-se a metodologia descrita por EINHELLIG, 1983, com adaptações. O ensaio foi realizado utilizando-se placas de Petri, de 9 cm de diâmetro, contendo 2 discos de papel filtro e 20 sementes cada. Os tratamentos consistiam na adição das amostras de óleo essencial em solução aquosa, com concentração de 1.000, 2.000 e 10.000 ppm, e da folha inteira e fresca, além da testemunha, tratada apenas com água. Para isso, foram distribuídas nas placas alíquotas de 3 mL de água destilada. Posteriormente, foram dispostos sobre o papel filtro 20 sementes da planta teste e adicionados 3 µL de óleo de cada amostra para o teste a uma concentração de 1.000 ppm. Para os testes a 2.000 e 10.000 ppm foram adicionados em cada placa 6 µL e 30 µL do óleo, respectivamente. As placas foram vedadas e acondicionadas em câmara climática MA 402 (Marconi), à temperatura de 25 °C, sob lâmpada fluorescente (8

x 40 Watts). O processo de inibição da germinação foi acompanhado, em intervalos de 24 h, por um período de três dias e, ao final deste período, todas as raízes foram medidas para se avaliar seu desenvolvimento. As porcentagens de inibição foram calculadas com base nos dados obtidos nos experimentos controles, realizados nas mesmas condições dos tratamentos.

Todo o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições. As análises estatísticas foram realizadas através de comparações pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - COMPARAÇÃO DO TEOR E DA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Schinus terebinthifolius* Raddi NAS DIFERENTES PARTES DA PLANTA

Os teores dos óleos essenciais, em relação à matéria seca, foram de 0,44% para a amostra de folhas frescas, 0,11% para as amostras de folhas frescas com floração nos galhos, 3,98% para a amostra de frutos verdes e 4,65% para a amostra de frutos maduros, como mostra o gráfico da Figura 1. Observa-se uma grande queda no teor do óleo das folhas frescas (OF) e folhas com floração (OFF), provavelmente utilizado no processo de floração e de crescimento dos frutos (WATERMAN, 1993).

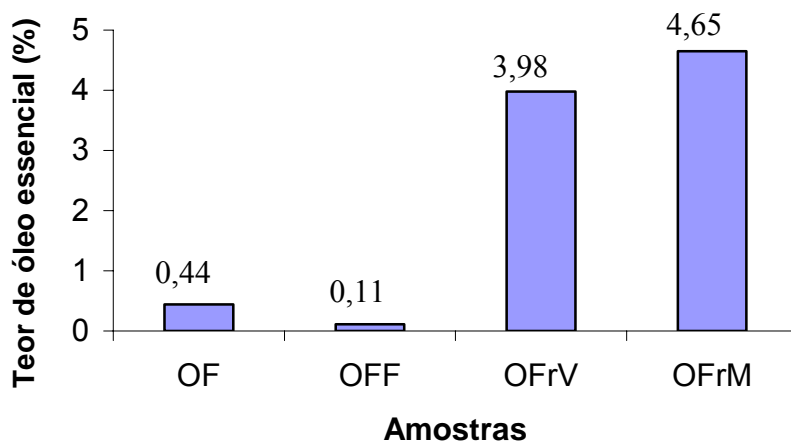


Figura 1 – Teor dos óleos essenciais de *Schinus terebinthifolius* Raddi em relação à matéria seca: OF - óleo essencial das folhas frescas; OFF - óleo essencial das folhas com floração nos galhos; OFrV - óleo essencial dos frutos verdes; OFrM - óleo essencial dos frutos maduros beneficiados.

As porcentagens de matéria seca foram de 36,7% para a amostra de folhas, 36,8% para a amostra de folhas com floração, 24,5% para a amostra de frutos verdes e de 8,5% para a amostra de frutos maduros beneficiados.

Na Tabela 1 estão apresentados os teores de todos os compostos identificados no óleo essencial presente nas amostras de folhas frescas (OF), de folhas frescas com floração nos galhos (OFF) e dos frutos verdes (OFrV), todos coletados no mês de outubro de 2004. Também se observam os teores dos compostos identificados nas amostras de óleo essencial presente nos frutos maduros (OFrM) de origem comercial e do óleo essencial comercial (OC) denominado Flavéx. Estes compostos estão também destacados nos cromatogramas das figuras 3 a 7.

Tabela 1 – Teores (%) dos componentes identificados dos óleos essenciais de *Schinus terebinthifolius* Raddi, determinados por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas.

SINAL	TR	IK	COMPOSTOS	OF	OFF	OFrV	OFrM	OC
1	6,29	933	α -tujeno	-	-	0,01	0,21	0,2
2	6,53	940	α -pineno	1,07	-	3,06	12,94	18,82
3	6,89	960	α -Terpineno	-	-	-	-	0,05
4	7,80	977	Sabineno	0,08	-	0,40	3,25	2,33
5	7,93	980	β -pineno	5,75	0,09	10,21	5,02	2,54
6	8,39	991	Mirceno	0,05	-	0,41	-	1,99
7	8,89	1004	α -felandreno	1,14	-	0,14	13,04	23,55
8	9,04	1010	δ -3-careno	-	-	-	29,22	6,32
9	9,25	1019	<i>o</i> -ocimeno	-	-	-	-	0,08
10	9,64	1026	<i>p</i> -cimeno	0,06	-	-	0,20	4,03
11	9,84	1031	β -felandreno	0,12	0,07	2,49	18,08	16,88
12	10,19	1040	(<i>Z</i>)- β -ocimeno	5,73	-	-	-	-
13	10,61	1050	(<i>E</i>)- β -ocimeno	0,53	-	-	-	-
14	11,05	1061	γ -terpineno	0,70	-	0,10	0,25	-
15	12,31	1088	Terpinoleno	0,12	-	0,10	-	0,64
16	12,78	1097	Linalol	0,20	0,11	-	1,04	-
17	13,36	1112	Endo-fenchol	0,06	0,04	0,01	-	-
18	14,48	1138	Trans-pinocarveol	-	0,14	-	-	-
19	14,90	1148	Confeno hidratado	-	0,07	-	-	-
20	15,71	1165	Borneol	0,05	0,22	0,02	-	-

	TR	IK	COMPOSTOS	OF	OFF	OFRV	OFRM	OC
21	16,25	1177	Terpin-4-ol	0,81	1,17	0,62	0,29	-
22	16,89	1189	α -terpineol	3,39	5,35	1,47	-	-
23	17,12	1194	Mirtenol	-	0,20	-	-	-
24	17,63	1205	Verbenona	-	0,06	-	-	-
25	21,23	1284	Acetato de bornila	0,09	-	-	-	-
26	23,66	1339	δ -elemeno	2,61	-	-	-	-
27	24,18	1351	α -cubebeno	0,07	0,07	0,07	-	-
28	24,25	1353	Acetato de citronelila	-	-	-	-	0,16
29	24,60	1360	Ác. Gerânico	-	0,23	-	-	-
30	25,16	1372	α -ilangeno	0,06	-	-	-	-
31	25,36	1376	α -copaeno	0,53	0,34	0,29	-	0,32
32	25,75	1384	β -bourboneno	0,12	0,29	-	-	-
33	26,07	1391	β -elemeno	1,16	5,92	1,15	0,32	-
34	26,86	1409	α -gurjuneno	0,08	0,08	1,80	-	-
35	27,36	1419	(<i>E</i>)-cariofileno	13,61	2,93	4,78	1,45	2,34
36	27,68	1429	β -gurjuneno	0,24	0,23	-	-	-
37	27,86	1433	γ -elemeno	0,15	0,21	-	-	-
38	28,10	1439	Aromadendreno	0,04	0,77	-	-	-
39	28,28	1443	α -guaiano	-	0,21	-	-	-
40	28,51	1448	α -himachaleno	-	0,28	-	-	-
41	28,73	1454	α -humuleno	1,20	0,65	1,26	0,19	0,14
42	28,88	1458	(<i>E</i>)- β -farneseno	-	0,23	0,62	-	-
43	29,04	1461	Alloaromadendreno	-	0,86	0,85	-	-
44	29,79	1475	β -chamigreno	0,43	1,29	-	-	-
45	29,87	1476	γ -muuroleno	-	-	0,80	-	0,07
46	30,12	1481	Germacreno-D	37,55	16,06	5,19	3,09	11,89
47	30,23	1487	β -selineno	0,17	1,43	-	-	-
48	30,36	1491	δ -selineno	0,61	-	0,35	-	-
49	30,60	1495	Biciclogermacreno	5,09	20,82	-	0,57	1,40
50	30,74	1499	α -muuroleno	0,95	-	2,85	-	-
51	30,95	1504	Germacreno-A	0,78	4,81	0,63	-	-
52	31,04	1507	β -bisaboleno	-	-	0,21	-	-
53	31,29	1513	γ -cadineno	0,55	0,31	1,58	-	-
54	31,70	1524	δ -cadineno	3,28	3,11	15,48	1,22	0,32
55	32,04	1532	Cadina-1,4-dieno	0,13	0,20	1,07	-	-
56	32,25	1537	α -cadineno	0,21	0,09	0,37	0,15	-
57	32,43	1542	α -calacoreno	0,18	0,65	-	-	-
58	32,57	1548	Elemol	-	-	-	-	1,88
59	33,07	1557	Germacreno-B	2,87	-	-	0,22	0,64
60	33,14	1559	Epi-globulol	-	0,07	-	-	-
61	33,26	1562	β -calacoreno	0,06	-	-	-	-
62	33,30	1563	(<i>E</i>)-nerolidol	0,17	0,32	-	-	-
63	33,45	1567	Ledol	-	0,72	0,53	-	-
64	33,78	1574	Germacreno-D-4-ol	-	-	2,36	-	-
65	33,85	1576	Espatulenol	0,10	4,04	-	0,21	1,11
66	34,07	1581	Óxido de cariofileno	-	-	0,21	-	0,31
67	34,11	1583	Globulol	0,58	3,14	-	-	-
68	34,14	1585	Gleenol	-	-	0,19	-	-

	TR	IK	COMPOSTOS	OF	OFF	OFRV	OFRM	OC
69	34,47	1591	Viridiflorol	0,69	2,69	0,98	-	-
70	34,67	1596	Guaiol	0,05	-	-	-	-
71	34,87	1600	Rosifoliol	-	1,20	-	-	-
72	34,89	1601	Epi-globulol	0,62	-	0,79	-	-
73	35,89	1627	1-epi-cubenol	0,19	0,56	0,62	-	-
74	35,92	1628	Isoespatulenol	1,84	-	-	-	-
75	36,02	1631	γ -eudesmol	0,35	0,44	-	-	-
76	36,44	1642	Epi- α -muurolol	2,45	-	9,89	0,35	-
77	36,59	1646	α -muurolol	2,44	2,98	1,58	-	-
78	36,94	1655	α -cadinol	2,73	5,32	20,60	1,21	-
79	37,71	1674	Hedicariol	-	0,38	-	-	-
80	38,10	1684	α -bisabolol	0,80	0,31	-	0,26	-
81	38,10	1685	Epi- α -bisabolol	-	-	0,42	-	-
			TOTAL	96,6	91,76	96,56	92,78	98,01

TR - Tempo de Retenção (minutos); IK - Índice de Kovats; OF - Amostra de óleo essencial das folhas frescas; OFF - Amostra de óleo essencial das folhas frescas com floração nos galhos; OFrV - Amostra de óleo essencial dos frutos verdes; OFrM - Amostra de óleo essencial dos frutos maduros e OC - óleo comercial.

