

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DE TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES DE *Hyptis*,  
SUBMETIDAS A DIFERENTES VELOCIDADES E  
TEMPERATURAS DE SECAGEM

Autora: Núbia Angélica de Ávila Branquinho  
Orientador: Osvaldo Resende

Rio Verde – GO  
Fevereiro – 2015

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DE TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES DE *Hyptis*,  
SUBMETIDAS A DIFERENTES VELOCIDADES E  
TEMPERATURAS DE SECAGEM

Autora: Núbia Angélica de Ávila Branquinho  
Orientador: Osvaldo Resende

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA, no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Área de concentração Agroquímica.

Rio Verde – GO  
Fevereiro – 2015

## Catálogo na fonte

Branquinho, Núbia Angélica de Ávila

**B816a** Avaliação de teor e composição química dos óleos essenciais de três espécies de *Hyptis*, submetidas a diferentes velocidades e temperaturas de secagem./ Núbia Angélica de Ávila Branquinho. Rio Verde .....- 2015.

103 f. : il.

Dissertação de Mestrado – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, 2015. Programa de Pós-graduação em Agroquímica – Mestre em Agroquímica. Orientador: Dsc. Osvaldo Resende

1. Óleos essenciais. 2. *Hyptis*. 3. Secagem. 4. Cromatografia gasosa. II. Título. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde

338.17385

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DE TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES DE *Hyptis*,  
SUBMETIDAS A DIFERENTES VELOCIDADES E  
TEMPERATURAS DE SECAGEM

Autora: Núbia Angélica de Ávila Branquinho  
Orientador: Osvaldo Resende

TITULAÇÃO: MESTRE EM AGROQUÍMICA

APROVADA em 21 de fevereiro de 2015.

---

Prof. Dr. Jair Pereira de Melo Júnior  
*Avaliador externo*  
UniRV

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Pereira  
*Avaliador interno*  
IF Goiano-Campus Rio Verde

---

Prof. Dr. Osvaldo Resende  
*Presidente da banca*  
IF Goiano-Campus Rio Verde

## DEDICO

Aos meus pais Divino e Maria de Fátima e, também Benedito Vieira de Almeida (todos *in memoriam*), pois este trabalho é parte dos planos que tinham para minha vida.

Ao meu esposo Alex e minha filha Gabriella, vocês dão um sentido especial à minha existência.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo Alex, pelo apoio em todos os momentos, nunca me deixando desistir nos momentos de dificuldade.

À minha sogra Regina, por se fazer mãe ao aconselhar e me dar exemplos de fé, persistência e perseverança.

Ao meu irmão André, por fazer parte da minha vida, juntamente com Déborah e Gabriel.

A todos os familiares, pelo incentivo.

À Rita Cássia, que se fez uma grande amiga, grande parceira nos melhores e nos piores momentos. Você é uma pessoa muito especial.

Ao Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde e ao Curso de Pós-Graduação em Agroquímica.

Ao professor Dr. Osvaldo Resende, por me receber como sua orientada com tanta educação, paciência e gentileza. Obrigada por partilhar de seus conhecimentos sobre a pós-colheita de produtos vegetais.

Ao coorientador Dr. Fabiano Guimarães Silva, por oferecer toda a estrutura de laboratório necessária para o cultivo das plântulas, extração de óleos essenciais e viabilizar os processos para as análises químicas.

Ao coorientador Dr. Luiz Cláudio de Almeida Barbosa por suas orientações essenciais à interpretação das análises químicas.

À coorientadora Dr.<sup>a</sup> Alessandra Cristina Boffino de Almeida Monteiro Hara, por me receber carinhosamente no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais.

Ao doutorando Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, que se fez parte muito importante na realização deste trabalho.

Aos professores e servidores do programa de Pós-Graduação em Agroquímica.

À FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao técnico José Luiz, do Laboratório de Análise e Síntese de Agroquímicos (LASA), no Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa, por sua receptividade e gentileza na realização das análises cromatográficas, serei sempre grata!

A todos os colegas de mestrado, pelo companheirismo no dia a dia.

Aos companheiros dos Laboratórios de Cultura de Tecidos Vegetais, em especial Dr. Aurélio, Ms. Ana Paula Gazzola, os IC's Rafael, Letícia, Ariane e João Paulo que muito colaboraram para a produção das três espécies vegetais.

Aos colegas do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais.

À minha amiga Carine Siqueira e Soares, que tanto me incentivou para que pudesse participar deste mestrado. Obrigado Nega!

Dizer muito obrigado é pouco. Mas, se Deus me permitiu passar por momentos bons e ruins ao lado de todas essas pessoas, é porque de alguma forma elas foram e serão para mim, especiais e lembradas para sempre.

Deus me olhou, e decidiu realizar mais um sonho meu. Sinto como se Deus sussurrasse: “... *filha você lutou tanto por isso, que chegou a hora de Eu te presentear, quero te ver sorrir, esse momento é seu. Eu te amo e quero te ver feliz.*”

E, eu só tenho que agradecer a Deus por tudo!

## BIOGRAFIA DO AUTORA

NÚBIA ANGÉLICA DE ÁVILA BRANQUINHO, filha de Divino Angélico de Ávila e Maria de Fátima Silva Ávila, nasceu no dia 22 de agosto de 1980, na cidade de Rio Verde, Goiás. Em dezembro de 1997 concluiu o ensino médio na COOPEN – Cooperativa de Ensino de Rio Verde. Graduiu-se em 2001, no curso de Ciências - Licenciatura Plena - Habilitação em Biologia na Universidade de Rio Verde, FESURV. Em 2003, iniciou no curso de Especialização em Biologia Aplicada à Biotecnologia e Saúde, na Universidade de Rio Verde, FESURV, concluindo em 2004. No período de 2008 a 2010 realizou o curso de Especialização em Química, na Universidade Federal de Lavras – UFLA. Em março de 2013, iniciou no Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação do professor Fabiano Guimarães Silva e posteriormente professor Osvaldo Resende. Desde 2003, faz parte do quadro de servidores públicos do Estado de Goiás, vinculada à Secretaria da Educação do Estado de Goiás.



## INDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICES DE FIGURAS .....	x
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUÇÃO .....	20
1. Plantas medicinais: óleos essenciais.....	20
1.1. Composição química.....	20
1.2. Técnicas de extração dos óleos essenciais .....	24
1.2.1. Enfloração.....	25
1.2.2. Arraste por vapor d'água .....	25
1.2.3. Extração com solventes voláteis .....	25
1.2.4. Prensagem a frio .....	25
1.2.5. Extração por fluídos supercríticos .....	26
1.3. Cromatografia Gasosa.....	26
2. <i>Hyptis</i> .....	27
2.1. <i>Hyptis marruboides</i> Epling.....	28
2.2. <i>Hyptis suaveolens</i> (L) Poiteau .....	29
2.3. <i>Hyptis pectinata</i> (L) Poiteau .....	32
3. Beneficiamento das plantas .....	33
4. Referências bibliográficas.....	35
OBJETIVOS .....	44

CAPÍTULO I - Rendimento e caracterização química do óleo essencial de folhas de <i>Hyptis marrubioides</i> submetidas à secagem.....	45
Resumo .....	45
Abstract.....	46
1. Introdução.....	47
2. Material e Métodos.....	48
2.1. Material vegetal .....	48
2.2. Secagem.....	48
2.3. Análise estatística .....	50
2.4. Extração e análises dos óleos voláteis .....	50
3. Resultado e Discussão .....	51
4. Conclusões.....	56
5. Referências Bibliográficas.....	56
CAPÍTULO II - Caracterização química do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida a secagem.....	59
Resumo .....	59
Abstract.....	60
1. Introdução .....	61
2. Metodologia.....	63
2.1. Cultivo de <i>Hyptis suaveolens</i> .....	63
2.2. Secagem.....	63
2.3. Extração e caracterização química de óleo essencial.....	64
2.4. Análise estatística.....	65
3. Resultados e Discussões .....	66
6. Conclusões.....	72
4. Referências Bibliográficas.....	72
CAPÍTULO III - Influência da secagem sobre o teor e caracterização química do óleo essencial de <i>Hyptis pectinata</i> .....	76
Resumo .....	76
Abstract.....	77
1. Introdução .....	78
2. Metodologia.....	80
2.1. Material vegetal .....	80
2.2. Secagem.....	81

2.3. Análise estatística .....	81
2.4. Extração e análises dos óleos voláteis .....	82
3. Resultados e Discussão.....	83
4. Conclusão .....	88
5. Referências Bibliográficas.....	88
CONCLUSÃO GERAL.....	92
APÊNDICE.....	94

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>INTRODUÇÃO</b>	
<b>Tabela 1</b> - Compostos químicos encontrados em espécies de <i>Hyptis</i> .....	23
 <b>CAPÍTULO I - Rendimento e caracterização química do óleo essencial de folhas de <i>Hyptis marrubioides</i> submetidas à secagem</b>	
<b>Tabela 1</b> - Teores de óleos essenciais de <i>H. marrubioides</i> submetidas à secagem, às temperaturas de 35, 45 e 55 °C e velocidades do ar de secagem de 1 e 2 m s <sup>-1</sup> .....	52
<b>Tabela 2</b> - Análise de variância para as variáveis temperatura e velocidade do ar de secagem em folhas de <i>H. marrubioides</i> .....	52
<b>Tabela 3</b> - Composição química e concentração dos constituintes dos óleos essenciais de <i>Hyptis marrubioides</i> a 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s <sup>-1</sup> e 2 m s <sup>-1</sup> . IA Tab: índice aritmético tabelado .....	54
 <b>CAPÍTULO II - Caracterização química do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida a secagem</b>	
<b>Tabela 1</b> - Teores de óleos essenciais de <i>H. suaveolens</i> submetidas à secagem, às temperaturas de 35, 45 e 55 °C e velocidades do ar de secagem de 1 e 2 m s <sup>-1</sup> .....	67
<b>Tabela 2</b> - Análise de variância para as variáveis temperatura e velocidade do ar de secagem em folhas de <i>H. suaveolens</i> .....	67
<b>Tabela 3</b> - Composição química e concentração dos constituintes dos óleos essenciais de <i>Hyptis suaveolens</i> a 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s <sup>-1</sup> e 2 m s <sup>-1</sup> .....	68
 <b>CAPÍTULO III - Influência da secagem sobre o teor e caracterização química do óleo essencial de <i>Hyptis pectinata</i></b>	
<b>Tabela 1</b> - Compostos majoritários presentes em óleos essenciais de <i>Hyptis pectinata</i> ... ..	79
<b>Tabela 2</b> - Teor de óleo essencial extraído de folhas de <i>Hyptis pectinata</i> submetidas à secagem com diferentes temperaturas e velocidades do ar de secagem.....	
<b>Tabela 3</b> - Análise de variância para as variáveis temperatura e velocidade do ar de secagem em folhas de <i>H. pectinata</i> .....	
<b>Tabela 4</b> - Composição química e concentração dos constituintes dos óleos essenciais de <i>Hyptis pectinata</i> a 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s <sup>-1</sup> e 2 m s <sup>-1</sup> . IA TAB: índice aritmético tabelado .....	87

## ÍNDICES DE FIGURAS

	Página
<b>INTRODUÇÃO</b>	
<b>Figura 1 - A - <i>Hyptis marrubioides</i> Epling, B – inflorescências .....</b>	28
<b>Figura 2 - A - <i>Hyptis suaveolens</i> (L) Poiteau B – inflorescência C – cálices .....</b>	30
<b>Figura 3 - <i>Hyptis pectinata</i> (Linnaeus) Poiteau .....</b>	32
<b>CAPÍTULO I - Rendimento e caracterização química do óleo essencial de folhas de <i>Hyptis marrubioides</i> submetidas à secagem</b>	
<b>Figura 1 - (A) Vista lateral do secador e suas partes. (B) Imagem das bandejas com fundo em chapa perfurada. (C) Imagem do secador com as quatro repetições envolvidas com tecido voile.....</b>	49
<b>Figura 2 - Curvas de secagem de <i>Hyptis marrubioides</i> a 35, 45 e 55 °C e velocidade do ar de secagem de 1 e 2 m s<sup>-1</sup>. .....</b>	51
<b>CAPÍTULO II - Caracterização química do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida a secagem</b>	
<b>Figura 1 - Cultivo de <i>Hyptis suaveolens</i>: A – mudas com 5 cm de altura produzidas em casa de vegetação; B – Plantas após 30 dias do transplante para o campo; C – Plantas 70 dias após o transplante para o campo.....</b>	63
<b>Figura 2 - Curva de secagem de <i>Hyptis suaveolens</i> submetidas a secagem nas temperaturas .....</b>	66
<b>Figura 3 - Cromatograma de análise do óleo de <i>H. suaveolens</i> submetida a secagem à temperatura de 45 °C e 1 m s<sup>-1</sup> de velocidade de ar.....</b>	67
<b>Figura 4 - Estruturas dos compostos majoritários de <i>Hyptis suaveolens</i> submetidas a secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1</b>	

e  $2 \text{ m s}^{-1}$ . A – Óxido de cariofileno, B – Epatulenol, C – Para-cymeno-8-ol, D –  $\beta$ -bourboneno, E – Viridiflorol ..... 69

### **CAPÍTULO III - Influência da secagem sobre o teor e caracterização química do óleo essencial de *Hyptis pectinata***

**Figura 1-** Produção vegetal *Hyptis pectinata*. A – mudas de 5 cm produzidas em casa de vegetação; B – mudas transferidas ao campo com espaçamento de 20 cm; C – plantas com 30 dias após a transferência ao campo; D – plantas com 60 dias após a transferências ..... 80

**Figura 2** - Aparelhos de cromatografia gasosa: A - Cromatógrafo Shimaduz GCMS-QP5050A; B - Cromatógrafo Shimadzu GC-17A equipado com detector de ionização em chama (DIC)..... 83

**Figura 3** - Curva de secagem de *Hyptis pectinata* submetida à secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55°C nas velocidades de 1 e  $2 \text{ m s}^{-1}$ ..... 84

## ÍNDICES DE APÊNDICES

	Página
<b>Figura 1</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis marruboides</i> submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 1 m s <sup>-1</sup>	90
<b>Figura 2</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis marruboides</i> submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 1 m s <sup>-1</sup>	90
<b>Figura 3</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis marruboides</i> submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 1 m s <sup>-1</sup>	91
<b>Figura 4</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis marruboides</i> submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 2 m s <sup>-1</sup>	91
<b>Figura 5</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis marruboides</i> submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 2 m s <sup>-1</sup>	91
<b>Figura 6</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis marruboides</i> submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 2 m s <sup>-1</sup>	92
<b>Figura 7</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 1 m s <sup>-1</sup>	92
<b>Figura 8</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 1 m s <sup>-1</sup>	92
<b>Figura 9</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 1 m s <sup>-1</sup>	93
<b>Figura 10</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 2 m s <sup>-1</sup>	93
<b>Figura 11</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 2 m s <sup>-1</sup>	93
<b>Figura 12</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis suaveolens</i> submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 2 m s <sup>-1</sup>	94
<b>Figura 13</b> - Cromatograma do óleo essencial de <i>Hyptis pectinata</i> submetida à	94

secagem a 35 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>

**Figura 14** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à 94  
secagem a 45 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>

**Figura 15** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à 95  
secagem a 55 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>

**Figura 16** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à 95  
secagem a 35 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>

**Figura 17** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à 95  
secagem a 45 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>

**Figura 18** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à 96  
secagem a 55 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>



## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIações E UNIDADES

°C .....	Grau Celsius	Temperatura
% .....	Porcentagem	
% b.s .....	Porcentagem base seca	
µL .....	Microlitro	Volume
µm .....	Micrômetro	Comprimento
Atm .....	Atmosfera	Pressão
B.O.D .....	Demanda Bioquímica de Oxigênio	
b.u. ....	Base úmida	
b.s .....	Base seca	
C.V .....	Coefficiente de variância	
C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> .....	Isopreno	
CG .....	Cromatografia gasosa	
CG/EM .....	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas	
CG-DIC .....	Cromatografia gasosa acoplada ao detector de ionização de chamas	
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> .....	Diclorometano	
CO <sub>2</sub> .....	Dióxido de carbono	
Da .....	Dalton	Massa Atômica
Epl. ....	Epling	
eV .....	Eletronvolt	Energia
g .....	Grama	Massa
<i>H. marrubioides</i> ....	<i>Hyptis marrubioides</i>	
<i>H. pectinata</i> .....	<i>Hyptis pectinata</i>	

<i>H. suaveolens</i> .....	<i>Hyptis suaveolens</i>	
He .....	Hélio	
IA TAB .....	Índice Aritmético Tabelado	
kPa .....	Quilopascal	Pressão
m .....	Metro	Comprimento
m s <sup>-1</sup> .....	Metro por segundo	Tempo
m/z .....	Massa/carga	
m <sup>3</sup> .....	Metro cúbico	Volume
mg .....	Miligrama	Massa
min .....	Minuto	Tempo
mL.min <sup>-1</sup> .....	Mililitro por minuto	Vazão
ns .....	Não significativo	
P .....	Para	
rpm .....	Rotação por minuto	
TOE .....	Teor de óleo essencial	
UFS .....	Universidade Federal de Sergipe	
α .....	Alfa	
β .....	Beta	
γ .....	Gamma	

## RESUMO

BRANQUINHO, NÚBIA ANGÉLICA DE ÁVILA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, fevereiro de 2015. **Avaliação de teor e composição química dos óleos essenciais de três espécies de *Hyptis*, submetidas a diferentes velocidades e temperaturas de secagem.** Osvaldo Resende “Orientador”; Alessandra Cristina Boffino de Almeida Monteiro Hara, Fabiano Guimarães Silva e Luiz Cláudio de Almeida Barbosa “Coorientadores”.

O gênero *Hyptis* é de ampla ocorrência no Cerrado brasileiro sendo que muitas espécies apresentam propriedades medicinais e relevância farmacêutica. A diversidade da atividade biológica de *Hyptis* tem levado a estudos da composição química dos óleos essenciais presentes na planta. Sabe-se que estes possuem propriedades antimicrobianas, anticancerígenas, usadas em composições aromatizantes para alimentos e perfumes sofisticados. Os óleos essenciais são metabólitos secundários resultantes do balanço entre a formação e sua transformação, que ocorrem durante o crescimento vegetal, em decorrência fatores genéticos, ambientais e técnicas de cultivo. Assim, nesse trabalho, objetivou-se, verificar a influência de diferentes temperaturas e velocidades do ar de secagem, que podem promover variações no teor e composição dos óleos essenciais de *Hyptis marruboides* Epling, *Hyptis suaveolens* (Linnaeus) Poiteau e *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau. A metodologia aplicada se iniciou com a produção de mudas das três espécies em casa de vegetação em meados de agosto de 2013, com germinação de sementes em bandejas de isopor contendo substrato Trimix, mantidas sob irrigação e posterior transplântio para o campo no início do mês de outubro de 2013. A secagem foi realizada em dezembro de 2015 para as espécies *H. suaveolens* e *H. pectinata* e, em

março de 2015 para a espécie *H. marrubioides*, no Laboratório de Pós-colheita de Produtos Vegetais, precedida de determinação do teor de água de cada espécie em estufa de circulação forçada a 103 °C por 24 horas. As folhas foram secas em secador de leito fixo com temperaturas de 35, 45 e 55 °C e as velocidades do ar de secagem controladas em 1 e 2 m s<sup>-1</sup>. A extração de óleos ocorreu por hidrodestilação, utilizando aparelho de Clevenger. Foram utilizados 60 g de folhas secas para cada repetição por 50 minutos. Extraíu-se o óleo com diclorometano e posteriormente se promoveu a concentração com a evaporação total do solvente em capela de exaustão de gases à temperatura ambiente. Após a extração, os óleos foram enviados à Universidade Federal de Viçosa, e realizaram análises por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas, para a caracterização química. A identificação química permitiu verificar os compostos majoritários para as três espécies. *Cis*- e *trans*-tujona foram os compostos majoritários da espécie *Hyptis marrubioides*, com suas maiores concentrações a 15,77 ± 5,84 e 22,55 ± 8,24%, respectivamente, a 35 °C. Para a espécie *Hyptis suaveolens*, o óxido de cariofileno teve maior concentração na temperatura de 45 °C com valores de 48,91 ± 7,64 e 45,60 ± 19,85% para as velocidades de 1 e 2 m s<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para a espécie *Hyptis pectinata*, as análises químicas também apontaram o composto óxido de cariofileno como majoritário em todas as condições de secagem, sendo verificadas suas maiores concentrações, 52,91 ± 2,23 e 55,43 ± 7,78% a 55 °C, para as velocidades de 1 e 2 m s<sup>-1</sup>, respectivamente.

## ABSTRACT

**BRANQUINHO, NUBIA AVILA DE ANGELICA.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, February 2015. **Evaluation of content and chemical composition of essential oils of three species of *Hyptis* under different speeds and drying temperatures.** Osvaldo Resende "Advisor"; Alessandra Cristina Boffino de Almeida Monteiro Hara, Fabiano Guimarães Silva and Luiz Cláudio de Almeida Barbosa "Co-Advisors".

The *Hyptis* genre is widely spread in the Brazilian cerrado; many species have medicinal properties and pharmaceutical relevance. The diversity of the biological activity of *Hyptis* has led to studies of the chemical composition of the essential oils present in the plant. It is known that these species s have antimicrobial, anticancer propertie, are also used in flavoring compositions for foodstuffs and fine fragrances. Essential oils are secondary metabolites resulting from the balance between their formation and their transformation that occur during plant growth, due to three factors: genetic, environmental and cultivation techniques. This work aimed to investigate the influence of different temperatures and air velocities of drying, which can promote changes in the content and composition of essential oils of *Hyptis marrubiioides* Epling, *Hyptis suaveolens* (Linnaeus) Poiteau and *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau. The methodology began with the production of seedlings of the three species in the greenhouse in mid-August 2013, with seed germination in trays containing Trimix substrate, kept under irrigation and later transplanted to the field. Drying was performed in December 2015 for the species *H. suaveolens* and *H. pectinata* and in March 2015 for *H. marrubiioides* in the Post-Harvest Vegetable Products Laboratory, preceded by the determination of each species moisture content in circulation oven at 103 °C by 24

hours. The leaves were dried in a fixed bed dryer adjusted to an automation system controlling the temperature at 35, 45 and 55 °C and the drying air at controlled speed of 1 m s<sup>-1</sup> and 2 s<sup>-1</sup>. The extraction of oil occurred by hydrodistillation using a Clevenger apparatus. A total of 60 g of dried leaves for each repetition by 50 minutes were used. The oil was extracted with dichloromethane and then promoted if its concentration with the total solvent evaporation in the gas exhaust hood at room temperature. After extraction, the oils were sent to the Federal University of Viçosa - Minas Gerais, where they underwent analysis by gas chromatography coupled to a mass spectrometer for chemical characterization. The chemical identification showed that the major compounds for the three species were cis- and trans-thujone with their higher concentrations 15.77 ± 5.84; 22.55 ± 8.24%, respectively, at 35 °C for *Hyptis marrubioides* species. For *Hyptis suaveolens* species the caryophyllene oxide had high concentration at a temperature of 45 °C and values of 48.91 ± 7.64 and 45.60 ± 19.85% to speed of 1 s<sup>-1</sup> and 2 m s<sup>-1</sup> respectively. As for the *Hyptis pectinata* species, the chemical analysis also showed the compound caryophyllene oxide as major compound in all drying conditions, being checked their highest concentrations, 52.91 ± 2.23 and 55.43 ± 7.78% to 55 °C to speed of 1 m s<sup>-1</sup> and 2 m s<sup>-1</sup> respectively..

## INTRODUÇÃO

### 1. Plantas medicinais: óleos essenciais

O homem desde o tempo de sua existência, depende das plantas, utilizando-as como alimento, cosméticos, produtos aromáticos. As plantas medicinais são produtos naturais utilizados pela humanidade há tempos remotos, como terapias ao tratamento de doenças (Mukherjee et al., 2010). O conhecimento sobre plantas medicinais simboliza muitas vezes o único recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos.

As plantas com propriedades terapêuticas utilizadas na medicina, tradicionalmente constituem uma importante fonte de novos compostos biologicamente ativos (Oliveira et al., 2006). Os compostos químicos que conferem às plantas potencial terapêutico, são produzidos por meio do metabolismo vegetal.

As plantas geram grande variedade de compostos químicos, os quais são divididos em dois grupos, metabólitos primários e secundários. O metabolismo primário é considerado como uma série de processos envolvidos na manutenção fundamental da sobrevivência e do desenvolvimento, como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. O metabolismo secundário consiste num sistema com importante função para a sobrevivência e competição no ambiente, origina compostos com características químicas variadas e às vezes encontradas apenas em grupos restritos de plantas.

#### 1.1. Composição química

Os óleos essenciais são metabólitos secundários definidos como misturas complexas de derivados de fenilpropanoides ou de terpenoides, os quais possuem valor agregado pelas suas aplicações em medicamentos, cosméticos, alimentos e agroquímicos (Pinto et al., 2002). Diversos óleos essenciais são pesquisados acerca de suas propriedades farmacológicas, sabe-se que estes possuem propriedades

antimicrobianas, anticancerígenas, e também são usados em composições aromatizantes para alimentos e perfumes sofisticados (Mendes, 2008; Bizzo et al., 2009; Sousa et al., 2012). Diversos medicamentos recentemente encontrados nas prateleiras das farmácias foram sintetizados a partir do metabólito secundário ou que este tenha servido de protótipo molecular.

Os óleos essenciais apresentam as mais diversificadas atividades farmacológicas, mas se destacam principalmente as características antimicrobianas, analgésica, sedativa, antitumoral, antioxidante, anti-inflamatória, antinociceptiva e antiparasitária. Na indústria farmacêutica também têm sido usados como promotores de permeação de fármacos para via de administração transdérmica (Henriques et al., 2007).

A composição dos metabólitos secundários nas plantas é resultado do balanço entre sua formação e transformação, que ocorrem durante o crescimento. Diversos metabólitos secundários são normalmente sintetizados e acumulados constitutivamente nas plantas, enquanto outros têm sua biossíntese induzida apenas após a ativação por fatores do ambiente.

De fato, os metabólitos secundários representam a interface química entre as plantas e o ambiente. Os estímulos decorrentes do ambiente, no qual a planta se encontra, podem redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Dentre estes fatores, podem-se ressaltar as interações planta/microrganismos, planta/insetos e planta/planta; idade e estágio de desenvolvimento, fatores abióticos como luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, época e horário de coleta, bem como técnicas de colheita e pós – colheita. É válido ressaltar que estes fatores podem apresentar correlações entre si, não atuando isoladamente, podendo exercer influência conjunta no metabolismo secundário (Morais, 2009).

Simões e Spitzer (2000) comentam ainda que os óleos essenciais obtidos de diferentes órgãos da mesma planta podem apresentar composição química, caracteres físico-químicos e odores distintos.

As alterações químicas na composição dos óleos essenciais ocorrem facilmente, tanto quantitativa como qualitativamente, principalmente por influência do meio ambiente como temperatura, luz, umidade, estação do ano, presença de metais, ritmo circadiano, agentes biológicos e poluição atmosférica (Neto & Lopes, 2007). Procedimentos pós-colheita como a secagem também podem intervir na composição química dos óleos essenciais (Szumny et al., 2010).



Em diversos trabalhos são estudados os efeitos da secagem na qualidade dos compostos bioativos. Isso é necessário, pois cada espécie tem um comportamento diferente e seu conteúdo, conseqüentemente, reflete essa diferença também (Soares et al., 2007; Rocha et al., 2011).

Martendal et al. (2011) relatam que o processo de secagem em plantas aromáticas visa minimizar a perda de princípios ativos e retardar a sua deterioração, um processo rápido pode degradar os princípios ativos. Também não deve ser demasiadamente lenta, pois pode propiciar o aparecimento de microrganismos indesejáveis e com a redução da quantidade de água, aumenta-se, também, a quantidade de princípios ativos em relação à massa seca, permitindo a conservação das plantas por um período maior para a sua posterior comercialização e uso. A alteração na composição química ocorre pela grande quantidade de compostos voláteis encontrados nas plantas aromáticas (Von Hertwig, 1991; Silva & Casali, 2000). Assim a temperatura de secagem deve ser controlada e estudos sobre a influência destas são necessários para obtenção da temperatura de secagem mais apropriada para cada espécie, visando assegurar teores e composição química adequados do óleo essencial (Blanco et al., 2000).

