

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

PROCESSO DE SECAGEM, TEOR E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE
ARISTOLOCHIA CYMBIFERA MART. E ZUCC.

Autor: André Luiz Montes
Orientador: Fabiano Guimarães Silva

Rio Verde - GO

junho – 2013

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA

PROCESSO DE SECAGEM, TEOR E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE
ARISTOLOCHIA CYMBIFERA MART. E ZUCC.

Autor: André Luiz Montes
Orientador: Fabiano Guimarães Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias - Agronomia.

Rio Verde - GO

junho – 2013

Ficha Catalográfica – Biblioteca Nacional de Brasília - BNB

Bibliotecária Simone Queiroz Afonso

66.047

M828

Montes, André Luiz.

Processo de secagem, teor e composição química do óleo essencial das folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc / André Luiz Montes. – 2013.

54 p. : il.

Orientador: Fabiano Guimarães Silva

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 2013.

1. Secagem. 2. Jarrinha. 3. Óleos essenciais. I. Título

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PROCESSO DE SECAGEM, TEOR E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE
Aristolochia cymbifera MART. E ZUCC.**

Autor: André Luiz Montes
Orientador: Dr. Fabiano Guimarães Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração
Ciências Agrárias – Ciências Agrárias

APROVADA em 28 de junho de 2013.

Prof. Dr. Takeshi Kamada
Avaliador externo
FESURV

Prof^a. Dra. Cássia Cristina Fernandes Alves
Avaliadora interna
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Fabiano Guimarães Silva
Presidente da banca
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Osvaldo Resende
Avaliador interno
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João Montes e Rosalina de Sousa Montes, que sempre foram exemplos de vida e se preocuparam em dar aos seus filhos a oportunidade que não tiveram. Ao meu irmão Juliano de Souza Montes, pelo apoio, carinho e amizade.

À Pós-graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde.

Ao meu orientador Dr. Fabiano Guimarães Silva, pela paciência, dedicação e confiança no meu trabalho, sem seu apoio esse trabalho não seria possível; e também ao Laboratório de Cultura de Tecidos, coordenado por ele.

Aos Professores. Dr. Osvaldo Resende e Dr^a. Cássia Cristina F. Alves, pela coorientação na dissertação.

Ao Dr. Marcos Antônio Soares, pelos ensinamentos e pelo seu critério na formação dos alunos da graduação e pós-graduação.

Ao Dr. Mario César Guerreiro, por realizar as análises químicas no laboratório do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Ao Dr. Edson Luiz Souchie, por disponibilizar seu laboratório e orientação.

Ao Dr. Takeshi Kamada, pela participação da banca de avaliação e pelas contribuições.

Ao Ms. Daniel Emanuel de Oliveira, atualmente professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Sinop-MT, pela importantíssima contribuição e ajuda nos trabalhos.

Aos amigos e irmãos de coração Henrique Maranholi e Alice Cristina Aguiar, pelo companheirismo, conversas, carinho e amizade em todas as horas.

Ao Carlos Henrique Monschau Funck, pela amizade, companheirismo, carinho e apoio.

Aos companheiros e amigos do Laboratório de Biotecnologia e Ecologia Microbiana, Andressa, Ricardo, Marcelo, Willian, Bruna, Kátia e Breno, pelas conversas, apoio e carinho.

Aos amigos e colegas de Rio Verde, Maíra, Deborah, Lílian, Glicélia, Colemar, Cíntia, Liliane, Hélio, Paula e Gessiane, pelas noites de estudos e conversas.

A todos os professores do PPGCA-AGRO, que ao longo desses dois anos contribuíram para a minha formação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde.

À CAPES, pela bolsa de mestrado concedida.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

André Luiz Montes, filho de João Montes e Rosalina de Sousa Montes, nasceu em 06 de dezembro de 1988, é natural de Cuiabá – Mato Grosso, formado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, em 2010. Na UFMT, atuou nas áreas de microbiologia e fitopatologia. Desenvolvendo trabalhos com microrganismos endofíticos e sua relação com seu hospedeiro. Além disso, desenvolve trabalhos com controle biológico, extração de compostos químicos e caracterização de microrganismos. Atualmente trabalha com extração de óleo essencial e secagem de plantas medicinais do cerrado.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Revisão de Literatura	3
1.1.1. Histórico do uso das plantas medicinais	3
1.1.2. Uso das plantas medicinais no Brasil	4
1.1.3. Metabolismo secundário	5
1.1.3.1. Compostos fenólicos.....	7
1.1.3.2. Compostos nitrogenados.....	8
1.1.3.3. Terpenos.....	8
1.1.4. Óleos essenciais	11
1.1.5. Processamento de plantas medicinais	12
1.1.6. <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc.	15
1.1.7. Referências bibliográficas	17
2. OBJETIVOS	24
2.1. Geral	24
2.2. Específicos	24
3. CAPÍTULO I - efeito da velocidade do ar de secagem sobre a qualidade do óleo essencial de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc	25
3.1. Resumo	25
3.2. Abstract	26
3.3. Introdução	27
3.4. Material e Métodos	28
3.5. Resultados e Discussão	32
3.6. Conclusão	37

3.7. Referências Bibliográficas	37
4. CAPÍTULO II - efeito da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade do óleo essencial de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc	40
4.1. Resumo	40
4.2. Abstract	41
4.3. Introdução	42
4.4. Material e Métodos	43
4.5. Resultados e Discussão	47
4.6. Conclusão	51
4.7. Referências Bibliográficas	51
5. CONCLUSÃO GERAL	54

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 3.1. Composição química do óleo essencial de folhas de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc. submetidas a três velocidades do ar de secagem.....	37
Tabela 4.1. Composição química do óleo essencial de folhas de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc. submetidas a três temperaturas do ar de secagem.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Principais rotas metabólicas de metabólitos secundários. Fonte: Taiz e Zeiger (2006).....	7
Figura 1.2. Principais fatores que influenciam no conteúdo metabólico vegetal. Fonte Gobbo-Neto e Lopes (2007).....	10
Figura 1.3. Indivíduos de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc. localizada em Rio Verde/Goiás, coordenadas geográficas: S 17°55'56.8" W 50°56'33.2".....	16
Figura 3.1. Vista lateral do secador experimental.	31
Figura 3.2. Vista superior do secador experimental – detalhe das bandejas perfuradas.	31
Figura 3.3. Temperaturas no interior das bandejas contendo as folhas <i>Aristolochia cymbifera</i> para as três velocidades de ar, bem como a temperatura e a umidade relativa ambiente.....	33
Figura 3.4. Curvas de secagem de <i>Aristolochia cymbifera</i> com diferentes velocidades do ar de secagem.....	34
Figura 3.5. Teor de óleo essencial extraído de folhas de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc submetidas à secagem com diferentes velocidades de ar de secagem.....	35
Figura 4.1. Vista lateral do secador experimental.....	45
Figura 4.2. Vista superior do secador experimental – detalhe das bandejas perfuradas.	46
Figura 4.3. Temperaturas no interior das bandejas contendo as folhas <i>Aristolochia cymbifera</i> para as três temperaturas do ar de secagem, bem como a temperatura e a umidade relativa ambiente.....	48
Figura 4.4. Curvas de secagem de <i>Aristolochia cymbifera</i> com diferentes temperaturas do ar de secagem.....	49
Figura 4.5. Teor de óleo essencial extraído de folhas de <i>Aristolochia cymbifera</i> Mart. e Zucc submetidas à secagem com diferentes temperaturas do ar de secagem.....	50

RESUMO GERAL

MONTES, ANDRÉ LUIZ. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde - GO, julho de 2013. **Processo de secagem, teor e composição química do óleo essencial das folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc.** Orientador: Fabiano Guimarães Silva, Coorientador: Osvaldo Resende, Coorientadora: Cássia Cristina F. Alves.