Pelo gráfico apresentado na figura 2, observa-se que nas amostras de óleo essencial das folhas frescas, folhas frescas com floração no galho e frutos verdes há uma maior concentração de sesquiterpenos. Já nas amostras de óleo essencial dos frutos maduros e do óleo comercial, observa-se uma maior concentração de monoterpenos.

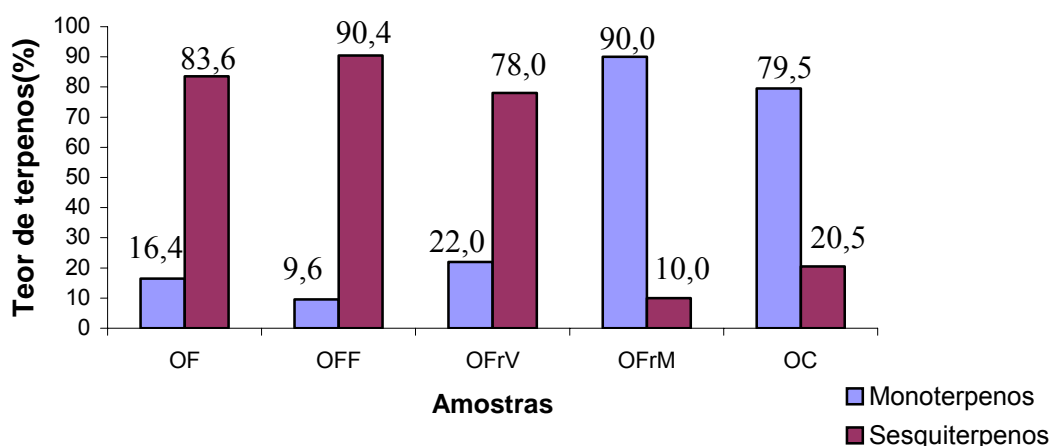


Figura 2 – Comparação dos teores de monoterpenos e sesquiterpenos identificados nas amostras de óleo essencial das folhas frescas (OF), folhas frescas com floração nos galhos (OFF), frutos verdes (OFRV), frutos maduros (OFRM) e do óleo comercial (OC).

Nos cromatogramas apresentados nas Figuras 3 a 7, estão destacados os principais constituintes (>1%) presentes nas amostras de óleo essencial.

No cromatograma apresentado na Figura 3, do óleo essencial presente na amostra de folhas frescas, observa-se o registro de 69 picos, dos quais 50 foram identificados no presente trabalho, correspondendo a aproximadamente 92,10% do óleo essencial. Nessa amostra, os compostos majoritários foram (*E*)-cariofileno (13,61%), germacreno-D (37,55%), representados pelos picos 35 e 46, respectivamente.

Na Figura 4, que apresenta o cromatograma do óleo essencial presente na amostra de folhas frescas com floração nos galhos, observa-se o registro de 83 picos, dos quais 49 foram identificados no presente trabalho, correspondendo a aproximadamente 91,76% do óleo. Nesta amostra, os compostos majoritários foram β -elemeno (5,92%), germacreno-D (16,06%) e biciclogermacreno (20,82%), representados pelos picos, 33, 46 e 49, respectivamente.

O óleo essencial presente na amostra de frutos verdes está representado pelo cromatograma da Figura 5, no qual se observa o registro de 66 picos, dos quais 42 foram identificados no presente trabalho, correspondendo a aproximadamente 96,56% do óleo. Nesta amostra, os compostos majoritários foram β -pineno (10,21%), δ -cadineno (15,48%), epi- α -muurolol (9,89%) e α -cadinol (20,60%), representados pelos picos 5, 54, 76 e 78, respectivamente.

Nos frutos maduros, o óleo essencial está representado pela Figura 6, em cujo cromatograma se observa o registro de 31 picos, dos quais 23 foram identificados no presente trabalho, correspondendo a aproximadamente 92,78% do óleo. Nesta amostra, os compostos majoritários foram α -pineno (12,94%), β -

pineno (5,02%), α -felandreno (13,04%), δ -3-careno (29,22%) e β -felandreno (18,08%), representados pelos picos 2, 5, 7, 8 e 11, respectivamente.

O óleo comercial (Flavéx) originou o cromatograma apresentado na Figura 7. Observa-se o registro de 31 picos, dos quais 24 foram identificados no presente trabalho, correspondendo a aproximadamente 98,01% do óleo. Nesta amostra, os compostos majoritários foram α -pineno (18,82%), α -felandreno (23,55%), δ -3-careno (6,32%), β -felandreno (16,88%), e germacreno-D (11,89%), representados pelos picos 2, 7, 8, 11 e 46, respectivamente.

Contrastando o presente trabalho com a literatura, observamos que muitos dos principais compostos presentes nos óleos essenciais desta planta são os mesmos, tendo uma maior variação em seus teores. Para comparação, podemos citar o trabalho de MALIK *et al.*, (1994), que identificou os compostos α -pineno (43,20%), canfeno (0,42%), β -pineno (2,29%), sabineno (1,91%), α -felandreno (18,85%), 3-careno (0,27%), *p*-cimeno (0,84%), γ -terpineno (0,76%), terpinoleno (1,07%) e β -cariofileno (0,41%) como os principais compostos, porém, não especificou qual a parte da planta foi estudada.

IBRAHIM *et al.* (2005) destacaram a presença dos compostos α -felandreno (23,4%), elixeno (15,18%), α -pineno (15,01%) e germacreno-D (14,31%) no óleo essencial dos frutos de *Schinus terebinthifolius*. Observa-se a presença do composto elixeno como um dos majoritários, composto que não foi identificado em nenhuma das amostras de óleos essenciais do presente trabalho. SINGH *et al.* (1998) trabalharam com amostras de óleos obtidas das folhas e das inflorescências desta planta e apontaram a presença dos compostos α -pineno (24,4%), *p*-cimeno (14,3%) e limoneno (11,9%), sendo este último também não identificado no presente trabalho.

Nos trabalhos de CHOWDHURY *et al.* (2001) e de JAMAL *et al.* (2001), todos em relação ao óleo essencial presente nas folhas de *Schinus terebinthifolius*, foram priorizados os compostos α -pineno, *cis*-pinano, β -pineno, sabineno, *cis*-verbenol, cariofileno, β -citral, acetato de terpenila, elemol, timol, α -cadinol, 3-careno, α -felandreno, limoneno, *p*-cimeno, β -cimeno, β -elemeno, isocariofileno, α -cubebeno e β -cadineno. A grande maioria dos compostos também foi enfatizada no presente trabalho. Outros compostos como o *cis*-pinano, *cis*-verbenol, β -citral, acetato de terpenila, timol, limoneno, isocariofileno, entre outros, não estão presentes ou não foram identificados nas amostras de óleos essenciais deste trabalho.

CHOWDHURY *et al.* (2001) ainda destaca o predomínio de monoterpenos (68,63%) no óleo essencial das folhas de *S. terebinthifolius*, enquanto no presente trabalho verificamos o predomínio de sesquiterpenos (80,57%).

Pelos dados descritos na literatura, e comparação com os resultados obtidos neste trabalho, é possível verificar que existe uma variação entre os compostos majoritários presentes nas diferentes amostras de óleos essenciais. Estas pequenas variações na constituição química das diferentes amostras dos diferentes trabalhos induzem a crer que se trata de quimiótipos diferentes, o que nos leva a afirmar a importância do estudo desta espécie cultivada em diferentes regiões.