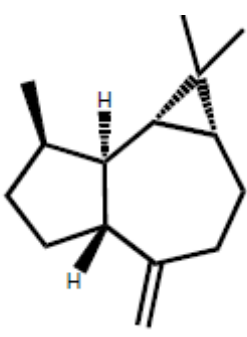
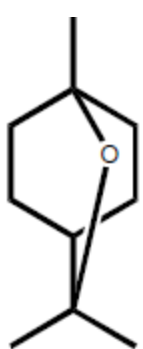
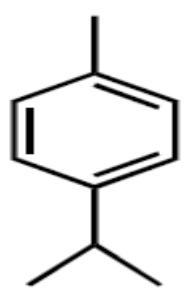

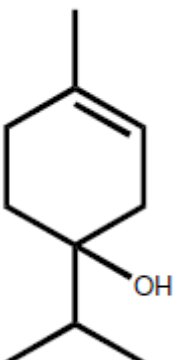
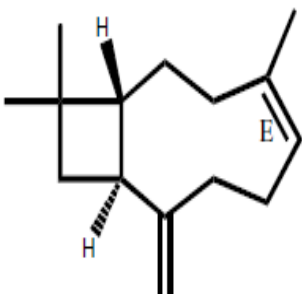
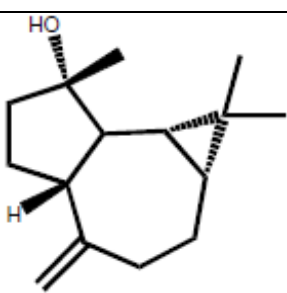
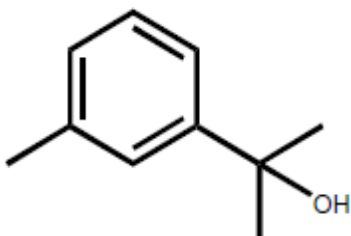
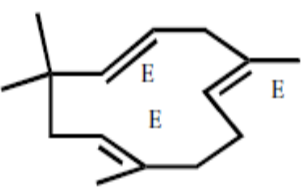
A composição química dos óleos essenciais é bastante variável. Geralmente o rendimento dos óleos essenciais é pequeno (em torno de 0,2 a 0,7%), quando comparados a massa inicial úmida (Castro et al., 2004), porém ainda assim apresentam uma diversidade de constituintes. Comumente são identificados mais de 60 compostos distintos (Castelo et al., 2010). As classes mais encontradas são os fenilpropanoides, terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) e seus derivados oxigenados (Isman et al., 2011).

Os terpenoides, entendidos como os terpenos e seus análogos oxigenados, representam uma classe variada e extensa de compostos. Eles são formados por várias unidades de isoprenos ( $C_5H_8$ ) unidas. Esses compostos são subdivididos de acordo com o número de unidades de isopreno existentes. Os monoterpenos, espécie mais comum nos óleos essenciais, são isômeros compostos por duas unidades de isopreno, isto é, possuem 10 átomos de carbono. Os sesquiterpenos, por sua vez, são formados por três unidades, ou seja, 15 carbonos, enquanto, os diterpenos, os triterpenos e os tetraterpenos (carotenoides) são formados, respectivamente, por quatro, seis e oito unidades (Carson & Hammer, 2011). Existem ainda os norterpenos que são oriundos de uma clivagem

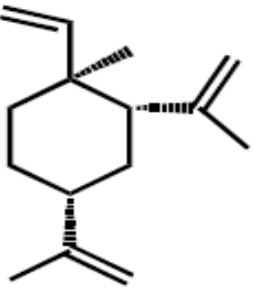
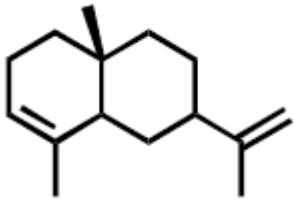
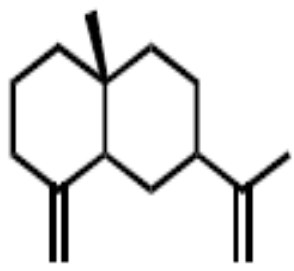
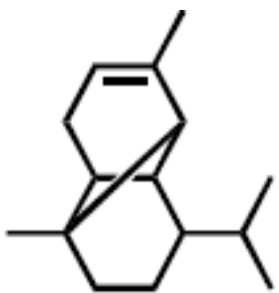
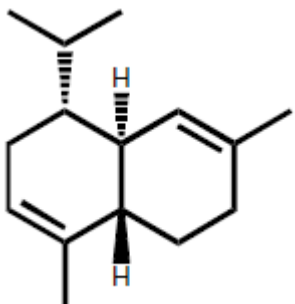
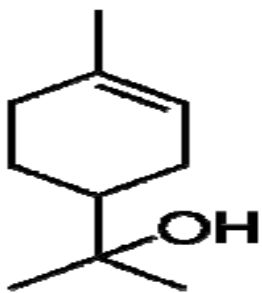
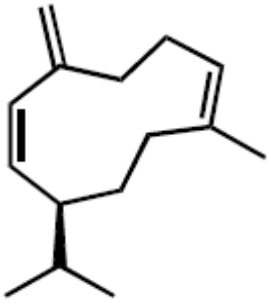
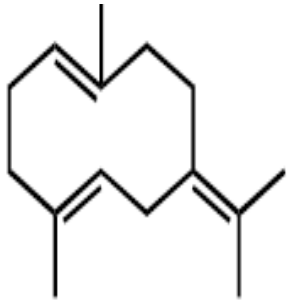
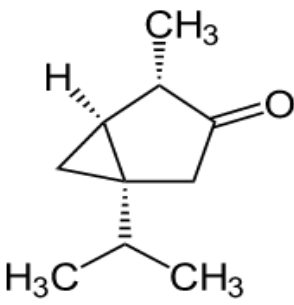
específica de carotenos, resultando em compostos de 13 carbonos, mas que não são comuns nos óleos.

Na Tabela 1, estão apresentados exemplos de compostos químicos frequentemente encontrados em espécies de *Hyptis* estão listados na Tabela 1.

**Tabela 2** - Compostos químicos encontrados em espécies de *Hyptis*

		
Aromadendreno	1,8-cineol	<i>p</i> -cimeno
		
Sabineno	Terpinen-4-ol	Trans-cariofileno
		
Espatulenol	<i>p</i> -cymen-8-ol	$\alpha$ -humuleno

### Continuação

		
$\beta$ -elemeno	$\alpha$ -selineno	$\beta$ -selineno
		
$\alpha$ -copaeno	$\alpha$ -cadineno	$\alpha$ -terpineol
		
Germacreno-D	Germacreno-B	Tujona

### 1.2. Técnicas de extração dos óleos essenciais

Na extração, o método a ser utilizado deve ser bem escolhido. Os processos de obtenção de óleos essenciais variam conforme a localização nas plantas, podendo ocorrer em diversas partes. Os métodos mais comuns são a hidrodestilação, destilação por arraste a vapor ou destilação seca ou por um processo mecânico adequado sem aquecimento (para frutas cítricas) de uma planta ou de algumas partes dela (Rubiolo et al., 2010).

### 1.2.1. Enfloração

Neste método são utilizadas pétalas de flores frescas, que são recobertas de gordura (animal/vegetal) e compostos preservativos por ambos os lados em uma placa de vidro. Usualmente a cada 24 horas essas pétalas são substituídas por outras frescas, até que a gordura (animal/vegetal) chegue ao ponto de saturação em relação aos óleos das flores. A gordura passa por tratamento com álcool, e se obtém um “extrato” de flores, que passa pelo processo de destilação, visando finalmente separar o solvente do óleo essencial desejado (Simões et al., 2007).

### 1.2.2. Arraste por vapor d'água

Geralmente realizada com folhas e erva, quando empregada em grande escala, é feita em alambiques, e são colocadas as partes da planta frescas e, o vapor que sai de uma caldeira circula arrastando os óleos essenciais liberados. A mistura gasosa se condensa e pode ser separada por diferença de densidade.

Também pode ocorrer por hidrodestilação, em que o material vegetal permanece em contato direto com a água em ebulição e os óleos que evaporam sobem ao condensador juntamente com os vapores d'água, se resfriam e podem ser separados por decantação. Em pequena escala, emprega-se o aparelho de Clevenger (Simões et al., 2007).

### 1.2.3. Extração com solventes voláteis

Nesse método, as plantas são imersas em um solvente químico adequado, usado para extrair os compostos aromáticos da planta, fornecendo um produto denominado concreto e, este pode ser dissolvido em álcool de cereais para a remoção do solvente. Assim com a evaporação do álcool, tem-se o absoluto.

Apesar de o rendimento ser bem maior, os óleos obtidos por esta técnica apresentam resíduos de solventes e por isso costuma ser utilizado em perfumaria e cosméticos.

### 1.2.4. Prensagem a frio

Geralmente usado na extração de óleos essenciais de frutas cítricas, que têm seus óleos encontrados nos tecidos periféricos. Os pericarpos são prensados para a

extração do óleo. E, a camada que contém o óleo essencial é separada por decantação, centrifugação ou destilação fracionada (Simões et al., 2007).

### 1.2.5. Extração por fluídos supercríticos

A extração por fluídos supercríticos é uma técnica que utiliza o poder do solvente em temperatura e pressão vizinhas ao ponto crítico. O solvente mais utilizado nesta técnica é o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por causa de seu baixo custo, a temperatura crítica considerada baixa (31,1 °C) e a pressão crítica facilmente alcançável (72,85 atm), além de solvente inodoro, quimicamente inerte e sem risco ambiental. O processo tem a desvantagem de demandar altos custos, porém apresenta boa qualidade do produto final.

As partes das plantas a serem extraídas são colocadas em um tanque e, é injetado dióxido de carbono supercrítico. Nessas condições o CO<sub>2</sub> atinge o que seria um quarto estado físico, no qual a sua viscosidade é semelhante ao do gás, mas a sua capacidade de solubilidade é elevada como se fosse um líquido.

Uma vez efetuada a extração, faz-se com que a pressão diminua e o gás carbônico volte ao estado gasoso, não deixando resíduo de solvente (Lima, 2006).

## 1.3. Cromatografia Gasosa

A cromatografia gasosa (CG) é um método de separação de compostos, que ocorre na fase gasosa, baseando na migração diferencial das substâncias entre a fase móvel e a fase estacionária. O constituinte gasoso é transportado pela coluna por um gás de arraste. A interação entre os componentes e a fase estacionária ocasiona uma separação diferencial dos componentes da mistura (McNair, 2009).

Já a espectrometria de massas (EM) conduz o material injetado, ioniza-o em alto vácuo, impulsiona e concentra esses íons e seus produtos de fragmentação através do analisador magnético de massa, e então coleta e mede as quantidades de cada íon selecionado em um detector. A cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas indica a massa molecular e o padrão de fragmentação.

Segundo Simões e Sptizer (2007), o espectrômetro ioniza as moléculas, separa os íons de acordo com a razão  $m/z$  (massa/carga) e fornece um histograma das abundâncias relativas de íons individuais com diferentes razões massas/carga geradas por um composto em condições especificadas, porém os dados de retenção linear devem ser considerados para aumentar a segurança na identificação.

A cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) se mostrou um dos métodos mais eficientes para o estudo da elucidação da composição química dos óleos essenciais (Harris, 2001).

A cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas permite realizar em uma só operação, para a amostra da ordem de 1µL, a análise qualitativa junto com a indicação das proporções em que se encontram os componentes. O equipamento possibilita obter dados sobre o peso molecular e a estrutura molecular dos óleos essenciais.

## 2. *Hyptis*

A família Lamiaceae pertence a ordem Tubiflorae (Lamiales), abrangendo cerca de 200 gêneros e aproximadamente 3.200 espécies distribuídas em todo o mundo (Botrel et al., 2010a). Os gêneros *Salvia* (500 espécies), *Scutellaria*, *Coleus*, *Plectranthus* e *Satachys* (200 espécies), *Nepeta* (150) e *Teucium* (100) possuem distribuição cosmopolita, embora as plantas destes gêneros sejam encontradas especialmente na região do mediterrâneo (Melendo et al., 2003). O gênero *Hyptis* é composto por aproximadamente 580 espécies e muitas destas possuem grande importância econômica e etnofarmacológica, são utilizadas para diversos fins medicinais, não apenas no Brasil (Barbosa & Ramos, 1992).

O gênero *Hyptis* (Lamiaceae), é de ampla ocorrência na América Tropical e alta diversidade morfológica, principalmente na região do Cerrado brasileiro (Harley, 1988). O grupo se caracteriza pela presença de plantas fortemente aromáticas, com hábito herbáceo a arbustivo, caule quadrangular, e flores com os estames presos ao lábio inferior da corola (Harley, 1976). Há relatos da ocorrência de espécies extremamente diversas de *Hyptis* no Cerrado brasileiro, muitas apresentam propriedades medicinais e relevância farmacêutica (Arrigoni-Blank et al., 2008; Coutinho et al., 2009). As plantas desse gênero apresentam aroma característico, sendo algumas espécies utilizadas no tratamento de infecções gastrointestinais, câimbras, dores e tratamento de infecções de pele (Falcão & Menezes, 2003). São também importante fonte de constituintes bioativos com efeito antimicrobiano, citotóxico e inseticida (Kuhnt et al., 1995).

O gênero *Hyptis* tem grande importância econômica por ser fonte de óleos essenciais aromáticos, voláteis e de plantas ornamentais. Diversas espécies são

utilizadas como condimentos importantes em culinária, sendo apreciadas pelo aroma ou pelo sabor que conferem aos alimentos (Menezes, 1994).

A diversidade da atividade biológica de *Hyptis* tem levado a estudos da composição química dos óleos essenciais presentes em *H. suaveolens* (Oliveira et al., 2005), assim como para outras espécies do gênero, que é determinada por fatores genéticos, porém, fatores sazonais, horários de coleta, e manipulação pós-colheita podem acarretar alterações significativas na produção dos metabólitos secundários.

Botrel et al. (2010b) avaliaram a influência da sazonalidade no teor e composição do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* e, não observaram diferenças qualitativas no óleo essencial de *H. marrubioides* ao longo das estações. Porém, diferenças nas concentrações relativas (%) foram observadas. O verão apresentou o maior teor de óleo; o inverno, no entanto, apresentou a maior concentração relativa (%) dos componentes majoritários  $\alpha$  e  $\beta$ -tujona.

### 2.1. *Hyptis marrubioides* Epling

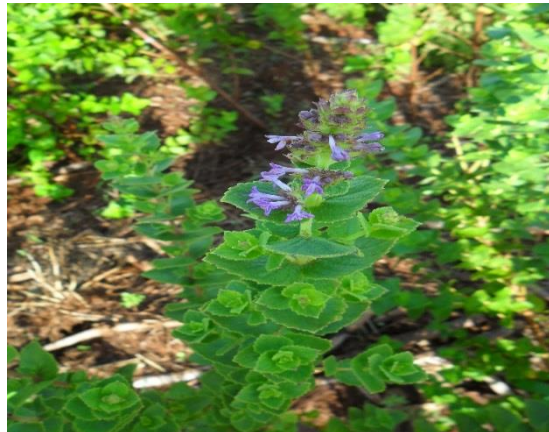
*Hyptis marrubioides* Epling é denominada vulgarmente hortelã-do-campo, sendo considerada uma espécie medicinal do Cerrado (Rodrigues & Carvalho, 2001), com crescente interesse farmacológico.

Os principais constituintes químicos encontrados em *Hyptis marrubioides* Epling, em duas localidades da região do Cerrado brasileiro foram, cariofila-4(14), 8(15)-dien-5 $\beta$ -ol, eudesma-4(15),7-dien-1 $\beta$ -ol, óxido de cariofileno e ( $\beta$ )-cariofileno (Sales et al., 2007). Os terpenos são empregados na medicina tradicional (Haslam, 1996) pelas propriedades bactericidas (Kang et al., 1992), anti-inflamatórias (Shimizu, 1990) e mesmo antitumorais (Zheng et al., 1992). São conhecidos também pelas propriedades insetífugas (Jacobson et al., 1990).

A



B



**Figura 1** - A - *Hyptis marrubioides* Epling, B – inflorescências

Botrel et al. (2009), avaliaram o teor e composição química do óleo essencial de *H. marrubioides* em diferentes genótipos (roxo e branco) e partes da planta fresca (folhas, inflorescências e caule). O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação por duas horas e analisado por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM). Verificaram que o maior teor de óleo essencial foi observado na inflorescência do genótipo roxo e o composto  $\alpha$ -tujona apresentou a maior porcentagem de área do pico nas inflorescências de genótipo roxo.

Analisar a variação no teor e composição do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* Epl. cultivadas em campo e estufa foi o objetivo de Botrel et al. (2010b), que extraíram o óleo volátil por hidrodestilação e analisaram por GC-MS. Os autores identificaram o maior teor de óleo volátil em plantas cultivadas em campo, com a porcentagem mais elevada verificada em amostras cultivadas no campo, tais como germacra-4(15),5,10(14)-trieno-1- $\alpha$ -ol (16,34%),  $\beta$ -cariofileno (10,42%),  $\gamma$ -muuroleno (12,83%) e *trans*-tujona (9,98%). No entanto, alguns compostos foram encontrados apenas em plantas cultivadas em estufa, tais como *cis*-muurol-5-en-4a-ol (10,84%),  $\alpha$ -cadinol (3,06%) e eudesma-4(15),7-dien-1 $\beta$ -ol (6,82%).

## 2.2. *Hyptis suaveolens* (L) Poiteau

*Hyptis suaveolens* (Linnaeus) Poiteau (Lamiaceae) é anual nativa do continente americano, fortemente aromática e com altura de 0,50 a 1,90 m, podendo chegar até 3,0 m dependendo do ambiente. O grupo se caracteriza pela presença de plantas fortemente aromáticas, com hábito herbáceo a arbustivo, caule quadrangular, e flores com os estames presos ao lábio inferior da corola (Harley, 1976).

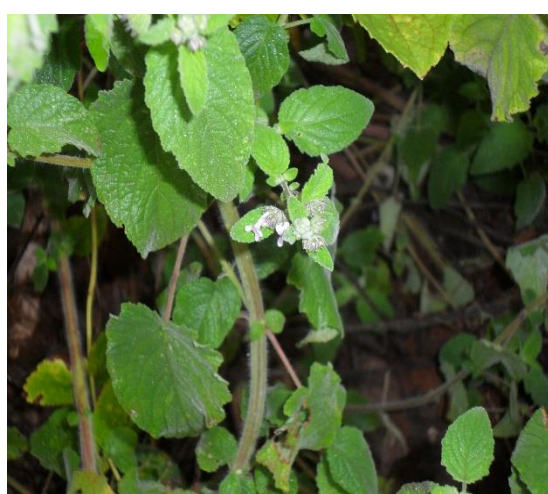


É comum em locais submetidos à ação antrópica, como terrenos baldios, margem de estradas, pastagens, culturas anuais e perenes, além de ser distribuída em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, ocorre em todo o território, é empregada na medicina popular em algumas regiões, principalmente na região Nordeste, e é conhecida como bamburral, sambacoité, mentrasto-do-grande, cheirosa, alfavacão, alfavaca-de-caboclo, alfazema-de-caboclo, alfazema-brava, salva-limão, betônica-brava, metrastograçú, são-pedro-caá, melissa-de-pison, pataquera, betônia-branca e chá-de-frança (Lorenzi & Matos, 2002).

A



B



C



**Figura 2** - A - *Hyptis suaveolens* (L) Poiteau B – inflorescência C - cálices

O óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (Linnaeus) Poiteau é constituído principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos, sendo estes sintetizados nas células de tricomas glandulares e armazenados no interior da cápsula situada no ápice do pelo

glandular. O óleo essencial desta espécie já foi caracterizado quimicamente em vários estudos (Silva et al., 2003), tendo sido verificada elevada variabilidade na composição e no teor dos constituintes majoritários. Estas diferenças foram atribuídas à origem geográfica das plantas (Sidibe et al., 2001; Grassi et al., 2005).

Martins et al. (2006) realizaram estudo para estabelecer a correlação entre as condições de crescimento e composição do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* de Alfenas (MG), Brasil. As plantas foram cultivadas em estufa, utilizados quatro tratamentos e coletas realizadas em dois períodos de tempo (60 e 135 dias de idade). Por meio de análise de GC-MS, identificaram os compostos espatulenol, globulol, dehydroabietol, e-cadinol e  $\beta$ -felandreno como os principais componentes encontrados no óleo essencial. Observaram que as grandes mudanças na composição do óleo essencial foram identificadas em plantas de 135 dias de idade, cultivadas sob deficiência de NPK. Houve a identificação de diterpenos, inclusive em elevadas proporções, que os autores correlacionaram com o genótipo fixado da linhagem das plantas cultivadas em Alfenas - MG.

Ao contrário de *Hyptis marrubioides* Epling, sesquiterpenos oxigenados foram os constituintes majoritários encontrados na maioria das populações de plantas *Hyptis suaveolens* (Linnaeus) Poiteau do Cerrado brasileiro, em estudos realizados por Azevedo et al. (2002).

Azevedo et al. (2002) avaliaram a composição de nove amostras de óleo essencial de *H. suaveolens*, de plantas individuais em fase de frutificação do Cerrado brasileiro investigadas por GC-MS. Espatulenol, 1,8-cineol e (E)-cariofileno foram os principais constituintes, a latitude foi o mais importante fator ambiental que influenciou os óleos, indicando que sesquiterpenos foram produzidos principalmente nas amostras cultivadas em latitudes e altitudes menores.

*Hyptis suaveolens* tem sido extensivamente investigada por causa do óleo essencial, que tem propriedades antifúngicas e antibacterianas (Singh et al., 1992; Zollo et al., 1998; Azekun, 1999; Malele et al., 2003), além de alta atividade nematicida, pela presença de D-limoneno e mentol e larvicida, contra *Aedes aegypti* (4º estágio) (Falcão & Menezes, 2003).

Noudogbessi et al. (2013) reportaram os resultados das análises realizadas pela cromatografia gasosa em óleos essenciais de *H. suaveolens* de sete localidades de Benin. Os compostos com concentrações expressivas foram Sabineno (7,3 – 31,3%), eucaliptol (14 – 24,6%),  $\beta$ -cariofileno (6,9 – 12,7%) 1,8-cineol (11,5%),  $\beta$ -felandreno

(10,2%), terpinoleno (8,7 – 9,6%), fenchona (4,1 – 8,1%), p-menta-2(7),8-dieno (7,9%), biciclogermacreno (4,7 – 7,5%),  $\beta$ -pineno (4,9 – 7,4%), (Z)- $\beta$ -ocimeno (6,9%) e terpinen-4-ol (5,4 – 5,9%).

### 2.3. *Hyptis pectinata* (L) Poiteau

A espécie *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau é popularmente conhecida como sambacaitá ou canudinho. É uma planta utilizada no nordeste brasileiro, na medicina popular para o tratamento de inflamações, infecção bacteriana e dor (Raymundo et al., 2011).

São plantas herbáceas ou subarborescentes com caule quadrangulares, folhas oposta, altura entre 1 a 2 metros e ciclo anual. Suas flores são pequenas e unidas em inflorescências densas (Basílio et al., 2006).

Como outras espécies do gênero, *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau é reconhecida como planta medicinal de grande importância em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Na Tanzânia, as folhas são usadas contra tosse e como cataplasma em furúnculos, enquanto no oeste da Índia, as folhas são utilizadas na forma de chá, para dores estomacais (Boalino et al., 2003). Pesquisas realizadas atestaram que o extrato aquoso de folhas de sambacaitá também possui efeito antiedematogênico e antinociceptivo (Bispo et al., 2001). Possui predominância em óleos essenciais com propriedades terapêuticas, sendo bastante utilizado na medicina popular (Raymundo et al., 2011).



**Figura 3** - *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau

Formulações de *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau são usadas na medicina popular para múltiplas finalidades (Fragoso-Serrano et al., 2005). No nordeste do Brasil a planta é popularmente utilizada para diferentes enfermidades, tais como rinofaringites, desordens gástricas e anti-inflamatório (Bispo et al., 2001). Pesquisas comprovaram efeitos antinoceptivo e antiedematogênico do extrato aquoso de folhas, além da atividade antimicrobiana do óleo essencial (Bispo et al., 2001; Arriogoni-Blank et al., 2008).

Estudos realizados com óleos essenciais de *Hyptis pectinata* (Linnaeus) Poiteau na Costa do Marfim (África) revelaram o *p*-cimeno (33,7%) e timol (26,0%) como componentes principais (Malan et al., 1988). Pietschmann et al. (1998) encontraram no óleo obtido de espécimes nativos da Índia os constituintes Sabineno (27,8%),  $\beta$ -cariofileno (17,2%),  $\beta$ -pineno (6,7%) e terpinoleno (6,0%), enquanto em espécimes colhidos no Ceará, os componentes majoritários foram o  $\beta$ -pineno (8,16%), *p*-cimeno (17,5%),  $\beta$ -cariofileno (21,5%) e espatulenol (15,0%) (Araújo, 2004). Na República de Camarões, Tchoumboungang et al. (2005) com espécimes locais obtiveram germacreno-D (28,0%) e  $\beta$ -cariofileno (22,1%). E no acesso SAM0012 do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Sergipe – (UFS) foram acalamusenona (24,68%),  $\beta$ -cariofileno (18,34%), óxido de cariofileno (18%) e  $\beta$ -pineno (6,95%) (Santos et al., 2008).

### 3. Beneficiamento das plantas

Um importante fator na qualidade do óleo essencial das plantas medicinais é a condição da sua colheita. Características como o órgão da planta, o estágio de desenvolvimento a época do ano e o horário do dia, podem influenciar na produção de substância com atividade terapêutica (Blank et al., 2007, Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Dessa maneira, os cuidados se estendem além da coleta da planta, sendo necessários cuidados antes, durante e depois da coleta. A secagem das plantas medicinais compõe uma etapa do processamento do material vegetal, garantindo que os componentes não se degradem, uma vez que a ação enzimática é inibida ou reduzida, permitindo a conservação dos princípios ativos, além de ser facilmente armazenada por um longo tempo (Chudnicka & Matysik, 2005).

Em trabalhos realizados por Soares et al. (2007) e Rocha et al. (2011), foram estudados os efeitos da secagem na qualidade dos compostos bioativos. Rocha et al.

(2011) avaliaram a composição química do óleo essencial de erva-cidreira, em relação aos seus três principais componentes: mirceno, geranial e neral. O efeito de secagem e a velocidade do ar sobre a composição química do óleo essencial extraído foram avaliados. Os tratamentos foram velocidades do ar de secagem ( $0,8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $1,3 \text{ m s}^{-1}$  e  $1,8 \text{ m s}^{-1}$ ) e dois métodos de controle de velocidade de ar (manual e automática), com três repetições cada. Todos os tratamentos de secagem não mostraram nenhuma diferença para os componentes principais (mirceno, neral e geranial) do óleo essencial obtido a partir de erva-cidreira, quando comparada com a planta fresca. Porém, Soares et al. (2007), estudaram a influência de quatro temperaturas de ar de secagem (40, 50, 60 e 70 °C), em camada fina, e duas velocidades do ar ( $0,9$  e  $1,9 \text{ m s}^{-1}$ ) sobre o teor de linalol do manjeriço (*Ocimum basilicum* L). Os maiores rendimentos de linalol foram obtidos com temperatura do ar de secagem na faixa de 50 a 60 °C e  $1,9 \text{ m s}^{-1}$  de velocidade do ar (2,23 e 2,47 ppm, respectivamente). Por análise de regressão, estimou-se que a temperatura de 54,4 °C e a velocidade de  $1,9 \text{ m s}^{-1}$  forneceriam o maior rendimento de linalol. Concluiu-se que a composição química do óleo essencial do manjeriço é afetada tanto pela temperatura como pela velocidade do ar de secagem.

Existem várias formas de desidratação do material vegetal sendo por micro-ondas, infravermelho, ao ar ambiente (sombra ou sol), em estufas (com e sem ventilação) e por liofilização (Rocha et al., 2011, Rahimmalek & Goli, 2013). Esses métodos de secagem têm por objetivo remover a água das plantas sem interferir na qualidade do óleo essencial e, devem ser estudados para cada espécie.

O principal objetivo da secagem é prolongar a qualidade do óleo essencial e minimizar as necessidades de embalagem (Hamrouni-Sellami et al., 2011). Como o óleo essencial possui substâncias voláteis, seus teores e composição são influenciados pelo método de secagem adotado, que foi estudado por diversos pesquisadores (Guimarães et al., 2008; Rocha et al., 2011; Hamrouni-Sellami et al., 2011; Gobbo-Neto & Lopes, 2007; Soares et al., 2007; Rocha et al., 2011).

A influência da secagem no teor e conteúdo do óleo essencial foi evidenciada no trabalho de Rahimmalek & Goli (2013), e identificam que os constituintes químicos do óleo essencial também variaram, sendo que nas temperaturas mais elevadas os constituintes timol, carvacrol e  $\beta$ -cariofileno apresentaram acréscimo em suas concentrações em relação aos outros compostos. Porém, na maioria das vezes o aumento da temperatura de secagem em mais de 20 °C pode provocar perdas no rendimento do óleo essencial em mais de 92,3%.