A desidratação do material vegetal garante a conservação dos princípios ativos das plantas medicinais. *Aristolochia cymbifera* é uma planta pouco estudada em relação à secagem e seu beneficiamento, mas existem trabalhos sobre a sua composição química. Ela é uma planta medicinal considerada diurética, sedativa e antisséptica. Entretanto, o processamento das partes vegetais não é bem abordado nestes trabalhos, e estudos se tornam necessários para a identificação dos melhores padrões de beneficiamento. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de três velocidades do ar de secagem e três temperaturas no teor e na composição química do óleo essencial de *A. cymbifera* Mart. e Zucc. O presente trabalho foi constituído de dois capítulos. No capítulo I, foram realizados os testes em um secador de camada fixa com câmaras de secagem de 0,60x0,60x0,60 m. Os tratamentos consistiram de três velocidades do ar de secagem (0,5; 1,0 e 2,0 m s⁻¹) de acordo com a literatura, com quatro repetições e temperatura média de 34,7±1,5 °C. O delineamento experimental foi blocos ao acaso. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. Os resultados mostram que o fluxo de ar de secagem não influenciou no teor, porém houve pequena influência nos constituintes minoritários do óleo essencial extraído. No capítulo II, a secagem foi realizada em secador de camada fixa com temperaturas médias de 28,8; 36,4 e 44,8 °C, com quatro repetições. Verificou-se que o aumento da

temperatura do ar de secagem promove a redução no tempo de secagem sem alterar o teor de óleo essencial, bem como a sua composição química.

PALAVRAS-CHAVES: jarrinha, secagem, óleo essencial.

ABSTRACT GENERAL

MONTES, ANDRÉ LUIZ. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde- GO, Julho de 2013. **Drying process, content and chemical composition of the essential oil from leaves of *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc.** Advisor: Fabiano Guimarães Silva, Co Advisor: Osvaldo Resende, Co Advisor: Cássia Cristina F. Alves.

The dehydration of vegetal material ensures the conservation of the active principles of medicinal plants. *Aristolochia cymbifera* is a plant little studied in relation to drying and its processing, but there are studies on its chemical composition. It is considered a medicinal plant diuretic, sedative and antiseptic. However, the processing of plant parts is not well addressed in these studies, and studies are needed to identify the best standards of processing. Thus, the aim of this work was to evaluate the effect of three speeds and three drying air temperatures on the content and chemical composition of the essential oil of *A. cymbifera* Mart. and Zucc. This study consisted of two chapters. In Chapter I, the tests were performed in a fixed bed dryer with drying chambers of 0.60 x 0.60 x 0.60 m. Treatments consisted of three speeds drying air (0.5, 1.0 and 2.0 m s⁻¹) according to the literature, with four replicates and an average temperature of 34.7 ± 1.5 °C. The experimental design was randomized blocks. The essential oil extraction was performed by hydrodistillation. The results show that the flow of air drying did not influence the content, but there was a small influence on the minor constituents of the essential oil extracted. In Chapter II, drying was carried out in fixed bed dryer with average temperatures of 28.8, 36.4 and 44.8 °C, with four replications. It was found that increasing the temperature of the drying air promotes the

reduction in drying time without changing the oil content, as well as their chemical composition.

KEY WORDS: jarrinha, drying, essential oil.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer da história das civilizações, o uso das plantas medicinais foi se intensificando cada vez mais, isso se deve ao conhecimento adquirido nos milhares de anos de utilização (Pinto et al., 2002), algumas civilizações utilizaram o diálogo passado de geração para geração e, posteriormente, a escrita para difundir e registrar seus conhecimentos, podemos destacar os sumérios e os egípcios. (Le Marec, 2004).

Obras antigas que documentaram a história do uso das plantas medicinais são poucas, porém, as que perduraram aos milhares de anos, marcaram a importância desse conhecimento. Dentre elas: o papiro de Ebers; *De Materia Medica*, de Discórides; a obra em árabe intitulada Kitabal-Dschamial Kabul (Compilação de Medicamentos e Alimentos Simples), do médico árabe Avicenne. Todas essas obras destacam quais são as plantas, qual propriedade médica e como prepará-las, tornando textos importantes para o registro das plantas medicinais ao longo dos anos (Le Marec, 2004; Neto e Caetano, 2005; Lev, E., 2007; Touwaide e Appetiti, 2013).

O uso das plantas medicinais no Brasil ocorreu primeiramente nas populações indígenas que viviam no território, que usavam os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos em contato direto com a biodiversidade do País (Ferreira Júnior et al., 2012). Com o descobrimento do Brasil, as descrições sobre a flora e a fauna por Pero Vaz de Caminha em sua famosa carta ao Rei de Portugal foi um dos primeiros manuscritos registrado sobre a biodiversidade brasileira (Santos et al., 1998).

O Brasil, quando foi colonizado pelos Portugueses (1500-1822), ficou evidente o interesse estrangeiro no potencial da biodiversidade brasileira. Padres jesuítas foram os primeiros a fazer contato direto com os nativos brasileiros, e eles rapidamente incorporaram espécies de plantas nativas em sua prática da medicina europeia. Como ocorreu com um medicamento muito utilizado na Europa, o Teriaga.

Este medicamento era composto com plantas europeias, com o conhecimento adquirido com os índios, logo foi substituída por plantas brasileiras, dentre elas *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc. (Pereira et al., 1996). Logo a biodiversidade ganhou interesse do botânico Auguste Saint-Hilaire, que publicou dois livros, registrando e descrevendo o uso de muitas plantas brasileiras (Brandão et al., 2012). Outro homem de destaque neste processo de estudo e pesquisa foi o farmacêutico Theodor Peckholt, que publicou mais de 400 trabalhos científicos, sobre os compostos produzidos pelas plantas (Brito e Brito, 1993; Santos et al., 1998).

As plantas medicinais possuem compostos com propriedades químicas únicas, com o potencial no tratamento de doenças degenerativas e infecções (Sousa et al., 2012; Senol et al., 2013). Estes compostos são derivados do metabolismo secundário das plantas, participando nas mais variadas relações bióticas (harmônicas e desarmônicas) e estresse abiótico, ou seja, envolvidos na adaptação das plantas no seu ambiente, mas não é parte dos caminhos bioquímicos primários. São três classes distintas desse metabolismo, os compostos fenólicos, nitrogenados e os terpênicos (Taiz e Zeiger, 2006). Esses compostos apresentam muitas vantagens biológicas para os vegetais, desde a produção de substância nas relações simbióticas até o parasitismo, atração de polinizadores, contra herbívoros dentre outros (Taiz e Zeiger, 2006, Ambrosio et al., 2008; Johnson e Hobbhahn, 2010; Piesik et al., 2011, Chamam et al., 2013).

Além disso, o metabolismo secundário também é importante na produção de compostos de interesse farmacêutico. Muitas plantas possuem misturas de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis, chamados de óleos essenciais, os quais conferem aroma característico as suas folhas e flores (Taiz e Zeiger, 2006). Diversos óleos essenciais são pesquisados acerca de suas propriedades farmacológicas, sabe-se que estes possuem propriedades antimicrobianas, anticancerígena, usado em composições aromatizantes para alimentos e perfumes (Mendes, 2008; Bizzo et al., 2009; Sousa et al., 2012).

O beneficiamento das plantas medicinais é crucial na qualidade do óleo essencial, além das condições ambientais (órgão da planta, estágio de desenvolvimento, época do ano, horário do dia). Dessa maneira, os cuidados se estendem além da coleta da planta, devem ser tomados 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, pois a ação enzimática é inibida ou reduzida,

permitindo a conservação dos princípios ativos (Chudnicka e Matysik, 2005). Muitos trabalhos estudam os efeitos da secagem na qualidade dos compostos bioativos, pois, cada espécie tem um comportamento e conteúdo diferente e, conseqüentemente, refletem essas diferenças também (Soares et al., 2007; Rocha et al., 2011).

Aristolochia cymbifera Mart. e Zucc é uma planta medicinal, considerada diurética, sedativa e antisséptica (Lorenzi e Matos, 2002). Não existe na literatura a identificação adequada de uma temperatura e velocidade de secagem para *A. cymbifera*. O que existe na literatura sobre ela é o uso medicinal e a constituição química dos extratos frescos. Mas, o processamento das partes vegetais é negligenciado, trabalhos e estudos se tornam necessários para a identificação dos melhores padrões de beneficiamento.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho a identificação da velocidade do ar e da temperatura de secagem mais adequada para o rendimento e composição química do óleo essencial das folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc.

1.1. Revisão de literatura

1.1.1. Histórico do uso das plantas medicinais

Ao longo da história das civilizações, o uso das plantas medicinais foi se intensificando cada vez mais, isso se deve ao conhecimento adquirido nos milhares de anos de utilização (Pinto et al., 2002), As primeiras civilizações transmitiam os conhecimentos por meio de diálogos e relatos, só depois do domínio da escrita surgiram os primeiros registros em cuneiforme entalhados em barro, esses registros estão datados entorno de 4.500 a. C. e são considerados uns dos primeiros arquivos sobre o uso das plantas medicinais, detalhando cerca de 250 plantas (Le Marec, 2004). Outro documento que registrou o uso das plantas medicinais foi o papiro de Ebers datado em 1.600 a. C. Este papiro foi decifrado no ano de 1873, e se descobriu que era uma enciclopédia de preparo de plantas para a cura de várias doenças internas. (Pinto et al., 2002; Le Marec, 2004, Lev, E., 2007).