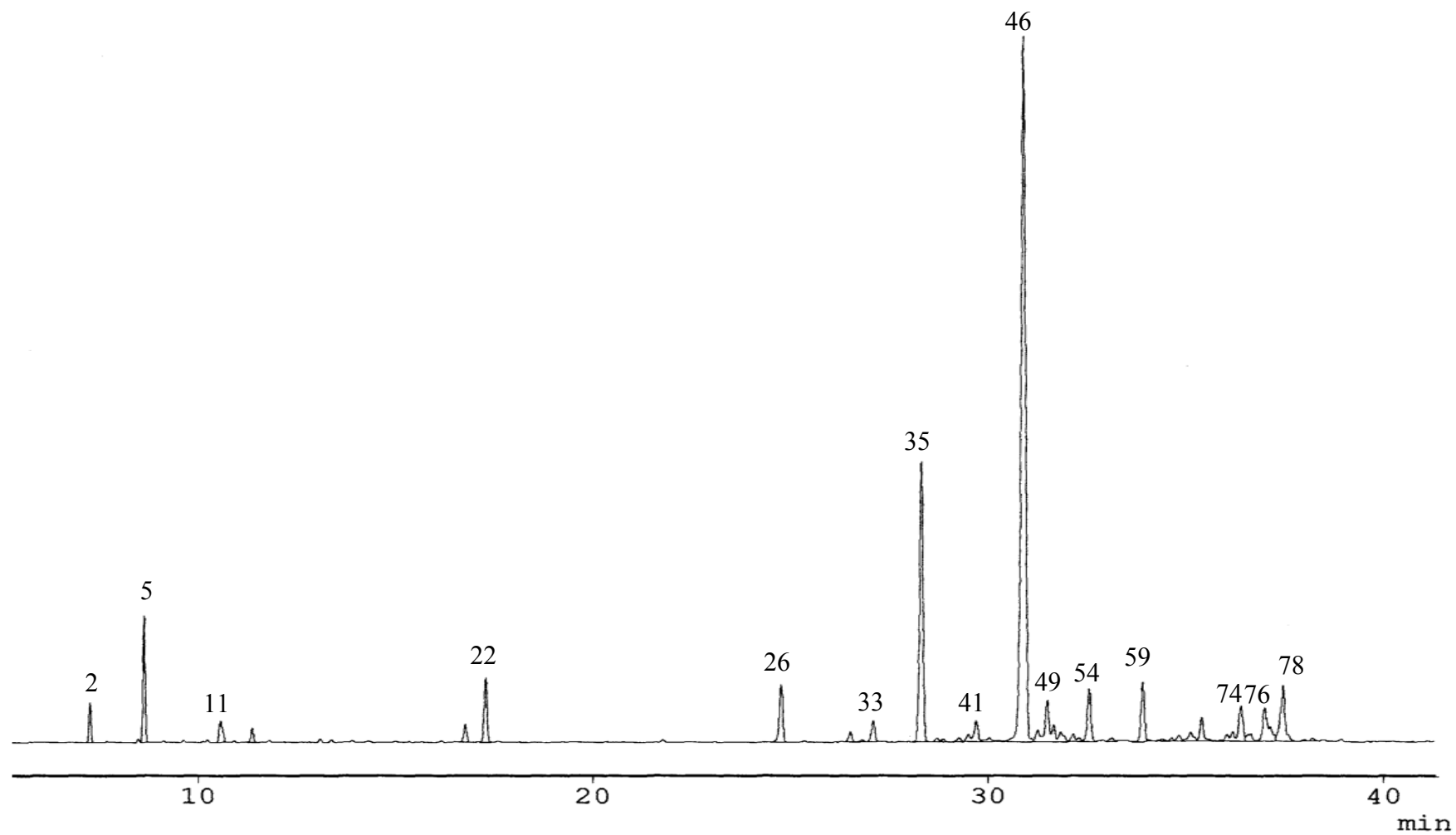


Figura 3 – Cromatograma CG/EM do óleo essencial das folhas de *Schinus terebinthifollius* Raddi coletada em Viçosa-MG.

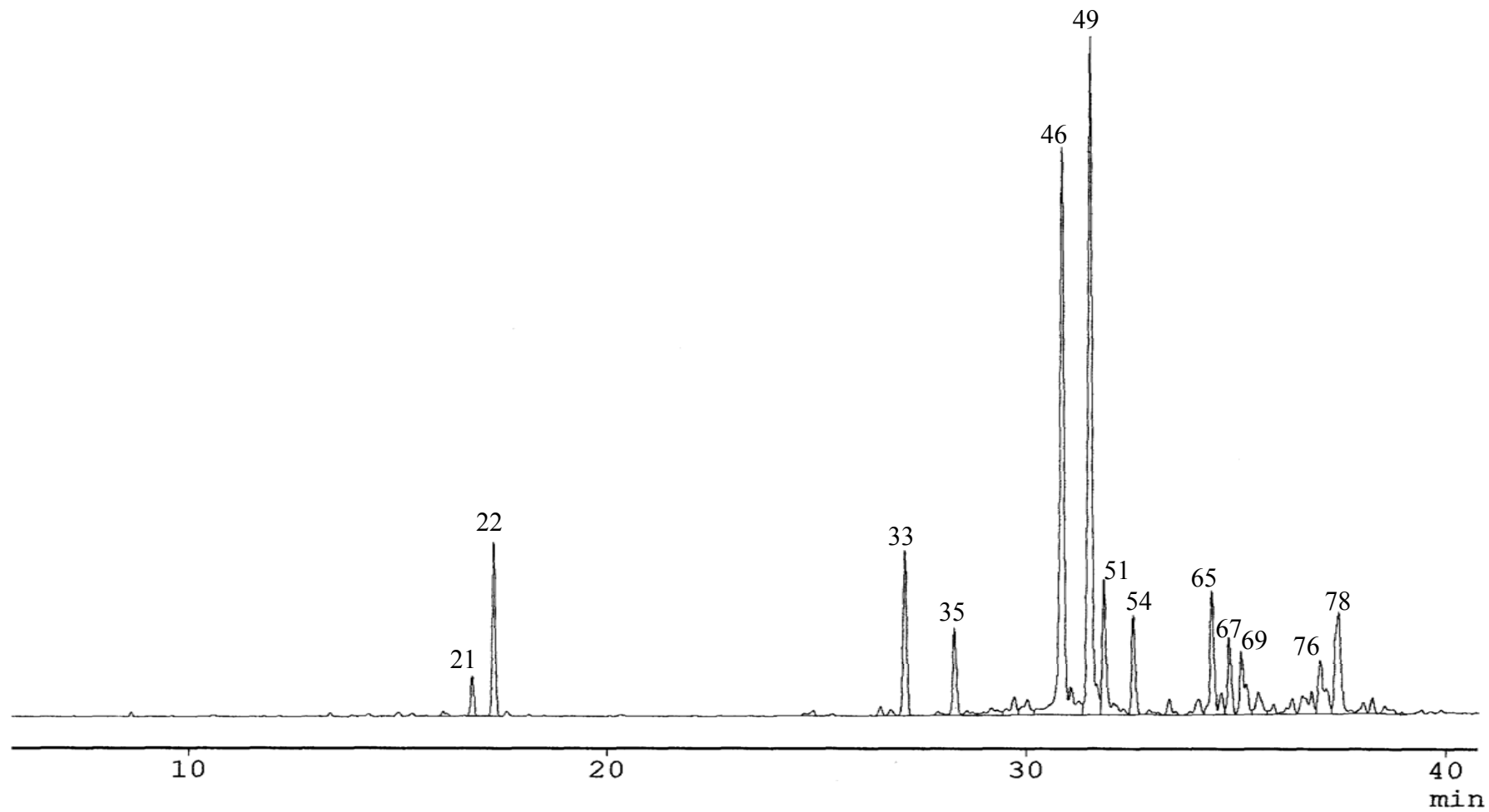


Figura 4 – Cromatograma CG/EM do óleo essencial das folhas, com flores no galho, de *Schinus terebinthifollius* Raddi coletada em Viçosa-MG.

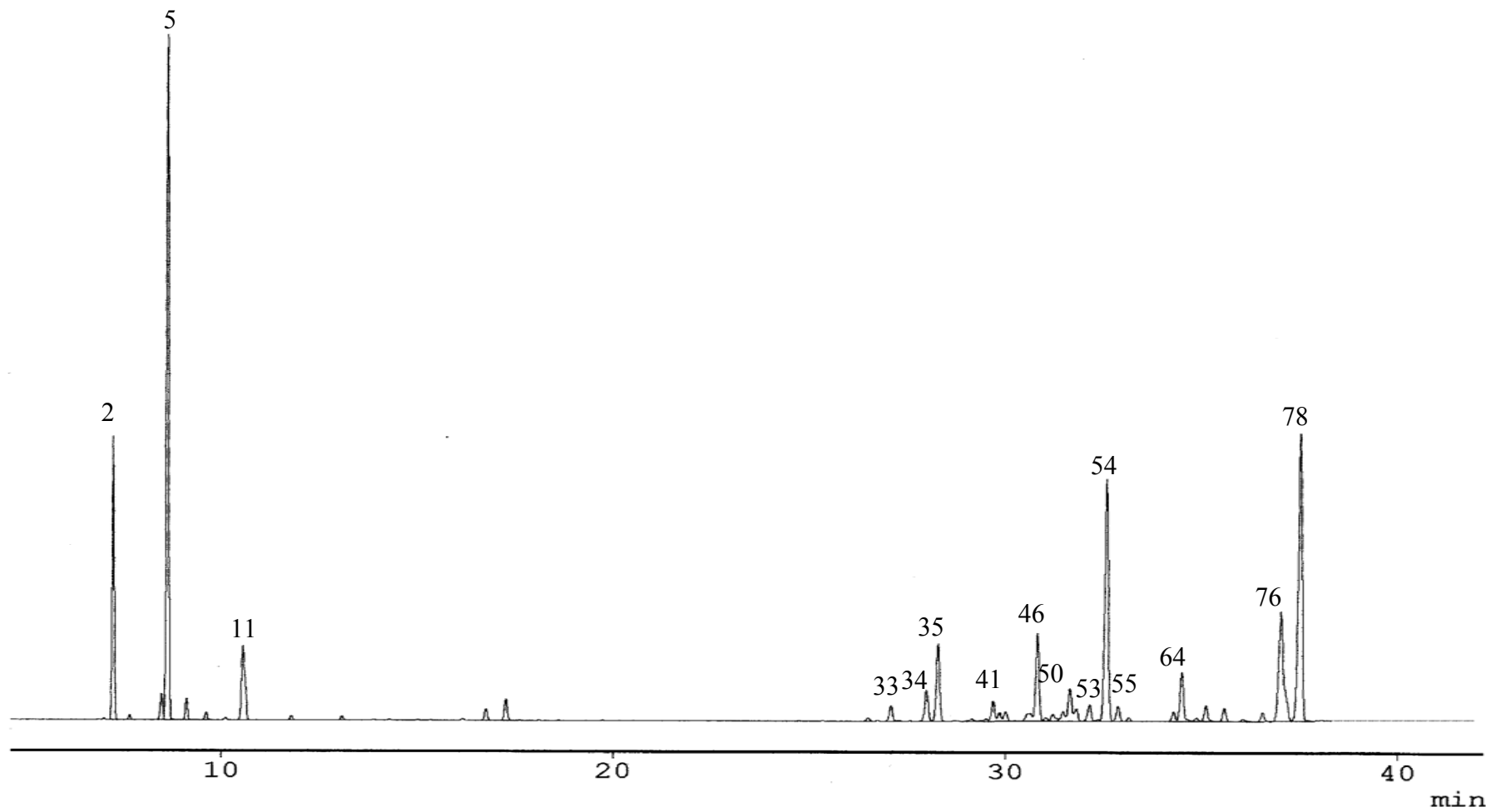


Figura 5 – Cromatograma CG/EM do óleo essencial dos Frutos Verdes de *Schinus terebinthifollius* Raddi coletada em Viçosa-MG.