Outro fator que influência na secagem é a velocidade do ar (Soares et al., 2007). Há grandes variações em relação aos valores de velocidade do ar recomendados par secagem de plantas medicinais. Diversos componentes do óleo essencial são voláteis e se a velocidade é inadequada podem influenciar na composição final do óleo. Como ocorreu com o manjeriço, em que o componente linalol foi influenciado pelo fluxo de ar de secagem quando exposto por longos períodos, sendo recomendado a velocidade de  $1,9 \text{ m s}^{-1}$  (Soares et al., 2007). Baritoux et al. (1992), realizaram secagem de manjeriço a  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 12 horas, mas com velocidade de ar de  $0,4 \text{ m s}^{-1}$  e armazenaram por três, seis e sete meses. As análises realizadas por meio de CG-MS indicaram redução nas concentrações de seus compostos majoritários Eugenol e metilcavicol, enquanto houve aumento da concentração dos compostos linalol e 1,8-cineol, após secagem e armazenamento

Muller et al. (1992), realizaram secagem com folhas de sálvia (*Salvia officinalis* L.) utilizaram a velocidade de ar de  $0,2 \text{ m s}^{-1}$ , enquanto Radunz et al. (2010), para condução do experimento de secagem utilizaram 6 secadores de bandeja, empregando as temperaturas de 40, 50, 60, 70, 80 e  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  e velocidade de ar de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ . Os resultados mostraram que pequenos incrementos no valor da temperatura do ar de secagem promovem redução significativa no tempo de secagem para a mesma espécie vegetal. Isso demonstra que as pesquisas abordando esses parâmetros são importantíssimas para o beneficiamento do material vegetal, a fim de obter os melhores óleos essenciais.

A secagem artificial com ventilação forçada é aconselhável quando comparada com a secagem à temperatura ambiente. Isso porque o tempo de desidratação é maior na temperatura ambiente, que pode ocasionar na proliferação de microrganismo, bem como o controle dos parâmetros como ventilação, temperatura e tempo não são controláveis, quando comparado com a secagem artificial (Hamrouni-Sellami et al., 2011).

#### 4. Referências bibliográficas

Araujo, E.C.C. Contribuição ao conhecimento químico de espécies do gênero *Hyptis* do nordeste: *H. martiusii* Benth, *H. platanigolia* Mart ex. Benth, *H. suaveolens* (L.) Poit. e *H. pectinata* (L.) Poit. Tese de Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Química Orgânica da Universidade Federal do Ceará, 2004. 256f.

Arrigoni-Blank, M. F.; Antonioli, A. R.; Caetano, L. C.; Campos, D. A.; Blank, A. F.; Alves, P. B. Antinociceptive activity of volatile oils of *Hyptis pectinata* L. Poit. (Lamiaceae) genotypes. *Phytomedicine*, v.15, n.5, p.334-339, 2008.

Azekun, O. T.; Ekundayo, O.; Adenivi, B. A. Antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* leaves. *Fitoterapia*, v.70, n.4, p.440-442, 1999.

Azevedo, N. R.; Campos, I. F. P.; Ferreira, H. D.; Portes, T. A.; Eraphin, J. C.; Realino de Paula, J.; Santos, S. C.; Ferri, P. H. Essential oil chemotypes in *Hyptis suaveolens* from Brazilian Cerrado. *Biochemical Systematics and Ecology*, v.30, n.3, p.205-216, 2002.

Barbosa, P. P. P.; Ramos, C. P. Studies on the antiulcerogenic activity of the essential oil of *Hyptis mutabilis* Briq in rats. *Phytotherapy Research*, v.6, n.2, p.114-115, 1992.

Baritoux, O.; Richard, T. J.; Derbesy, M. Effects of drying and storage of herbs and spices on the essential oil: part I: Basil, *Ocimum basilicum* L. *Flavour and Fragrance Journal*, v.7, n.1, p. 267-271, 1992.

Basílio, I. J. L. D.; Agra, M. F.; Rocha, E. A.; Leal, C. K. A. & Abrantes, H. F. Estudo Farmacobotânico Comparativo das Folhas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. e *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae). *Acta Farmaceutica Bonaerense*, v.25, n.4, p.518-525, 2006.

Bispo, M. D.; Mourao, R. H. V.; Franzotti, E. M.; Bomfim, K. B. R.; Arrigoni-Blank, M. de F.; Moreno, M. P. N.; Marchioro, M.; Antonioli, A. R. Antinociceptive and antiedematogenic effects of the aqueous extract of *Hyptis pectinata* leaves in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*, v.76, n.1, p.81-86, 2001.

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

Blanco, M. C. S. G.; Ming, L. C.; Marques, M. O. M.; Bovi, O. A. Influência da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de menta. *Anais do 40º Congresso Brasileiro de Olericultura e 1º Simpósio Latino-Americano de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares*. In: *Revista Horticultura Brasileira*, v.18, p.2, 2000.

Blank, A. F.; Costa, A. G.; Arrigoni-Blank, M. F.; Cavalcanti, S. C. H.; Alves, P. B.; Innecco, R.; Ehlert, P. A. D. e Souza, I. F. Influence of season, harvest time and

drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. Brazilian Journal of Pharmacognosy, v.17, n.4, p.557-564, 2007.

Boalino, D. M.; Connolly, J. D.; Mclean, S.; Reynolds, W. F.; Tinto, W. F. - Pyrones and a 2(5H)-furanone from *Hyptis pectinata*. Phytochemistry, v.64, n.7, p.1303-1307, 2003.

Botrel, P. P.; Pinto, J. E. B. P.; Figueiredo, F. C.; Bertolucci, S. K. V.; Ferri, P. H. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* Epling (Lamiaceae) em diferentes genótipos. Revista Brasileira Plantas Mediciniais, v.11, n.2, p.164-169, 2009.

Botrel, P. P.; Pinto, J. E. B. P.; Araújo, A. C. C.; Bertolucci, S. K. V. Variações no teor e na composição volátil de *Hyptis marrubioides* Epl. cultivada no campo e em casa de vegetação. Química Nova, v.33, n.1, p.33-37, 2010(a).

Botrel, P. P.; Pinto, J. E. B. P.; Ferraz, V.; Bertolucci, S. K. V.; E Figueiredo, F. C. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* Epl., Lamiaceae em função da sazonalidade. Acta Scientiarum. Agronomy, v.32, n.3, p.533-538; 2010(b).

Carson, C. F.; Hammer, K. A. Chemistry and bioactivity of essential oils. In: Thormar, H. Lipids and essential oils as antimicrobial agents. West Sussex: John Wiley & Sons, 2011. Cap. 9, p. 203-238.

Castelo, A. V. M.; Del Menezzi, C. H. S.; Resck, I. S. Rendimento e análises espectroscópicas (RMN <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, IV) da composição química dos óleos essenciais de quatro plantas do Cerrado. CERNE, v. 16, n. 4, p. 573-584, 2010.

Castro, D. M.; Ming, L. C.; Marques, M. O. M. Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas da *Lippia alba* (Mill). N. e. Br em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.4, n.2, p.75-79, 2002.

Chudnicka, A.; Matysik, G. Research of enzymatic activities of fresh juice and water infusions from dry herbs. Journal of Ethnopharmacology, v.99, n.2, p.281-286, 2005.

Coutinho, H. D. M.; Costa, J. G. M.; Lima, E. O.; Siqueira-Junior, J. P. *In vitro* phototoxic activity of *Eugenia jambolana* L. and *Hyptis martiusii* Benth. J. Photochemistry Photobiology, v.96, n.1, p.63-65, 2009.

Falcão, D. C.; Menezes, F. S. Revisão Etnofarmacológica, farmacológica e química do gênero *Hyptis*. Revista Brasileira de Farmácia, v.84, n.3, p.69-74, 2003.



Fragoso-Serrano, M.; Gibbons, S.; Pereda-Miranda, R. Anti-staphylococcal and cytotoxic compounds from *Hyptis pectinata*. *Planta Medica*, v.71, n.3, p.278-280, 2005.

Gobbo-Neto, L.; Lopes, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

Grassi, P.; Nunez, M. J.; Varmuza, K.; Franz, C. Chemical polymorphism of essential oils of *Hyptis suaveolens* from El Salvador. *Flavour Fragrance*, v.20, n.2, p.131, 2005.

Guimarães, L. G. L.; Cardoso, M. G. C.; Zacaroni, L. M.; Lima, R. K.; Pimentel, F. A.; Morais, A. R. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPF). *Química Nova*, v.31, n.6, p.1476-1480, 2008.

Hamrouni-Sellami, I.; Wannes, W. A.; Bettaieb, I.; Berrima, S.; Chahed, T.; Marzouk, B. e Limam, F. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. *Food Chemistry*. v.126, n.2, p.691-697, 2011.

Harris, D. C. *Análise Química Quantitativa*. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos S.A., p. 586-587, 2001.

Harley, R.M. A review of *Eriope* and *Eriopidion* (Labiatae). *Hooker's Icones Plantarum*, v.8, p.1-107, 1976.

Harley, R. M. Evolution and distribution of *Eriope* (Labiatae) and its relatives in Brasil; Vanzolini, P. E.; Heyer, W. R., Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1988.

Haslam, E. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *Journal of Natural Products*, v.59, n.2, p.205-215, 1996.

Henriques, A. T.; Simões-P., C. A., Apel, M. A. Óleos essenciais: importância e perspectivas terapêuticas. In: *Química de produtos naturais, novos fármacos e a moderna farmacognosia*. Yunes, R. A. e Cechinel Filho, V. (Orgs.). Itajaí: UNIVALI Editora. 2007.

Isman, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, v.51, n.1, p.45-66, 2006.

Jacobson, M. *Glossary of Plant-Derived Insect Deterrents*, CRC Press: Boca Raton, 1990.

Kang, R.; Helms, R.; Stout, M. J.; Jaber, H.; Nakatsu, T. Vietnamese culinary herbs in the United States. *Journal of Agriculture Food and Chemistry*, v.40, p.2328-2332, 1992.

Kuhnt, M.; Probstle, A.; Rimpler, H.; Bauer, R.; Heinrich, M. Biological and pharmacological activities and further constituents of *Hyptis verticilata*. *Planta Medica*, Stuttgart, v.61, n.3, p.227-232, 1995.

Lima, I. O. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.16, n.2, p.197-201, 2006.

Lorenzi, H.; Matos, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p.512, 2002.

Malan, K.; Pelissier, Y.; Marion, C.; Blaise, A.; Bessiere, J. M. The essential oil of *Hyptis pectinata*. *Planta Medica*, v.54, n.6, p.531-532, 1988.

Malele, R. S.; Mutayabarwa, C. K.; Mwangi, J. W.; Thoithi, G. N.; Lopez, A. G.; Lucini, E. I.; Zygadlo, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. *Journal Essential Oil Research*, v.15, n.6, p.438-440, 2003.

Martendal, J. M. P.; Pereira, M. V.; Lobo, V. S.; Montanher, S. F. Influência da temperatura de secagem na composição química e rendimento dos óleos essenciais obtidos de plantas aromáticas. *Anais do III ENDICT – UTFPR*, 2011.

Martins, F. T.; Santos, M. H. dos; Polo, M.; Barbosa, L. C. A. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., sob condições de cultivo. *Química Nova*, v.29, n.6, p.1203-1209, 2006

Mcnair, H. M.; Miller, J.M. *Basic gas chromatography*. 2<sup>o</sup> Edição. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2009. 239p.

Melendo, M. D.; Cano, E.; Gomez-Mercado, F.; Valle, F. The endemic flora in the South of thoiberian Peninsula: taxonomic composition, biological spectrum, pollination, reproductive mode and dispersal. *Flora Morphology, Distribution, Functional Ecology Plants*, v.198, n.4, p.260-276, 2003.

Mendes, S.; Nunes, D. S.; Marques, M. B.; Tardivo, R. C.; Filho, V. C.; Simionatto, E. L.; Junior, A. W. Essential oil of *Baccharis semiserrata*, a source of spathulenol. *Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ciencia. Agr. Eng*, v.14, n.3, p. 241-245, 2008.

Menezes, F. S. Base química de tendências filogenéticas em Lamiflorae. Tese de Mestrado, Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 94, 1994.

Morais, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p.4050-4063, 2009.

Mukherjee, P. K.; Venkatesh, M.; Gantait, A. Ayurved in modern medicine: development and modification of bioactivity. Apud Mander, L.; Liu, H. Comprehensive natural products II. Hardbound: Elsevier. Cap.3.14, p.479-507, 2010.

Müller, J.; Mühlbauer, W. Effects of drying on the essential oil of *Chamomile recutita*. In: International Joint Symposium of Biology and Chemistry of Active Natural Substances, 1992, Bonn. Anais Bonn: [s.n.], 1992.

Neto, L. G.-; Lopes, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Química Nova, v. 30, n. 2, 374-381, 2007.

Noudogbessi, J. P.; Agbangnan, P.; Yehouenou, B.; Adjalian, E.; Nonviho, G.; Osseni, M. A.; Wotto, V.; Figueredo, G.; Chalchat, J. C.; Sohounhloue, D.. Physico-chemical properties of *Hyptis suaveolens* essential oil. International Journal of Medicinal and Aromatic Plants, v.3, n.2, p.191-199, 2013.

Oliveira, M. J.; Campos, I. F. P.; Oliveira, C. B. A.; Santos, M. R.; Souza, P. S.; Santos, S. C.; Seraphin, J. C.; Ferri, P. H. Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens* Biochemistry System Ecology, v.33, n.3, p.275-85, 2005.

Oliveira, R. A. G.; Lima, E. O.; Vieira, W. L.; Freire, K. R. L.; Trajano, V. N.; Lima, I. O.; Souza, E. L.; Toledo, M. S.; Silva-Filho, R. N. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.16, n.1, p.77-82, 2006.

Pietschmann, M.; Vostrowsky, O.; Bestmann, H. J.; Pant, A. K.; Mathela, C. S. Volatile constituents of *Hyptis pectinata* Poit. (Lamiaceae). Journal of Essential Oil Research, v.10, n.5, p.550-552, 1998.

Radunz, L. L.; Mossi, A. J.; Zakrevski, C. A.; Amaral, A. S. do; Grassmann, L. Análise da cinética de secagem de folhas de sálvia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.9, p.979-986, 2010.

Rahimmalek, M. e Goli, S. A. H.; Evaluation of six drying treatments with respect to essential oil yield, composition and color characteristics of *Thymys daenensis*

subsp. daenensis. Celak leaves. *Industrial Crops and Products*, v.42, n.1, p.613– 619, 2013.

Raymundo, L. J. R. P.; Guilhon, C. C.; Alviano, D. S.; Matheus, M. E.; Antonioli, A. R.; Cavalcanti, S. C. H.; Alves, P. B.; Alviano, C. S.; Fernandes, P. D. Characterisation of the anti-inflammatory and antinociceptive activities of the *Hyptis pectinata* (L.). Poit essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, v.134, n.3, p.725-732, 2011.

Rocha, R. P.; Melo, E. C.; Demuner, A. J.; Radünz L. L.; Corbín, J. B. Influence of drying air velocity on the chemical composition of essential oil from lemon grass. *African Journal of Food Science and Technology*, v.2, n.6, p.132-139, 2011.

Rodrigues V. C. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do alto Rio Grande – Minas Gerais. *Ciência Agrotecnologia*, v.25, n.1, p.102-123, 2001.

Rubiolo, P.; Sgornibi, B.; Liberto, E.; Cordero, C.; Bicchi, C. Essential oils and volatiles: sample preparation and analysis: A review, *Flavour and Fragrance Journal*, v.25, n.5, p. 282-290, 2010.

Sales, J. F.; Pinto, J. E. B. P.; Botrel, P. P.; Oliveira, C. B. A.; Ferri, P. H.; Paula, J. R.; Seraphin, J. C. Composition and chemical variability in the essential oil of *Hyptis marrubioides* Epl. *Journal of Essential Oils Research*, v.19, n.6, p.552, 2007.

Santos, P. O.; Costa, M. de J. C.; Alves, J. A. B.; Nascimento, P. F. C.; Demelo, D. L. M.; Barbosa Jr, A.; Trindade, R. de C. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis pectinata* (L.) Poit. *Química Nova*, v.31, n.7, p.1648-1652, 2008.

Sidibe, L.; Chalchat, J. C.; Garry, R. P.; Harama, M. Aromatic plants of Mali (III): chemical composition of essential oils of two *Hyptis* species: *H. suaveolens* (L.) Poit. and *H. spicigera* Lam *Journal of Essential Oil Research*, v.13, n.1, p. 55, 2001.

Silva, F.; Casali, V. W. D. Plantas medicinais e aromáticas: Pós-colheita e óleos essenciais. Viçosa: Arte e Livros, 2000, p.135.

Silva, A. F.; Barbosa, L. C. A.; Silva, E. A. M.; Casali, V. W. D.; Nascimento, E. A. Composição Química do Óleo Essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.6, n.1, p.1 - 7, 2003.

Silva, J. S.; Afonso, A. D. L.; Guimarães, A. C. Estudos dos métodos de secagem. In: *Pré-processamento de produtos agrícolas*. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 1995, p.105-143.

Simões, C. M. O.; Spitzer, V. Óleos voláteis. In: Simões, C. M. O. et al. Farmacognosia da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS, p.387-415, 2000.

Simões, C. M.; Spitzer, V. Óleos essenciais. In Simões C. M. O. et al, Farmacognosia: Da planta ao medicamento. Porto Alegre / Florianópolis: Editora UFRGS / Editora UFSC, 2007. 824p.

Shimizu, M. Quantity estimation of some contaminants in commonly used medicinal plants. Chemical and Pharmaceutical Bulletin; v.38, p.283-2287, 1990.

Singh, G.; Upadhyay, R. K.; Rao, G. P. Fungitoxic activity of the volatile oil of *Hyptis suaveolens*. Fitoterapia, v.63, n.5, p.462–465, 1992.

Soares, R. D.; Chaves, M. A.; Silva, A. A. L.; Silva, M. V.; Souza, B. S. Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. Ciência Agrotecnologia, Lavras, v.31, n.4, p.1108-1113, 2007.

Sousa, O. V.; Del-Vecho-Vieira, G.; Alves, M. S.; Araújo, A. A. L.; Pinto, M. A. O.; Amaral, M. P. H.; Rodarte, M. P. e Kaplan, M. A. C. Chemical Composition and Biological Activities of the Essential Oils from *Duguetia lanceolata* St. Hil. Barks. Molecules, v.17, n.9, p.11056 - 11066, 2012.

Szumny, A.; Figiel, A.; Gutierrezortiz, A.; Carbonell-Barrachina, A. A. Composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. Journal of Food Engineering, v.97, n.2, p.253–260, 2010.

Tchoumboungang, F.; Zollo, P. H. A.; Boyom, F. F.; Nyegue, M. A.; Bessiere, J. M.; Menut, C. Aromatic plants of tropical Central Africa. XLVIII. Comparative study of the essential oils of four *Hyptis* specimens from Cameroon: *H. pectinata* (L) Poit., *H. lanceolata* Poit., *H. spicigera* Lam. and *H. suaveolens* Poit. Flavour and fragrance Journal, v.20, n.3, p.340-343, 2005.

Vitorino, L. C.; Silva, F. G.; Soares, M. A.; Souchie, E. L.; Lima, W. C. The isolation and characterization of endophytic microorganisms from *Hyptis marrubioides* Epling roots. African Journal of Biotechnology, v.11, n.64, p.12772-12772, 2012.

Von Hertwing, Igor F. Plantas aromáticas e medicinais: plantio colheita secagem comercialização. São Paulo: Icone, 1986.p.449.

Zheng, G. Q.; Kenney, P. M.; Lam, L.K.T. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines. Natural Products, v.55, p.999-1003, 1992.

Zollo-Amvam, P. H.; Biviti, L.; Tchoumboungang, F.; Menut, C.; Lamaty, G.; Bouchet, P. Aromatic plants of tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. *Flavour Fragrance Journal*, v.13, n.2, p.107–114, 1998.

## OBJETIVOS

### Geral

Avaliar o efeito de diferentes temperaturas e velocidades do ar de secagem no teor e na composição química dos óleos essenciais de *Hyptis marrubioides* Epling, *H. pectinata* (Linnaeus) Poiteau e *H. suaveolens* (Linnaeus) Poiteau.

### Específicos

- Observar a influência dos tratamentos de secagem sobre as curvas de secagem de *Hyptis marrubioides*, *Hyptis pectinata* e *Hyptis suaveolens*.
- Mensurar os rendimentos químicos dos óleos essenciais obtidos por hidrodestilação das espécies estudadas.
- Identificar os constituintes químicos dos óleos essenciais das folhas de *Hyptis marrubioides*, *Hyptis pectinata* e *Hyptis suaveolens* por Cromatografia gasosa (CG-FID) e Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM).

## CAPÍTULO I

### Rendimento e caracterização química do óleo essencial de folhas de *Hyptis marrubioides* submetidas à secagem

**Resumo:** No presente trabalho, objetivou-se verificar a influência da secagem no teor e na composição dos óleos essenciais de folhas de *Hyptis marrubioides* submetidas à secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s<sup>-1</sup> e 2 m s<sup>-1</sup>, em secador de camada fixa. Inicialmente as folhas de *H. marrubioides* apresentaram teor de água igual a 86,9% (base úmida) e ao final da secagem 15,5 ± 1,31% (base úmida) para a velocidade de 1 m s<sup>-1</sup> e 14,75 ± 1,89% para a velocidade de 2 m s<sup>-1</sup>. As condições do ambiente de secagem se mantiveram em 27 ± 2 °C e umidade relativa do ar de 70 ± 10%. Os óleos voláteis foram obtidos por hidrodestilação durante 50 minutos, e foram extraídos da fase aquosa por extração com diclorometano. Os constituintes dos óleos foram caracterizados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. Identificou-se 24 compostos, sendo os majoritários *cis*- e *trans*-tujona com suas maiores concentrações 15,77 ± 5,84; 22,55 ± 8,24%, respectivamente, a 35 °C. O aumento da temperatura promoveu reduções nos teores de óleos essenciais e também nas concentrações dos constituintes químicos identificados. Os compostos majoritários encontrados foram *cis* e *trans*-tujona, com maiores concentrações na temperatura do ar de secagem de 35 °C associada à velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** hortelã-do-cerrado, cromatografia gasosa, espectrometria de massas, hidrodestilação, tujona.



**Essential oil yield and the chemical characterization of *Hyptis marrubioides* leaves submitted to drying**

Abstract: This study aimed to assess the effect of drying on the amount and composition of essential oils from *Hyptis marrubioides* leaves submitted to drying at temperatures of 35, 45 and 55 °C and air velocities of 1 m s<sup>-1</sup> and 2 m s<sup>-1</sup> in fixed bed dryer. Initially the leaves of *H. marrubioides* showed moisture content of 86.9% (wet basis) and at the final drying 15.5 ± 1.31% (wet basis) for the speed of 1 m s<sup>-1</sup> and 14, 75 ± 1.89% for the speed of 2 m s<sup>-1</sup>. Drying environmental conditions remained at 27 ± 2 °C and relative humidity of 70 ± 10%. The volatile oils were obtained by hydrodistillation for 50 minutes and were extracted from the aqueous phase by extraction with dichloromethane. The constituents of the oils were characterized by gas chromatography coupled to mass spectrometry. It was identified himself 24 compounds, and the cis and trans-thujone were majority with their higher concentrations of 15.77 ± 5.84; 22.55 ± 8.24% respectively at 35 °C. The temperature rise promoted reductions in the levels of essential oils and also in the concentrations of chemical components identified, concluding that the drying temperature and air velocity are factors that influence the content and chemical composition of essential oils of *H. marrubioides*.

**Key words:** mint-do-cerrado, gas chromatography, mass spectrometry, hydrodistillation, thujone

## 1. Introdução

O gênero *Hyptis* é composto por cerca de 580 espécies (Barbosa & Ramos, 1992) exclusivamente neotropicais, distribuídas desde o sul dos Estados Unidos e Caribe até a Argentina. Em Goiás e Minas Gerais se encontram importantes centros de diversidade para este gênero, e seus representantes ocorrem em diferentes tipos de solo e habitats variados, inclusive no Cerrado brasileiro, com muitos apresentando propriedades medicinais e relevância farmacêutica (Arrigoni-Blank et al., 2008; Coutinho et al., 2009). O grupo se caracteriza pela presença de plantas fortemente aromáticas, com hábito herbáceo a arbustivo.

*Hyptis marruboides* Epling é uma espécie medicinal, vulgarmente denominada Hortelã-do-cerrado. É crescente o interesse farmacológico por esta espécie, pela composição de seus óleos essenciais. Segundo Botrel et al. (2009), os compostos majoritários do óleo essencial de *H. marruboides* são os isômeros  $\alpha$ - e  $\beta$ -tujona presentes nas inflorescências de genótipo roxo nas concentrações de 41 e 15,9% respectivamente. Por outro lado, Sales et al. (2007) relataram que Cariofila-4(14), 8(15)-dien-5 $\beta$ -ol, eudesma-4(15), 7-dien-1 $\beta$ -ol, óxido de cariofileno e ( $\beta$ )-cariofileno, foram os compostos majoritários dos óleos voláteis desta espécie coletadas em duas localidades do cerrado brasileiro.

Os óleos essenciais são compostos naturais, produzidos pelo metabolismo secundário das plantas, bastante voláteis, geralmente de baixo peso molecular, e facilmente eliminados pelas vias metabólicas dos vegetais (Bandoni & Czepak, 2008). A forma de obtenção é um aspecto importante, quanto ao uso dos óleos essenciais. Dentre as técnicas mais utilizadas está a hidrodestilação. O tempo de colheita, condições meteorológicas e do solo, fertilizantes, nutrição mineral, localização geográfica e ciclo vegetativo, também podem ser responsáveis por mudanças na composição dos óleos essenciais (Sales et al., 2009), sendo a secagem um exemplo (Szumny et al., 2010).

A secagem é um fator que influencia na composição química e no rendimento de óleos essenciais (Costa & Correa, 2005) e, velocidade e temperatura do ar da secagem intervêm de formas quantitativa e qualitativa nos princípios ativos presentes em plantas medicinais (Melo et al., 2004). Esses fatores enfatizam a importância do estudo destas variáveis, para verificar a influência na cinética de secagem do material

(Rodrigues et al., 2002). Nas espécies medicinais, a secagem visa a preparação para o armazenamento, a fim de atender as necessidades em que não se tem estrutura para usar as plantas frescas (Lorenzi & Matos, 2002).

Diante o exposto, analisando estes fatores, no presente estudo, objetivou-se verificar a influência da secagem no teor e composição química dos óleos essenciais de *H. marrubioides* submetida à secagem em secador de camada fixa.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Material vegetal

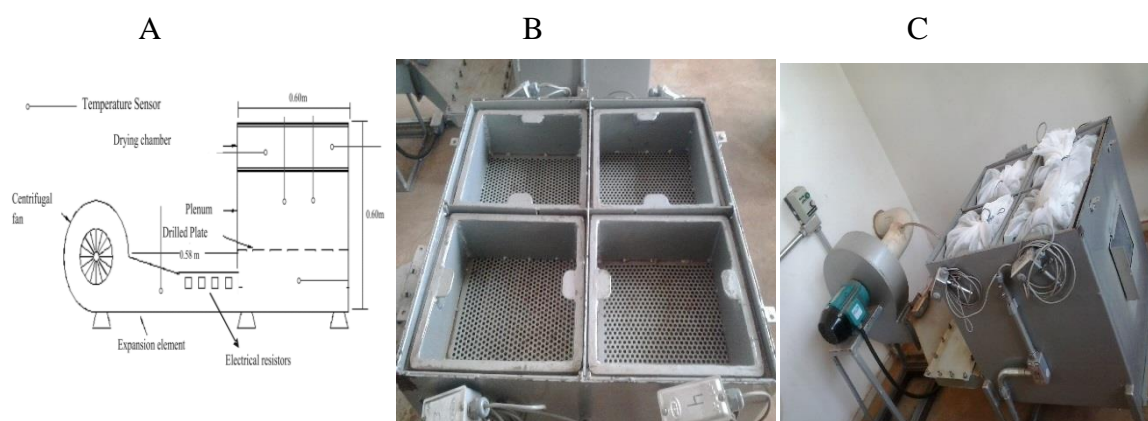
As mudas de *H. marrubioides* foram produzidas na casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV) do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Em outubro de 2013, quando atingiram 5 cm de altura foram transferidas para condições de campo no Horto de plantas do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Após 150 dias do transplante, amostras de *H. marrubioides* foram coletadas retirando galhos cortados na parte aérea da planta 10 cm acima do solo, entre 7h30min às 8h da manhã. As plantas estavam em boas condições hídricas e não se encontravam em estágio de florescimento. A exsicata foi registrada sob o número 476 no Herbário do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

### 2.2. Secagem

Os manejos pós-colheita foram realizados no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, com as operações de desfolha e seleção. A determinação dos teores de água antes e após a secagem foi realizada segundo metodologia da Asae (2000) para forrageiras e similares, em estufa de circulação forçada, durante 24 horas. Para a secagem, o material vegetal foi dividido em três grupos com quatro repetições pesadas e envolvidas com tecido voile. Cada grupo foi acomodado em um secador de camada fixa, confeccionado em chapa metálica número 16. A câmara de secagem com dimensões de 0,60 x 0,60 x 0,60 m, totalizando volume de 0,216 m<sup>3</sup>. O ventilador do tipo centrífugo, acionado por motor trifásico com potência de 1,5 cv e rotação de 1.720 rpm, composto por rotor, paletas, voluta e suporte. A conexão entre a câmara de secagem e o ventilador é realizada por um

elemento de expansão que transforma a seção de 0,20x0,20 m na saída do ventilador para 0,57m x 0,03 m na entrada da câmara de secagem, ao longo de 0,64 m de comprimento. Cada secador é composto por 6 sensores de temperatura pendulares e quatro resistências elétricas de 1.500 watts, perfazendo o total de 6.000 watts. Os sensores foram posicionados antes e após as resistências e no interior de cada bandeja. Na câmara de secagem foram colocadas quatro bandejas removíveis com fundo perfurado, com dimensões de 0,28 x 0,28 x 0,15m, como se observa na Figura 1.