Outras civilizações antigas que basearam seus conhecimentos médicos e culturais em plantas medicinais foram os chineses e indianos. Ao longo do tempo estas

culturas acumularam informações e influenciaram também outras civilizações mais recentes. A pimenta (*Piper nigrum* L.) teve o centro de domesticação na Índia, com uso na culinária e na medicina. A mirra (*Commiphora*) foi utilizada tanto pelos chineses (*C. myrrha* [T. Nees] Engl) quanto pelos indianos (*C. Berryl* Engl.) na confecção de medicamentos. A canela (*Cinnamomum cassia* Nees & T. Nees) teve seu centro de domesticação na China, este condimento era utilizado tanto na culinária quanto na medicina. Todos esses produtos de origem vegetal foram posteriormente difundidos em outras civilizações, em especial as dos gregos e romanos (Touwaide e Appetiti, 2013).

Em relação aos gregos, romanos, a medicina foi aperfeiçoada e houve grande desenvolvimento no tratamento de doenças e a catalogação dos mesmos. Merecendo destaque Hipócrates, considerado o Pai da Medicina, catalogou cerca de 400 medicamentos de origem natural, cerca de 91% eram de plantas medicinais, os outros 9% eram de origem inorgânica (minerais, pedra e metais) e animal. Outro importante homem na história dos registros das plantas medicinais foi Dioscórides. Ele recolheu muitos espécimes de plantas e examinou suas propriedades medicinais. Em seu *De Materia Medica*, escrito no século I depois de cristo, ele descreve mais de 600 tipos de plantas. Ele descreve a mirra e gengibre além de muitas outras plantas no seu manuscrito, neste texto é indicado habitat, morfologia, localização das mesmas (Le Marec, 2004, Touwaide e Appetiti, 2013).

Outra civilização que contribuiu neste período, em relação às plantas medicinais, foram os árabes, que desmembraram a medicina da farmácia, e um importante árabe que contribuiu nesta área foi Avicenne (978-1037 d. C.). Ele criou uma enciclopédia descrevendo mais de 1400 drogas naturais, sua obra é intitulada *Kitabal-Dschamial Kabul* (Neto e Caetano, 2005; Touwaide e Appetiti, 2013).

Destacam-se também as grandes navegações no período da Idade Média que contribuíram para o conhecimento de muitas plantas das novas regiões, como no caso da descoberta da América e concomitantemente o conhecimento das novas civilizações (Leonti et al., 2003; Brandão et al., 2008).

1.1.2. Uso das plantas medicinais no Brasil

O uso das plantas medicinais no Brasil ocorreu primeiramente nas populações indígenas que viviam no território e usavam os conhecimentos adquiridos ao

longo dos anos em contato direto com a biodiversidade do país. As primeiras descrições das plantas usadas pelos índios brasileiros foram realizadas por Maurício de Nassau (1630-1654) na região Nordeste durante a ocupação holandesa, destacando o uso da ipeca (*Cephaelis ipecacuanha* (Brot.) A. Rich.), jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf) e tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (Júnior et al., 2012).

O Brasil, quando foi colonizado pelos portugueses (1500-1822) ficou evidente o interesse estrangeiro no potencial da biodiversidade brasileira. Padres jesuítas foram os primeiros a fazer contato direto com os nativos brasileiros, e rapidamente incorporaram espécies de plantas nativas em sua prática da medicina europeia. Um exemplo é o teriaga, um antigo medicamento utilizado para o tratamento de febre e intoxicação, no qual os componentes da receita europeia inicial foram gradualmente substituídos com plantas nativas do Brasil. O teriaga brasileiro foi composto por raízes de *Chondrodendron spp.* (Menispermaceae), *Cocculus spp.* (Menispermaceae) e *Cissampelos spp.* (Menispermaceae), *Aristolochia cymbifera* (Aristolochiaceae), *Piper umbellatum* L. (Piperaceae), *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae), *Pilocarpus spp.* (Rutaceae), *Senna occidentalis* Link (L.). (Fabaceae), *Hybanthus ipecacuanha* (L.) Oken. (Violaceae), *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson (Rubiaceae) e *Dorstenia spp.* (Moraceae), a casca de *Dicypellium caryophyllatum* (Mart.) Nees. (Lauraceae), *Angelica archangelica* L. (Apiaceae) e *Pradosia lactecens* (Vell.) Radlk. (Sapotaceae), sementes de *Xylopia spp.* (Annonaceae) e *Bixa Orellana* L. (Bixaceae), *Euphorbia hirta* L. (Euphorbiaceae) e *Myroxylon balsamum* (L.) Harms (Fabaceae) (Pereira et al., 1996).

Como a criação de equipamentos para análises e extração de óleo essencial, graças aos avanços da ciência e da tecnologia, permitiram o isolamento e a identificação de muitos compostos químicos das plantas medicinais, um importante contributo nestas pesquisas foi o farmacêutico Theodor Peckholt, da cidade Silésia, Alemanha, incentivado por Von Martius, ele chegou ao Brasil e analisou mais de 6.000 plantas, publicando mais de 400 trabalhos científicos, pesquisando sobre compostos químicos, metabólitos secundários, o potencial médico destes compostos, demonstrando, assim, a grande diversidade biológica do país (Brito e Brito, 1993; Santos et al, 1998).

1.1.3. Metabolismo secundário

Todo o metabolismo vegetal está ligado aos processos fotossintéticos. Que por sua vez origina os compostos primários dos vegetais (aminoácidos, nucleotídeos, carboidratos e lipídeos), que irão originar os metabólitos secundários. Praticamente todos os metabólitos primários e secundários são oriundos do metabolismo da glicose. Em que a glicose inicialmente será convertida em ácido pirúvico, que segue então diferentes vias, como pode ser vista na Figura 1.1 (Taiz e Zeiger, 2006; Baser e Buchbauer, 2012).

Os metabólitos secundários podem ser definidos como substâncias com estruturas complexas, altamente ativas e obtidos em baixas concentrações, participando nas mais variadas relações bióticas (harmônicas e desarmônicas) e estresse abiótico, ou seja, envolvidos na adaptação das plantas no seu ambiente, mas não é parte dos caminhos bioquímicos primários. (Neto e Caetano, 2005; Taiz e Zeiger, 2006, Baser e Buchbauer, 2012).

Nas relações biológicas desarmônicas, os metabólitos secundários das plantas participam neste processo, como inibidores do crescimento de outra planta ao seu redor. Outros compostos protegem contra os herbívoros e contra a infecção por microrganismos patogênicos, como é observado no experimento em trigo, aveia e cevada, em que houve a produção de metabólitos secundários nos tecidos vegetativos injuriados por insetos, microrganismos e danos mecânicos, indicando assim, a relação síntese de metabólito provocado pela injúria (Piesik et al., 2011).

Os metabólitos secundários funcionam como atrativos (odor, cor ou sabor) para animais polinizadores e dispersores de sementes, um exemplo clássico de plantas que usam substâncias voláteis para a atração de polinizadores, são as orquídeas, que liberam substâncias voláteis, geralmente grupos aromáticos como o benzeno e o fenilpropanoides, para o sucesso na reprodução (Johnson e Hobbhahn, 2010).

Agem também no processo de simbiose plantas-microrganismos, exemplo disso é a ocorrência na interação *Oryza sativa* L. - *Azospirillum* em que ocorre a mudança no perfil químico de flavonoides e derivados de hidroxicinâmicos nos tecidos da planta (Chamam et al., 2013).

Além disso, o metabolismo secundário é importante na produção de compostos de interesse farmacêutico. Essas substâncias estão divididas em três classes distintas: compostos fenólicos, compostos nitrogenados e terpenos (Figura 1.1).