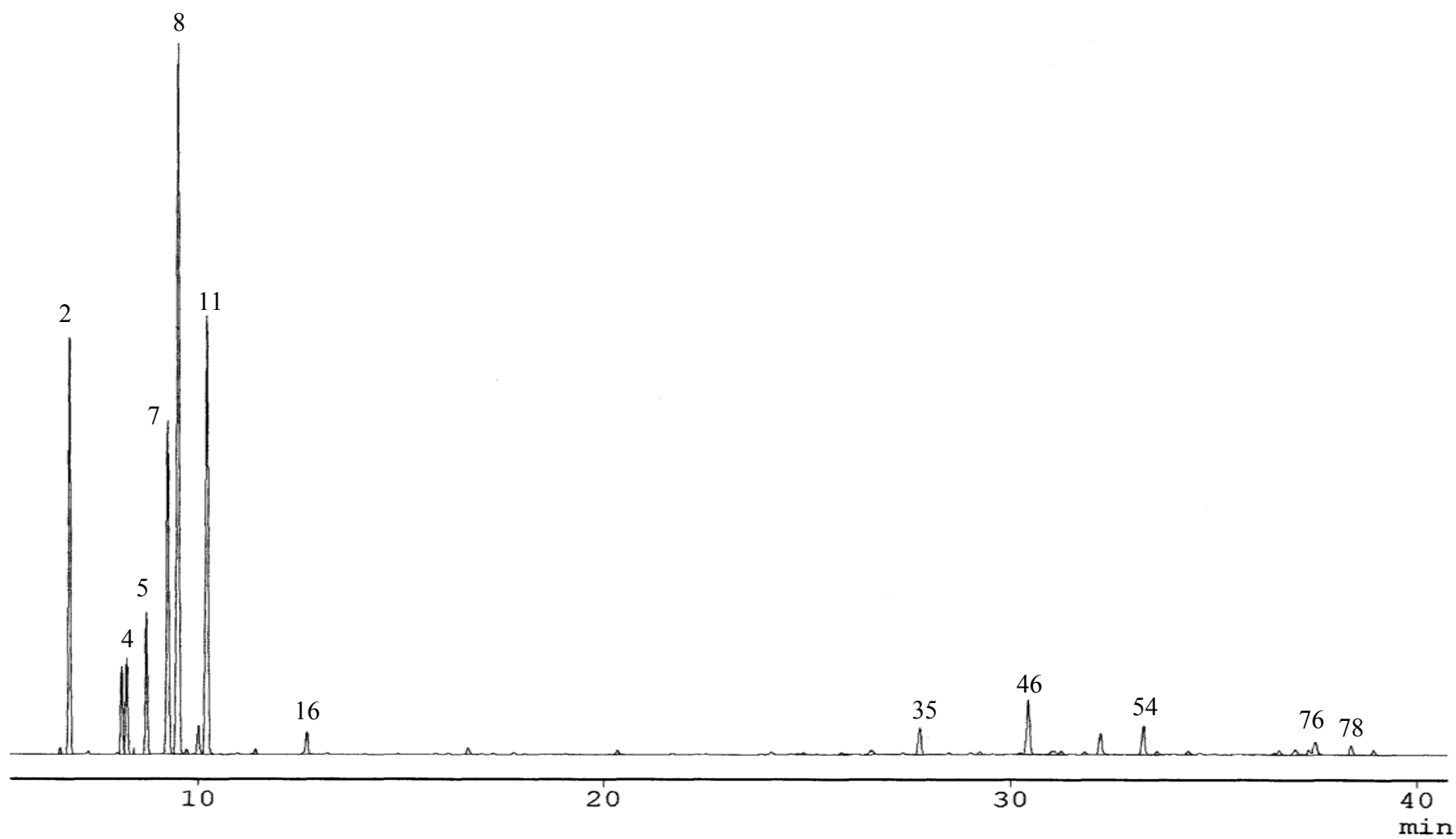


Figura 6 – Cromatograma CG/EM do óleo essencial dos Frutos Maduros de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da empresa Agrorosa Ltda localizada no Estado do Espírito Santo.

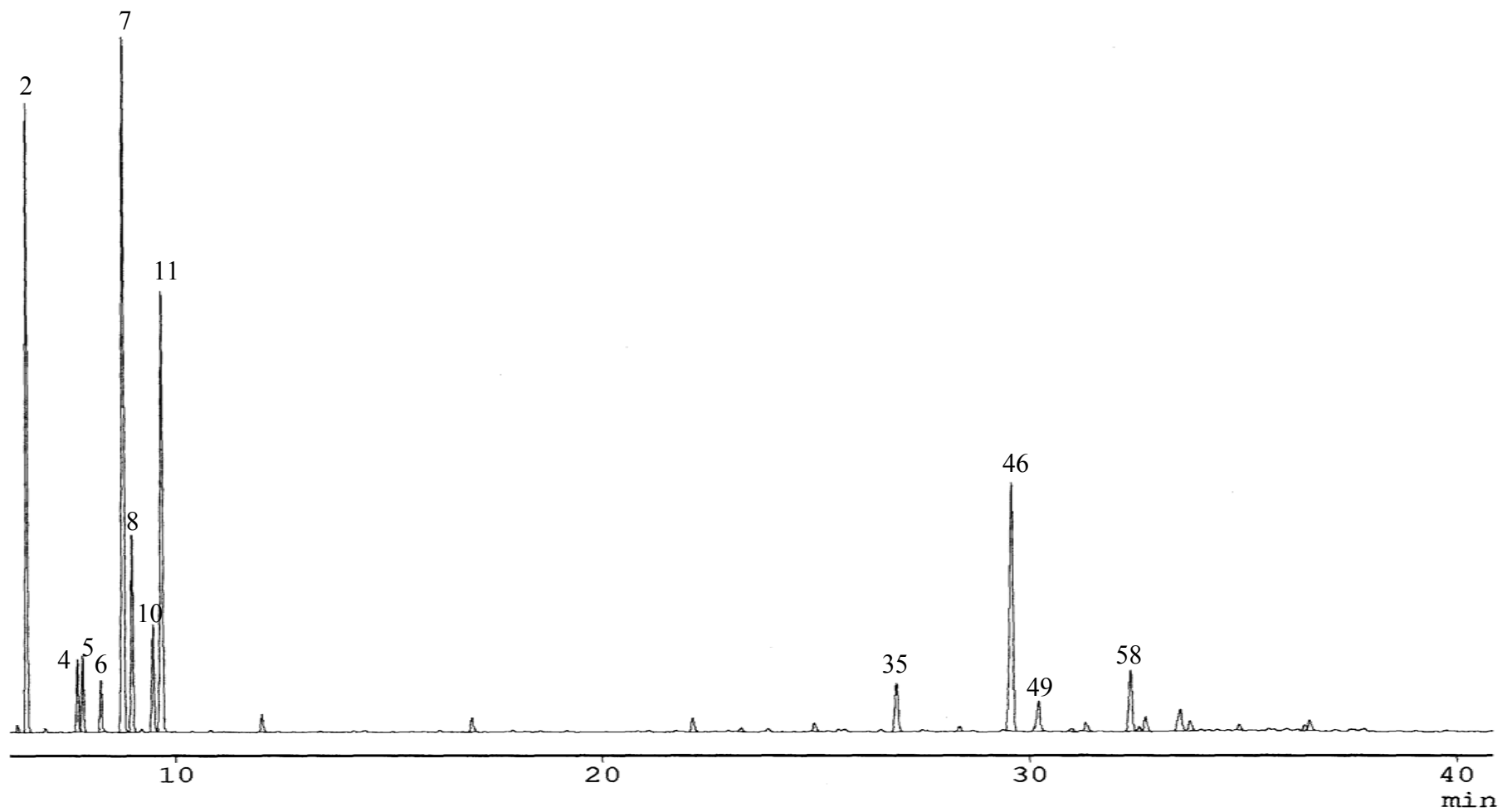


Figura 7 – Cromatograma CG/EM do óleo essencial comercial de *Schinus terebinthifollius* Raddi.

4.2 - INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXTRAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E NO TEOR DO ÓLEO ESSENCIAL PRESENTE NOS FRUTOS MADUROS DE *Schinus terebinthifolius* Raddi

Na tabela 2 pode-se observar a concentração (%) dos principais constituintes presentes nas frações de óleo essencial extraídas dos frutos maduros em relação ao teor total do óleo essencial. A extração foi realizada por um período de três horas e as frações coletadas a cada vinte minutos.

O gráfico apresentado na Figura 8 mostra a porcentagem do óleo extraído durante as três horas de extração. O teor das frações está relacionado ao teor total do óleo.

O gráfico apresentado na Figura 9 mostra a variação de monoterpenos não oxigenados, monoterpenos oxigenados, sesquiterpenos não oxigenados e sesquiterpenos oxigenados durante a extração.

Observa-se que com o passar do tempo ocorre uma acentuada diminuição do teor de monoterpenos não oxigenados, um considerável aumento do teor de sesquiterpenos oxigenados e sesquiterpenos não oxigenados. Ocorre também um pequeno aumento do teor de monoterpenos oxigenados, mostrando assim a variação da constituição química do óleo essencial em função do tempo de extração.

Pelo gráfico da Figura 8, nota-se que, após 120 minutos, 96,1% do óleo essencial é extraído. Para avaliar o tempo de extração é necessário, além de levar em consideração o teor do óleo, um estudo do teor dos constituintes do mesmo, pois os compostos de maior massa molar, como os sesquiterpenos, são menos voláteis, levando mais tempo para serem extraídos.

Tabela 2 – Teor (%) dos principais componentes do óleo essencial dos frutos maduros de *Schinus terebinthifollius* Raddi durante 3 horas de extração, com frações coletadas a cada 20 minutos.