**Figura 1** - (A) Vista lateral do secador e suas partes. (B) Imagem das bandejas com fundo em chapa perfurada. (C) Imagem do secador com as quatro repetições envolvidas com tecido voilé

Cada bandeja foi preenchida com uma repetição contendo aproximadamente 290g de folhas para a velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$  e 350 g para a velocidade de  $2 \text{ m s}^{-1}$  e, todo o sistema interligado ao mecanismo de automação, que gerenciou e armazenou os dados durante a secagem, com temperaturas reguladas para 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de  $1 \text{ m s}^{-1}$  e  $2 \text{ m s}^{-1}$ . Estas temperaturas estão na faixa recomendada para secagem de plantas medicinais. Segundo Melo et al. (2004), são recomendadas temperaturas do ar entre 40 a 60 °C para secagem de folhas da maioria das plantas medicinais sem, contudo, causar reduções significativas na quantidade e qualidade dos princípios ativos.

Durante o processo de secagem, as amostras foram pesadas periodicamente até atingirem massa constante. Ao final de cada processo, parte do material foi acondicionado em cápsulas de metal e levado para estufa com circulação de ar forçado, a 103 °C, por 24 horas, para determinação do teor de água final. A outra parte do material foi armazenada em sacos plásticos em B.O.D a 1 °C, até o momento da extração do óleo essencial.

### 2.3. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 x 2 (três temperaturas de secagem e duas velocidades de ar), em quatro repetições, perfazendo o total de 24 unidades experimentais. Foi utilizado o *software* SISVAR (Ferreira, 2011) e, os dados referentes aos efeitos dos tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio de regressão e pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### 2.4. Extração e análises dos óleos voláteis

Amostras de 60 g das folhas secas foram utilizadas na extração do óleo essencial, no LCTV, pelo método de hidrodestilação em aparelho Clevenger, adaptado a banho termostaticado, por 50 minutos. A mistura resultante de água e óleo volátil foi coletada e o óleo foi extraído em funil de decantação com diclorometano em triplicata. As frações orgânicas foram secas com sulfato de sódio anidro (3,0g), deixando-o agir por 24 horas. O sal foi removido por filtração simples e o solvente evaporado à temperatura ambiente sob capela de exaustão de gases.

As análises químicas dos óleos essenciais foram realizadas em um cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A equipado com detector de ionização em chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida SPB-5 (30 m x 0,25 mm, espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ ) com gás de arraste He sob fluxo de 1,8 mL  $\text{min}^{-1}$ ; temperatura do injetor, 220 °C, temperatura do detector, 240 °C; temperatura inicial da coluna 40 °C, isotérmica por 44 min., seguido de aquecimento a 3 °C  $\text{min}^{-1}$  até 240 °C, permanecendo isotérmica por 15 min., volume de injeção da amostra: 1,0  $\mu\text{L}$  (10 mg. $\text{mL}^{-1}$  em  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ); razão de split, 1:10; pressão da coluna, 115 kPa, com um tempo total de corrida de 70 min. A concentração de cada constituinte foi calculada pela porcentagem da área do pico correspondente em relação à área total de todos os picos observados no cromatograma.

Para a identificação, utilizou-se aparelho Shimaduz GCMS-QP5050A equipado com coluna de sílica fundida RTX-5 (30 m x 0,25 mm, espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ ) com detetor de massas. As condições cromatográficas foram idênticas àquelas utilizadas no CG-DIC e, pressão da coluna de 100 kPa, processo de ionização de impacto de elétrons (70 eV) e a amplitude de varredura foi de 30 a 700 Da.

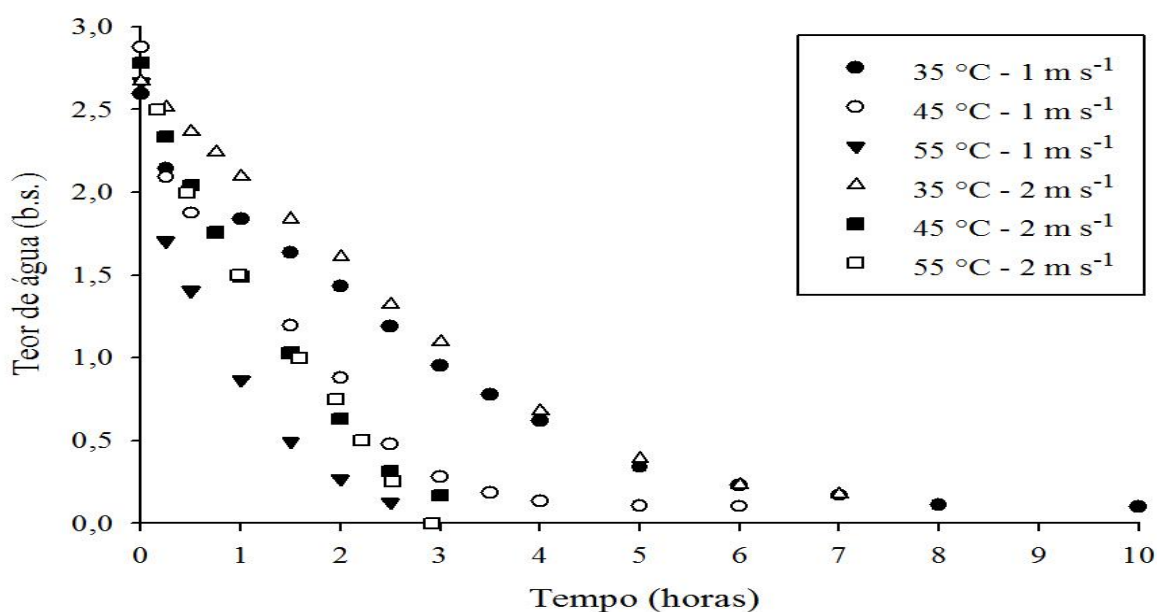
A identificação dos compostos foi realizada pela comparação dos espectros de massas obtidos experimentalmente com os disponíveis na base de dados do

equipamento (Wiley sétima edição, NIST 08 e NIST 11) e pela comparação do índice de retenção calculado a partir da injeção da mistura de alcanos lineares (C<sub>9</sub> – C<sub>26</sub>) com aqueles da literatura (Adams, 1995). As identificações foram também confirmadas pelo estudo dos fragmentos de massa observados em cada espectro.

### 3. Resultados e Discussões

O material vegetal que apresentava inicialmente teor de água de 86,9% (b.u), ao final da secagem, apresentou média de teor de água de  $15,5 \pm 1,31\%$  (b.u) para a velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$  e  $14,75 \pm 1,89\%$  para a velocidade de  $2 \text{ m s}^{-1}$ . Durante o experimento as condições ambientes se mantiveram em  $27 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$ .

Na Figura 2, apresentam-se as curvas de secagem para as temperaturas de 35, 45 e 55 °C nas velocidades de ar de 1,0 e 2,0 m s<sup>-1</sup> das folhas de *H. marruboides*.



**Figura 2** - Curvas de secagem de *Hyptis marruboides* à 35, 45 e 55 °C e velocidade do ar de secagem de 1 e 2 m s<sup>-1</sup>.

Assim como também foi observado por Dias et al. (2012), ao realizar a secagem com folhas de hortelã, neste trabalho, verificou-se que a velocidade do ar e a temperatura influenciaram no tempo de secagem, sendo obtidos para temperaturas de 35, 45 e 55 °C na velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$  de 10,0; 6,0; 2,5 horas, respectivamente. Já na velocidade de ar de  $2 \text{ m s}^{-1}$  foram necessários os tempos de 7,0; 3,0 e 2,5 horas para as temperaturas de 35, 45 e 55 °C, respectivamente. Esses dados convergem para os

resultados obtidos por Gouveia et al. (2003), que afirmam que a taxa de secagem pode ser acelerada com o aumento da temperatura do ar e/ou com o aumento do fluxo de ar que passa através do produto por unidade de tempo.

Nota-se que com o aumento da temperatura do ar ocorreu redução do tempo de secagem, semelhantemente ao observado com o aumento da velocidade do ar de secagem. Porém, a 55 °C não houve efeito da velocidade do ar, como pode ser observado na Figura 2, para as duas velocidades de ar as curvas foram muito semelhantes. Este fato também foi observado por Prado et al. (2000), quando foi fixada a temperatura e variou a velocidade do ar, verificaram que a velocidade do ar tem um menor efeito sobre as curvas de secagem, comparativamente a variação da temperatura, a qual exerceu maior influência. Dessa forma, quanto à velocidade do ar de secagem, a análise mostrou que não há efeito sob o tempo de secagem das folhas.

Yoshida e Menegalli (2000) secaram milho superdoce a temperatura de 50 °C e velocidade do ar de 1,28 e 0,75 m s<sup>-1</sup>, concluindo que a taxa de secagem tem menor aumento, quando se trabalha com valores de velocidade superiores.

Na Tabela 1, está apresentada a análise estatística para o teor de óleo das folhas de *H. marruboides*.

Tabela 1 - Análise de variância para o teor de óleo durante a secagem em folhas de *H. marruboides*.

Fator de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Velocidade	1	0,000125 <sup>ns</sup>
Temperatura	2	0,011037 <sup>**</sup>
Velocidade x Temperatura	2	0,003895 <sup>*</sup>
Coeficiente de Variação (%)	54,99	

<sup>\*\*</sup>Significativo a 1% pelo teste F; <sup>\*</sup>Significativo a 5% pelo teste F; <sup>ns</sup>Não significativo

Conforme se observa na Tabela 1, o fator velocidade não foi significativo pelo teste de F de forma isolada, já a temperatura e a interação entre velocidade e temperatura foram significativas. Desta forma, procedeu-se a análise em relação à interação velocidade x temperatura, significativa a 5% pelo teste F.

Na Tabela 2, observam-se os teores de óleos essenciais de *H. marruboides* submetida à secagem em diferentes condições de ar.

Tabela 2 - Médias do teor de óleo essencial (% b.s) durante a secagem em folhas de *H. marruboides*.

Temperatura (°C)	Velocidades (m s <sup>-1</sup> )	
	1	2
35	0,0859 Aa	0,0546 Aa
45	0,0159 Ab	0,0412 Aa
55	0,0119 Ab	0,0316 Aa

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si, letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se a redução maior no teor de óleo essencial para as temperaturas de 45 e 55 °C, na velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>. Observa-se que a velocidade promoveu alterações no teor de óleo, isto pode ser verificado quando se compara os teores para a mesma temperatura e se obtêm valores diferentes, porém, estatisticamente não significativas. O teste de médias revelou maior teor de óleo essencial quando as folhas foram submetidas à secagem na temperatura de 35 °C, para a velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>, que não diferiu das temperaturas na velocidade de 2 m s<sup>-1</sup>, mesmo observando que o aumento da temperatura promoveu o declínio do teor de óleo.

A análise de variância (Tabela 1) apresentou diferenças significativas, pelo teste de Tukey, para a variável temperatura, sobre os teores de óleos obtidos. Os resultados do presente trabalho estão de acordo com estudos realizados com diferentes espécies medicinais, que também mostraram que o aumento na temperatura do ar de secagem causa considerável redução no teor de óleo essencial (Lorenzi & Matos, 2002; Martins et al., 2006; Oliveira et al., 2011).

Na Tabela 3, são apresentadas a composição química e a concentração dos constituintes dos óleos essenciais de *Hyptis marruboides* submetidas à secagem em diferentes condições. Nota-se a influência da temperatura e da velocidade de ar sobre a concentração dos constituintes dos óleos analisados.



**Tabela 3** - Composição química e concentração dos constituintes dos óleos essenciais de *Hyptis marruboides* a 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s<sup>-1</sup> e 2 m s<sup>-1</sup>. IA Tab: índice aritmético tabelado.

IA Tab.	Composto	1 m s <sup>-1</sup>			2 m s <sup>-1</sup>			
		35°C	45°C	55°C	35°C	45°C	55°C	
1	1026	Cineole <1,8->	-	-	-	0,56 ± 0,26	-	-
2	1098	Sabinene hydrate <trans->	0,22 ± 0,05	-	-	-	-	-
3	1101	Thujone <cis->	15,77 ± 5,84	-	0,91 ± 0,16	13,37 ± 3,69	10,54 ± 5,76	8,56 ± 4,24
4	1112	Thujone <trans->	22,55 ± 8,24	-	1,26 ± 0,23	23,92 ± 5,36	17,30 ± 8,11	12,86 ± 6,38
5	1134	Thujanol <iso-3->	1,11 ± 0,08	-	1,37 ± 0,28	1,24 ± 0,24	2,14 ± 0,49	2,72 ± 0,30
6	1140	Verbenol <trans->	1,17 ± 0,04	-	-	1,23 ± 0,52	1,54 ± 0,26	1,95 ± 0,09
7	1172	Pinocamphone <cis-> (=cis-3-pinanone)	3,29 ± 1,50	-	-	3,94 ± 0,19	4,35 ± 0,71	5,17 ± 0,45
8	1174	Terpinen-4-ol	0,44 ± 0,23	-	-	0,49 ± 0,13	0,74 ± 0,11	0,67 ± 0,14
9	1186	Terpineol <α->	1,11 ± 0,49	-	-	1,43 ± 0,39	2,06 ± 0,82	1,80 ± 0,29
10	1374	Copaene <α->	5,76 ± 0,36	7,01 ± 3,16	4,34 ± 0,86	6,34 ± 3,23	6,45 ± 0,33	7,00 ± 1,12
11	1387	Bourbonene <β->	1,57 ± 0,20	-	1,64 ± 0,40	1,54 ± 0,25	1,65 ± 0,44	1,43 ± 0,33
12	1387	Cubebene <β->	0,70 ± 0,12	-	0,81 ± 0,11	0,79 ± 0,16	6,03 ± 0,41	0,75 ± 0,12
13	1417	Caryophyllene <(E)->	5,11 ± 0,67	8,62 ± 2,27	5,06 ± 0,91	7,50 ± 0,99	0,72 ± 0,19	7,63 ± 1,25
14	1430	Copaene <β->	0,32 ± 0,04	-	-	0,32 ± 0,02	9,42 ± 0,28	0,28 ± 0,07
15	1452	Humulene <α->	0,66 ± 0,13	-	0,87 ± 0,14	0,75 ± 0,10	0,89 ± 0,26	0,81 ± 0,20
16	1484	Germacrene D	9,85 ± 1,93	14,59 ± 3,51	11,77 ± 2,43	9,80 ± 2,76	-	8,31 ± 3,54
17	1495	Metil-isoeugenol	0,87 ± 0,47	-	-	0,62 ± 0,11	-	0,87 ± 0,25
18	1498	Selinene <α->	0,87 ± 0,47	-	1,60 ± 0,32	-	-	-
19	1514	Cubebol	1,06 ± 0,40	3,08 ± 1,09	2,82 ± 0,19	1,06 ± 0,33	1,44 ± 0,36	-
20	1522	Cadinene <δ->	0,88 ± 0,23	2,38 ± 0,77	2,70 ± 0,44	0,91 ± 0,06	1,13 ± 0,36	1,62 ± 0,38
21	1549	Epóxido de Italiceno	0,37 ± 0,14	-	1,22 ± 0,07	0,48 ± 0,16	0,59 ± 0,16	0,69 ± 0,13
22	1550	Cis-muurool-5-en-4α-ol	0,36 ± 0,12	-	1,04 ± 0,06	0,74 ± 0,29	0,84 ± 0,24	0,62 ± 0,09
23	1561	Nerolidol <(E)->	0,40 ± 0,12	-	1,01 ± 0,19	0,36 ± 0,16	0,63 ± 0,11	-
24	1577	Spathulenol	2,69 ± 1,20	-	-	0,42 ± 0,25	0,48 ± 0,15	2,28 ± 2,57
25	1582	Caryophyllene oxide	-	9,85 ± 6,26	7,54 ± 0,79	2,47 ± 2,12	-	3,48 ± 2,20
26	1631	Cariofila-4(14),8(15)dien-5-α-ol	0,54 ± 0,20	-	1,12 ± 0,35	0,87 ± 0,12	1,05 ± 0,32	1,80 ± 0,46
27	1635	Cariofila-4(14),8(15)dien-5-β-ol	-	4,96 ± 2,27	2,76 ± 0,88	3,57 ± 2,69	2,95 ± 1,62	2,88 ± 0,48
28	1652	Eudesmol <α->	2,00 ± 1,06	4,69 ± 2,30	6,33 ± 0,61	2,28 ± 1,34	2,67 ± 0,79	-
29	1684	Bisabolone oxide A <α->	6,55 ± 4,19	13,95 ± 4,92	-	-	-	-
30	1688	Eudesma-4(15),5,10(14)-trien-1α-ol	6,85 ± 2,87	7,95 ± 3,81	8,50 ± 2,13	6,23 ± 3,06	7,87 ± 2,63	8,27 ± 2,21
		Total identificado	93,07	77,08	64,67	93,23	83,12	82,45

Os componentes majoritários encontrados foram os isômeros *cis*-tujona com concentrações de  $15,77 \pm 5,84\%$  e  $13,37 \pm 3,69\%$ , e *trans*-tujona com concentrações de  $22,55 \pm 8,24\%$  e  $23,92 \pm 5,36\%$ , para velocidades de 1 e 2 m s<sup>-1</sup> respectivamente, com maiores rendimentos na temperatura de 35 °C. Botrel et al. (2009) também identificaram *cis*- e *trans*-tujona como constituintes majoritários do óleo essencial de *H. marrubioides*.

A Tujona é uma cetona monoterpênica, que pode ser encontrada em árvores do gênero Thuja, em plantas do gênero Artemísia (popularmente conhecidas como absinto), orégano, hortelã e várias outras plantas. Este composto é insolúvel em água, sendo quiral, e os isômeros geralmente aparecem na natureza em proporções maiores do isômero “trans”, assim como pode ser observado neste estudo. É uma substância que em excesso se torna neurotoxina perigosa, que pode causar sérios problemas ao ser humano. Lorenzi e Matos (2008) relatam que, em razão da existência desse princípio ativo, sua administração em altas doses causa cólicas gastrointestinais, além dos demais efeitos colaterais, e Lima (2008) valida sua ação antimicrobiana.

Os compostos  $\alpha$ -Copaeno, *E*-cariofileno, Óxido de Cariofileno, Germacrene D e Eudesma-4(15),5,10(14)-trien-1 $\alpha$ -ol também apresentaram concentrações com média de valores acima de 5% e comportamento similar ao dos majoritários em relação aos tratamentos, conforme observado na tabela 1. Estes compostos apresentaram reduções de concentração com o incremento da temperatura de 35 para 55°C a velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>, porém a 2 m s<sup>-1</sup> o comportamento foi inverso. O composto  $\alpha$ -Copaeno, que apresentou concentração de 5,76% a 35°C, teve sua concentração reduzida em 24,65%, passando ao valor de 4,34% a 55 °C. Enquanto a velocidade de 2 m s<sup>-1</sup>, as concentrações se elevaram em 10,41%, passando de 6,34 para 7% às temperaturas de 35 e 55°C respectivamente. O composto Germacrene D portou de forma contrária. A 1 m s<sup>-1</sup> teve sua concentração aumentada em 19,49% com o acréscimo da temperatura, enquanto a 2 m s<sup>-1</sup> houve redução de 15,40% da concentração, indicando sensibilidade à temperatura e provável perda por volatilização. De acordo com Silva et al. (2003), os menores teores de óleo essencial podem estar relacionados as altas temperaturas, que podem causar volatilização do óleo essencial.

#### 4. Conclusões

A temperatura e a velocidade de ar de secagem são fatores que influenciam o teor e a composição química dos óleos essenciais de *Hyptis marruboides*. Os compostos majoritários encontrados foram *Cis* e *Trans*-tujona, com maiores concentrações a temperatura do ar de secagem de 35 °C associada à velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>, o que também ocasionou maiores teores de óleo essencial de *H. marruboides*. Os aumentos da temperatura e da velocidade do ar de secagem reduziram o tempo de secagem.

#### 5. Referências Bibliográficas

Adams, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectroscopy. Allured Publishing Corporations, Illinois, USA, 1995.

Arrigoni-Blank, M. F.; Antonioli, A. R.; Caetano, L. C.; Campos, D. A.; Blank, A. F.; Alves, P. B. Antinociceptive activity of volatile oils of *Hyptis pectinata* L. Poit. (Lamiaceae) genotypes. *Phytomedicine*, v.15, n.5, p.334-339, 2008.

ASAE. American Society of Agricultural Engineers; Standarts Engineering Practices Data, Moisture Measurement Asae s358.2 dec99, Forages, 2000.

Bandoni, A. L.; Czepak, M. P. Os recursos vegetais aromáticos no Brasil. Vitória: Edufes, 2008. 624p.

Barbosa, F. F.; Barbosa, L. C. A.; Melo, E. C.; Botelho, F. M.; Santos, R. H. S. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (mill) n. e. brown. *Química Nova*, v.29, n.6, p.1221-1225, 2006.

Barbosa, P. P. P.; Ramos, C. P. Studies on the antiulcerogenic activity of the essential oil of *Hyptis mutabilis* Briq in rats. *Phytotherapy Research*, v.6, n.2, p.114-115, 1992.

Borsato, A. V.; Doni-filho, L.; Ahrens, D. C. Secagem da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) raeuchert] com cinco temperaturas do ar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.7, n.2, p.77-85, 2005.

Botrel, P. P.; Pinto, J. E. B. P.; Figueiredo, F. C.; Bertolucci, S. K. V.; Ferri, P. H. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* Epling

(Lamiaceae) em diferentes genótipos. *Revista Brasileira Plantas Mediciniais*, v. 11, n. 2, p.164-169, 2009.

Costa, L. C. B.; Corrêa, R. M. L. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n.4, p. 956-959, 2005.

Coutinho, H. D. M.; Costa, J. G. M.; Lima, E. O.; Siqueira-Junior, J. P. *In vitro* phototoxic activity of *Eugenia jambolana* L. and *Hyptis martiusii* Benth. *Journal Photochemistry Photobiology*, v.96, n.1, p.63-65, 2009.

Dias, R. A. L.; Souza, P. S.; Alsina, O. L. S. Efeito da temperatura de secagem sobre o rendimento na extração de taninos totais e óleos essenciais da hortelã (*Mentha x vilosa* Hudson). *Revista Brasileira de Farmacologia*, v.93, n.4, p.431-438, 2012.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

Franz, C. M. Essential oil research: past, present and future. *Flavour Fragrance Journal*, v.25, n.3, p.112-113, 2010.

Gouveia, J. P. G.; Almeida, F. A. C.; Farias, E. S.; Silva, M. M.; Chaves, M. C. V.; Reis, L. S. Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.63, n.1, p.65-68, 2003.

Lemos, D. R. H.; Melo, E. C.; Rocha, R. P.; Visser, E.; Pinheiro, A. L. Influence of the drying air temperature on the essential oil content of *Melaleuca alternifolia* Cheel. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.13, n.3, p.257-261, 2011.

Lima, A. Índice Terapêutico Fitoterápico. Petrópolis, RJ: Editora de Publicações Biomédicas Ltda, 2008.

Lorenzi, H.; Matos, F. J. A. *Plantas Mediciniais no Brasil: Nativas e Exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p.

Lorenzi, H.; Matos, F. J. A. *Plantas Mediciniais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

Melo, E. C.; Radunz, L. L.; Alvarenga E.; Melo, R. C. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais. *Engenharia na Agricultura*, v.12, n.4, p.307-315, 2004.

Moreira, F. de P. M.; Coutinho, V.; Montanher, A. B. P.; Caro, M. S. B.; Brighente, I. M. C.; Pizzolatti, M. G.; Monache, F. D. Flavonóides e triterpenos de

*Baccharis pseudotenuifolia*: bioatividade sobre *Artemia salina*. Química Nova, v.26, n.3, p.309-311, 2003.

Oliveira, M. T. R.; Berbert, P. A.; Matos, C. R. R.; Mathias, L.; Moreira, R. O. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*. Química Nova, v.34, n.07, p.1200-1204, 2011.

Prado, M. E. T.; Park, K. J.; Alonso, L. F. T. Srinkage of dates (*Phoenix dactilyfera*). Drying Technology, v.18, n.1/2, p.295-310, 2000.

Rodrigues, M. E. de A.; Almeida, F. de A. C.; Gouveia, J. P. G. de; Silva, M. M. da. Avaliação da temperatura e velocidade do ar na secagem de goiaba. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.4, n.2, p.141-147, 2002.

Sales, J. F.; Pinto, J. E. B. P.; Botrel, P. P.; Oliveira, C. B. A.; Ferri, P. H.; Paula, J. R.; Seraphin, J. C. Composition and chemical variability in the essential oil of *Hyptis marrubioides* Epl. Journal of Essential Oil Research, v.19, n.6, p.552, 2007.

Sales, J.F.; Pinto, J. E. B. P.; Botrel, P. P.; Silva, F. G.; Correa, R. M.; Carvalho, J. G. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marrubioides* Epl.) cultivado sob adubação orgânica. Bioscience Journal, v.25, n.1, p.60-68, 2009.

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* Cheel. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.6, n.1, p.63-70, 2003.

Soares, R. D.; Chaves, M. A.; Silva, A. A. L.; Silva, M. V.; Souza, B. S. Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriçãõ (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. Ciência e Agrotecnologia, v.31, n.4, p.1108-1113, 2007.

Szumny, A.; Figiel, A.; Gutierrezortiz, A.; Carbonell-Barrachina, A. A. Composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. Journal of Food Engineering, v.97, n.2, p.253–260, 2010.

Venskutonis, P. R. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris*) and sage (*Salvia officinalis* L.). Food Chemistry, v.59, n.2, p.219-227, 1997.

Yoshida, C. M. P.; Menegalli, F. C. Drying of supersweet corn. Internacional Drying Symposium, 12, Noordwijkerhout. Elsevier Science, 2000.

## CAPÍTULO II

### Caracterização química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida a secagem

Resumo: A espécie *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. é uma planta considerada erva daninha, mas que apresenta alto potencial terapêutico e informações restritas sobre seu comportamento quando submetida às técnicas de produção agrícola, que podem afetar a produção de biomassa e de produtos metabólicos. Assim, no presente estudo, objetivou-se verificar a influência do processo de secagem no teor e na composição química dos óleos essenciais obtidos de *H. suaveolens*. A secagem foi realizada em secador de leito fixo, ligado ao sistema controlador automatizado configurado para aquecer a 35, 45 e 55  $\pm$  1,3  $^{\circ}$ C e velocidades de ar reguladas em 1,0 e 2,0  $\text{m s}^{-1}$ . Para obtenção do óleo essencial, foi realizada hidrodestilação em aparelho Clevenger e diclorometano como solvente. Para a quantificação e identificação dos componentes dos óleos essenciais, utilizou-se cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A equipado com detector de ionização em chama (FID) e espectrômetro de massas Shimadzu GCMS-QP5050A, respectivamente, com gás de arraste He e tempo total de corrida de 70 min. O incremento da temperatura e da velocidade do ar de secagem promoveram redução no tempo de secagem das folhas de *H. suaveolens*. Os teores de óleos essenciais foram influenciados pelas velocidades de ar empregadas durante o processo de secagem, e o composto majoritário óxido de Cariofileno revelou sua maior concentração na temperatura de 45  $^{\circ}$ C com valores de 48,91  $\pm$  7,64 e 45,60  $\pm$  19,85% para as velocidades de 1 e 2  $\text{m s}^{-1}$  respectivamente. Dentre os tratamentos realizados, o único que viabilizou a obtenção do composto espatulenol, foi a 35  $^{\circ}$ C à velocidade de 1  $\text{m s}^{-1}$ .