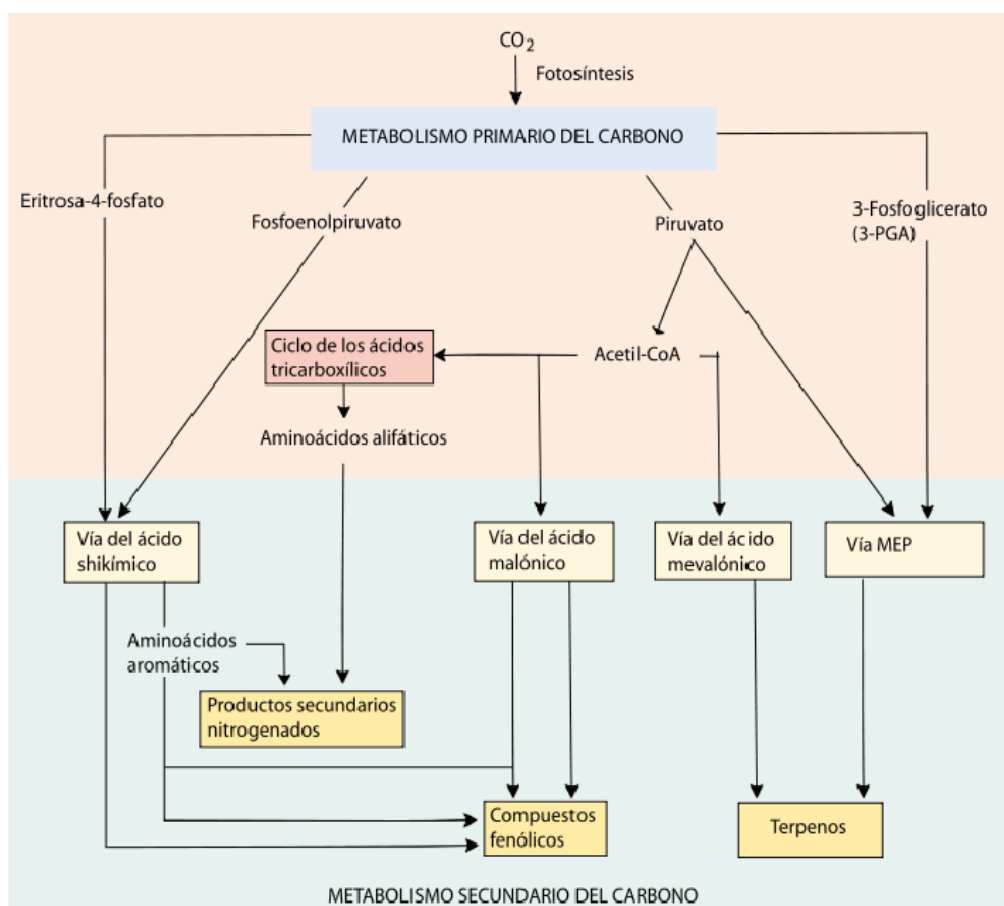


Figura 1.1. Principais rotas metabólicas de metabólitos secundários. Fonte: Taiz e Zeiger (2006).

1.1.3.1 Compostos fenólicos

As plantas produzem grande diversidade de produtos secundários que contêm um grupo químico denominado fenol (um anel aromático com uma hidroxila), sendo assim todos os componentes com este grupo pode ser definido com compostos fenólicos. Devido à sua diversidade química, os compostos fenólicos apresentam uma variedade de funções nos vegetais. Muitos agem como compostos de defesa contra herbívoros e patógenos, outros têm função como atrativo de polinizadores ou dispersores de frutos (Cook et al., 2013), na proteção contra a radiação ultravioleta, no suporte mecânico ou reduzindo o crescimento de plantas competidoras adjacentes. As principais rotas na biossíntese destes compostos são: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico (Taiz e Zeiger, 2006).

Dentre os grupos fenólicos se destacam a lignina, os flavonoides e os taninos. Compostos aromáticos destes grupos servem tanto para atrair os polinizadores quanto à inibição de herbívoros (Johnson e Hobbhahn, 2010; Piesik et al., 2011).

1.1.3.2. Compostos nitrogenados

Uma variedade de metabólitos secundários vegetais possui nitrogênio na sua estrutura. Incluem-se nessa categoria alguns compostos bem conhecidos na defesa das plantas contra herbivoria, como os alcaloides e os glicosídeos cianogênicos. Têm considerável importância pelo seu potencial tóxico e propriedades medicinais. A grande parte destes compostos é sintetizada a partir de aminoácidos. Os alcaloides constituem uma grande família com mais de 15.000 metabólitos secundários nitrogenados, encontrados em, aproximadamente 20% das espécies de plantas vasculares. Os glicosídeos cianogênicos têm função protetora, ao ser liberados eles volatilizam e transforma em ácido cianídrico (Taiz e Zeiger, 2006).

1.1.3.3. Terpenos

Os terpenos constituem a maior classe de metabólitos secundários. As diversas substâncias desta classe são, em geral, insolúveis em água e sintetizados a partir de acetil CoA ou intermediários glicolíticos (Figura 1.1). Os terpenos são formados pela fusão de unidades isoprênicas de cinco carbonos (C_5). A união de 10 carbonos, ou seja, duas unidades de isoprenos são chamadas de monoterpenos; os de 15 carbonos (três unidades de C_5) são chamados de sesquiterpenos e os terpenos de 20 carbonos (quatro unidades de C_5), os diterpenos. Existem também os terpenos com 30, 40 e mais de 40 carbonos, estes são chamados respectivamente de triterpenos, tetraterpenos e politerpenoides (Taiz e Zeiger, 2006, Baser e Buchbauer, 2012).

Existem duas rotas de biossíntese de terpenos a partir de metabólitos primários, a via do ácido mevalônico, origina os sesquiterpeno e triterpenos e a via do metileritritol fosfato-MEP, origina os monoterpenos, diterpenos e tetraterpenos (Figura 1.1). Os diversos terpenos apresentam funções variadas nos vegetais. Os monoterpenos e os sesquiterpenos constituem os óleos essenciais, sendo que o primeiro funciona como atrativo e o segundo geralmente, apresentam função protetora (Verpoote, 2000).

Os terpenos agem na defesa de muitas plantas contra herbívoros, são toxinas para muitos animais, tipo os insetos e mamíferos e dessa maneira agindo na defesa contra eles (Albuquerque et al., 2013). A herbivoria é um fator exógeno que desencadeia um mecanismo de defesa própria da planta que pode incluir vários metabólitos secundários de proteção, como acontece quando a lagarta que fere as folhas de *Viguiera robusta* Gardner (Vernonieae), após o ferimento ocorre o armazenamento do metabólito secoguaianolide, um tipo de lactona sesquiterpênica nas suas folhas (Ambrosio et al., 2008).

Alguns terpenos têm funções no crescimento e no desenvolvimento, pois participam como precursores de vários hormônios vegetais, como por exemplo: as giberelinas, que é um diterpeno; os brassinosteroides, uma classe de hormônios com função reguladora se origina dos triterpenos; os esteróis são derivados dos triterpenos e os pigmentos de cores vermelhas, amarelas e laranja, são tetraterpenos (Taiz e Zeiger, 2006).

A grande diversidade de terpenos ativos obtidos das plantas motivou estudos na área biológica e farmacêutica. A distribuição de terpenos entre as plantas representa indiscutivelmente o conjunto de fitoquímicos mais identificados, caracterizados e compreendidos dentro do conjunto dos metabólitos secundários. Além disso, seus papéis alelopático, anti-herbivoria e outras relações ecológicas foram estudados intensivamente em vários trabalhos (Bohlmann e Keeling, 2008, Ambrosio et al., 2008). A variação no conteúdo de terpenos é de grande importância para a ecologia e evolução (Padovan et al., 2012), e é uma fonte para aplicações industriais e medicinais (Johnson e Hobbahn, 2010).

A atividade antioxidante de produtos naturais é caracterizada por vários mecanismos de ação, com ampla variedade de efeitos, tais como a inibição de enzimas oxidantes, agentes quelantes de metais de transição, a transferência de hidrogênio, desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio, e induzindo a expressão de várias proteínas citoprotetores (Havsteen, 2002; Ruberto e Baratta, 2000). No trabalho de Lesjak et al. (2013), foi constatado que o óleo essencial de *Juniperus foetidissima* Willd. eliminou o radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), sendo um potente antioxidante.

Outra atividade dos terpenos é o potencial antimicrobiano, como é visto no trabalho de Behbahani et al. (2013), os componentes Timol, isolado de *Thymus daenensi* Celak., e carvacrol, isolado de *T. vulgaris* L., inibiram o crescimento de

Staphylococcus aureus, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* e *Aspergillus niger* pelo método de difusão em disco.

Outra característica importante dos terpenos é a capacidade de proporcionar sabor, cor e aroma. Como acontecem com o sabor característico dos frutos do pequi, os componentes responsáveis por isso são etilexanoato, octanoato de etila e β -ocimeno, característica que pode atrair dispersores. Esta característica é fundamental para a indústria alimentícia, pois, a identificação do composto que proporciona o sabor do produto é importante para sua comercialização (Geócze et al.; 2013).