COMPOSTO	IK*	20 min.	40 min.	60 min.	80 min.	100 min.	120 min.	140 min.	160 min.	180 min.
α -tujeno	933	0,20	0,14	0,15	0,14	0,10	0,16	0,20	0,16	0,14
α -pineno	940	14,31	8,28	6,48	5,51	3,12	2,54	2,56	2,13	1,80
Sabineno	977	3,49	1,34	0,93	1,28	0,55	0,42	0,39	0,39	0,26
β -pineno	982	3,47	2,07	1,67	1,81	0,99	0,82	0,87	0,74	0,70
β -mirceno	992	5,69	3,59	2,80	3,83	1,63	1,29	1,30	1,08	0,96
α -felandreno	1004	12,94	9,16	7,45	9,12	4,58	3,68	3,76	3,17	2,88
δ -3-careno	1011	30,09	21,74	17,15	14,27	10,23	7,87	7,80	6,42	5,82
p -cimeno	1025	1,32	0,95	0,85	0,84	0,69	0,60	0,74	0,60	0,61
β -felandreno	1031	18,51	13,85	11,17	7,73	7,07	5,62	5,79	4,79	4,49
α -terpinoleno	1087	1,05	1,04	0,89	0,79	0,61	0,51	0,53	0,47	0,44
Terpin-4-ol	1177	0,17	0,86	1,11	1,23	1,57	1,75	2,18	2,17	2,24
δ -elemeno	1339	0,15	0,59	0,57	0,43	0,42	0,37	0,28	0,32	0,29
Acetato de citronilila	1354	0,17	0,50	0,35	0,24	0,39	0,35	0,32	0,23	0,28
α -copaeno	1376	0,13	0,34	0,35	0,33	0,34	0,31	0,33	0,32	0,30
β -elemeno	1391	0,49	0,88	0,96	1,88	0,89	0,86	0,69	0,80	0,74
(<i>E</i>)-cariofileno	1418	1,23	3,76	3,80	1,87	3,32	3,17	2,60	2,79	2,54
α -humuleno	1454	0,09	0,40	0,47	4,28	1,09	1,05	0,84	0,97	0,85
Germacreno D	1481	2,16	8,67	8,73	5,49	7,39	6,55	4,86	5,22	4,39
α -muuroloeno	1499	0,30	1,65	1,76	3,57	2,64	2,68	1,70	1,77	1,62
γ -cadineno	1513	0,14	0,42	0,67	0,78	0,98	1,04	0,93	1,07	1,02
δ -cadineno	1524	0,29	2,93	4,87	6,34	6,92	7,05	6,37	6,77	6,33
Elemol	1551	0,31	3,43	6,32	5,64	11,33	12,93	12,80	13,64	13,62
Germacreno B	1557	0,09	0,59	0,76	0,77	0,85	0,88	0,77	0,79	0,69
Óxido de cariofileno	1581	0,06	0,37	0,62	0,67	0,86	0,89	0,81	0,83	0,77
Germacreno D-4-ol	1631	0,07	0,58	1,38	1,94	3,19	4,02	4,59	5,09	5,33
Epi- α -cadinol	1642	0,05	0,53	1,31	3,19	3,04	3,76	4,17	4,50	4,56
α -cadinol	1655	0,09	1,48	3,79	4,74	9,38	12,07	14,12	15,50	16,26
α -bisabolol	1684	0,08	0,65	0,87	0,79	0,89	0,78	0,94	0,69	0,43

* IK: Índice de Kovats

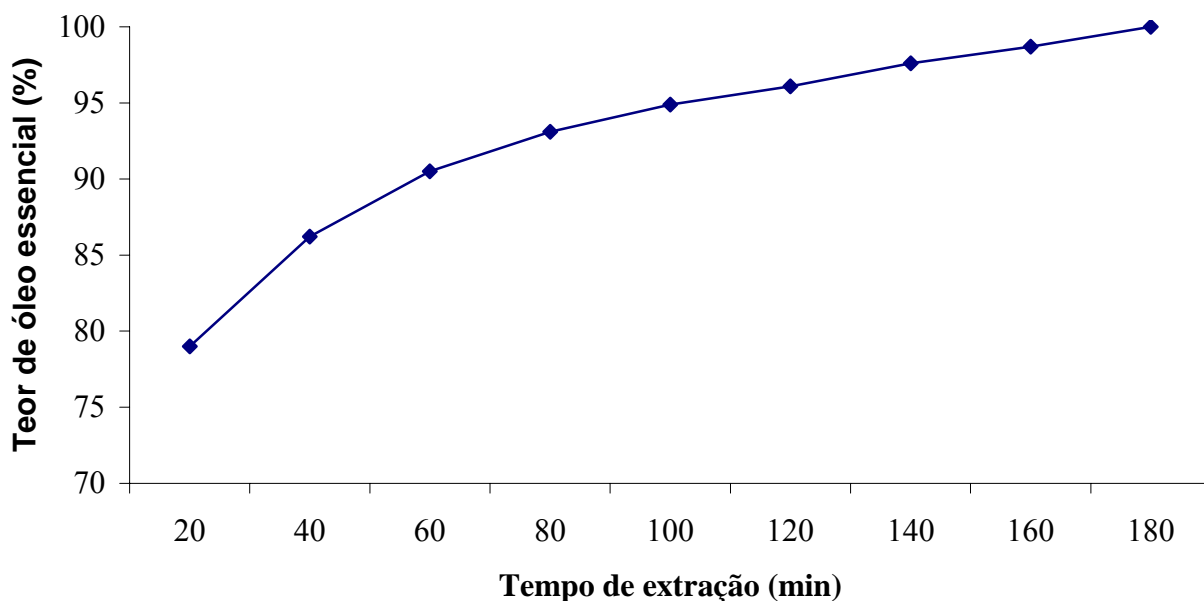


Figura 8 - Teor de óleo essencial, (%) em relação ao teor total, extraído durante três horas, coletando frações a cada 20 minutos.

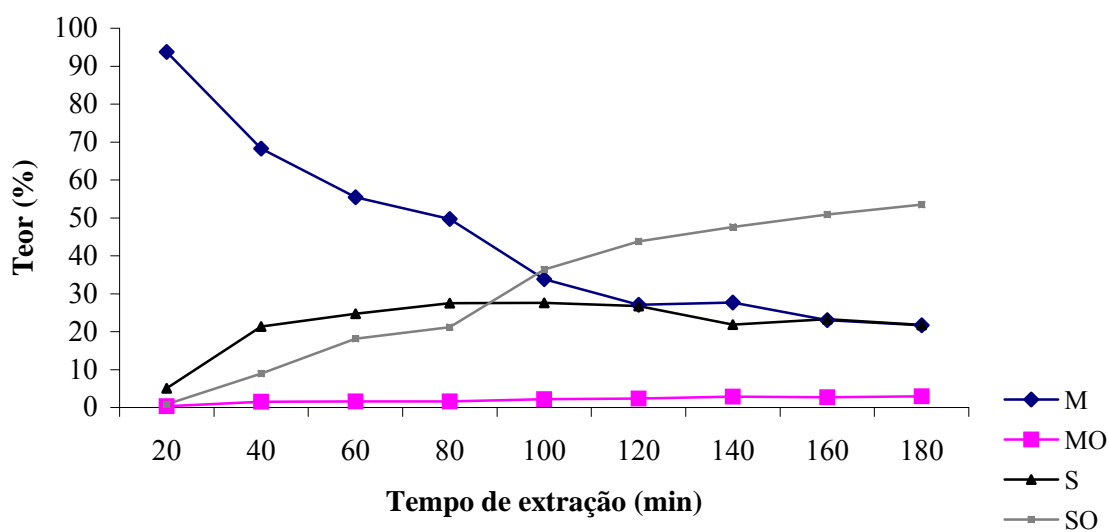


Figura 9 – Variação dos grupos de compostos versus o tempo de extração. M: monoterpenos não oxigenados; MO: monoterpenos oxigenados; S: sesquiterpenos não oxigenados e SO: sesquiterpenos oxigenados.

4.3 - VARIAÇÃO SAZONAL DA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL PRESENTE NAS FOLHAS FRESCAS

As amostras de folhas frescas foram coletadas mensalmente durante o período de outubro de 2004 a setembro de 2005, durante a manhã.

A Figura 10 apresenta a variação do teor de óleo essencial presente nas amostras de folhas frescas, a cada mês. Verifica-se que no intervalo de outubro a maio o teor de óleo essencial nas folhas é menor, coincidindo com o período de floração e frutificação desta espécie. Isso indica que floração e frutificação provavelmente sejam responsáveis pela variação observada no teor de óleo essencial.

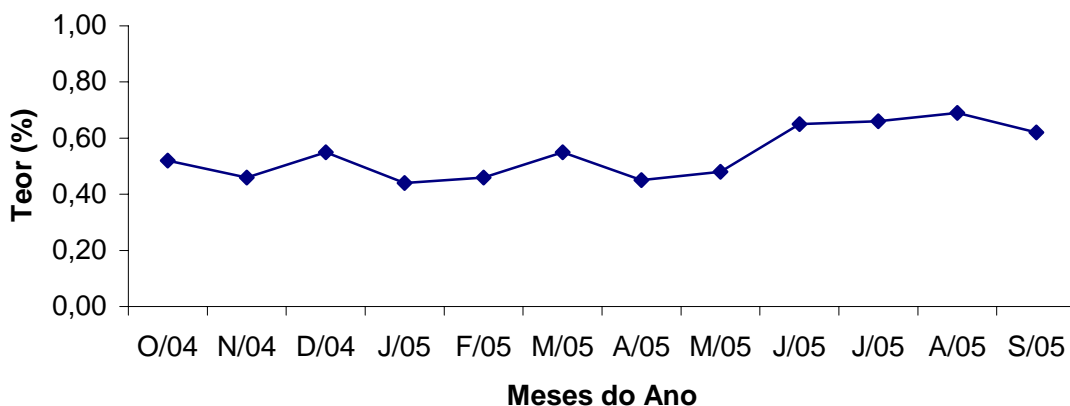


Figura 10 – Variação sazonal do teor do óleo essencial presente nas folhas frescas em relação à matéria seca.

Na Tabela 3 pode-se verificar a concentração sazonal, no período de outubro de 2004 a setembro de 2005, dos constituintes do óleo essencial presente nas folhas frescas em relação à matéria seca. O óleo foi obtido durante três horas de extração.