**Palavras-chave:** hidrodestilação, cromatografia gasosa, óxido de cariofileno

## Chemical characterization of the essential oil of *Hyptis suaveolens* subjected to drying

**Abstract:** *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. species is a plant considered as a weed, but that has a high therapeutic potential and restricted information about their behavior when subjected to agricultural production techniques, which can affect the biomass production of and metabolic products. The present study aimed to verify the influence of the drying process on the amount and chemical composition of the essential oils of *H. suaveolens*. Drying was carried out in fixed bed dryer, attached to an automated system configured to heat at 35, 45 and 55 ± 1.3 °C and regulated air velocities of 1.0 ms<sup>-1</sup> and 2.0 ms<sup>-1</sup>. To obtain essential oil, hydrodistillation was performed in Clevenger apparatus and dichloromethane as solvent. For quantification and identification of components of essential oils was used Shimadzu gas chromatograph GC-17A equipped with a flame ionization detector (FID) and mass spectrometer Shimadzu GCMS-QP5050A, respectively, with carrier gas He and total time race of 70 min. Increasing the drying temperature and air velocity promoted a reduction in the drying time of the leaves of *H. suaveolens*. The concentrations of essential oils were influenced by air velocities employed during the drying process, where the major compound caryophyllene oxide revealed a higher concentration at the temperature of 45 °C with values of 48.91 ± 7.64 and 45.60 ± 19.85% for speeds of 1 m s<sup>-1</sup> and 2 m s<sup>-1</sup> respectively. Among the treatments, the only feasible to obtain the compound spathulenol was at 35 °C at in a speed of 1 m s<sup>-1</sup>.

**Keywords:** hydrodistillation, gas chromatography, caryophyllene oxide

## 1. Introdução

Várias espécies pertencentes ao gênero *Hyptis* da família Lamiaceae são usadas para fins medicinais em várias partes do mundo, incluindo Brasil (Agra et al., 2008; Shenoy et al., 2009). Muitas destas espécies representam importante fonte biológica e farmacológica de constituintes químicos (Caldas et al., 2011; Takayama et al., 2011; Picking et al., 2013).

A espécie *Hyptis suaveolens* (L.) Poit é uma planta perene de crescimento rápido encontrada em grupos densos ao longo das estradas, considerada erva daninha. A planta pode atingir a altura de até 3 m, e exala um cheiro mentolado característico quando esmagada (Santos et al., 2007). No Brasil, ocorre em todo o território, é empregada na medicina caseira e conhecida por vários nomes populares, como bamburral, sambacoité, pataquera, betônia-branca e chá-de-frança (Lorenzi & Matos, 2002).

Na medicina popular é utilizada no tratamento de infecções respiratórias e gastrointestinais, indigestão, doenças de pele (Jesus et al., 2009). Partes aéreas da planta são utilizadas geralmente na forma de decocção e infusão, para aliviar os sintomas relacionados à úlcera gástrica na região nordeste e central do Brasil (Jesus et al., 2009; Shenoy et al., 2009). As folhas são usadas como agente anti-câncer e anti-fertilidade (nas fêmeas), enquanto o seu extrato aquoso mostrou efeito antinociceptivo e toxicidade aguda (Santos et al., 2007).

A importância da investigação de *Hyptis suaveolens* tem se fundamentado nas propriedades químicas dos seus óleos essenciais, que apresentam atividades antifúngicas, antibacterianas (Malele et al., 2003), nematicida e larvicida, contra *Aedes aegypti* (4º estágio) (Falcão & Menezes, 2003). Segundo Moreira et al. (2010), o óleo essencial de *H. suaveolens* se mostrou forte propriedade antifúngica, apoiando a sua possível utilização como alternativa terapêutica para o tratamento de infecções causadas por espécies de *Aspergillus*.



Silva et al. (2003) promoveram a identificação dos compostos dos óleos essenciais obtidos das inflorescências, folhas e caule de *H. suaveolens* cultivadas em casa de vegetação e obtiveram maiores concentrações de 1,8-cineol e germacreno-B dos óleos obtidos das inflorescências, espatulenol do caule e trans-cariofileno das folhas. Óleos ricos em 1,8-cineol e sabineno também foram encontrados em plantas do Cerrado brasileiro (Oliveira et al., 2005).

Martins et al. (2006), relataram que o óleo essencial de *H. suaveolens* é constituído principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos, tendo sido verificada elevada variabilidade na composição e no teor dos constituintes majoritários.  $\beta$ -felandreno,  $\alpha$ -T-bergamoteno,  $\gamma$ -cadineno, espatulenol, globulol, veridiflorol,  $\alpha$ -cadinol, abietatrieno, desidroabietol e abietol, compõem a variedade de constituintes químicos que se apresentaram em maiores concentrações nos óleos essenciais de plantas cultivadas em estufa, submetidas a quatro tratamentos e coletadas em dois diferentes períodos de tempo (60 e plantas 135 dias de idade) (Martins et al., 2006).

A composição química de cada óleo depende da grande variedade de fatores, como as especificidades edafoclimáticas do local em que a planta se encontra até o método utilizado para a obtenção do produto. Disponibilidade hídrica, intensidade luminosa (Gobbo-Neto e Lopes, 2007), clima, época do ano, localização geográfica do espécime, ataque de patógenos e fatores genéticos também influenciam no tipo de material obtido (Castelo et al., 2012). Outro fator de influência é o processo de secagem (Radünz et al., 2002; Braga et al., 2005; Borsato et al., 2009; Szumny et al., 2010). Os constituintes voláteis que se encontram nas plantas medicinais são sensíveis ao processo de secagem, logo é fundamental saber os efeitos da secagem (Venskutonis, 1997).

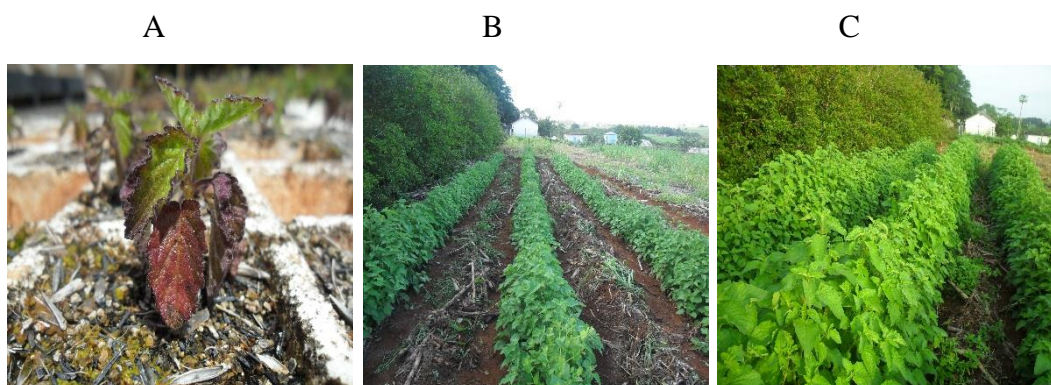
E, é em razão da alta variabilidade química que seus óleos essenciais apresentam que esta espécie vem sendo objeto de estudos no que se relaciona à composição química e a influência de fatores externos no rendimento e na composição química dos mesmos (Zoghbi et al., 2008). Também são restritas as informações sobre o comportamento desta espécie vegetal, quando submetida às técnicas de produção agrícola, pois vários fatores podem afetar a produção de biomassa e de produtos metabólicos.

Em virtude desses fatores, verificar a influência da secagem em três diferentes temperaturas e duas velocidades de ar, no teor e composição química dos óleos essenciais de *Hyptis suaveolens* foi o principal objetivo neste trabalho.

## 2. Metodologia

### 2.1. Cultivo de *Hyptis suaveolens*

As mudas de *Hyptis suaveolens* foram produzidas na casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (IF Goiano – Campus Rio Verde). Em outubro de 2013, ao atingirem 5 cm de altura foram transferidas para condições de campo, no Horto de plantas do IF Goiano – Campus Rio Verde, conforme ilustrado na Figura 1.



**Figura 1** - Cultivo de *Hyptis suaveolens*: A – mudas com 5 cm de altura produzidas em casa de vegetação; B – Plantas após 30 dias do transplante para o campo; C – Plantas 70 dias após o transplante para o campo.

Em dezembro de 2013 folha de *H. suaveolens* foram coletadas, retirando galhos cortados na parte aérea da planta 10 cm acima do solo, entre 7h30min às 8h da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e, posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde e foram submetidas às operações de desfolha e seleção, descartando as doentes e atacadas por insetos. A exsicata foi depositada sob número 477 no Herbário do IF Goiano – Campus Rio Verde.

### 2.2. Secagem

Antes e após a realização da secagem, determinou-se o teor de água, conforme metodologia descrita pela Asae (2000) para forrageiras e similares (plantas ou folhas), em estufa com circulação de ar forçada a 103 °C por 24 horas. As amostras retiradas da

estufa foram colocadas em dessecador por aproximadamente 30 minutos para a estabilização da massa anterior à pesagem.

Após a determinação do teor de água, as folhas de *H. suaveolens* foram selecionadas, pesadas, divididas em 3 grupos com 4 repetições de 350g cada, envolvidas com tecido voile, novamente pesadas e levadas aos secadores. Cada grupo de amostras foi colocado em um secador configurado para aquecer a 35, 45 e 55 ± 1,3 °C e velocidades de ar controladas em 1,0 e 2,0 m s<sup>-1</sup>. Durante o processo de secagem, as amostras foram pesadas periodicamente até atingirem estabilidade na massa.

A secagem foi realizada em um secador de leito fixo, confeccionado em chapa metálica número 16. A câmara de secagem com volume total de 0,216 m<sup>3</sup> e uma placa de perfuração de 25%. O ventilador do tipo centrífugo, com motor trifásico potência de 1,5 cv a 1.720 rpm, rotor, lâminas, uma voluta e um suporte. A câmara de secagem e ventilador ligados por um elemento de expansão, secção transversal 0,20 × 0,20 m na saída da ventoinha para a 0,57 m × 0,03 m entrada da câmara de secagem ao longo de um comprimento de 0,64 m. Cada secador tem seis sensores de temperatura pendulares e quatro resistências elétricas de 1.500 watts totalizando 6.000 watts. Os sensores foram colocados antes e depois das resistências e dentro de cada bandeja. Quatro tabuleiros removíveis com fundos perfurados medindo 0,28 x 0,28 x 0,15 m foram colocados na câmara de secagem. O sistema também conta com controlador automatizado que gerenciou o sistema e armazenou os dados gerados. Após a secagem, o material foi armazenado em saco plástico em B.O.D à temperatura de 1 °C, até o momento da extração do óleo essencial.

### 2.3. Extração e caracterização química de óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada usando um aparelho Clevenger adaptado ao balão de 3 L e a um banho termostático. No balão foi colocado 60 g de folhas secas trituradas manualmente juntamente com 700 mL de água destilada. O tempo de extração foi de 50 min, contado a partir do momento da ebulição.

O óleo essencial foi purificado por partição líquido-líquido com diclorometano (3 x 50 mL). As frações orgânicas obtidas foram secadas com sulfato de sódio anidro, filtradas e o solvente foi removido em temperatura ambiente, sob capela de exaustão de gases. As massas de óleo obtidas foram transferidas para frascos de vidro âmbar,

pesadas em balança analítica com precisão de 0,1 mg para determinação do teor de óleo e armazenadas sob refrigeração até o momento das análises químicas.

Para a quantificação dos componentes dos óleos essenciais, utilizou-se cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A equipado com detector de ionização em chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida SPB-5 (30 m x 0,25 mm, espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ ) com as seguintes condições cromatográficas: Gás de arraste He sob fluxo de 1,8  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ ; temperatura do injetor, 220  $^{\circ}\text{C}$ , temperatura do detector, 240  $^{\circ}\text{C}$ ; temperatura inicial da coluna 40  $^{\circ}\text{C}$ , isotérmica por 4 4 min., seguido de aquecimento a 3 $^{\circ}\cdot\text{min}^{-1}$  até 240  $^{\circ}\text{C}$ , permanecendo isotérmica por 15 min., volume de injeção da amostra: 1,0  $\mu\text{L}$  (10  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  em  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ); razão de split, 1:10; pressão da coluna, 115 kPa. A concentração de cada constituinte foi calculada pela porcentagem da área do pico correspondente em relação à área total de todos os picos observados no cromatograma.

Para a identificação dos componentes dos óleos essenciais, utilizou-se aparelho Shimadzu GC-17A equipado com coluna de sílica fundida RTX-5 (30 m x 0,25 mm, espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ ) e acoplado a espectrômetro de massas Shimadzu GCMS-QP5050A. As condições cromatográficas foram idênticas as utilizadas no CG-DIC, e a pressão da coluna que foi 100 kPa. Com relação ao espectrômetro de massas, o processo de ionização foi impacto de elétrons (70 eV) e a amplitude de varredura foi de 30 a 700 Da.

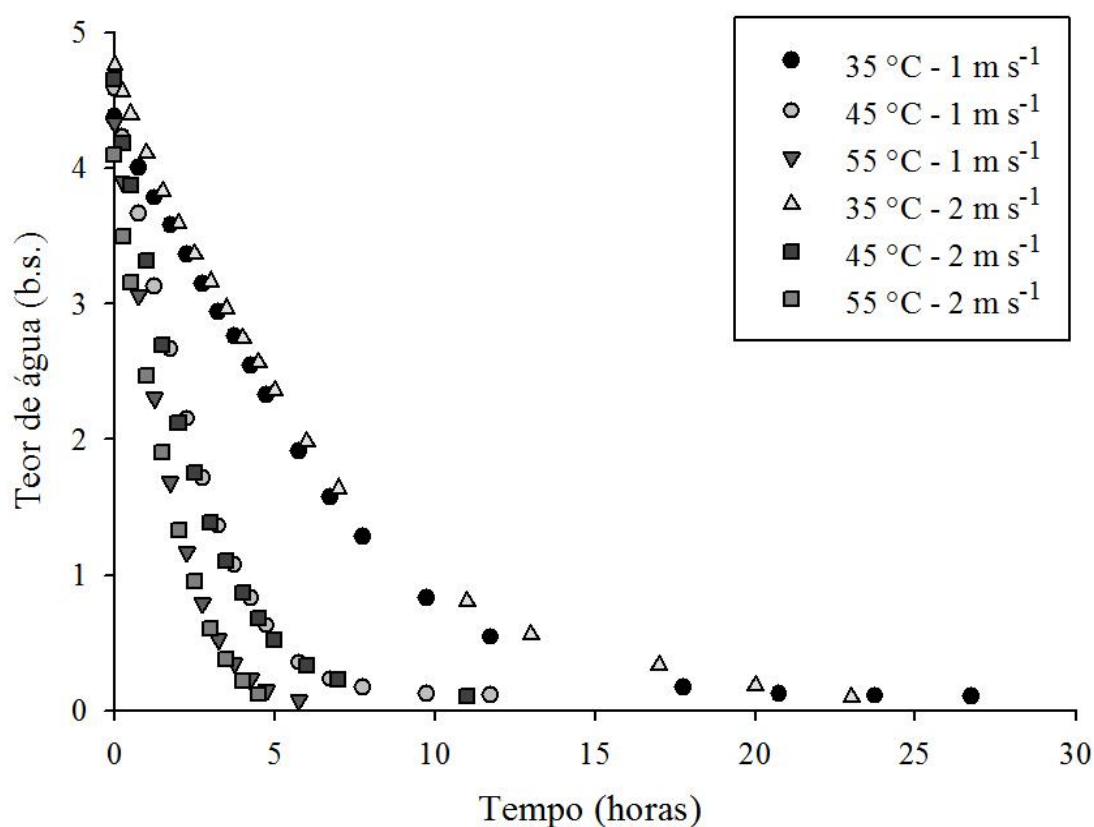
A identificação dos compostos foi realizada pela comparação dos espectros de massas obtidos experimentalmente com os disponíveis na base de dados do equipamento (Wiley sétima edição) e também pela comparação do índice de retenção calculado a partir da injeção da mistura de alcanos lineares ( $\text{C}_9 - \text{C}_{26}$ ) com aqueles da literatura (Adams, 1995).

#### 2.4. Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 x 2 (três temperaturas de secagem e duas velocidades de ar), em quatro repetições, perfazendo o total de 24 unidades experimentais. Os resultados de rendimentos foram analisados pelo *software* SISVAR (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados e Discussões

Durante a realização da secagem a temperatura do ar ambiente se manteve em  $25 \pm 1,3$  °C e a umidade relativa do ar em  $81 \pm 4,5\%$ . O tempo de secagem foi maior para as menores temperaturas com a velocidade do ar de secagem de  $1 \text{ m s}^{-1}$ , como se observa na Figura 2.



**Figura 2** - Curva de secagem de *Hyptis suaveolens* submetidas a secagem

Quanto mais elevada à temperatura, mais rapidamente se processou a secagem. As curvas de secagem (Figura 2) demonstram que o tempo foi maior para a velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$  em todas as temperaturas, sendo de 26,75 horas a  $35$  °C, 11,75 horas a  $45$  °C e 5,75 horas à  $55$  °C. Enquanto para a velocidade de  $2 \text{ m s}^{-1}$  os tempos de secagem foram de 23,0; 11,0 e 5,5 horas para as temperaturas de  $35$ ,  $45$  e  $55$  °C, respectivamente.

A partir das curvas de secagem apresentadas, pode-se verificar que a velocidade de ar possui influência na cinética de secagem das folhas de *H. suaveolens*,

principalmente a 35 °C, e se percebe a maior variação de tempo de secagem entre as duas velocidades testadas, com diferença de 3,75 horas.

A velocidade de ar também foi fator que interferiu nos teores dos óleos essenciais obtidos das folhas secas de *H. suaveolens*, conforme se verifica na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância para o teor de óleo durante a secagem em folhas de *H. suaveolens*.

Fator de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Velocidade	1	0,000125**
Temperatura	2	0,011037 <sup>ns</sup>
Velocidade x Temperatura	2	0,003895 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação (%)		37,34

\*\*Significativo a 1% pelo teste F; \*Significativo a 5% pelo teste F; <sup>ns</sup>Não significativo,

Não houve efeito da temperatura e também entre a interação da temperatura e da velocidade. O fator velocidade do ar de secagem exerceu influência de forma isolada.

Na Tabela 2, estão apresentados os valores do teor de óleo essencial das folhas de *H. suaveolens* durante a secagem.

Tabela 2 - Médias do teor de óleo essencial (% b.s) durante a secagem em folhas de *H. suaveolens*.

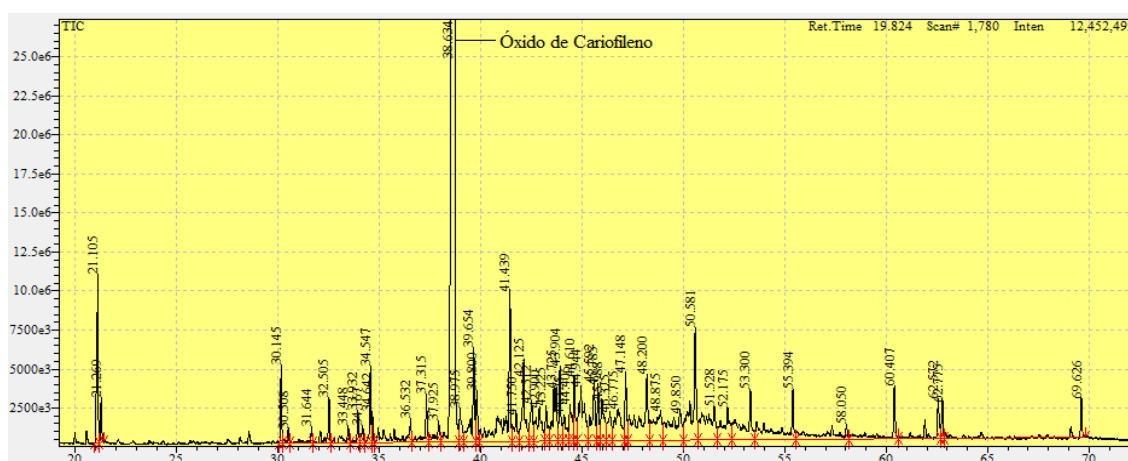
Temperatura (°C)	Velocidades (m s <sup>-1</sup> )	
	1	2
35	0,0380	0,0638
45	0,0316	0,0641
55	0,0473	0,0609
Média	0,0390 A	0,0629 B

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, observou-se que não houve diferença no teor do óleo essencial para as três temperaturas analisadas, nas duas condições de velocidade do ar de secagem, separadamente. Entretanto, nota-se que a velocidade do ar de secagem de 1 m s<sup>-1</sup> apresentou menores valores em relação à velocidade de 2 m s<sup>-1</sup>. Estes dados são semelhantes em partes, aos encontrados por

Soares et al. (2007), que objetivaram estudar a influência de quatro temperaturas de ar de secagem (40, 50, 60 e 70 °C), em camada fina, e duas velocidades do ar (0,9 e 1,9 m/s) sobre o teor de linalol do manjericão (*Ocimum basilicum* L). Observaram diferença significativa ( $p < 0,01$  pelo teste de Scheffé), na comparação das duas velocidades em todas as temperaturas, sendo os maiores teores encontrados na maior das velocidades aplicadas. Porém, também verificaram influência significativa na comparação de todas as temperaturas, entre si e dentro de cada velocidade.

Na identificação dos componentes dos óleos essenciais usando a espectrometria de massas, por meio do equipamento CG-EM, foram obtidos diversos cromatogramas, de acordo com o tratamento dado às folhas durante a secagem. Na Figura 3, está apresentado, por exemplo, o cromatograma de análise do óleo de *H. suaveolens* submetido a secagem na temperatura de 45 °C e  $1 \text{ m s}^{-1}$  de velocidade de ar.



**Figura 3** - Cromatograma de análise do óleo de *H. suaveolens* submetido a secagem a temperatura de 45 °C e  $1 \text{ m s}^{-1}$  de velocidade de ar.

Nota-se na Figura 3, que o composto óxido de cariofileno na condição de 45 °C e  $1 \text{ m s}^{-1}$  revelou sua maior concentração. No decorrer das análises cromatográficas, observaram diferenças entre os resultados obtidos nos cromatogramas provenientes dos tratamentos. Em algumas temperaturas e velocidades de ar composto foram identificados, já em outras condições não, conforme demonstra a Tabela 3.

**Tabela 3** - Composição química e concentração dos constituintes dos óleos essenciais de *Hyptis suaveolens* a 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s<sup>-1</sup> e 2 m s<sup>-1</sup>.

IA TAB	COMPOSTO	1 m/s			2 m/s		
		35 °C	45 °C	55 °C	35 °C	45 °C	55 °C
974	1-Octen-3-ol	-	-	-	-	0,28	0,27
1026	1,8-Cineol	-	-	-	-	0,41	0,28
1065	Hidrato de Cis-sabineno	-	-	-	-	0,37	0,17
1089	p-cimeno	-	-	-	-	0,56 ± 0,06	0,38 ± 0,20
1098	Hidrato de Trans-sabineno	-	-	-	-	0,34 ± 0,10	0,23 ± 0,05
1141	Camphor	-	-	0,84 ± 0,23	-	0,66 ± 0,20	0,18 ± 0,01
1165	Borneol	-	-	-	-	0,31 ± 0,03	0,30 ± 0,14
1174	Terpinen-4-ol	-	-	-	-	0,34 ± 0,07	0,30 ± 0,14
1179	Para-cymen-8-ol	-	3,92 ± 1,62	12,96 ± 6,07	3,31 ± 0,92	1,91	3,22 ± 1,54
1186	α-Terpineol	-	1,39 ± 0,38	1,58 ± 0,28	1,20 ± 0,42	5,73 ± 5,94	2,92 ± 3,52
1387	β-Bourboneno	-	1,53 ± 0,10	1,66 ± 0,21	2,19 ± 0,37	1,69 ± 0,22	1,54 ± 0,14
1389	β-Elemeno	-	0,33 ± 0,00	-	-	0,33 ± 0,04	0,34 ± 0,08
1417	E-Cariofileno	-	-	-	1,31 ± 0,71	0,50 ± 0,10	0,82 ± 0,11
1439	Aromadendreno	-	0,87 ± 0,00	-	-	0,52 ± 0,14	0,38
1460	Aromadendrano <dehydro->	-	0,57 ± 0,00	0,61 ± 0,29	0,35 ± 0,02	0,32 ± 0,04	0,37 ± 0,04
1478	γ-Muuroleno	-	0,57 ± 0,00	-	0,61 ± 0,13	0,43 ± 0,06	0,99 ± 0,40
1489	β-Selineno	-	1,73 ± 0,06	-	0,69 ± 0,18	1,73 ± 0,17	1,79 ± 0,07
1498	α-Selineno	-	0,70 ± 0,12	1,83 ± 0,21	-	0,36 ± 0,07	-
1537	α-cadineno	1,58 ± 0,09	1,08 ± 0,43	-	0,75 ± 0,24	0,75 ± 0,30	0,20 ± 0,03
1577	Espatulenol	45,40 ± 4,21	-	-	-	-	-
1582	Óxido de Cariofileno	23,47 ± 0,00	48,91 ± 7,64	42,78 ± 8,10	39,77 ± 3,46	45,60 ± 19,85	34,26 ± 2,85
1592	Viridiflorol	1,80 ± 1,26	7,69 ± 13,22	-	1,00 ± 0,12	1,02 ± 0,03	0,98 ± 0,05
1608	Epóxido de Humuleno	3,01 ± 0,26	3,85 ± 1,67	2,77 ± 0,46	2,70 ± 0,53	2,53 ± 0,33	2,55 ± 0,38
1652	α-cadinol	3,82 ± 1,72	3,71 ± 2,07	2,65 ± 1,07	2,69 ± 0,4	2,54 ± 0,62	2,91 ± 0,95
1714	Heptadecano	2,01 ± 1,86	1,53 ± 0,66	1,42 ± 0,50	1,71 ± 0,35	1,62 ± 0,56	1,47 ± 0,24
1987	Óxido de Monool	0,70 ± 0,20	0,94 ± 0,26	-	0,43 ± 0,03	0,36 ± 0,11	0,30 ± 0,05
2052	Abietatrieno	0,61	0,52 ± 0,02	-	-	0,50 ± 0,04	-
Total identificado		82,4	79,84	69,1	58,71	71,71	57,15

\* IA Tab: índice aritmético tabelado.

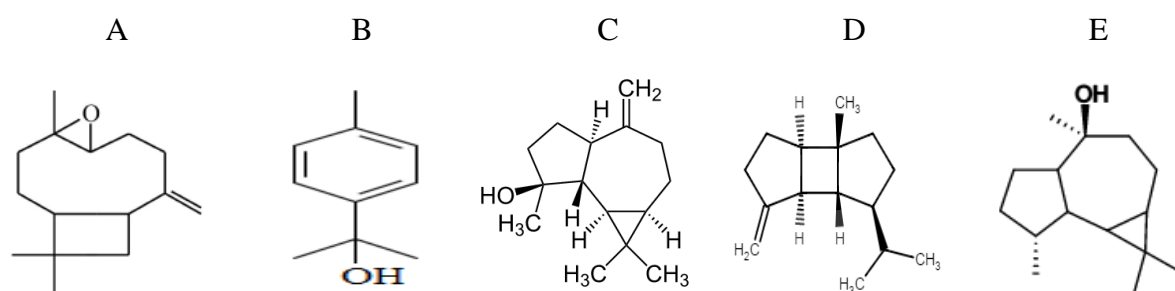
O óxido de cariofileno foi apontado como constituinte majoritário, sendo um composto já identificado para a espécie *H. suaveolens* (Asekun et al., 1999; Martins et al., 2006). Em outras espécies da família Lamiaceae o composto também foi reconhecido. Luz et al. (2014) avaliaram biomassa, rendimento e a composição de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. submetido as diferentes épocas de plantio, sistemas de cultivo, e adubações e obtiveram óxido de cariofileno como parte da composição de seus óleos, e o mesmo apresentou sua maior concentração em condições de campo na



época do inverno. Veloso et al. (2014) avaliaram o teor e a composição química dos óleos essenciais de quatro acessos silvestres de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), provenientes de diferentes regiões geográficas, e duas cultivares comerciais cultivados sob as mesmas condições edafoclimáticas e também obtiveram o óxido de cariofileno na composição. Porém, em nenhum destes estudos o óxido de cariofileno foi apontado como o composto majoritário, conforme identificado neste trabalho.