Muitos fatores ambientais influenciam no conteúdo metabólico dos vegetais (Figura 1.2). O teor de óleo essencial (mistura de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis) pode ser afetado, por exemplo, pela idade, ciclo circadiano, luminosidade, altitude, herbivoria, temperatura, localização geográfica, nutrição e água (Gobbo-Neto e Lopes, 2007, Bouzidi et al., 2013).

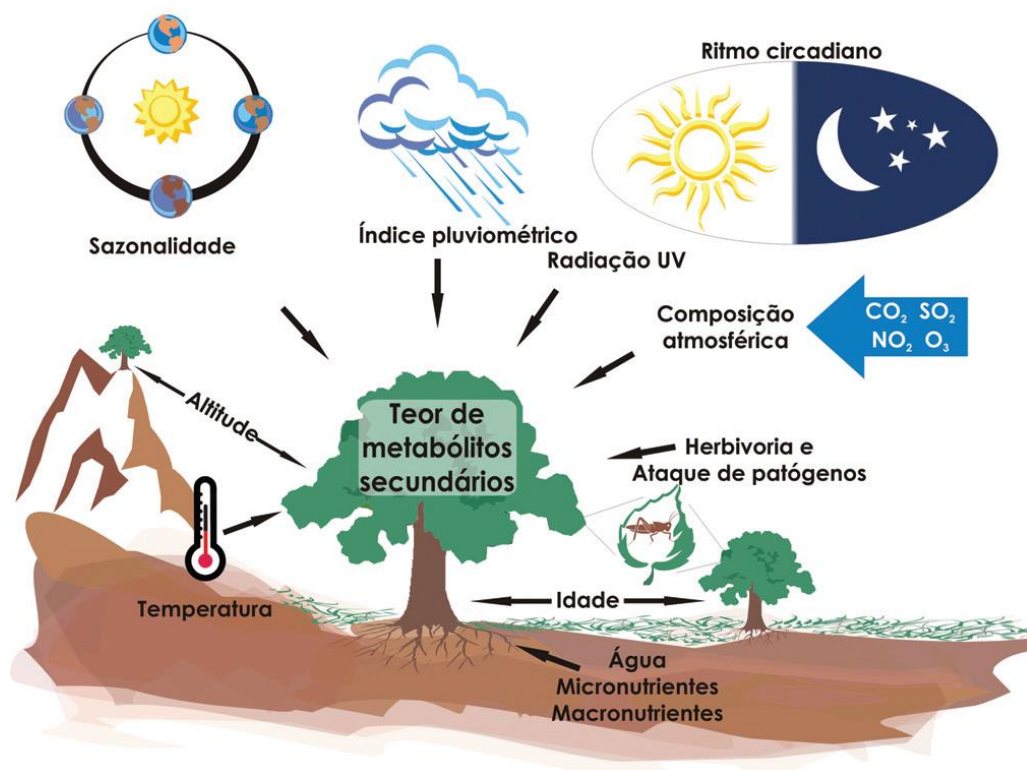


Figura 1.2. Principais fatores que influenciam no conteúdo metabólico vegetal. Fonte Gobbo-Neto e Lopes (2007).

1.1.4. Óleos essenciais

Muitas plantas possuem misturas de terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos voláteis), chamados de óleos essenciais, os quais conferem aroma característico as suas folhas e flores. Óleos essenciais são sintetizados e encontrados frequentemente em tricomas ou pelos glandulares (Taiz e Zeiger, 2006, Venditti et al.; 2013).

Atualmente, estima-se que existam cerca de 3.000 óleos voláteis conhecidos. Destes, cerca de 300 têm importância na indústria (Briskin, 2000). Como os componentes geraniol, nerol, (-)-citronelol β -, (+)- β -citronelol e álcool feniletílico isolados do óleo essencial de *Rosa damascena* Mill. estes componentes apresentaram ação inibidora contra a enzima acetilcolinaesterase. Este resultado representa o potencial no tratamento de doenças degenerativas, como o Alzheimer, já que uma das hipóteses do surgimento da doença é a ação degenerativa desta enzima nos pacientes (Senol et al., 2013).

Os óleos essenciais são conhecidos pelas suas propriedades antimicrobianas, exemplo disso foi o óleo essencial extraído da casca de *Duguetia lanceolata* St. Hil. testada contra vários microrganismos de interesse médico, que apresentou inibição no crescimento destes microrganismos *in vitro*. Além disso, apresentou diminuição na multiplicação das células tumorais de camundongos, mostrando o potencial no combate ao câncer (Sousa et al., 2012).

O óleo essencial de *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet também exibiu atividade antifúngica contra fungos presente em grão-de-bico, o componente identificado com 1,8-cineol foi o mais efetivo. Neste mesmo trabalho, avaliou-se também a ação antioxidante pelo ensaio do DPPH, sendo o ácido β -caroteno e linoleico com a ação mais eficiente. Também avaliou a ação fitotóxica nas sementes de *C. lanceolatus* e verificou que não há inibição na germinação das mesmas (Shukla et al., 2012).

Outra importante utilidade dos óleos essenciais é a capacidade inseticida e repelente. No trabalho de Albuquerque et al. (2013), foi testado o óleo essencial de *Pogostemon cablin* Benth. contra formigas urbanas: *Camponotus melanoticus*, *C. novogranadensis* e *Dorymyrmex thoracicus*. Verificou-se que as três espécies de formigas exibiram sinais de embriaguez, apresentando tremores e pernas curvas ou paralisadas. Estes sintomas podem sugerir um efeito neurotóxico do óleo sobre elas.

Os óleos são usados nas indústrias de cosméticos, como acontece com o espatulenol, um sesquiterpeno usado em composições aromatizantes para alimentos e perfumes sofisticados (Mendes, 2008). Outros óleos na indústria alimentícia, como no caso dos óleos extraídos da laranja, citronela, eucalipto, cedro e pequi (Bizzo et al., 2009, Geőcze et al.; 2013).

Os óleos essenciais podem ser extraídos dos vegetais por meio de destilação por arraste a vapor, Neste método, eles são volatilizados quando a matéria-prima é submetida a corrente de vapor e a mistura dos vapores de óleo e água, ao condensar, separam-se em camadas, pela diferença de densidade (Povh, 2000).

O beneficiamento do material vegetal é importante para a qualidade final do produto, bem como a conservação das propriedades químicas. A pesquisa com o objetivo de identificar o beneficiamento ideal, é fundamental para obter um óleo essencial com todos os constituintes que a planta possui (Gobbo-Neto e Lopes, 2007; Bizzo et al., 2009).

1.1.5. Processamento de plantas medicinais

A grande diversidade de metabólitos secundários ativos obtidos das plantas motivou os estudos na área farmacêutica, bem como os estudos relacionados às pesquisas de extração, beneficiamento e secagem, a fim de obter maneiras de conservação dos princípios ativos (Soares et al., 2007; Hamrouni-Sellami et al., 2011; Rocha et al., 2011).

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

A desidratação do material vegetal garante que os componentes não se degradem, a ação enzimática é inibida ou reduzida, permitindo a conservação dos princípios ativos, além de ser facilmente armazenada por longo tempo (Chudnicka e Matysik, 2005). Em diversos trabalhos são estudados os efeitos da secagem na qualidade dos compostos bioativos. Isso é necessário, pois cada espécie tem comportamento diferente (Soares et al., 2007; Rocha et al., 2011).

A secagem das plantas medicinais é um fator importantíssimo quando se trata de qualidade e quantidade de óleo essencial. Existe várias forma de desidratação do material vegetal sendo por micro-ondas, secagem por infravermelho, ao ar ambiente (sombra ou sol), em estufas (com e sem ventilação) e por liofilização (Rocha et al., 2011, Rahimmalek e Goli, 2013). Todas estas tecnologias têm por objetivo a melhor maneira de secar as plantas sem interferir na qualidade do óleo essencial da planta. Porém nenhuma tecnologia citada acima garante que todas as plantas submetidas a elas, manterão seu conteúdo metabólico intacto, cada espécie apresenta um comportamento diferenciado. Como se pode vislumbrar no trabalho que adotou três métodos de secagem (sol, sombra e secagem em estufa a 45 °C) para o capim-limão, em que o teor de óleo essencial foi maior quando as folhas foram submetidas à secagem em estufa a 45 °C.