Tabela 3 – variação sazonal do teor dos constituintes do óleo essencial das folhas frescas de *Schinus terebinthifolius* Raddi

COMPOSTOS	IK	Out/04	Nov/04	Dez/04	Jan/05	Fev/05	Mar/05	Abr/05	Mai/05	Jun/05	Jul/05	Ago/05	Set/05
α -pineno	940	1,07	2,47	0,47	0,50	0,77	0,19	0,20	0,44	0,47	1,35	1,42	0,42
β -pineno	980	5,75	6,18	0,76	0,77	1,65	0,31	0,33	0,40	0,57	0,87	2,27	0,46
α -felandreno	1004	1,14	1,17	0,47	0,48	1,11	1,31	1,38	1,00	1,07	2,24	1,20	3,32
p-cimeno	1026	0,06	0,01	9,61	9,74	3,84	0,29	1,05	4,51	4,85	9,65	6,90	5,15
β -felandreno	1031	0,12	0,10	0,85	0,84	0,45	0,36	0,23	0,36	0,44	0,81	0,37	0,56
(Z)- β -ocimeno	1040	5,73	6,16	23,41	22,98	13,41	8,05	8,47	12,95	13,90	24,52	19,27	23,93
γ -terpineno	1061	0,70	0,68	0,91	0,85	0,51	0,30	0,31	0,37	0,54	0,74	0,45	0,63
Linalol	1097	0,20	0,30	0,55	0,56	0,42	0,31	0,22	0,36	0,39	0,47	0,38	0,39
Terpin-4-ol	1177	0,81	0,72	0,22	0,30	0,23	0,21	0,21	0,20	0,21	0,22	0,23	0,41
α -terpineol	1189	3,39	2,27	0,28	0,41	0,62	0,40	0,42	0,41	0,42	0,32	0,56	0,67
δ -elemeno	1339	2,61	2,81	0,29	0,32	0,71	1,31	1,65	0,95	0,80	0,54	0,27	0,38
β -elemeno	1391	1,16	2,29	0,20	0,16	1,79	2,72	3,33	1,33	1,19	0,88	0,49	1,80
α -gurjuneno	1409	0,08	0,22	0,59	2,58	0,14	0,12	0,12	0,14	0,14	0,11	-	-
(E)-cariofileno	1419	13,61	12,06	3,12	0,76	5,95	9,88	9,97	4,80	4,87	3,48	2,89	5,95
α -humuleno	1454	1,20	1,48	0,74	-	0,78	1,19	1,24	0,64	0,62	0,64	0,68	0,76
β -chamigreno	1475	0,43	0,40	-	-	0,74	0,84	0,90	0,84	0,83	-	-	0,59
Germacreno D	1481	37,55	36,44	17,33	17,14	22,22	24,01	23,75	20,09	20,35	15,88	12,05	17,76
Biciclogermacreno	1495	5,09	5,17	28,45	29,00	28,73	23,51	23,28	30,87	31,88	22,75	24,01	19,32
γ -cadineno	1513	0,55	1,23	0,14	0,12	0,83	1,52	1,31	0,51	0,55	0,38	0,65	1,79
δ -cadineno	1524	3,28	2,40	0,99	0,89	1,48	1,88	1,91	1,43	1,36	1,06	1,00	1,60
Germacreno B	1557	2,87	2,44	0,10	0,10	0,60	1,26	1,27	0,51	0,55	0,29	0,38	0,88
Ledol	1567	0,17	0,14	0,56	0,57	0,62	0,62	0,61	0,67	0,68	0,49	1,09	0,59
Espatuleno	1576	0,10	0,56	1,26	0,98	1,47	2,43	2,33	1,81	1,87	0,55	2,05	0,74
Viridiflorol	1591	0,69	0,64	2,14	1,97	2,41	2,59	2,51	2,63	2,70	1,79	2,76	2,23
Epi-globulol	1601	0,62	0,69	2,17	2,10	2,31	2,36	2,34	2,44	2,54	1,87	2,47	2,47
1-epi-cubenol	1627	0,19	0,21	0,73	0,72	0,81	0,79	0,81	0,87	0,89	0,65	1,18	0,82
Isoespatuleno	1628	1,84	1,47	-	-	-	0,30	0,60	-	-	-	-	0,79
Epi- α -muurolo	1642	2,45	1,85	0,61	0,63	1,09	1,86	1,39	0,96	1,01	0,75	0,70	0,67
α -muurolo	1646	2,44	2,19	1,08	0,91	1,56	3,17	2,10	1,44	1,45	1,03	8,03	1,98
α -cadinol	1655	2,73	2,77	0,98	0,82	1,73	2,76	2,73	1,59	1,48	1,19	2,98	2,52
α -bisabolol	1684	0,80	-	-	-	-	0,57	0,12	-	-	-	-	-
TOTAL		96,60	97,52	99,01	97,20	98,98	97,42	97,09	95,52	98,62	95,52	96,73	99,58

A Figura 11 mostra a variação sazonal do teor de monoterpenos e sesquiterpenos presentes no óleo essencial das folhas frescas.

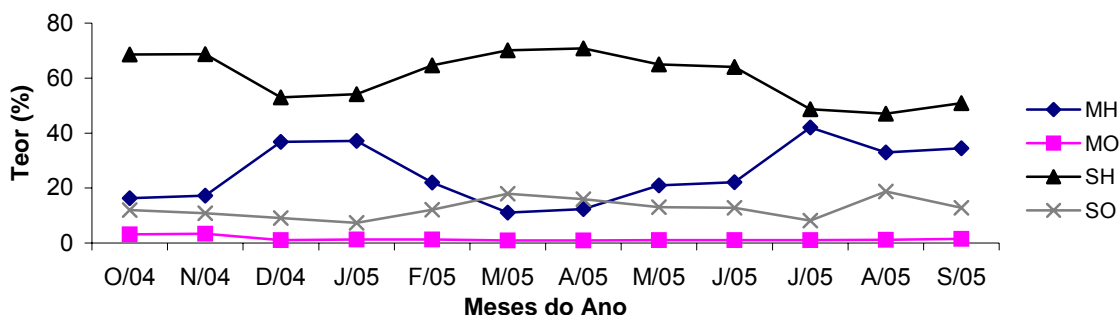


Figura 11 – Análise sazonal dos grupos de compostos (monoterpenos hidrogenados, monoterpenos oxigenados, sesquiterpenos hidrogenados e sesquiterpenos oxigenados) presentes no óleo essencial das folhas frescas.

A Figura 12 mostra a variação sazonal do teor dos principais constituintes presentes no óleo essencial das folhas frescas.

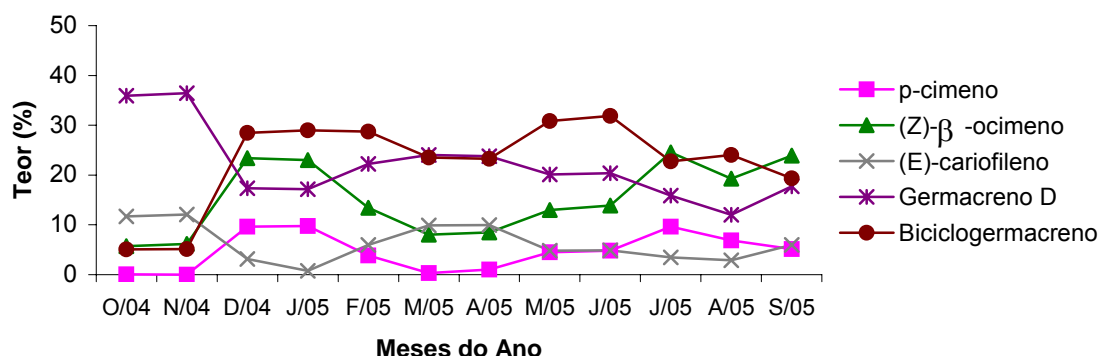


Figura 12 - Análise sazonal dos principais compostos presentes no óleo essencial das folhas frescas.

A variação no teor dos constituintes indica que alguns compostos devem ser produzidos pela conversão de compostos já existentes na planta. Observa-se que quando o teor de germacreno-D e (E)-cariofileno diminui, o teor de p-cimeno, (Z)-β-ocimeno e bicyclgermacreno aumenta, o oposto também é observado.

4.4 - INIBIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RADICULAR E DA GERMINAÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa*) E PEPINO (*Curcumis sativus*) EM PLACA DE PETRI

Para a análise da inibição do desenvolvimento radicular de alface e pepino, foram utilizadas amostras de folhas frescas e do óleo extraído das folhas frescas, dos frutos verdes e dos frutos maduros beneficiados.

As amostras das folhas e do óleo extraído das folhas, dos frutos verdes e dos frutos maduros, todos a uma concentração de 1.000 ppm, não mostraram atividade significativa como inibidores do crescimento radicular de alface. Já as amostras do óleo das folhas, dos frutos verdes e dos frutos maduros, todos a uma concentração de 10.000 ppm, mostraram atividade significativa como inibidoras de crescimento radicular de alface, e não diferem entre si, tendo um poder de inibição de aproximadamente 90,1%, 88,6% e 92,4%, respectivamente.

O gráfico da Figura 13 representa a variação da atividade inibidora do crescimento radicular de alface nas diferentes amostras.

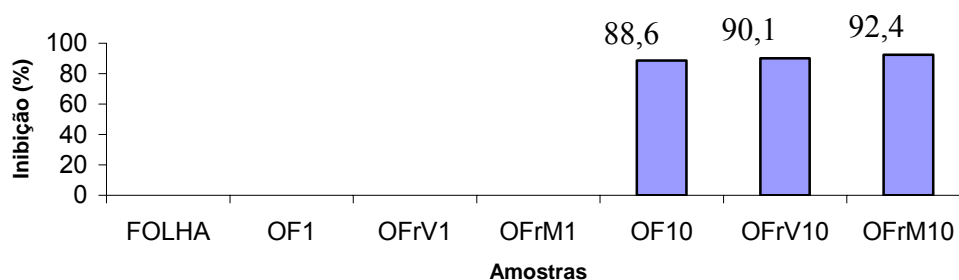


Figura 13 – Porcentagem de inibição do crescimento radicular de alface apresentado pelo óleo da folha (OF); óleo do fruto verde (OFrV); óleo do fruto maduro (OFrM); 1: concentração de 1000 ppm e 10: concentração de 10000 ppm.