Também há registros da identificação do óxido de cariofileno como parte dos compostos majoritários em óleos essenciais obtidos em espécies da família Asteraceae. Moraes et al. (2011) investigaram a composição química do óleo essencial de duas populações do gênero *Baccharis* coletadas Paty do Alferes, visando encontrar novas fontes de carquejol e acetato de carquejila, para futuras ações de manejo extrativista e identificaram 19 compostos nestes óleos essenciais, sendo os principais: *trans*-cariofileno, seguido por germacreno-D, biciclogermacreno, ledol, espatulenol e óxido de cariofileno.

Os óleos essenciais de *H. suaveolens* têm sido amplamente estudados e são compostos principalmente de monoterpenos, diterpenos e sesquiterpenos (Martins et al., 2006; Martins et al., 2007; Barbosa et al., 2013). Observou-se neste trabalho maior concentração de sesquiterpenos, assim como Moraes et al. (2011) e as estruturas das principais substâncias presentes nos óleos essenciais de *H. suaveolens* se encontram representadas na Figura 4.



**Figura 4** - Estruturas dos compostos majoritários de *Hyptis suaveolens* submetidas a secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 e 2 m s<sup>-1</sup>. A – Óxido de cariofileno, B – Espatulenol, C – Para-cymeno-8-ol, D –  $\beta$ -bourboneno, E - Viridiflorol

O composto espatulenol foi identificado em concentração expressiva conforme se observa na Tabela 3, porém apenas para a velocidade de 1 m s<sup>-1</sup> à 35 °C, que pode ser justificado pela alta volatilidade, quanto maior a temperatura maior a tendência

deste composto se volatilizar Além da temperatura do ar de secagem, também há a influência da velocidade do ar que passa através do produto. Segundo Radunz et al. (2003), o aumento ou a redução dos compostos pode ser ocasionado por reações de oxidação, redução e rearranjo durante o processo de secagem pela temperatura ou ao longo do tempo de secagem.

O espatulenol foi parte dos constituintes majoritários do óleo essencial de amostras de *H. suaveolens* provenientes do Cerrado Brasileiro, conforme relatado por Oliveira et al. (2005). Martins et al. (2007) também verificaram que o terpeno espatulenol foi um dos principais constituintes encontrados no óleo essencial de *H. suaveolens* cultivado em casa de vegetação, e que as quantidades deste constituinte químico se alteravam de acordo com a disponibilidade de nitrogênio e fósforo durante a fase juvenil de desenvolvimento da planta e também pode estar relacionado com o fotoperíodo.

Azevedo et al. (2002) analisaram por CG-MS a composição de nove amostras de óleo essencial de *H. suaveolens* do Cerrado brasileiro de plantas individuais em fase de frutificação e constataram o espatulenol como parte dos principais constituintes, apontando a variação geográfica como fator que promove alteração na composição do óleo essencial, e indicaram que este terpeno é produzido principalmente nas amostras desenvolvidas em menores latitudes e altitudes. No presente trabalho, a temperatura e a velocidade do ar de secagem também influenciam a composição dos óleos essenciais, assim, verificou-se que para a obtenção do composto espatulenol é ideal trabalhar com menores velocidades e temperaturas do ar de secagem.

Melo et al. (2004), desmistificaram o paradigma de temperatura máxima igual 40 °C e relataram que temperaturas do ar de secagem entre 50 e 60 °C se mostram viáveis para secagem de grande número de plantas medicinais estudadas, independentemente do método de secagem empregado. Este fato, confirma os dados obtidos neste estudo, em que as temperaturas de 35, 45 e 55 °C não atuaram de forma expressiva no teor dos óleos essenciais.

Entretanto, percebe-se que para alguns compostos, o aumento do valor da temperatura de secagem promoveu redução nas concentrações de alguns compostos. O composto viridiflorol, apresentou concentrações de  $1,80 \pm 1,26$  e  $7,69 \pm 13,22\%$  para as temperaturas de 35 e 45 °C respectivamente e não foi identificado a 55 °C à velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$ , o que provavelmente ocorreu por volatilização pela alta temperatura. Para o composto  $\beta$ -bourboneno os resultados demonstram comportamento similar em relação

à temperatura. Na condição de 35 °C o composto não foi identificado, e pode ser justificado pelo fato do material vegetal ter permanecido durante maior tempo na secagem e o composto se volatilizou. As concentrações a 45 e 55 °C foram de  $1,53 \pm 0,10$  e  $1,66 \pm 0,21\%$  respectivamente, demonstrando decréscimo com o incremento da temperatura.

#### 4. Conclusões

O incremento da temperatura e da velocidade do ar de secagem promoveram redução no tempo de secagem das folhas de *H. suaveolens*. Os teores de óleos essenciais foram influenciados pelas velocidades de ar empregadas durante o processo de secagem, e o composto majoritário óxido de Cariofileno revelou maior concentração na temperatura de 45 °C à velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$ . Dentre os tratamentos realizados, o único que viabilizou a obtenção do composto Epatulenol, foi a 35 °C à velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$ .

#### 5. Referências Bibliográficas

Adams, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectroscopy. Allured Publishing Corporations, IL, USA, 1995.

Agra, M. F.; Silva, K. N.; Basílio, I. J. L. D.; França, P. F.; Barbosa-Filho, J. M. Survey of medicinal plants used in the region northeast of Brazil. Brazilian Journal of Pharmacognosia, v.18, n.3, p.472–508, 2008.

Asae. American Society of Agricultural Engineers; Standarts Engineering Practices Data, Moisture Measurement ASAE S358.2 DEC99, Forages, 2000.

Asekun, O. T.; Ekundayo, O.; Adeniyi, B. A. Antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* leaves. Fitoterapia, v.70, n.4, p.440-442, 1999.

Azevedo, N. R.; Campos, I. F. P.; Ferreira, H. D.; Portes, T. A.; Seraphin, J. C.; Realino de Paula, J.; Santos, S. C.; Ferri, P. H. Essential oil chemotypes in *Hyptis suaveolens* from Brazilian Cerrado. Biochemical Systematics and Ecology, v.30, n.3, p.205–216, 2002.

Barbosa, L. C. A.; Martins, F. T.; Teixeira, R. R.; Polo, M.; Montanari, R. M. Chemical Variability and Biological Activities of Volatile Oils from *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. Agriculturae Conspectus Scientificus, v.78, n.1, p.1-10, 2013.

Caldas, F. R.; Costa, I. M. A.; Silva, J. B. R.; Silva, J. B. R.; Nóbrega, R. F.; Rodrigues, F. F. G.; Costa, J. G. M.; Wanderley, A. G. Antiulcerogenic activity of the

essential oil of *Hyptis martiusii* Benth. (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, v.137, n.1, p.886–892, 2011.

Castelo, A. V. M.; Del Menezzi, C. H. S.; Resck, I. S. Seasonal variation in the yield and the chemical composition of essential oils from two Brazilian native arbustive species. *Journal of Applied Science*, v. 12, n.8, p. 753-760, 2012.

Falcão, D.; Menezes, F. S. Revisão etnofarmacológica, farmacológica e química do gênero *Hyptis*. *Rev. Bras. Farm.*, v.84, n.3, p.69-74, 2003.

Ferreira, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

Jesus, N. Z. T.; Falcão, H. S.; Lima, G. R. M.; Caldas Filho, M. R. D.; Sales, I. R. P.; Gomes I.F.; Santos, S. G.; Tavares, J. F.; Barbosa-Filho, J. M.; Batista, L. M. *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae), a medicinal plant protects the stomach against several gastric ulcer models. *Journal of Ethnopharmacology*, v.150, n.3, p.982–988, 2013.

Gobbo-Neto, L.; Lopes, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

Lorenzi, H.; Matos, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil – nativas e exóticas. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2002. 520 p.

Luz, J. M. Q.; Silva, S. M.; Habber, L. L.; Marquez, M. O. M. Produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.16, n.3, p.552-560, 2014

Malele, R. S.; Mutayabarwa, C. K.; Mwangi, J. W.; Thoithi, G. N.; Lopez, A. G., Lucini, E. I.; Zygadlo, J. A. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. *Journal of Essential Oil Research*, v.15, n.6, p.438-440, 2003.

Martins, F. T.; Santos, M. H. Dos; Polo, M.; Barbosa, L. C. A. Effects of the interactions among macronutrients, plant age and photoperiod in the composition of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit essential oil from Alfenas (MG), Brazil. *Flavour and Fragrance Journal*, v.22, n.2, p.123-129, 2007.

Martins, F. T.; Santos, M. H. Dos; Polo, M.; Barbosa, L. C. A. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., sob condições de cultivo. *Química Nova*, v.29, n.6, p.1203-1209, 2006

Melo, E. C.; Radunz, L. L.; Alvarenga e Melo, R. C. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – Revisão. Engenharia na Agricultura, v.12, n.4, p.307-315, 2004.

Morais, L. A. S.; Castanha, R. F. Composição química do óleo essencial de duas amostras de carqueja (*Baccharis sp.*) coletadas em Paty do Alferes – Rio de Janeiro Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.13, especial, p.628-632, 2011.

Moreira, A. C. P.; Lima, E. De O.; Wanderley, P. A.; Carmo, E. S., Souza, E. L. Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit leaves essential oil against *Aspergillus* species. Brazilian Journal of Microbiology, v.41, n.1, p.28-33, 2010.

Oliveira, M. J.; Campos, I. F. P.; Oliveira, C. B. A.; Santos, M. R.; Souza, P. S.; Santos, S. C.; Seraphin, J. C.; Ferri, P. H. Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. Biochemical Systematics Ecology, v.33, n.3, p.275-285, 2005.

Picking, D.; Delgoda, R.; Boulogne, I.; Mitchell, S. *Hyptis verticillata* Jacq: a review of its traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology. Journal of Ethnopharmacology, v.147, n.1, p.16–41, 2013.

Radünz, L. L.; Melo, E. C.; Berbert, P. A.; Barbosa, L. C. A.; Santos, R. H. S.; Rocha, R. P. Influência da temperatura do ar de secagem na quantidade de óleo essencial extraído de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel). Revista Brasileira de Armazenamento, v.28, n.2, p.41-45, 2003.

Santos, T. C.; Marques, M. S.; Menezes, I. A. C.; Dias, K. S.; Silva, A. B. L.; Mello, I. C. M.; Carvalho, A. C. S.; Cavalcanti, S. C. H.; Antonioli, A. R.; Marçal, R. M. Antinociceptive effect and acute toxicity of the *Hyptis suaveolens* leaves aqueous extract on mice. Fitoterapia, v.78, n.5., p.333-336, 2007.

Shenoy, C.; Patil, M. B.; Kumar, R. Wound healing activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae). International Journal of PharmTech Research, v.1, n.3, p.737–744, 2009.

Silva, A. F.; Barbosa, L. C. A.; Silva, E. A. M.; Casali, V. W. D.; Nascimento, E. A. Composição química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.6, n.1, p.1-7, 2003.

Szumny, A.; Figiel, A.; Gutierrezortiz, A.; Carbonell-Barrachina, A. A. Composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. Journal of Food Engineering, v.97, n.2, p.253–260, 2010.

Takayama, C.; Faria, F. M.; Almeida, A. C. A.; Valim-Araújo, D. A. O.; Rehen, C. S.; Dunder, R. J.; Socca, E. A. R.; Manzo, L. P.; Rozza, A. L.; Salvador, M. J.; Pellizzon, C. H.; Hiruma- Lima, A. R. M.; Luiz Ferreira, A.; Souza-Brito, A. R. M. Gastroprotective and ulcer healing effects of essential oil from *Hyptis spicigera* Lam. (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, v.135, n.1, p.147–155, 2011.

Veloso, R. A.; Castro, H. G.; Barbosa, L. C. A.; Cardoso, D. P.; Chagas Júnior, A. F.; Scheidt, G. N. Teor e composição do óleo essencial de quatro acessos e duas cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.16, n.2, p.364-371, 2014.

Venskutonis, P. R. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chemistry*, v.59, n.2, p.219-227, 1997.

Zoghbil, M. G. B.; Jardim, M. A. G.; Oliveira, J.; Trigo, J. R. Composição química dos óleos essenciais de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit.: uma espécie de ocorrência natural no nordeste paraense. *Revista Brasileira de Farmacologia*, v.89, n.1, p.06-09, 2008.

### CAPÍTULO III

#### Influência da secagem sobre o teor e caracterização química do óleo essencial de *Hyptis pectinata*

Resumo: O efeito da secagem em diferentes temperaturas (35, 45 e 55 °C) e velocidades de ar (1 e 2 m s<sup>-1</sup>) sobre o teor e caracterização química do óleo essencial de *Hyptis pectinata* foi verificado neste estudo. A secagem procedeu-se em secador de leito fixo, com temperaturas e velocidades de ar controladas e armazenada pelo sistema de automação. Foram utilizadas 350 ± 0,12 g de folhas frescas para cada uma das quatro repetições em cada secador. Do material obtido da secagem, utilizou-se 60 g de cada repetição para a extração de óleo essencial através do método de hidrodestilação. Diclorometano foi utilizado como solvente e sulfato de sódio anidro como agente dessecante. Adotou-se a cromatografia gasosa através dos cromatógrafos CG-MS e CG-DIC para a caracterização química dos compostos contidos nos óleos essenciais. Verificou-se reduções nos tempos de secagem e no teor de óleo essencial com o aumento da temperatura. A análise por CG/EM do óleo essencial de folhas *H. pectinata* proporcionou a identificação de 19 componentes, sendo o sesquiterpeno Óxido de Cariofileno, o composto majoritário para todas as condições de secagem, com maiores valores de concentração à temperatura de 55 °C variando de 42 a 53% aproximadamente.

**Palavras-chave:** *Hyptis pectinata*, hidrodestilação, cromatografia gasosa, óxido de cariofileno.

## Drying influence on the content and chemical characterization of the essential oil of *Hyptis pectinata*

**Abstract:** The effect of different drying temperatures (35, 45 and 55 °C) and air velocities (1 to 2 m s<sup>-1</sup>) of the content and chemical characterization of the essential oil of *Hyptis pectinata* was observed in this study. Drying held in fixed bed dryer with temperatures and controlled air velocities and stored by an automation system. We used 350 ± 0.12 g of fresh leaves for each of four replicates for each dryer. From the material obtained by drying process was used 60 g of each repetition to the essential oil extraction by hydrodistillation method. Dichloromethane was used as solvent, and anhydrous sodium sulfate as drying agent. The gas chromatography through chromatographs GC-MS and GC-FID for the chemical characterization of compounds in essential oils. It was found reductions in drying times and essential oil content with increasing temperature. Analysis by GC / MS of essential oil from *H. pectinata* leaves provides the identification of 19 components, being the sesquiterpene caryophyllene oxide, the major compound for all drying conditions with higher concentration values at a temperature of 55 °C ranging from 42 to 53% approximately.

**Key words:** *Hyptis pectinata*, hydrodistillation, gas chromatography, caryophyllene oxide.



## 1. Introdução

O gênero *Hyptis* da família Lamiaceae inclui cerca de 580 espécies (Barbosa & Ramos, 1992), distribuídas em todas as Américas, África Ocidental, Fiji Island (Oceania), oeste da Índia e também no bioma Cerrado brasileiro (Harley, 1988). Os membros deste gênero são fonte de óleo essencial aromático, e também são usados para jardinagem paisagem e culinária. Plantas de *Hyptis spp.* possuem propriedades medicinais e são recomendadas na medicina popular para o tratamento de várias condições, tais como distúrbios gastrointestinais, infecções de pele, congestão nasal, febre, cólicas, inflamação e dor (Bispo et al., 2001; Bueno et al., 2006; Franco et al., 2011a, 2011b). São utilizadas ainda para o tratamento de infecções nos olhos e reumatismo (Fragoso-Serrano et al., 2005).

A espécie *Hyptis pectinata* (L.) Poit, pertencente à família Lamiaceae é conhecida como “sambacaitá” ou “Canudinho” e é amplamente utilizada como erva medicinal. É utilizada como chá medicinal (infusão ou decocção) para tratamento de doenças de pele, doenças gástricas, nasofaringite, congestão nasal, febre e outras infecções provocadas por bactérias e fungos (Martins, 2011; Nascimento et al., 2008).

O metabolismo especial de plantas do gênero *Hyptis* tem uma variabilidade notável, demonstrando a predominância de óleos essenciais, que têm muito valor com várias comunidades que utilizam as propriedades terapêuticas (Oliveira et al., 2011).

Alguns estudos têm relatado a composição química do óleo essencial de *H. pectinata*, como se observa na Tabela 1.

**Tabela 1** - Compostos majoritários presentes em óleos essenciais de *Hyptis pectinata*

Compostos majoritários	Concentração	Local da coleta	Referência
<i>p</i> -cymene	33,7%	França	Malan et al. (1988)
Timol	26%		
$\beta$ -cariofileno	40%	Fiji Island	
<i>p</i> -cimeno	33,7%	Oeste da África	
Sabineno	27,8%		Pietschmann et al. (1998)
$\beta$ -cariofileno	17,2%	Índia	
$\beta$ -pineno	6,7%		
Terpinoleno	6,0%		
Germacrene D	28%	República de	Tchoumboungang et al. (2005)
$\beta$ -cariofileno	22,1%	Camarões	
Calamusenona,	24,68%	Banco de	Santos et al. (2008)
$\beta$ -cariofileno	18,34%	Germoplasma da	
Óxido de cariofileno	18%	UFS	
$\beta$ -pineno	6,95%		
Calamusenona	31,0-48,0%	São Cristóvão-SE	Arrigoni-Blank et al. (2010)
$\beta$ -cariofileno	7,0-15,0%		
$\beta$ -cariofileno	40,90%	São Cristóvão-SE	Raymundo et al. (2011)
Óxido de cariofileno	38,05%		

Vários são os fatores que podem promover alterações na composição química dos óleos essenciais. Dentre eles, variações genéticas, climas, composição do solo, sazonalidade, colheita e pós-colheita (Khan & Azam, 1999; Santos-Gomes e Fernandes-Ferreira, 2001; Putievsky et al., 1986).

Os procedimentos pós-colheita têm despertado a atenção de pesquisadores, segundo Pimentel et al. (2012) os parâmetros essenciais para a qualidade da matéria-prima podem variar dependendo da procedência do material. Assim, procedimentos como a secagem devem ser conhecidos (Guerra & Nodari, 2007).

A secagem de espécies medicinais é um procedimento que visa minimizar a perda de princípios ativos e retardar a sua deterioração, quando não é possível trabalhar com a planta fresca. O método de secagem, a velocidade e temperatura do ar exercem influência na quantidade e qualidade dos princípios ativos, presentes em plantas medicinais, aromáticas e condimentares (Melo et al., 2004), ou seja, pode ocorrer aumento ou redução do teor do princípio ativo. Com a redução da quantidade de água, aumenta-se, também, a quantidade de princípios ativos em relação à massa seca.

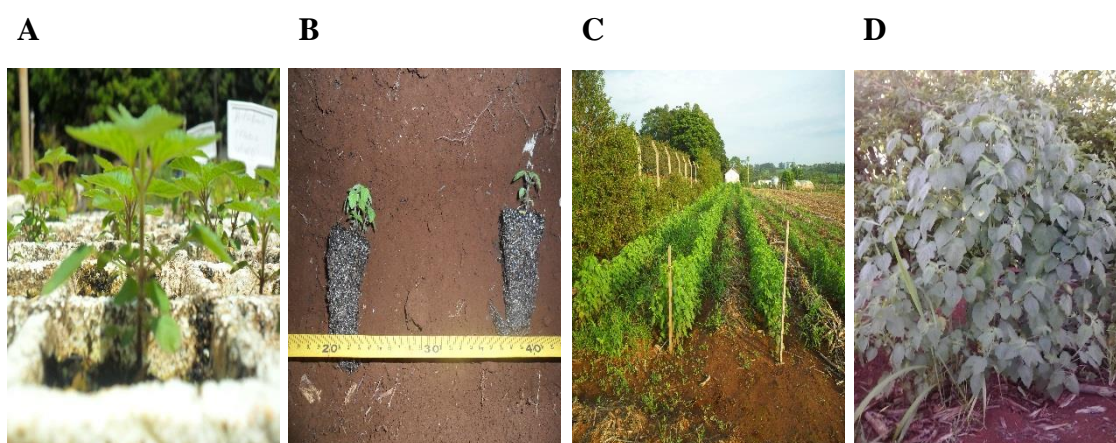
A alteração na composição química ocorre pela grande quantidade de compostos voláteis encontrados nas plantas aromáticas (Von Hertwig, 1991; Silva e Casali, 2000). Assim a temperatura de secagem deve ser controlada e estudos sobre a sua influência são necessários para obtenção da temperatura de secagem mais apropriada para cada espécie, visando assegurar teores e composição química adequados do óleo essencial (Blanco et al., 2000).

E, baseado nesta justificativa, neste trabalho, objetivou-se verificar a influência da secagem no teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida a três temperaturas de secagem (35, 45 e 55 °C) e duas velocidades do ar (1 e 2 m s<sup>-1</sup>).

## 2. Metodologia

### 2.1. Material vegetal

Para a obtenção de plantas de *H. pectinata*, foram produzidas mudas na casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV) do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Em outubro de 2013, quando atingiram 5 cm de altura foram transferidas para condições de campo no Horto de plantas do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, alinhadas a 20 cm de distância uma da outra e, distância entrelinhas de 1 m, como se pode observar na Figura 1.



**Figura 1-** Produção vegetal *Hyptis pectinata*. A – mudas de 5 cm produzidas em casa de vegetação; B – mudas transferidas ao campo com espaçamento de 20 cm; C – plantas com 30 dias após a transferência ao campo; D – plantas com 60 dias após a transferências

Partes aéreas das plantas foram coletadas em dezembro de 2013, entre 7h30min às 8h da manhã. Exemplares foram depositados sob o número 492 no Herbário do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

## 2.2. Secagem

As plantas foram encaminhadas ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, e passaram pelas operações de desfolha e seleção. Realizou-se a determinação do teor de água antes e após a secagem segundo metodologia da Asae (2000) para forrageiras e similares, em estufa de circulação forçada, durante 24 horas.

Para a secagem das folhas de *H. pectinata* foram utilizados secadores de leito fixo, capazes de fornecerem o ar de secagem em condições controladas de vazão e temperatura, ligado ao sistema de automação que gerenciou e armazenou os dados durante a secagem, com temperaturas reguladas para 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s<sup>-1</sup> e 2 m s<sup>-1</sup>. Cada secador possui um ventilador centrífugo de 1,5 cv e rotação de 1.720 rpm, um conjunto de resistências elétricas para aquecimento do ar de 1.500 watts, perfazendo o total de 6.000 watts. O secador foi fabricado com paredes de chapa metálica número 16, câmara de secagem de volume de 0,216 m<sup>3</sup> com quatro bandejas retangulares removíveis, com dimensões de 0,28 x 0,28 x 0,15m e fundo perfurado. Os secadores também apresentam 6 sensores de temperatura pendulares posicionados antes e após as resistências e no interior de cada bandeja. As bandejas foram preenchidas com repetições contendo 350 ± 0,12 g de folhas para as duas velocidades de ar.

Durante o processo de secagem, as amostras foram pesadas periodicamente até atingirem massa constante. Ao final de cada processo, parte do material foi acondicionado em cápsulas de metal e levado para estufa com circulação de ar forçado, a 103 °C, por 24 horas, para determinação do teor de água final. A outra parte do material foi armazenada em sacos plásticos em B.O.D a 1 °C, até o momento da extração do óleo essencial.

## 2.3. Análise estatística

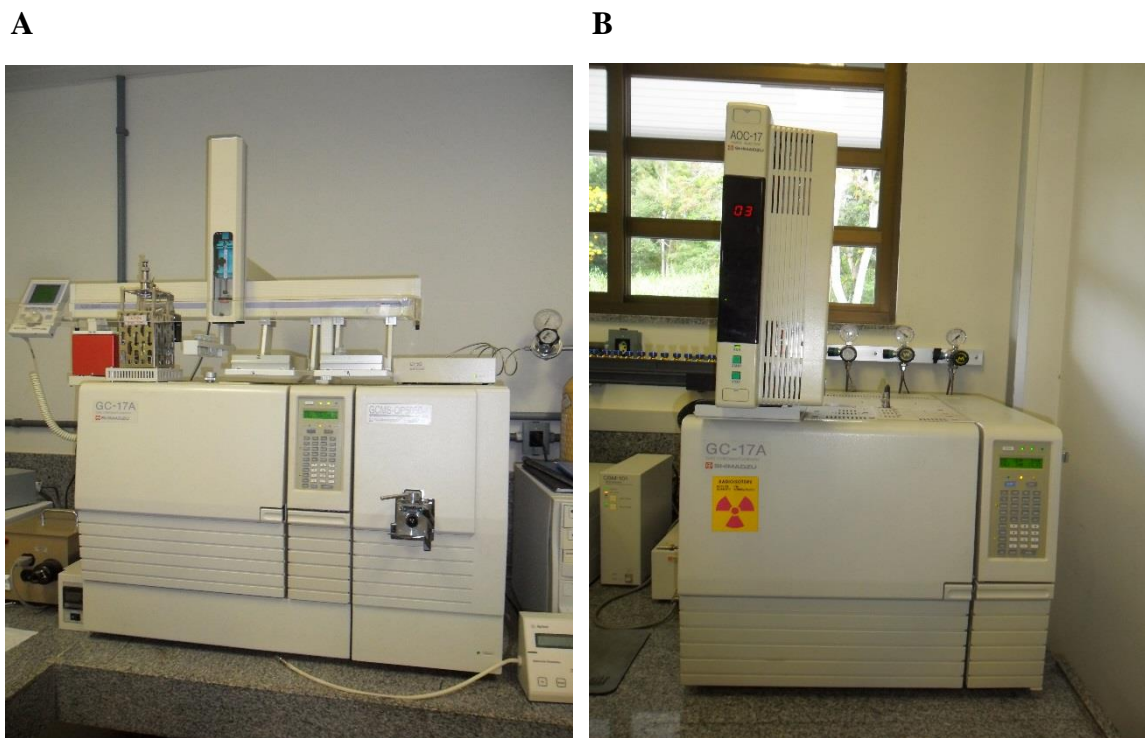
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 x 2 (três temperaturas de secagem e duas velocidades de ar), em quatro repetições, perfazendo um total de 24 unidades experimentais. Foi utilizado o

*software* SISVAR (Ferreira, 2011) e, os dados referentes aos efeitos dos tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

#### 2.4.Extração e análises dos óleos voláteis

A extração de óleo foi conduzida no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, utilizando o método de hidrodestilação com aparelho Clevenger adaptado ao balão de destilação de 3 L e um banho termostaticado. Amostras de 60 g das folhas secas foram utilizadas e o tempo de extração de 50 minutos, contados a partir do início da ebulição. Após a obtenção do hidrolato, o óleo foi extraído em funil de decantação com diclorometano em triplicata. As frações orgânicas foram secas com sulfato de sódio anidro (3,0g), deixando-o agir por 24 horas. O sal foi removido por filtração simples e o solvente evaporado à temperatura ambiente sob capela de exaustão de gases. Em seguida, o óleo foi transferido para um frasco âmbar, previamente pesado, para cálculo do rendimento do óleo.

As análises químicas dos óleos essenciais foram realizadas em cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A equipado com detector de ionização em chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida SPB-5 (30 m x 0,25 mm, espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ ) com gás de arraste He sob fluxo de 1,8 mL  $\text{min}^{-1}$ ; temperatura do injetor, 220 °C, temperatura do detector, 240 °C; temperatura inicial da coluna 40 °C, isotérmica por 44 min., seguido de aquecimento a 3 °C  $\text{min}^{-1}$  até 240 °C, permanecendo isotérmica por 15 min., volume de injeção da amostra: 1,0  $\mu\text{L}$  (10 mg. $\text{mL}^{-1}$  em  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ); razão de split, 1:10; pressão da coluna, 115 kPa, com tempo total de corrida de 70 min. A concentração de cada constituinte foi calculada pela porcentagem da área do pico correspondente em relação à área total de todos os picos observados no cromatograma.



**Figura 2** - Aparelhos de cromatografia gasosa: A - Cromatógrafo Shimaduz GCMS-QP5050A; B - Cromatógrafo Shimadzu GC-17A equipado com detector de ionização em chama (DIC)

Para a identificação, utilizou-se aparelho Shimaduz GCMS-QP5050A, como se observa na Figura 2 - A, equipado com coluna de sílica fundida RTX-5 (30 m x 0,25 mm, espessura do filme de 0,25  $\mu\text{m}$ ) com detetor de massas. As condições cromatográficas foram idênticas as utilizadas no CG-DIC e, pressão da coluna de 100 kPa, processo de ionização de impacto de elétrons (70 eV) e a amplitude de varredura foi de 30 a 700 Da.