A secagem é um método eficaz que aumenta a vida de prateleira do produto final, diminuindo o crescimento de microrganismos e prevenir certas reações bioquímicas que podem alterar as características organolépticas (Diaz-Maroto et al., 2003). A demanda por produtos de alta qualidade de alimentos desidratados está aumentando de forma permanente em todo o mundo. O principal foco 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, ele é fortemente influenciado pelo método de secagem adotado. Este fator é estudado por vários trabalhos que visam a identificação do método mais adequados para a desidratação (Rocha et al., 2011, Hamrouni-Sellami et al., 2011). A perda de substâncias voláteis em plantas medicinais depende principalmente de parâmetros de secagem e também das características das plantas, e assim influenciando no teor e composição do óleo essencial (Gobbo-Neto e Lopes, 2007, Soares et al., 2007; Rocha et al., 2011).

Essas perdas ocorrem em altas temperaturas, as estruturas biológicas das glândulas de óleo das plantas medicinais e aromáticas podem ser afetadas e também a permeabilidade da membrana plasmática é influenciada, pela destruição das estruturas da bicamada lipídica (Hamrouni-Sellami et al., 2011).

Alguns compostos podem volatilizar ou mesmo se modificar com o método de secagem usado. Isso se deve as substâncias que são termolábeis, ou mesmo pela ação de enzimas da própria planta, ou por sua degradação. Esses processos ocorreram nas folhas de *T. daenensis* Celak., quando comparados com as folhas frescas. Por exemplo,

os compostos α -thujene, β -tujona, α -felandreno estavam presentes nas folhas frescas, porém desapareceram nos tratamentos com micro-ondas e na secagem a 50 °C (Rahimmalek e Goli, 2013). Essas variações se devem tanto a volatilização ou degradação dos compostos do óleo essencial (Soares et al., 2007, Hamrouni-Sellami et al., 2011).

A influência da secagem na qualidade do óleo essencial é evidenciada no trabalho de Rahimmalek e Goli (2013), em que identificaram que o método de liofilização demonstrou maior rendimento no óleo essencial (1,7%) nas folhas de *Thymys daenensis*, em relação ao micro-ondas (0,89%), a secagem à sombra (0,91%), no forno a 50 °C (1,46%) e no sol (1,42%). Os constituintes químicos do óleo essencial também variaram, sendo que nas temperaturas mais elevadas os compostos timol, carvacrol e β -cariofileno aumentaram em relação a 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%.

Com isso, o cuidado com a temperatura permitirá a extração de óleo essencial de excelente qualidade, isso pode ser observado em capim-limão, em que o percentual de mirceno como constituinte do óleo essencial muda com a temperatura de armazenamento, já para o citral, o constituinte majoritário do óleo não foi observado à mudança na composição. Sendo assim, o seu armazenamento pode ser tanto em temperatura ambiente quanto alta, sem necessidade de armazenamento em baixas temperaturas (Guimarães et al., 2008).

Soares et al. (2007) conseguiram obter rendimentos extrativos de óleos essenciais de *Ocimum basilicum* L. quando o processo de secagem foi realizado com temperatura do ar igual a 40 °C. Contudo, o maior rendimento de linalol foi obtido quando o processo de secagem foi realizado com temperatura do ar na faixa de 50 a 60 °C. Mas, nem sempre a secagem do material será adequada para as amostras, de acordo com Rocha et al. (2011) houve tendência de redução no teor de óleo essencial de *Mikania glometa* Sprengel com o aumento da temperatura do ar de secagem (ar ambiental e ar aquecido a 40, 55, 70 e 85 °C, todos com velocidade de 0,5 m s⁻¹) quando comparado com a planta fresca.

Outro cuidado é a velocidade do ar, muitos componentes do óleo essencial são voláteis e se a velocidade é inadequada poderá influenciar na composição final do óleo. Como ocorreu no manjeriço, quando o componente linalol foi influenciado pelo fluxo de ar de secagem enquanto exposto por longos períodos, recomenda-se a

velocidade de $1,9 \text{ m s}^{-1}$ (Soares et al., 2007). 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 do material vegetal por métodos tecnificados é aconselhável quando comparados com a secagem à temperatura ambiente. Isso porque o tempo de desidratação é bem maior na temperatura ambiente, quando comparados com micro-ondas, infravermelho ou estufa, com isso a proliferação de microrganismo é evidente em material hidratado por longos períodos (Hamrouni-Sellami et al., 2011).

1.1.6. *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc.

O gênero *Aristolochia* L. (Aristolochiaceae) é composto por cerca de 500 espécies encontradas principalmente em regiões tropicais, e com algumas espécies que habitam regiões subtropicais e temperadas (Kelly e González, 2003), cerca de 90 espécies ocorrem no Brasil (Leitão et al., 1992). Sesqui e diterpenos são os compostos químicos mais abundantes, e 24 tipos de sesquiterpenos foram descritos até o momento, dentre as quais: cadinanos, aristolanos, germacrenos e biciclogermacrenos (Wu et al., 2004). Todas essas classes citadas são conhecidas como mediadores entre interações ecológicas entre plantas e herbívoros ou mesmo fatores abióticos (Verpoote, 2000; Johnson e Hobbhahn, 2010; Albuquerque et al., 2013).

Entre as espécies do gênero *Aristolochia* pode ser citada *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc. conhecida popularmente por jarrinha, milhomem ou cassau (figura 1.3). Esta espécie é uma trepadeira herbácea perene, caracteristicamente vigorosa, melhor adaptada a ambientes quentes, nativa do Brasil (Lorenzi e Matos, 2002). Segundo estes autores *A. cymbifera* Mart. e Zucc. possui mono/diterpenos e sesquiterpenoides em suas folhas, caule e raiz.



Figura 1.3. Indivíduos de *Aristolochia cymbifera* Mart. e *Zucc* localizada em Rio Verde/Goiás, coordenadas geográficas: S 17°55'56.8" W 50°56'33.2". Fonte: O autor.

Nos manuscritos de campo do botânico Auguste de Saint-Hilaire, no século XIX, observa-se o uso de *A. cymbifera* em decocção das folhas para o tratamento de erisipela, este, talvez, seja o primeiro trabalho e referindo a esta espécie e o seu benefício médico (Brandão et al., 2012).

No uso popular *A. cymbifera* é usada para vários problemas, sendo considerada diurética, sedativa e antisséptica (Lorenzi e Matos, 2002). No trabalho de Urzúa e Sotes (2008) foram realizadas comparações com diversas espécies do gênero *Aristolochia* sobre a presença ou ausência de componentes no óleo essencial, como o monoterpeneoide linalol, o sesquiterpeno derivados de farnesano, bisabolano, elemano, germacrano, biciclogermacrano, humulano, aristolano, cariofilanos, eudesmano, cadinano, guainano, aromadendrano, cubebano, himachalano, santalano, copaano e bourbonano. Todos estes compostos são encontrados em quantidades variadas dependendo da espécie deste gênero. *A. cymbifera* apresentou poucos componentes, um dos motivos pode ser a limitação de pesquisas sobre a espécie, dentre os componentes encontrados podem ser citados o germacreno A, α -farneseno e o α -trans-bergamoteno.

Vários trabalhos demonstram o potencial medicinal de *A. cymbifera* em vários ensaios. A atividade antimicrobiana dos extratos do caule demonstrou inibição contra as bactérias *Staphylococcus* spp. e *Pseudomonas aeruginosa*. O composto bioativo nesta fração é o diterpeno ácido 2-oxo-populifolic (Machado et al., 2005). No trabalho de Alviano et al. (2008) também foi constatado a atividade antimicrobiana do extrato etanólico do caule desta planta, contra as bactérias responsáveis pela cárie, são

elas: *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus casei*. Matou as células bacterianas dentro de 30 min, revelando ser um excelente antibacteriano. Além disso, esse mesmo extrato também apresentou efeito antioxidante e com toxicidade baixa em camundongos (Alviano et al., 2008).

Um cuidado que se deve tomar com uso das plantas do gênero *Aristolochia* é a presença do ácido aristolóquico, esse metabólito está associado à toxicidade renal, causando insuficiência renal e atrofia dos túbulos renais proximais. No total, 32 espécies de *Aristolochia* tem este metabólito, os compostos predominantes são o ácido aristolóquico I e II, e devido à presença destes compostos e aos problemas associados a estes ácidos, muitos estudos com estas plantas estão relacionados ao seu potencial toxicológico (Pokhrel e Ergil, 2000, Kumar et al., 2003).