As amostras contendo folhas inteiras (1 e 2 unidades) e as amostras do óleo dos frutos maduros a uma concentração de 1.000 ppm não mostraram atividade

significativa como inibidoras do crescimento radicular de pepino, e não diferem entre si.

As amostras do óleo das folhas (1.000 ppm) e dos frutos maduros (2.000 ppm) mostraram atividade significativa como inibidoras do crescimento radicular de pepino, e não diferem entre si, tendo um poder de inibição de crescimento de 22,24% e 16,49%, respectivamente.

As amostras do óleo das folhas (2.000 ppm) e dos frutos verdes (1.000 ppm) mostraram atividade significativa como inibidoras do crescimento radicular de pepino, e não diferem entre si, tendo um poder de inibição de crescimento de 34,29% e 33,13%, respectivamente.

A amostra do óleo dos frutos maduros (10.000 ppm) mostrou atividade significativa como inibidor do crescimento radicular de pepino, tendo um poder de inibição de crescimento de 50,23%.

A amostra do óleo dos frutos verdes (2.000 ppm) mostrou atividade significativa como inibidor do crescimento radicular de pepino, tendo um poder de inibição de crescimento de 59,26%.

Já as amostras do óleo das folhas (10.000 ppm) e dos frutos verdes (10.000 ppm), mostraram atividade significativa como inibidoras do crescimento radicular de pepino, e não diferem entre si, tendo um poder de inibição de crescimento de 78,69% e 84,45%, respectivamente.

A Figura 14 mostra a variação da atividade inibidora do crescimento radicular de pepino nas diferentes amostras.

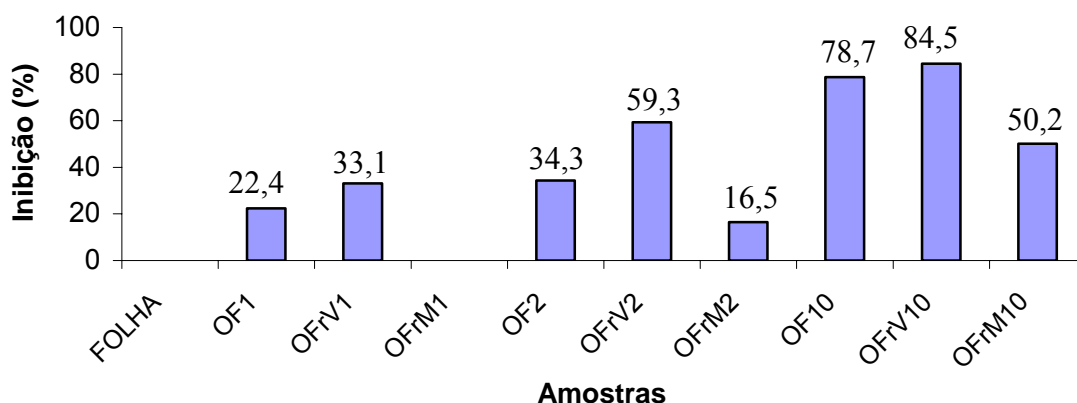


Figura 14 – Porcentagem de inibição do crescimento radicular de pepino OF: óleo da folha; OFrV: óleo do fruto verde; OFrM: óleo do fruto maduro; 1: concentração de 1000 ppm; 2: concentração de 2000 ppm e 10: concentração de 10000 ppm.

As amostras de óleo a uma concentração de 10000 ppm mostraram atividade significativa como inibidores de germinação de alface. Esta inibição foi de 75%, 75%, 90%, para as amostras de óleos das folhas, frutos verdes e frutos maduros, respectivamente, como mostra o gráfico da Figura 15.

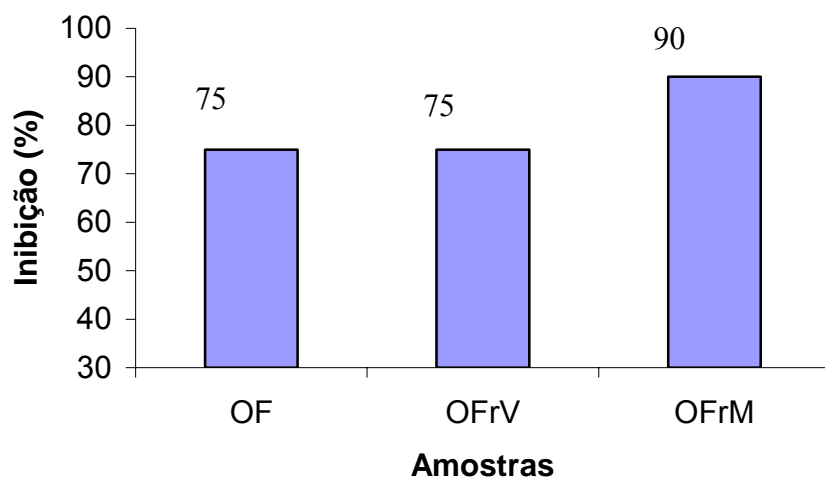


Figura 15 – Porcentagem de inibição da germinação de alface OF: óleo da folha; OFrV: óleo do fruto verde; OFrM: óleo do fruto maduro a uma concentração de 10000 ppm.

Dados da literatura revelam que os monoterpenos e os sesquiterpenos possuem grande atividade como inibidores de germinação e de crescimento

radicular sobre diversas espécies de vegetais (ASPLUND, 1968, 1969; MULLER, 1965; FISCHER, 1986, 1991). Estes compostos, por causarem a redução da atividade mitótica e formação de glóbulos lipídicos nas plantas, exibem atividades fitotóxicas em diversas espécies como milho, soja, trigo, alfafa e pepino (VAUGHN & SPENCER, 1993).

Estas atividades alelopáticas foram avaliadas e confirmadas em diversas espécies como *Schizachyrim scoparium* e *Leptochloa dúbia* (FISCHER, 1993); *Allium cepa*, *Raphanus sativus* e *Cucumis sativus*, atribuídas principalmente aos compostos derivados do cadineno (BARUAH *et al.*, 1994); *Hordeum vulgare* e *Bromus mollis*, atribuídas principalmente aos compostos terpin-4-ol e 1,8-cineol (HEISEY & DELWICHE, 1984); *Lippia nodiflora* (ELAKOVICH & STEVENS, 1985; EVENARI, 1949) e *Lippia adoensis* (ELAKOVICH & OGUNTINEIN, 1987).

Grande parte dos compostos citados anteriormente como agentes alelopáticos também estão presentes no óleo essencial de *S. terebinthifolius*, como α -cadinol, β -cadineno, δ -cadineno, γ -cadineno, terpin-4-ol, dentre outros.

EINHELLIG (1986) também afirma que terpenos oxigenados são agentes inibidores mais potentes que terpenos não oxigenados, fator este que pode estar relacionado à maior solubilidade dos primeiros em água.

5 - CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se observar que existe uma considerável diferença na concentração dos compostos presentes nas diferentes amostras do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi. Entre as amostras de óleos presentes nas folhas frescas, folhas frescas com floração no galho e nos frutos verdes observa-se a predominância dos mesmos constituintes químicos, destacando-se os compostos β -pineno (10,21%), α -terpineol (5,35%), β -elemeno (5,92%), (*E*)-cariofileno (13,61%), germacreno-D (37,55%), biciclogermacreno (20,82%), Epi- α -muurolol (9,89%), δ -cadineno (15,48%) e α -cadinol (20,60%), a maioria sesquiterpenos. Já na amostra de óleo presente nos frutos maduros e na amostra de óleo comercial, destaca-se os compostos α -pineno (18,82%), β -pineno (5,02%), α -felandreno (23,55%), δ -3-careno (29,22%), β -felandreno (18,08%) e germacreno-D (11,89%), a maioria monoterpenos. Em função das diferenças na constituição química, verifica-se que o óleo essencial das folhas e dos frutos verdes não pode ser usado como substituto do óleo comercial dos frutos maduros.

Com a monitoração do tempo de extração é possível encontrar um ponto ideal no qual os compostos de interesse sejam os majoritários. Verifica-se que nos primeiros 20 minutos ocorreu a extração de aproximadamente 80% do óleo total.

Percebe-se, ainda, que o óleo extraído nos primeiros 60 minutos possui aproximadamente 90% do teor do óleo total e que apresenta basicamente monoterpenos. Se os compostos de interesse desse óleo essencial pertencerem a esta classe de compostos, não há necessidade das três horas de extração, mas se os compostos de interesse também pertencerem à classe de sesquiterpenos, é necessário que a extração seja de aproximadamente três horas, apesar de o rendimento de extração do óleo após 120 minutos ser praticamente insignificante.

Foi observada uma variação no teor total do óleo essencial, em relação à matéria seca. Esta pode estar associada a diferentes fatores, como aos diferentes horários de coleta das amostras, às estações do ano e ao período de floração e frutificação da espécie. Os teores dos principais constituintes também variaram sazonalmente, além dos teores totais de monoterpenos e sesquiterpenos.

As amostras de folhas e do óleo obtido da extração das folhas frescas, dos frutos verdes e dos frutos maduros, a 1000 ppm, não apresentam atividade inibidora de crescimento radicular de alface e pepino pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As amostras de óleo começaram a apresentar uma atividade de inibição significativa de crescimento radicular de alface e pepino a partir de uma concentração de 2.000 ppm. O óleo obtido a partir da extração das folhas frescas e dos frutos verdes apresentou um maior poder de inibição de crescimento radicular, tanto de alface quanto de pepino, em relação ao óleo obtido pela extração dos frutos maduros. Isso nos sugere que os sesquiterpenos apresentam uma maior atividade inibidora de crescimento radicular, tanto de pepino quanto de alface, em relação aos monoterpenos.

As amostras de óleo, a uma concentração de 10000 ppm, apresentaram uma atividade inibidora da germinação de semente de alface de 75%, 75% e 90%, para as amostras de óleo das folhas, frutos verdes e frutos maduros, respectivamente.

Este poder de inibição de germinação e de crescimento radicular está associado à grande concentração de monoterpenos e sesquiterpenos presentes no óleo essencial da pimenta-rosa.

A espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi apresentou significativa atividade biológica de inibição da germinação e crescimento radicular de alface e pepino.

Estas atividades estão atribuídas principalmente aos terpenos, comuns nos óleos essenciais.

Como o teor e a constituição química das amostras de óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi estudada são diferentes dos relatos encontrados na literatura, estima-se que existam vários quimiótipos para esta espécie, o que justifica o desenvolvimento deste trabalho.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/ mass spectroscopy. Illinois: allured Publishing Corporation, 1995, 468 p.
- AMORIM, M. M. R. de & SANTOS, L. C. Tratamento da vaginose bacteriana com gel vaginal de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi): ensaio clínico randomizado. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 25, n. 2, p. 95-102, 2003.
- AZEVEDO, A. S. Caracterização anatômica e análise do óleo essencial de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist (Asteraceae). Viçosa: UFV, 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- BALANDRIN, M. F., KLOCKE, E. S. W. e BOLINGER, W. H. Natural Plants Chemicals: Sources of Industrial and Medicinal Materials Science, v. 228, p. 1154 – 1160, 1985.
- BARUAH, N. C., SARMA, J. B., SARMA, S., SHARMA R. P. Seed germination and growth inhibitory cadinenes from *Eupatorium adenophorum* Spreng. Journal of Chemical Ecology, v. 20, n. 8, 1994.
- CHOWDHURY, A. R.; TRIPATHI, S. Essential oil from of *Schinus terebinthifolius* Raddi. Indian Perfumer v. 45, n. 4, p. 257-259, 2001.
- CARVALHO, M. C. R. D. de, BARCA, F. N. T. V., AGNEZ-LIMA, L. F, de MEDEIROS, S. R. B. Research Article Evaluation of mutagenic activity in na extract of pepper tree stem bark (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Environ. Mol. Mutagen. v. 42, p. 185-191, 2003.

- DEGASPARI, C. H., WASZCZYNSKYJ, N., dos SANTOS, R. J. Antioxidant activity of extracts from fruit of Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). *Visão Acadêmica*, v.5, n. 2, p. 83-89, 2004.
- DI STASI, L. C. (org.). *Plantas medicinais: arte e ciência – um guia de estudo interdisciplinar*. São Paulo:UNESP, 1996.
- EINHELLIG, F. A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In PUTNAM, A. R. and TANG, C. –S. (eds), *The Science of Allelopathy*. Wiley-Interscience, New York, p. 171-188, 1986.
- EINHELLIG, F. A.; SCHON, M. K.; RASMUSSEN, J. A. Synergistic effects of four cinnamic acid compounds on grain sorghum. *Journal Plant Growth Regulators*, 1 (4), P. 251 – 258, 1983.
- ELAKOVICH, S. D. & OGUNTIMAIN B. O. The essential oil of *Lippia adoensis* leaves and flowers. *Journal Nat. Prod.* v. 50, 503-506, 1987.
- ELAKOVICH, S. D. & STEVENS K. L. Volatile constituents of *Lippia nodiflora*. *Journal Nat. Prod.* v. 48, p. 504-506, 1985.
- EVENARI, M. Germination inhibitors. *Bot. Rev.* V. 15, 153, 1949.
- EWE S. M. L. & STERNBERG, L. de S. L., Seasonal gas exchange characteristics of *Schinus terebinthifolius* in a native and disturbed upland community in Everglades National Park, Florida. *Forest Ecology and Management*, 179, 27-36, 2003.
- FIGUEIRA, G. M. “Avaliação e acompanhamento de metabólitos secundários em cultivo”. In: Cavalcanti, T.B., B. M. T., Silva, G. P., Ramos, A. E., Ribeiro, J. F., Silva, M. C., Alves, R. B. N. & Dias, T. A. B. (org.). *Tópicos atuais em botânica*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, 2000.

- FISCHER, N. H. Plant terpenoids as allelopathic agents, p. 377-398, in HARBORNE J. B. and TOMAS-BARBERAN, F. A. (eds). Ecological Chemistry and Biochemistry of Plant Terpenoids. Oxford University Press, Oxford, U. K., 1991.
- FISCHER, N. H. The function of mono e sesquiterpenes as plant germination and growth regulators, p. 203-218, in PUTNAM, A. R. and TANG, C. S. (eds). The Science of Allelopathy. John Wiley, New York, 1986.
- FISCHER, N. H., WILLIAMSON, G. B., WEIDENHAMER, J. D., RICHARDSON, D. R. In search of allelopathy in the Florida scrub: The role of terpenoids. Journal of Chemical Ecology, v. 20, n. 6, p. 1355-1380, 1994.
- GOTTLIEB, O. R. & SALATINO, A. Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. Ciênc. Cult., 39(8): 707-716, 1987.
- GUERRA, M^a. J. M., BARREIRO, M. L., RODRIGUEZ, Z. M., RUBALCADA, Y. Actividade antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi. Inst. Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Revista Cubana Plant. Med., v. 5, n.1, 5-23, 2000.
- IBRAHIM, M. T.; FOBBE R.; NOLTE, J. Chemical composition and biological studies of Egyptian *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi oils. Bulletin of the Faculty of Pharmacy (Caio University), v. 42, n. 2, p. 289-296, 2004.
- JAMAL, Y.; AGUSTA, A. Chemical composition of essential oil *Schinus terebinthifolius* Raddi leaves. Majalah Farmasi Indonesia v. 12, n. 3, p. 135-139, 2001.

- LENZI, M. & ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da Aroeira-Vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. Revista brasileira de fruticultura, Jaboticabal – SP, 26, 198-201, 2004.
- MALIK, M. S.; MAHMUD, S.; SATTAR, A. Studies on the essential oil of *Schinus terebinthifolius*. Pak. Science International (Lahore) v. 6, n. 4, p. 351-352, 1994.
- MARONGIU, B.; PORCEDDA, A. P. S.; CASU, R. & PIERUCCI, P., Chemical composition of the oil and supercritical CO₂ extract of *Schinus molle* L. Flavour and Fragrance Journal, 19, 554-558, 2004.
- MEDAL, J. C., VITORINO, M. D., HABECK, D. H., GILMORE, J. L., PEDROSA, J. H. & SOUSA, L. P., Host Specificity of *Heteroperreyia hubrichi* Malaise (Hymenoptera: Pergidae), a Potential Biological Control Agent of Brazilian Peppertree (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Biological Control, 14, 60-65, 1999.
- MULLER, C. H. Inhibitory terpenes volatilized from Salvia shrubs. Bull. Torrey Bot. Club, v. 92, p. 38-45, 1965.
- OPREAN, R., OPREAN, L., TAMAS, R. SANDULESCU, R. & RAMAN, L. Essential oils analysis. II – Mass spectra identification of terpene and phenylpropane derivatives. J. Pharm. Biomed. Anal., V. 24: 1163 – 1168, 2001.
- QUEIRES, L. C. S., RODRIGUES, L. E. A. Quantificação of total phenolic substances in organs of aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 41, n. 2, p. 247-253, 1998.
- RUFFA, M. J.; FERRARO, G.; WAGNER, M. L.; CALCAGNO, M. L.; CAMPOS, R. H.; CAVALLARO, L., Citotoxic effect of Argentine medicianl

plant extracts on human hepatocellular carcinoma cell line. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 79, 335-339, 2002.

- SCRIVANTI, L. R.; ZUNINO, M. P.; ZYGADLO, J. A., *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. *Biochemical systematics and ecology*, 31, 563-572, 2003.
- SIDDIQUI, R., AHMAD, H., SULTAN, S., EHTESHAMUDDIN, A. F. M., SHIREEM, S. Antimicrobial activity of essential oils. Part II. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, v. 39, n. 1-4, p. 43-47, 1996.
- SIDDIQUI, R., ZAFAR, U., CHAUDHRY, S. S., AHMAD, H. Antimicrobial activity of essential oils from *Schinus terebinthifolius*, *Cypress sempervirens*, *Citrus lemon*, *Ferula assafoetida*. Part I. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial research*, v. 38, n. 9-10, p. 358-361, 1995.
- SILVA, S. R. S., DEMUNER, A. J., BARBOSA, L. C. A., ANDRADE, N. J., NASCIMENTO, E. A. & PINHEIRO, A. L. Análise dos constituintes químicos e da atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* chell. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu*, v. 6, n. 1, 63-70, 2003.
- SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., GOSMANN, G., MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A. & PETROVICK, P. R. (eds). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 3ª ed. Porto alegre; Florianópolis: UFRGS; UFSC, 2001.
- SINGH, A. K.; SINGH, J.; GUPTA, K. C.; BROPHY, J. J. Essential oil of leaves and inflorescence of *Schinus terebinthifolius*: an axotic plant of India. *Journal of Essential Oil Research*, v. 10, n. 6, p. 697-699, 1998.
- TRENTINI, A. M. M. Plantas medicinais na indústria de fitoterápicos. In: IV workshop de plantas medicinais de Botucaru, 2000, Botucatu: Anais. Botucatu: UNESP, p. 45, 2000.

- VAUGHN, S. F. & SPENCER, G. F. Volatile Monoterpenes as Potential Parent Structures for New Herbicides. *Weed Science*, v. 41, p. 114-119, 1993.
- VELÁSQUEZ, E. TOURNIER, H. A.; BUSCHIAZZO, P. M.; DAAVEDRA, G.; SCHINELLA, G. R. Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. *Fitoterapia*, 74, 91-97, 2003.
- VON POSER, G.L. & MENTZ, L. A. Diversidade biológica e sistemas de classificação. In: SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., GOSMANN, G., MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A. & PETROVICK, P. R. (eds.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5 ed. – Porto Alegre; Florianópolis: Ed. Universidade UFRGS; Ed. UFSC; 2003. 833 p.
- WATERMAN, P. G. The chemistry of volatile oils. In: HAY, R. K. M., WATERMAN, P. G. (eds). *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. Harlow: Longman Scientific, 1993.
- WHEELER, G. S., MASSEY L. M. & ENDRIES, M., The Brazilian Peppertree Drupe Feeder *Megastigmus transvaalensis* (Hymenoptera: Torymidae): Florida Distribution and Impact. *Biological Control*, 22, 139-148, 2001.