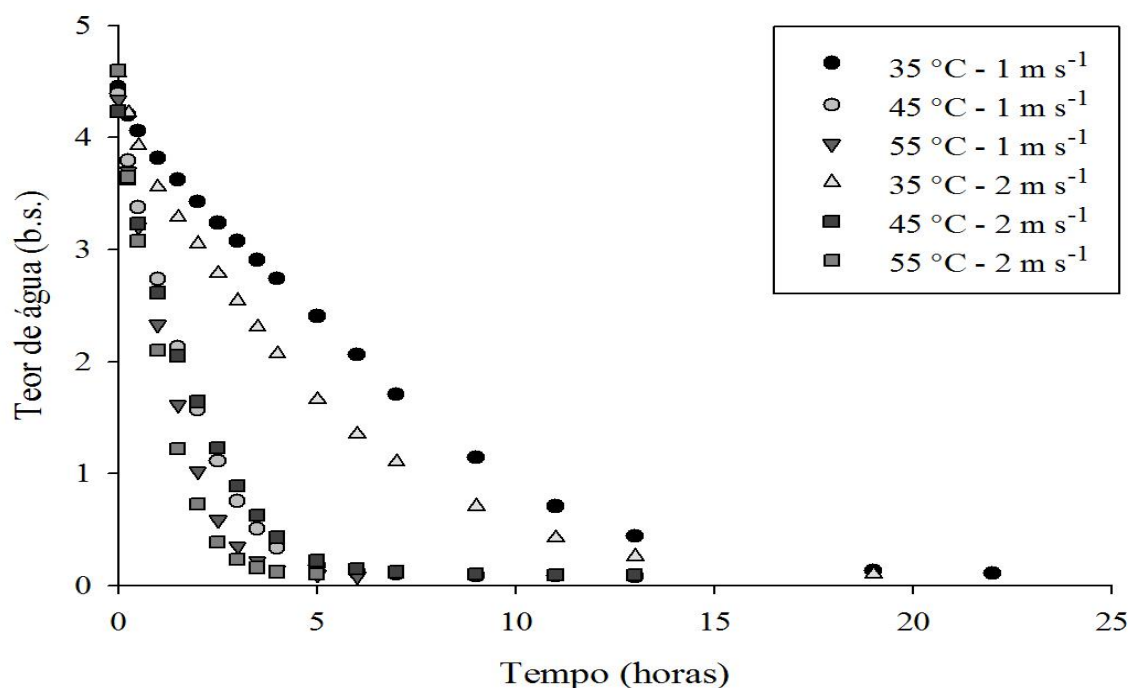
A identificação dos compostos foi realizada pela comparação dos espectros de massas obtidos experimentalmente com os disponíveis na base de dados do equipamento (Wiley sétima edição, NIST 08 e NIST 11) e pela comparação do índice de retenção calculado a partir da injeção da mistura de alcanos lineares ( $\text{C}_9 - \text{C}_{26}$ ) com aqueles da literatura (Adams, 1995). As identificações foram também confirmadas pelo estudo dos fragmentos de massa observados em cada espectro.

### 3. Resultados e Discussões

As folhas frescas de *Hyptis pectinata* apresentaram teor de água de  $82,4 \pm 0,4\%$  b.u. (base úmida). Após a secagem os teores de água foram reduzidos a 9,97; 7,76; 8,09% b.u. a 35, 45 e 55  $^{\circ}\text{C}$  respectivamente, à velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$ . Na velocidade de  $2 \text{ m s}^{-1}$ , os teores de água foram de 8,97; 8,85 e 9,37% b.u. para as velocidades de 35,

45 e 55 °C, respectivamente. Os teores de água finais obtidos se enquadram dentro dos valores recomendados por diferentes farmacopeias, entre 8 e 14% b.u. (Farias, 2003).

Os tempos de secagem foram reduzidos com o incremento da temperatura e da velocidade do ar de secagem, conforme observa-se na Figura 3.



**Figura 3** - Curva de secagem de *Hyptis pectinata* submetida à secagem nas temperaturas de 35, 45 e 55°C nas velocidades de 1 e 2 m s<sup>-1</sup>.

Os tempos de secagem foram de 22, 13, 6 horas para as temperaturas de 35, 45 e 55 °C a 1 m s<sup>-1</sup> e 19, 13 e 5 horas a 2 m s<sup>-1</sup>. Observa-se na Figura 3, que o tempo de secagem à temperatura de 35 °C foi maior que os tempos das outras temperaturas. Em termos operacionais, isso pode inviabilizar o processo de secagem com aumento do gasto com energia elétrica, além de aumentar a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos no material vegetal (Barbosa et al., 2006). Este fator também pode promover alterações nos teores de óleo e composição química, pois os óleos essenciais são ricos em compostos voláteis, que podem se perder, caso o material vegetal permaneça por muito tempo submetido a altas temperaturas.

É mostrada na Tabela 2, a análise estatística para o óleo essencial obtido das folhas secas de *H. pectinata* submetidas as diferentes temperaturas e velocidades do ar de secagem.

Tabela 2 - Análise de variância para as o teor de óleo durante a secagem em folhas de *H. pectinata*

Fator de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Velocidade	1	0,000160 <sup>ns</sup>
Temperatura	2	0,001747 <sup>**</sup>
Velocidade x Temperatura	2	0,000201 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação (%)	17,29	

\*\*Significativo a 1% pelo teste F; \*Significativo a 5% pelo teste F; <sup>ns</sup>Não significativo

Observando-se a Tabela 2, verifica-se que a velocidade do ar de secagem, bem como a interação entre a velocidade e a temperatura, não influenciaram o teor de óleo essencial. Assim, procedeu-se a análise do efeito da temperatura de forma isolada. Observou-se que a temperatura de secagem influenciou no rendimento de óleo essencial, apresentando reduções entre as temperaturas de 35 e 55 °C, fato que corrobora com os resultados obtidos por Pimentel et al. (2012), que relatam em seus estudos a redução do teor de óleo essencial de *Piper piscatorum* quando houve acréscimo na temperatura de secagem de 30 para 40 °C. Barbosa et al. (2006) realizando secagem de *Lippia alba* com temperatura do ar variando de ambiente (25 °C) até 80 °C verificaram a redução entre 12 e 17% no teor de óleo essencial em relação ao obtido para a planta fresca.

As médias observadas na Tabela 3, podem variar em  $\pm 0,02$  para a temperatura de 35 °C e 0,01 para as temperaturas de 45 e 55 °C em ambas as velocidades.

Tabela 3 - Médias do teor de óleo essencial (% b.s) durante a secagem em folhas de *H. pectinata*.

Temperatura (°C)	Velocidades (m s <sup>-1</sup> )		Média
	1	2	
35	0,1038	0,1197	0,1117 A
45	0,0940	0,0974	0,0957 AB
55	0,0842	0,0803	0,0822 B

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância,

As médias obtidas demonstram redução do teor de óleo entre as temperaturas de 35 e 55 °C, conforme se observa na Tabela 3. Radunz et al. (2003), observaram que os tratamentos de secagem ao ar ambiente (média 25 °C), à 40, 55 e 70 °C influenciaram



no rendimento de óleo essencial, apresentando reduções em relação à planta fresca, exceto na temperatura de 55 °C. Porém, analisando os tratamentos de secagem, o rendimento aumentou com o incremento na temperatura do ar de secagem.

Estes dados reforçam os relatos de Arrigoni-Blank et al. (2010), que enfatizam a necessidade de estudos que envolvam técnicas agronômicas para cada espécie, uma vez que o comportamento é distinto.

A análise por CG/EM do óleo essencial de folhas *H. pectinata* proporcionou a identificação de 19 componentes. O componente majoritário do óleo essencial foi o Óxido de Cariofileno para todas as condições de secagem, com concentração média de  $49 \pm 5\%$ . Seguem juntos como majoritários os compostos epóxido de humuleno II,  $\alpha$ -cadinol, calamusenono e  $\beta$ -elemeno, com concentrações menores que 5%. A composição do óleo essencial de *Hyptis pectinata* contendo óxido de cariofileno como parte dos componentes majoritários foi observada por outros autores (Santos et al., 2008; Raymundo et al., 2011).

O composto *trans*-cariofileno se apresentou com concentrações acima de 5%, porém, só foi observado à velocidade de  $1 \text{ m s}^{-1}$  nas temperaturas de 35 e 55 °C, com concentrações de  $10,12 \pm 0,79$  e  $5,89 \pm 1,09\%$ , respectivamente. Possivelmente, a temperatura de 35 °C ocasiona menor volatilidade, enquanto a temperatura de 55 °C permite inferior tempo de exposição do material vegetal à secagem, que também pode proporcionar menor volatilização dos compostos.

A Tabela 4 apresenta a relação de compostos identificados e suas porcentagens em concentração a cada tratamento.

**Tabela 4** - Composição química e concentração dos constituintes dos óleos essenciais de *Hyptis pectinata* a 35, 45 e 55 °C e velocidades de ar de 1 m s<sup>-1</sup> e 2 m s<sup>-1</sup>. IA TAB: índice aritmético tabelado, NI: Não Identificado.

IA TAB	COMPOSTO	1 m s <sup>-1</sup>			2 m s <sup>-1</sup>		
		35 °C	45 °C	55 °C	35 °C	45 °C	55 °C
1374	Alpha-Copaene	0,46 ± 0,03	-	-	-	-	-
1387	Beta-bourboneno	1,02 ± 0,08	-	-	1,13 ± 0,18	1,07 ± 0,07	-
1389	Beta-Elemene	2,05 ± 0,17	2,02 ± 0,30	2,08 ± 0,22	1,65 ± 0,23	2,63 ± 0,69	-
1417	Trans-Caryophyllene	10,12 ± 0,79	-	5,89 ± 1,09	-	-	-
1452	Alpha-Humulene	1,25 ± 0,27	-	-	-	-	-
1484	Germacrene D	0,62 ± 0,03	-	2,93 ± 0,13	-	1,00 ± 0,13	-
1498	Selinene <α->	0,67 ± 0,02	-	-	-	-	-
1559	Germacreno B	2,28 ± 0,36	-	-	2,51 ± 0,19	2,66 ± 0,22	2,98 ± 0,41
1561	Nerolidol <(E)->	0,33 ± 0,01	-	-	-	-	-
1571	Apofarnesol <(Z)-dihidro->	-	0,67 ± 0,04	0,67 ± 0,01	-	-	-
1577	Spathulenol	0,62 ± 0,07	-	-	-	-	-
<b>1582</b>	<b>Caryophyllene oxide</b>	<b>42,71 ± 5,77</b>	<b>46,36 ± 2,71</b>	<b>52,91 ± 2,23</b>	<b>46,83 ± 3,83</b>	<b>48,00 ± 3,88</b>	<b>55,43 ± 7,78</b>
1608	Humulene Epoxide II	4,33 ± 0,56	4,52 ± 0,38	4,53 ± 0,23	4,35 ± 0,43	4,01 ± 0,46	4,31 ± 0,58
1638	Cadinol <epi-α-> (tau.-Cadinol)	0,89 ± 0,02	1,15 ± 0,13	0,94 ± 0,12	1,06 ± 0,13	1,67 ± 0,28	0,71 ± 0,04
1652	Cadinol <α->	2,98 ± 0,41	1,90 ± 0,28	3,57 ± 0,28	3,02 ± 0,24	3,10 ± 0,33	1,87 ± 0,19
1676	Calamusenone	3,40 ± 0,94	11,06 ± 1,11	11,31 ± 0,88	2,86 ± 0,37	3,24 ± 0,18	3,35 ± 0,13
1684	Bisabolone oxide A <α->	1,50 ± 0,30	2,18 ± 0,17	1,93 ± 0,17	1,51 ± 0,19	1,49 ± 0,25	2,78 ± 0,27
1715	Pentadecanal	2,02 ± 0,21	1,95 ± 0,18	1,65 ± 0,14	1,96 ± 0,19	1,64 ± 0,23	1,98 ± 0,20
1748	NI	1,63 ± 0,39	1,91 ± 0,11	1,23 ± 0,16	1,51 ± 0,26	1,53 ± 0,12	1,18 ± 0,09
1775	NI	2,78 ± 0,95	2,51 ± 0,15	1,55 ± 0,15	3,79 ± 0,58	3,53 ± 0,71	2,38 ± 0,29
1843	Hexahidrofarnesil-acetona	2,84 ± 0,37	2,44 ± 0,15	1,92 ± 0,10	2,77 ± 0,20	2,72 ± 0,19	2,69 ± 0,15
1879	1-Hexadecanol	1,08 ± 0,08	1,72 ± 0,23	1,44 ± 0,24	0,95 ± 0,05	2,04 ± 0,39	3,38 ± 0,31
1889	Heptadecadienal	2,01 ± 0,12	1,81 ± 0,34	-	-	-	1,74 ± 0,09
1910	Farnesyl-acetona	1,63 ± 0,19	1,36 ± 0,11	1,26 ± 0,11	1,79 ± 0,12	1,49 ± 0,11	-
1921	Hexadecanoato de metila	1,67 ± 0,25	-	-	1,55 ± 0,12	1,56 ± 0,13	-
	<b>Total identificado</b>	<b>90,89</b>	<b>83,56</b>	<b>95,81</b>	<b>79,24</b>	<b>83,38</b>	<b>84,78</b>

Observa-se na Tabela 4, que à temperatura de 35 °C foi possível identificar o maior número de compostos. Porém, a temperatura ideal para se obter maiores concentrações do composto majoritário foi a 55 °C em ambas as condições de velocidade de ar de secagem.

Constatou-se que os compostos químicos identificados são pertencentes exclusivamente à classe dos sesquiterpenos. Raymundo et al. (2011) também atentaram para este mesmo fato e ainda justificaram que haveria a possibilidade da presença de monoterpenos no óleo essencial obtido de *Hyptis pectinata*, porém em quantidades não detectáveis.

Diferenças na composição do óleo essencial da mesma espécie podem acontecer em decorrência de vários fatores. Esses resultados estão de acordo com estudos de secagem de espécies diferentes como tomilho e salvia, realizados por outros autores, que também relataram modificações nos componentes dos óleos essenciais de várias plantas em função da secagem (Venskutonis, 1997). Arrigoni-Blank et al. (2010) relataram que as diferenças entre a composição química podem ser justificadas pelo fato de cada genótipo responder de forma diferente às condições ambientais e também ao processo de secagem que elimina a água do material e aumenta o percentual de princípios ativos em relação a planta fresca.

#### 4. Conclusão

O processo de secagem promove reduções nos tempos de secagem e nos teores de óleos essencial de *Hyptis pectinata*. Os maiores teores de óleo foram obtidos na temperatura de 35 °C, sendo o Óxido de Cariofileno o composto majoritário em todas as condições de secagem, com as maiores concentrações,  $52,91 \pm 2,23$  e  $55,43 \pm 7,78\%$  a 55 °C, respectivamente para as velocidades do ar de  $1 \text{ m s}^{-1}$  e  $2 \text{ m s}^{-1}$ .

#### 5. Referências Bibliográficas

Arrigoni-Blank, M. F.; Blank, A. F.; Costa, A. G.; Alves, P. B.; Costa, A. S. Influência do horário de colheita e de secagem no óleo essencial de *Hyptis pectinata* L. Poit (Lamiaceae). Scientia Plena, v.6, n.10, p.1-5, 2010.

Adams, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectroscopy. Allured Publishing Corporations, IL, USA, 1995.

ASAE. American Society of Agricultural Engineers; Standarts Engineering Practices Data, Moisture Measurement ASAE S358.2 DEC99, Forages, 2000.

Barbosa, F. F.; Barbosa, L. C. A.; Melo, E. C.; Botelho, F. M.; Santos, R. H. S. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (mill) n. e. brown. Química Nova, v.29, n.6, p.1221-1225, 2006.

Barbosa, P. P. P.; Ramos, C. P. Studies on the antiulcerogenic activity of the essential oil of *Hyptis mutabilis* Briq in rats. Phytotherapy Research, v.6, n.2, p.114-115, 1992.

Bispo, M. D.; Mourão, R. H. V.; Franzotti, E. M.; Bomfim, K. B. R.; Arrigoni-Blank, M. de F.; Moreno, M. P. N.; Marchioro, M.; Antonioli, A.R. Antinociceptive and antiedematogenic effects of the aqueous extract of *Hyptis pectinata* leaves in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*, v.76, n.1, p. 81-86, 2001.

Blanco, M. C. S. G.; Ming, L. C.; Marques, M. O. M.; Bovi, O. A. Influência da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de menta. *Revista Horticultura Brasileira*, v.18, n.1, p.2, 2000.

Bueno AX, Moreira ATS, Silva FT, Estevam CS, Marchioro M. Effects of the aqueous extract from *Hyptis pectinata* leaves on rodent central nervous system. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.16, n.3, p.317–323, 2006.

Farias, M. R. Em *Avaliação da Qualidade de Matérias-Primas Vegetais*; Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosmann, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R., eds.; Eds. da UFRGS e UFSC: Porto Alegre/Florianópolis, 2003.

Ferreira, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

Fragoso-Serrano, M.; Gibbons, S.; Pereda-Miranda, R. Anti-staphylococcal and cytotoxic compounds from *Hyptis pectinata*. *Planta Medica*, v.71, n.3, p.278-280, 2005.

Franco, C. R.; Antonioli, A. R.; Guimarães, A. G.; Andrade, D. M.; Jesus, H. C.; Alves, P. B.; Bannet, L. E.; Patrus, A. H.; Azevedo, E. G.; Queiroz, D. B.; Quintans-Júnior, L. J.; Botelho, M. A. Bioassay-guided evaluation of antinociceptive properties and chemical variability of the essential oil of *Hyptis fruticosa*. *Phytotherapy Research*, v.25, n.11, p.1693–1699, 2011a.

Franco, C. R. P.; Alves, P. B.; Andrade, D. M.; Jesus, H. C. R.; Silva, E. J. S.; Santos, A. B.; Antonioli, A. R.; Quintans-JunIOR, L. J. Essential oil composition and variability in *Hyptis fruticosa*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.21, n.1, p.24–32, 2011b.

Guerra, M. P.; NodarI, R. O. Em *Farmacognosia: da planta ao medicamento*; Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosmann, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R., eds.; 5ª ed., UFSC/UFRGS: Porto Alegre, 2007, cap. 1.

Harley, R. M.; Reynolds, T. *Advances in Labiatae Science*. The Royal Botanic Gardens. Kew, UK, 1992.

Khan, M.M.A., Azam, Z.M. Samiullah. Changes in the essential oil constituents of fennel (*Foeniculum vulgare*) as influenced by soil and foliar levels of N and P. *Canadian Journal of Plant Science* v.79, p.587–591, 1999.

Malan, K.; Pelissier, Y.; Marion, C.; Blaise, A.; Bessiere, J. M. The essential oil of *Hyptis pectinata*. *Planta Médica*, v.54, n.6, p.531-532, 1988.

Martins JDL (2011). Respostas physiological *Hyptis pectinata* (L.) Poit. to water stress. In 2011. 41p. Monograph (Area of Concentration in Plant Physiology) - Academic Unit Garanhuns-Federal Rural University of Pernambuco, Garanhuns, 2011.

Melo, E. C.; Radünz, L. L.; Melo, R. C. A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – Revisão. *Engenharia na Agricultura*, v.12, n.4, p.307-315, 2004.

Nascimento, P., Alviano, W., Nascimento, A., Santos, P., Arrigoni-Blank, M., de Jesus, R., Azevedo, V., Alviano, D., Bolognese, A. and Trindade, R. *Hyptis pectinata* essential oil: chemical composition and anti-*Streptococcus mutans* activity. *Oral Diseases*, v.14, n.6, p.485–489, 2008.

Oliveira LM, Nepomuceno CF, Freitas NP, Pereira DMS, Silva GS, Luccheseam (2011). Vegetative propagation of *Hyptis leucocephala* Mart. ex Benth. and *Hyptis platanifolia* Mart. ex Benth. (Lamiaceae). *Brazilian Journal of Medicinal Plants*, Botucatu, v.13, n.1, p.73-78, 2011.

Piestchmann, M.; Vostrowsky, O.; Bestmann, H. J.; Pant, A. K.; Mathela, C. S. Volatile constituents of *Hyptis pectinata* Poit. (Lamiaceae). *Journal Essential Oil Research*, v.10, n.5, p.550-552, 1998.

Pimentel, F. A.; Cardoso, M. G.; Andrade, M. A.; Zacaroni, L. M.; Guimarães, L. G. L. Influência da secagem sobre o rendimento e composição química dos compostos voláteis das raízes de *Piper piscatorum* trel. & yunck. (PIPERACEAE). *Química Nova*, v.35, n.4, p.715-718, 2012.

Putievsky, E., Ravid, U., Dudai, N. The Influence of season and harvest frequency on essential oil and herbal yields from a pure clone of sage (*Salvia officinalis*) grown under cultivated conditions. *Journal of Natural Products* v.49, n.2, p.326–329, 1986.

Radünz, L. L.; Melo, E. C.; Berbert, P. A.; Barbosa, L. C. A.; Santos, R. H. S.; Rocha, R. P. Influência da temperatura do ar de secagem na quantidade de óleo essencial extraído de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel). *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.28, n.2, p.41-45, 2003.

Raymundo, L. J. R. P.; Guilhon, C. C.; Alviano, D. S.; Matheus, M. E.; Antoniollic, A. R.; Cavalcanti, S. C. H.; Alves, P. B.; S. Alviano, C. Fernandes, P. D. Characterisation of the anti-inflammatory and antinociceptive activities of the *Hyptis*

*pectinata* (L.) Poit essential oil. Journal of Ethnopharmacology, v.134, p.725–732, 2011.

Santos, P. O.; Costa, M. de J. C.; Alves, J. A. B.; Nascimento, P. F. C.; Melo, D. L. F. M.; Barbosa JR., A. M.; Trindade, R. DE C.; Blank, A. F.; Arrigoni-Blank, M. F.; Alves, P. B.; Nascimento, M. DA P. F. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Hyptis pectinata* (l.) Poit. Química Nova, v.31, n.7, p.1648-1652, 2008.

Santos-Gomes, P.C., Fernandes-Ferreira, M. Organ- and season-dependent variation in the essential oil composition of *Salvia officinalis* L. cultivated at two different sites. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.49, p.2908–2916, 2001.

Silva, F.; Casali, V. W. D. Plantas medicinais e aromáticas: Pós-colheita e óleos essenciais. Viçosa: Arte e Livros, 2000. 135p.

Tchoumboungang, F.; Zollo, P. H. A.; Boyom, F. F.; NYEGUE, M. A.; Bessiere, J. M.; Menut, C. Aromatic plants of tropical Central Africa. XLVIII. Comparative study of the essential oils of four *Hyptis* specimens from Cameroon: *H. pectinata* (L) Poit., *H. lanceolata* Poit., *H. spicigera* Lam. and *H. suaveolens* Poit. Flavour and fragrance Journal, v.20, p.340-343, 2005.

Venskutonis, P.R. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). Food Chemistry, v.59, n.2, p.219-227, 1997.

Von Hertwing, I. F. Plantas aromáticas e medicinais: plantio colheita secagem comercialização. São Paulo: Icone, 1986, p.449.

## CONCLUSÃO GERAL

Os processos de pós-colheita aplicados às espécies *Hyptis marrubioides*, *Hyptis suaveolens* e *Hyptis pectinata* influenciaram no teor e na composição química. Para as três espécies vegetais, observou-se durante a secagem o declínio do teor de água das folhas com o aumento da temperatura. As velocidades de ar empregadas também intervieram nas três espécies, e de forma mais relevante para *Hyptis suaveolens*.

Em *Hyptis marrubioides*, os compostos majoritários encontrados foram *Cis* e *Trans*-tujona, com maiores concentrações à temperatura do ar de secagem de 35 °C associada à velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>, e também ocasionou maiores teores de óleo essencial de *H. marrubioides*. O aumento da temperatura e da velocidade do ar de secagem reduziram o tempo de secagem.

O incremento da temperatura e da velocidade do ar de secagem também promoveram redução no tempo de secagem das folhas de *H. suaveolens*. Os teores de óleos essenciais foram influenciados pelas velocidades de ar utilizadas durante o processo de secagem, e o composto majoritário Óxido de Cariofileno revelou maior concentração na temperatura de 45 °C à velocidade de 1 m s<sup>-1</sup>.

O processo de secagem promoveu reduções nos tempos de secagem e nos teores de óleos essenciais de *Hyptis pectinata*. Os maiores teores de óleo foram encontrados na temperatura de 35 °C. As análises químicas apontaram o composto Óxido de Cariofileno como composto majoritário em todas as condições de secagem, sendo verificadas suas maiores concentrações, 52,91 ± 2,23 e 55,43 ± 7,78% a 55 °C.

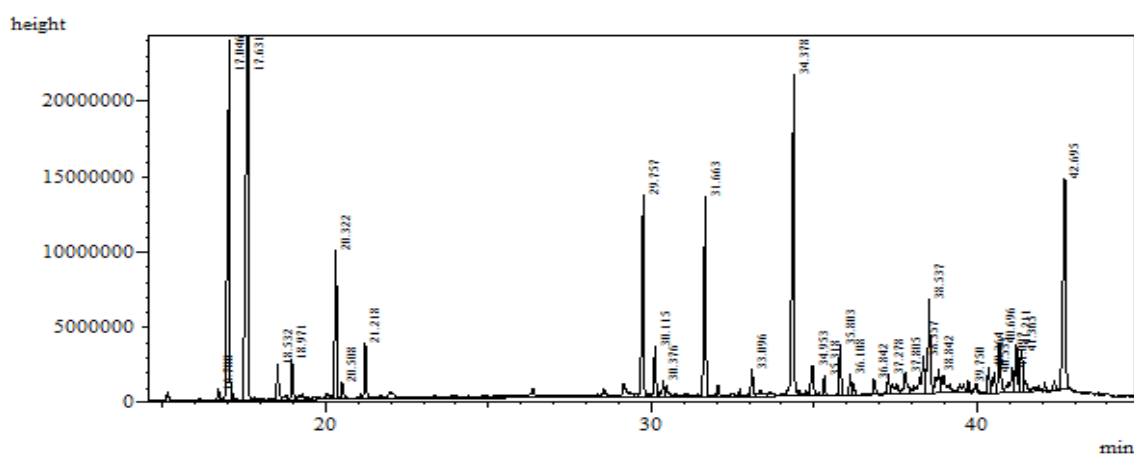
A busca por informações sobre os procedimentos pós-colheita de plantas medicinais se torna cada dia mais necessária. Mesmo para espécies do mesmo gênero, os comportamentos em relação à secagem se distinguem. Isto demonstra a necessidade de realização de estudo individualizado para cada espécie.

As análises químicas realizadas para as três espécies apontaram compostos químicos anteriormente identificados, porém em concentrações diferentes das já citadas. Estes resultados contribuem para enfatizar dados da literatura que afirmam que diversos fatores podem influenciar a composição química dos metabólitos secundários de uma espécie. Neste estudo, pode-se justificar as variações encontradas pela localização geográfica, variabilidade genética das espécies coletadas, assim como as temperaturas e as velocidades de ar aplicadas durante o processo de secagem.

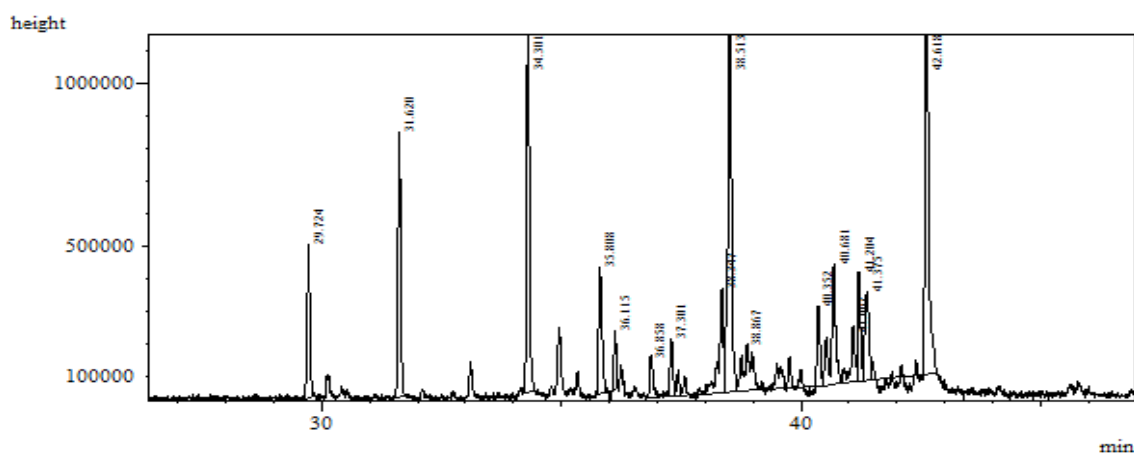
Diante dos resultados encontrados neste trabalho, em comparação com dados da literatura, sugere-se a realização de novas pesquisas sobre as três espécies de *Hyptis* citadas, verificando alterações nos fatores temperatura e velocidade do ar de secagem, bem como a sazonalidade, condições de solo e localização geográfica, além de tipo de secador utilizado no experimento.