Todos estes trabalhos em relação às espécies de *Aristolochia*, em especial de *A. cymbifera*, revelaram a importância de se estudar estas espécies, tanto na identificação dos constituintes químicos quanto no seu potencial toxicológico (Heinrich et al., 2009).

1.1.7. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, E. L. D.; LIMA, J. K. A.; SOUZA, F. H. O.; SILVA, I. M. A.; SANTOS, A. A.; ARAÚJO, A. P. A.; BLANK, A. F.; LIMA, R. N.; ALVES, P. B.; BACCI, L. Insecticidal and repellence activity of the essential oil of *Pogostemon cablin* against urban ants species. **Acta Tropica**, v. 127, p. 181 – 186, 2013.

ALVIANO, W. S.; ALVIANO, D. S.; DINIZ, C. G.; ANTONIOLLI, A. R.; ALVIANO, C. S.; FARIAS, L. M.; CARVALHO, M. A. R.; SOUZA, M. M. G.; BOLOGNESE, A. M. In vitro antioxidant potential of medicinal plant extracts and their activities against oral bacteria based on Brazilian folk medicine. **Archives of Oral Biology**, v. 53, p. 545 – 552, 2008.

AMBROSIO, S. R.; OKI, Y.; HELENO, V. C. G.; CHAVES, J. S.; NASCIMENTO, P. G. B. D.; LICHSTON, J. E.; CONSTANTINO, M. G.; VARANDA, E. M.; COSTA, F. B. Constituents of glandular trichomes of *Tithonia*

diversifolia: relationships to herbivory and antifeedant activity. **Phytochemistry**, v. 69, p. 2052 – 2060, 2008.

BARRETO, M. B.; GOMES, C. L.; FREITAS, J. V. B.; PINTO, F. C. L.; SOLVEIRA, E. R. e GRAMOSA, N. V. Flavonóides e terpenoides de *Croton muscicarpa* (Euphorbiaceae). **Quimica Nova**, v.36, p. 1 - 5, 2013.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils; science, technology, and applications** CRC Press, p. 994, 2012.

BEHBAHANI, M. H.; GHASEMI, Y.; KHOSHNOUD, M. J.; FARIDI, P.; MORADLI, G.; NAJAFABADY, N. M. Volatile oil composition and antimicrobial activity of two *Thymus* species. **Pharmacognosy Journal**, v. 5, p. 77 – 79, 2013.

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

BLANK, A. F.; COSTA, A. G.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; CAVALCANTI, S. C. H.; ALVES, P. B.; INNECCO, R.; EHLERT, P. A. D, SOUZA, I. F. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 17, p.557 - 564, 2007.

BOHLMANN, J. E KEELING, C. I. Terpenoid biomaterials. **The Journal Plant**, v. 54, p. 656 – 669, 2008.

BOLHMANN, F.; SINGH, P. e JAKUPOVIC, J. Sesquiterpenes and a dimeric spiroketone from *Cineraria fruticulorum*. **Phytochemistry**, v. 21, p. 2531 - 2535, 1982.

BOUZIDI, L. E.; JAMALI, C. A.; KASRATI, A.; BEKKOUCHE, K.; HASSANI, L.; WOHLMUTH, H.; LEACH, D.; ABBAD, A. Phenological changes to the chemical composition and biological activity of the essential oil from Moroccan endemic thyme (*Thymus maroccanus* Ball). **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 66 – 372, 2013.

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

BRANDÃO, M. G. L.; PIGNAL, M.; ROMANIUC, S.; GRAEL, C. F. F. E FAGG, C. W. Useful Brazilian plants listed in the field books of the French naturalist

Auguste de Saint-Hilaire (1779–1853). **Journal of Ethnopharmacology**. v. 143, p. 488 - 500, 2012.

BRISKIN, D. P. Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. **Plant Physiology**, v. 124, p. 507 - 514, 2000.

BRITO, A. R. M. S. e BRITO, A. A. S. Forty years of Brazilian medicinal plant research. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 39, p. 53-67, 1993.

CHUDNICKA, A.; MATYSIK, G. Research of enzymatic activities of fresh juice and water infusions from dry herbs. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 99, p. 281-286, 2005.

CHAMAM, A.; SANGUIN, H.; BELLVERT, F.; MEIFFREN, G.; COMTE, G.; WISNIEWSKI-DYÉ, F.; BERTRAND, C. e PRIGENT-COMBARET, C. Plant secondary metabolite profiling evidences strain-dependent effect. **Phytochemistry**, v. 87, p. 65 – 77, 2013.

COOK, D.; MANSON, J. S.; GARDNER, D. R.; WELCH, K. D. e IRWIN, R. E. Norditerpene alkaloid concentrations in tissues and floral rewards of larkspurs and impacts on pollinators. **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 48, p. 123 – 131, 2013.

DÍAZ-MAROTO, M. C., PÉREZ-COELLO, M. S., GONZÁLEZ VINAS, M. A., CABEZUDO, M. D. Influence of drying on the flavor quality of spearmint (*Mentha spicata* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 1265 – 1269, 2003.

FERREIRA JÚNIOR, W. S.; CRUZ, M. P.; SANTOS, L. L.; MEDEIROS, M. F. T. Use and importance of quina (*Cinchona* spp.) and ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson): Plants for medicinal use from the 16th century to the present. **Journal of Medicine Herbal**, v. 2, p. 103 - 112, 2012.

GEÓCZE, K. C.; BARBOSA, A. C. V.; FIDÊNCIO, P. H.; SILVÉRIO, F. O.; LIMA, C. F.; BARBOSA, M. C. A.; ISMAIL, F. M. D. Essential oils from pequi fruits from the Brazilian Cerrado ecosystem. **Food Research International**, v.54, p. 1 – 8, 2013.

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

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; ZACARONI, L. M.; LIMA, R. K.; PIMENTEL, F. A. e 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, 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, p. 691 – 697, 2011.

HAVSTEEN, B.H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 96, p. 67 – 202, 2002.

HEINRICH, M.; CHAN, J.; WANKE, S.; NEINHUIS, C.; SIMMONDS, M. S. J. Local uses of *Aristolochia* species and content of nephrotoxic aristolochic acid 1 and 2—A global assessment based on bibliographic sources. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 125, p. 108 – 144, 2009.

JOHNSON, S. D. e HOBBAHN, N. Generalized pollination, floral scent chemistry, and a possible case of hybridization in the African orchid *Disa fragrans*. **South African Journal of Botany**, v. 76, p. 739 – 748, 2010.

JÚNIOR, W. S. F.; CRUZ, M. P.; SANTOS, L. L.; MEDEIROS, M. F. T. Use and importance of quina (*Cinchona spp.*) and ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson): Plants for medicinal use from the 16th century to the present. **Journal of Herbal Medicine**, v. 2, p. 103 – 112, 2012.

KELLY, L. M. e GONZÁLEZ, F. Phylogenetic relationships in Aristolochiaceae. **Systematic Botany**, v. 28, p. 236–249, 2003.

KUMAR, V.; POOMAN, K.; PRASAD, A. K.; PARMAR V. S. Naturally occurring aristolactams, aristolochic acids and dioxoaporphines and their biological activities. **Natural Product Reports**, v. 20, p. 565 – 583, 2003.

LE MAREC, C. Histoire de l'opium médicinal - Du pavot aux alcaloïdes de l'opium. **Histoire et Douleur**, Douleurs, v.5, p. 83 - 98, 2004.

LEITÃO, G. G.; KAPLAN, M. A. C.; GALEFFI, C. Epi-populifolic acid from *Aristolochia cymbifera*. **Phytochemistry**, v. 31, p. 3277 - 3279, 1992.

LEONTI, M.; STICHER, O; HEINRICH, M. Antiquity of medicinal plant usage in two Macro-Mayan. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 88, p. 119 – 124, 2003.

LESJAK, M. M.; BEARA, I. N.; ORCIC, D. Z.; RISTIC, J. D.; ANACKOV, G. T.; BOZIN, B. N.; MIMICA-DUKIC. Chemical characterisation and

biological effects of *Juniperus foetidissima* Willd. 1806. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, p. 530 – 539, 2013.

LEV, E. Drugs held and sold by pharmacists of the Jewish community of medieval (11–14th centuries) Cairo according to lists of materia medica found at the Taylor–Schechter Genizah collection, Cambridge. **Journal of Ethnopharmacology**, Israel, v. 110, p. 275 - 293, 2007.