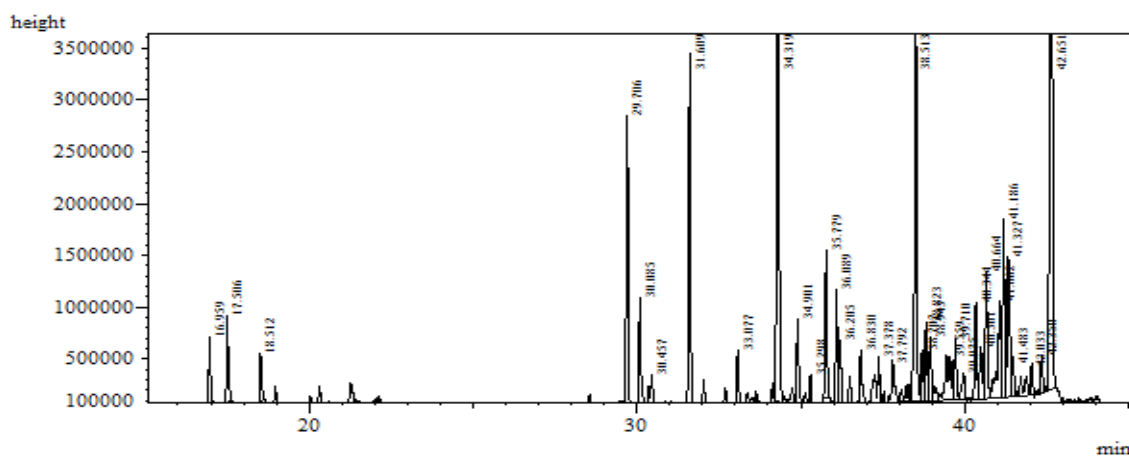
## APÊNDICE



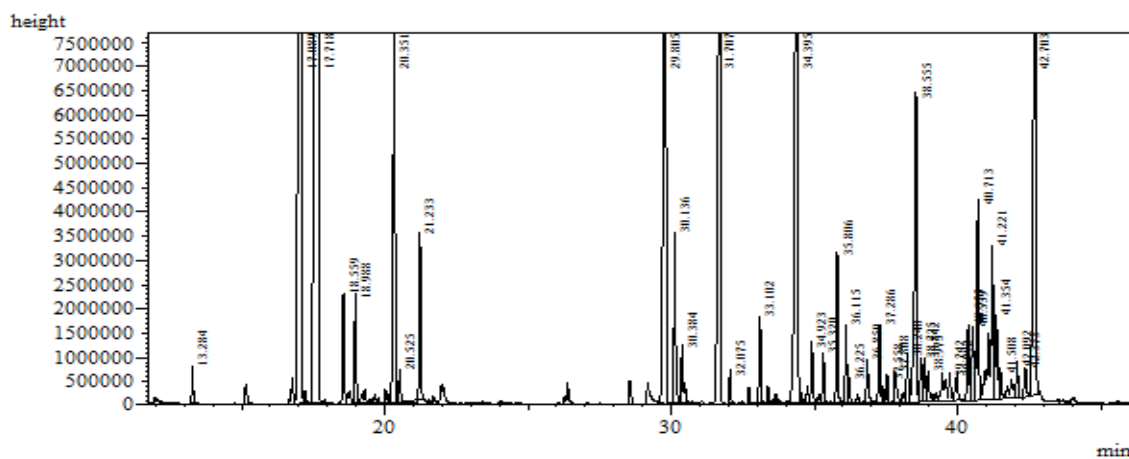
**Figura 1** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis marruboides* submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



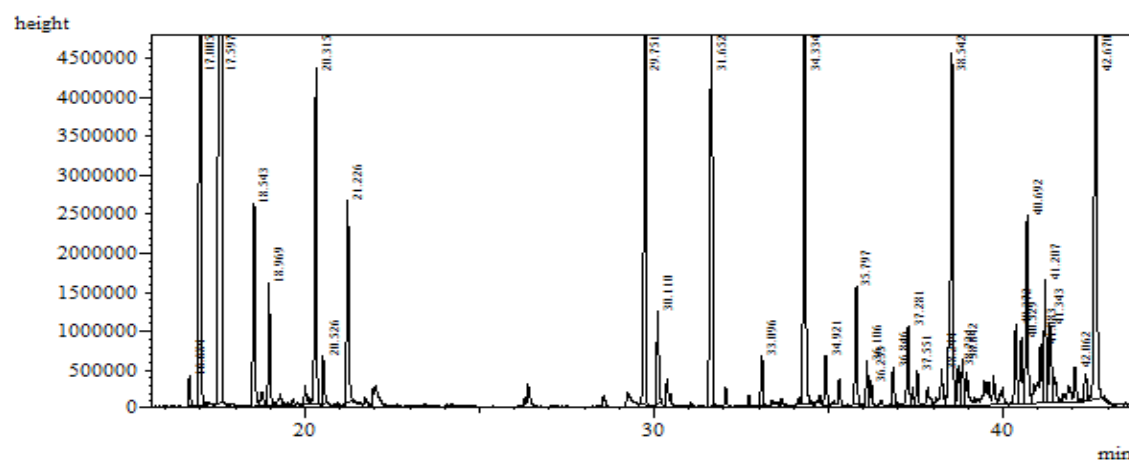
**Figura 2** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis marruboides* submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



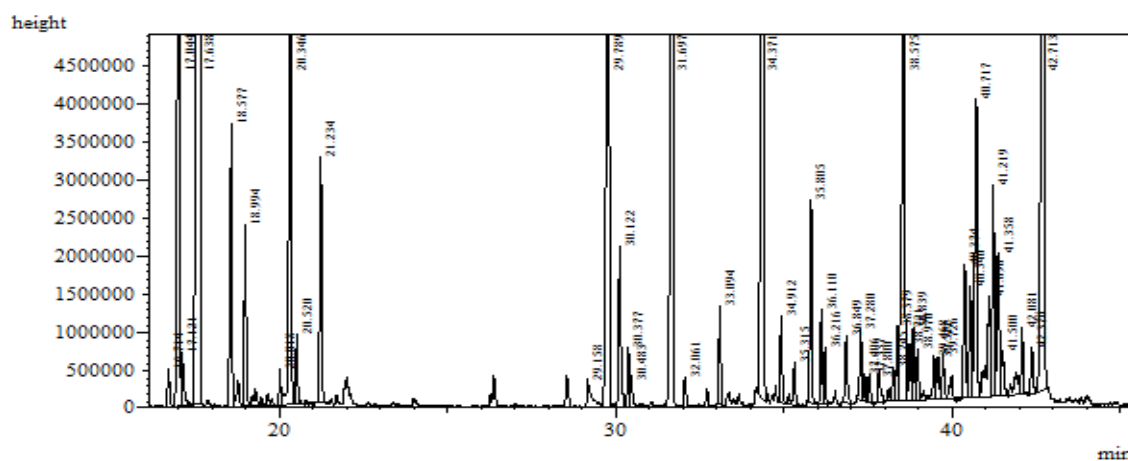
**Figura 3** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



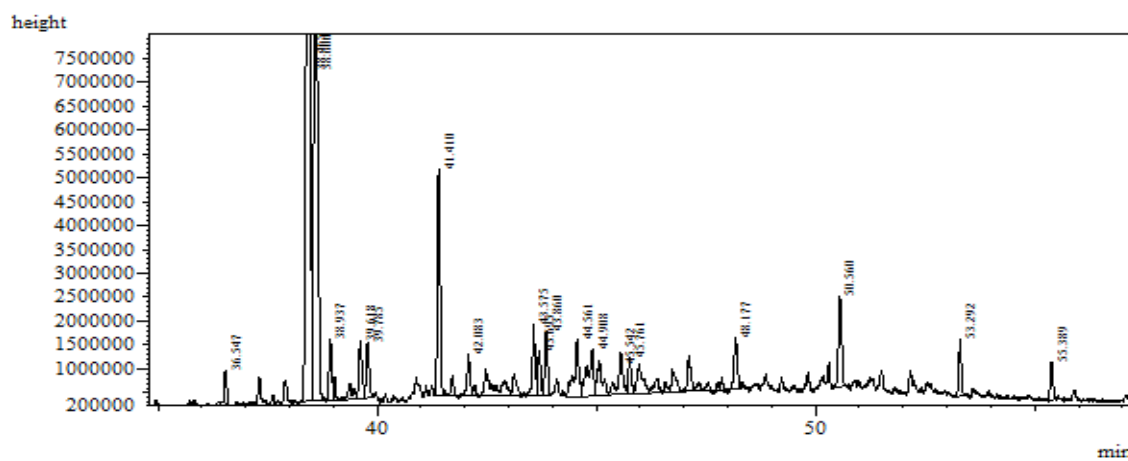
**Figura 4** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



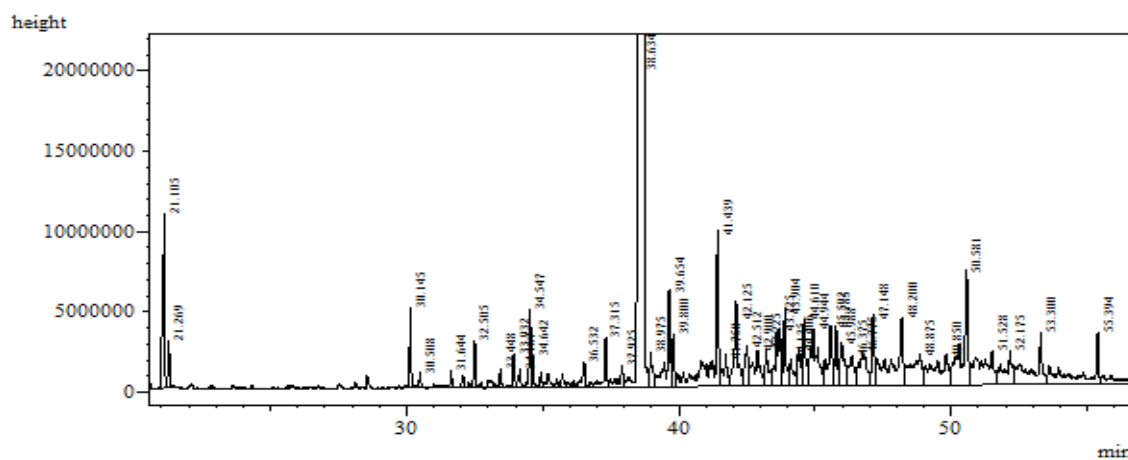
**Figura 5** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



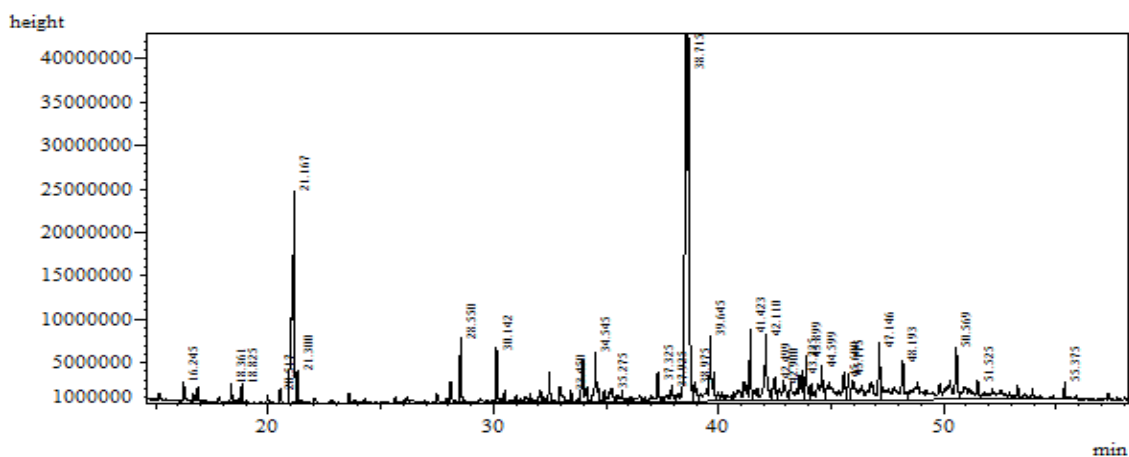
**Figura 6** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



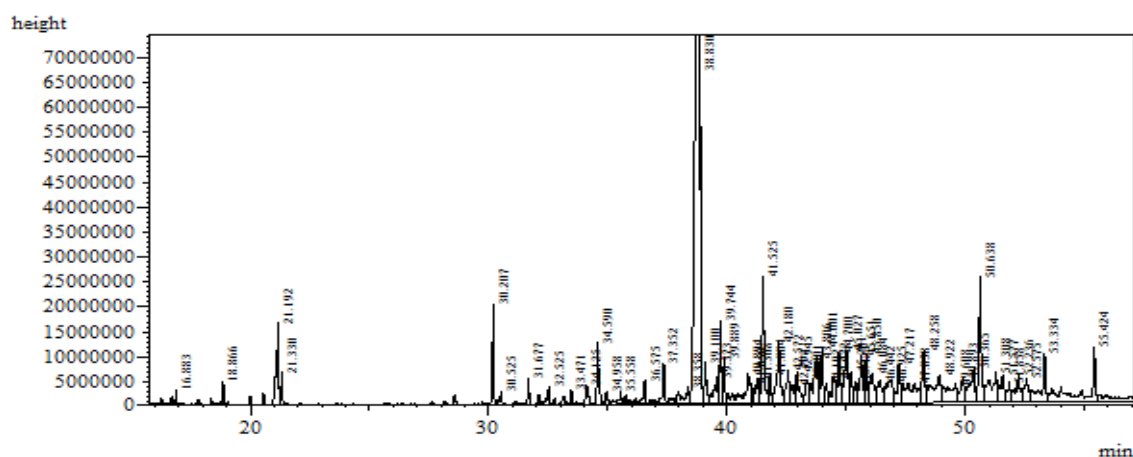
**Figura 4** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



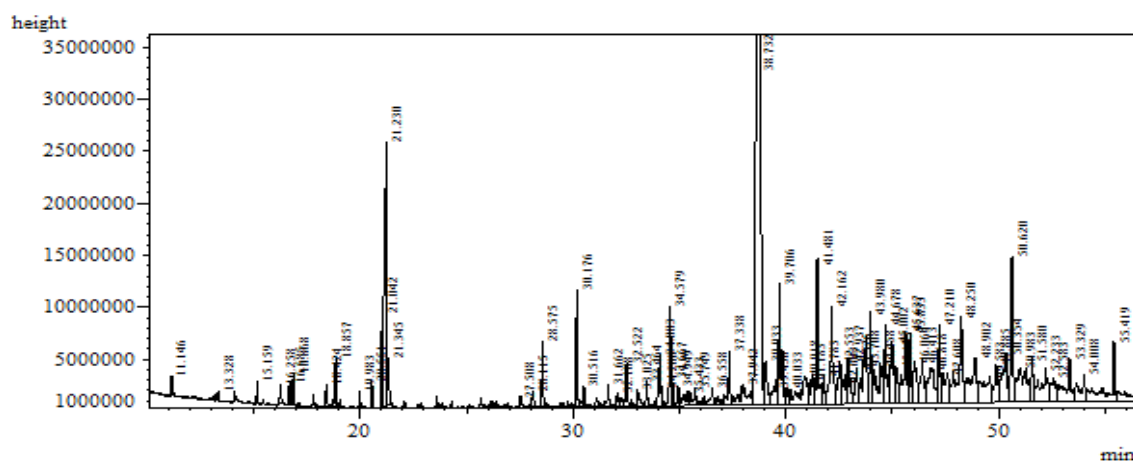
**Figura 5** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



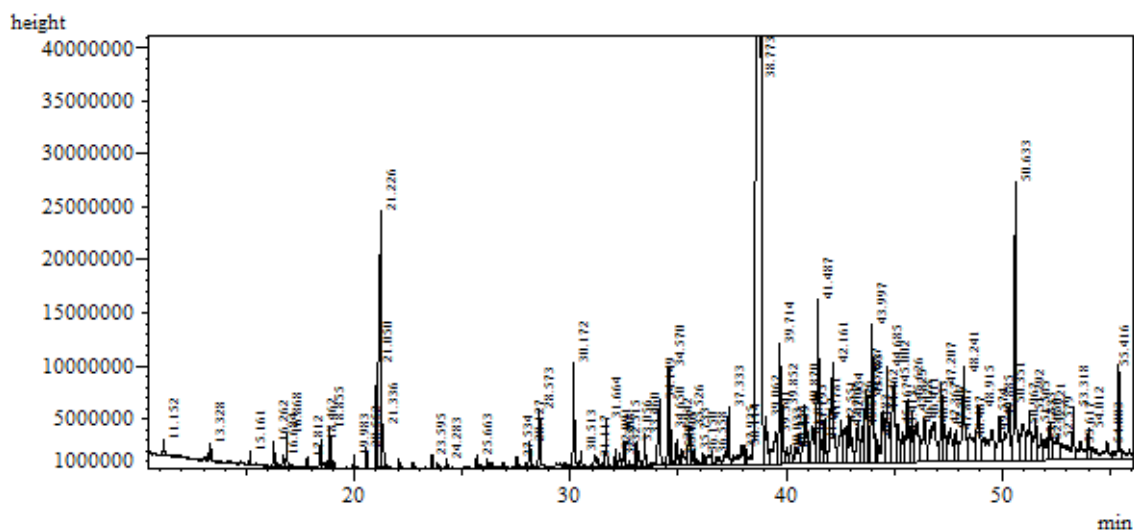
**Figura 6** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



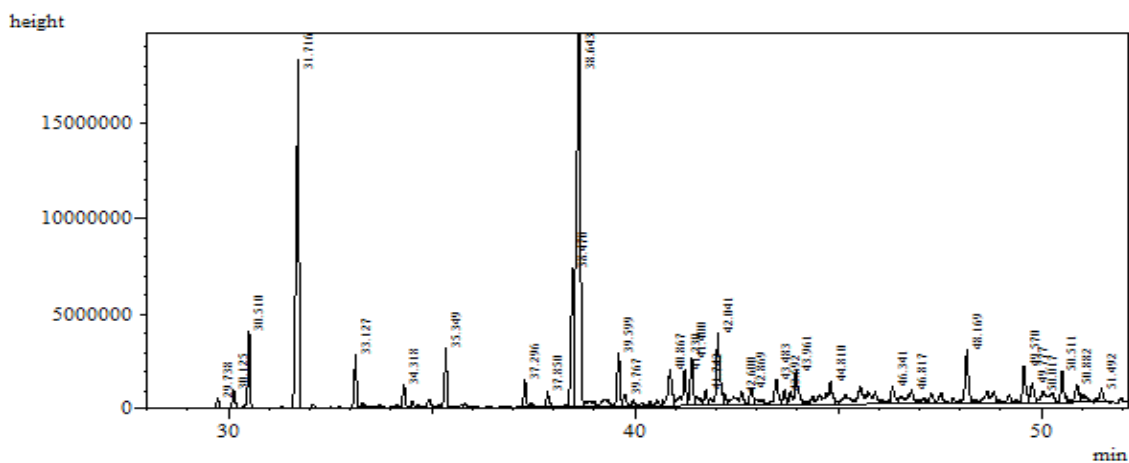
**Figura 7** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



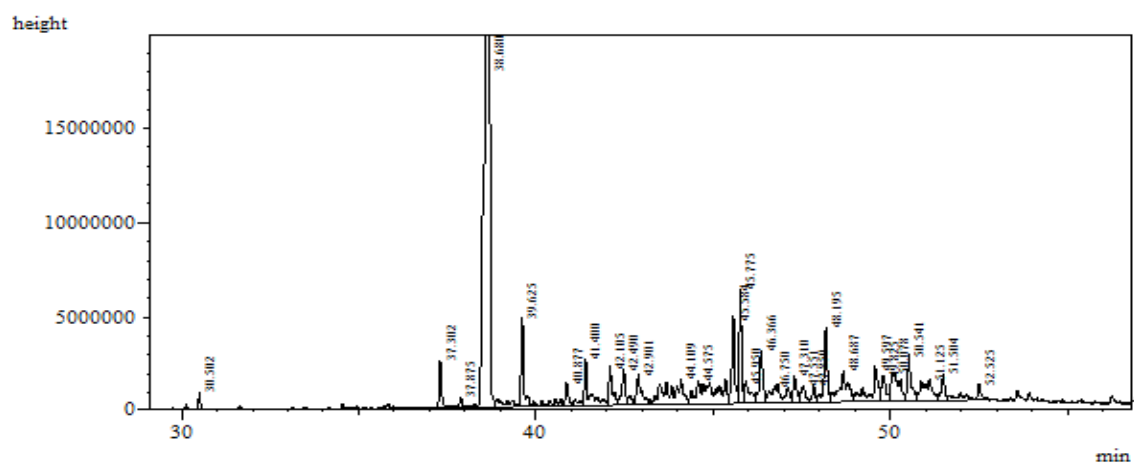
**Figura 8** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



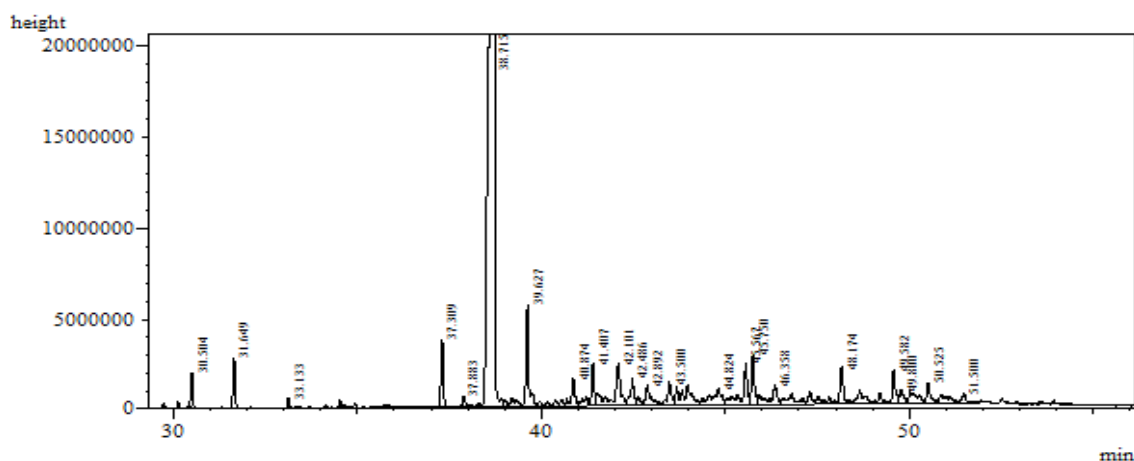
**Figura 9** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



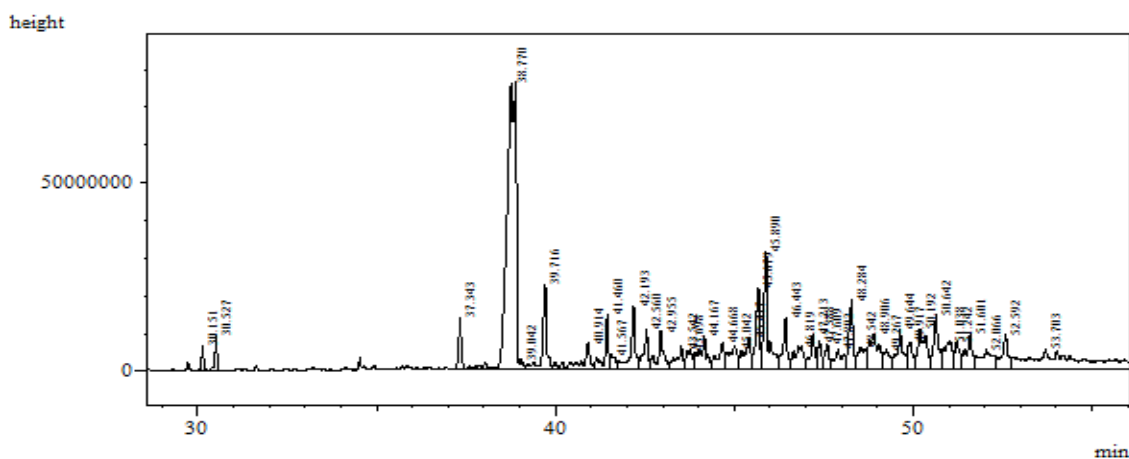
**Figura 10** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



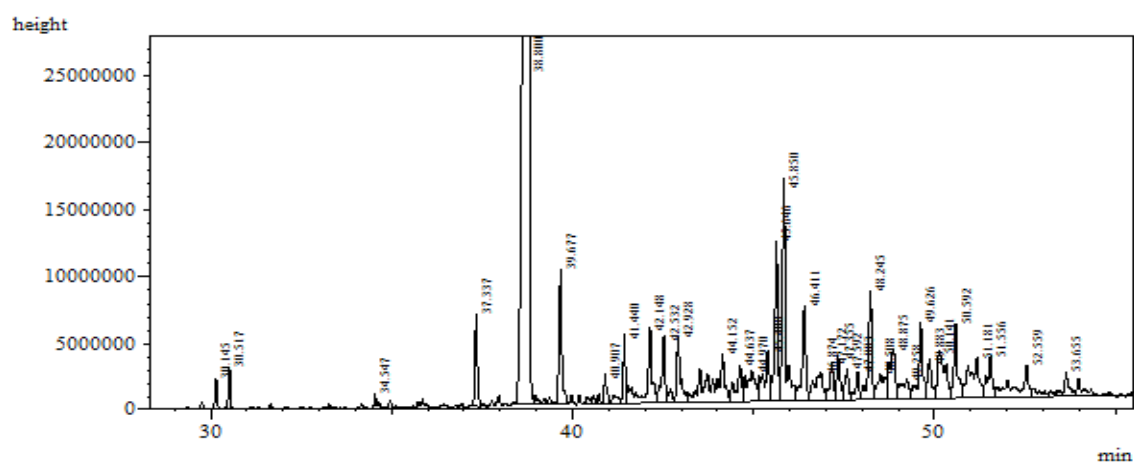
**Figura 11** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



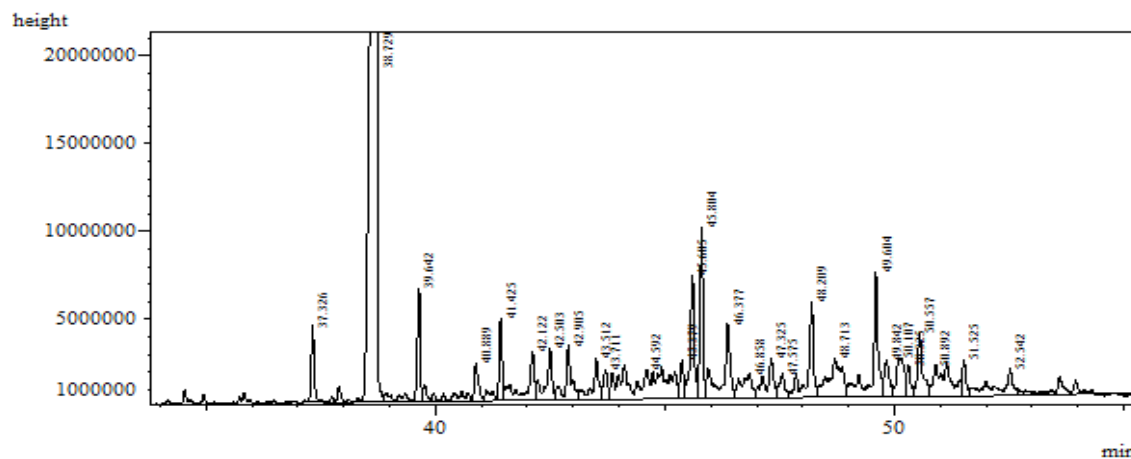
**Figura 12** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 1 m s<sup>-1</sup>.



**Figura 13** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à secagem a 35 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



**Figura 14** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à secagem a 45 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.



**Figura 15** - Cromatograma do óleo essencial de *Hyptis pectinata* submetida à secagem a 55 °C e velocidade de ar de 2 m s<sup>-1</sup>.