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

MACHADO, T. B.; LEAL, I.C.R.; KUSTER, R.M.; AMARAL, A.C.F.; KOKIS, V.; DE SILVA, M.G.; DOS SANTOS, K.R.N. Brazilian phytopharmaceuticals - evaluation against hospital bacteria. **Phytotherapy Research**, v. 19, p. 519 – 525, 2005.

MENDES, S.; NUNES, D. S.; MARQUES, M. B.; TARDIVO, R. C.. FILHO, V. C.; SIMIONATTO, E. L. e JUNIOR, A. W. Essential oil of *Baccharis semiserrata*, a source of spathulenol. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, v. 14, 241 - 245, 2008.

NASCIMENTO, M. E.; ZOGHBI, M. G. B; PINTO, J. E. B. P e BERTOLUCCI, S. K. V. Chemical variability of the volatiles of *Copaifera langsdorffii* growing wild in the Southeastern part of Brazil. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.43, p. 1 – 6, 2012.

NETO, P. A. S. P.; CAETANO, L. C. **Plantas medicinais do popular ao científico**. Ed EDUFAL. p. 90, 2005.

PADOVAN, A.; KESZEL, A.; WALLIS, I. R.; FOLEY W. J. Mosaic eucalypt trees suggest genetic control at a point that influences several metabolic pathways. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, p. 914 – 923, 2012.

PEREIRA, N. A.; JACCOUD, R. J. S. E MORS, W. B. Triaga Brasilica: renewed interest in a seventeenth-century panacea.. **Toxicon**, v.34, p. 511-516, 1996.

PETRONILHO, S., ROCHA, S. M.; RAMIREZ-CHAVEZ, E.; MOLINA-TORRES, J.; RIOS-CHAVEZ, P. Assessment of the terpenic profile of *Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels from Mexico. **Industrial Crops and Products**. v. 46, p. 369 – 379, 2013.

PIESIK, D.; PÁNKA, D.; DALANEY, K. J.; SKOCZEK, A.; LAMARSKI, R. e WEAVER, D. K. Cereal crop volatile organic compound induction after

mechanical injury, beetle herbivory (*Oulema* spp.), or fungal infection (*Fusarium* spp.). **Journal of Plant Physiology**, v. 168, p. 878 – 886, 2011.

PINTO, A. C., SILVA, D. H. S., BOLZAN, V. S., LOPES, N. P., EPIFANIO, R. A. Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas, **Química Nova**, v. 25, Supl. 1, p. 45 - 61, 2002.

POKHREL, P. K.; ERGIL, K.V. Aristolochic acid: a toxicological review. *Clinical Acupuncture and Oriental Medicine*, v. 1 , p. 161 – 166, 2000.

POVH, N. P. **Obtenção do óleo essencial da camomila (*Matricaria recutita* [L.] Rauschert) por diferentes métodos: destilação por arraste a vapor, extração com solventes orgânicos e extração com CO₂ supercrítico**. Campinas, 2000. 217 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

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, p. 613 – 619, 2013.

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, p. 132 - 139, 2011.

RUBERTO, G. e BARATTA M.T. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. **Food Chemistry**, v. 69, p. 167 – 174, 2000.

SANTOS, N. P.; PINTO, A. C. e ALENCASTRO, R. B. Theodoro Peckolt: naturalista e farmacêutico do Brasil Imperial. Assuntos Gerais, **Química Nova**, v. 21, p. 666 – 670, 1998.

SENL, F. S.; ORHAN, I. E.; KURKCUOGLU, M.; KHAN, M. T. H.; ALTINTAS, A.; SENER, B.; BASER, K. H. P. A mechanistic investigation on anticholinesterase and antioxidant effects of rose (*Rosa damascena* Mill.). **Food Research International**, v. 53, p. 502 – 509, 2013.

SHUKLA, R.; SINGH, P.; PRAKASH, B.; DUBEY, N. K. Antifungal, aflatoxin inhibition and antioxidant activity of *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet essential oil and its major component 1,8-cineole against fungal isolates from chickpea seeds. **Food Control**, v. 25, p. 27 – 33, 2012.

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 e Agrotecnologia**, v. 31, 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, p. 11056 - 11066, 2012.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.

TOUWAIDE, A.; APPETITI, E. Knowledge of Eastern materia medica (Indian and Chinese) in pre-modern Mediterranean medical traditions. A study in comparative historical ethnopharmacology. **Journal of Ethnopharmacology**, Washington, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874113002249>> Acesso em 30 Abr. 2013.

URZÚA, A. M. e SOTES, G. J. Essential oil composition of *Aristolochia chilensis* a host plant of batus polydamas. **Journal of the Chilean Chemical Society**, v. 53, p. 1372-1374, 2008.

VENDITTI, A.; BIANCO, A.; NICOLETTI, M.; QUASSINTI, L.; BRAMUCCI, M.; LUPIDI, G.; AGOSTINO, L. V.; PETRELLI, D.; PAPA, F.; VITTORI, S.; LUCARINI, D.; BINI, L. M.; GIULIANI, C.; MAGGI, F. Phytochemical analysis, biological evaluation and micromorphological study of *Stachys alopecuroides* (L.) Benth. subsp. *divulsa* (Ten.) Grande endemic to central Apennines, Italy. **Fitoterapia**, v. 90, p. 94 – 103, 2013.

VERPOORTE, R. **SECONDARY METABOLISM**. IN: VERPOORTE, R. & ALFERMANN, A.W. (eds.). Metabolic engineering of plant secondary metabolism, 1ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p.1-29, 2000.

WU, T.-S.; DAMU, A.G.; SU, C.-R.; KUO, P.-C. Terpenoids of *Aristolochia* and their biological activities. **Natural Products Chemistry**, v. 21, p. 594 – 624, 2004.

2. OBJETIVOS

Geral

Identificar o efeito da velocidade do ar e da temperatura de secagem no rendimento e composição química do óleo essencial das folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc.

Específicos

Avaliar o efeito de três velocidades do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de *A. cymbifera*;

Avaliar o efeito de três temperaturas do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial *A. cymbifera*.

3. CAPÍTULO I

EFEITO DA VELOCIDADE DO AR DE SECAGEM SOBRE A QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *ARISTOLOCHIA CYMBIFERA* MART. E ZUCC.

3.1. Resumo

A desidratação do material vegetal garante a conservação dos princípios ativos das plantas medicinais. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de três velocidades do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc. Os testes foram realizados em secador de camada fixa com câmaras de secagem de 0,60x0,60x0,60 m, com chapa com 25% de perfuração. Os tratamentos consistiram de três velocidades do ar de secagem (0,5; 1,0 e 2,0 m s⁻¹), com quatro repetições e temperatura média de 34,7±1,5 °C. O delineamento experimental foi blocos ao acaso. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. Os resultados mostram que o ar de secagem não influenciou no teor, porém houve pequena influência nos constituintes minoritários do óleo essencial extraído.

PALAVRAS-CHAVES: jarrinha, secagem, óleo essencial e composição química.

EFFECT OF SPEED AIR DRYING ON THE QUALITY OF ESSENTIAL OIL OF
ARISTOLOCHIA CYMBIFERA MART. AND ZUCC.

3.2. Abstract

The dehydration of vegetal material ensures the conservation of the active principles of medicinal plants. Thus, the aim of this work was to evaluate the effect of three drying air velocities in the content and chemical composition of the essential oil of *A. cymbifera* Mart. and Zucc. The tests were performed in a fixed bed dryer with drying chambers of 0.60 x0.60x0.60 m, using a plate with 25% of drilling. Treatments consisted of three speeds drying air (0.5, 1.0 and 2.0 m s⁻¹), with four replicates and an average temperature of 34.7 ± 1.5 ° C. The experimental design was randomized blocks. The essential oil extraction was performed by hydrodistillation. The results show that air drying did not influence the content, but there was a small influence on the minor constituents of the essential oil extracted.

Key - Words: Medicinal plants, chemical composition, essential oil content and extraction.

3.3. Introdução

O Brasil se destaca dentro do mercado de produtos naturais, entre eles os óleos essenciais. Segundo Bizzo et al. (2009) há crescente interesse nos produtos naturais, visto que existem apelos de políticas de preservação ambiental, como instrumentos de marketing, além de ser ótima oportunidade para o desenvolvimento de processos sustentáveis de exploração da biodiversidade.

O Cerrado é um dos biomas que contém recurso genético de grande diversidade medicinal, só no Estado do Mato Grosso foi feito um levantamento bibliográfico, quando se constatou no total de 509 espécies descritas como medicinal, superando as estimativas feitas em outros trabalhos e ainda fazendo a projeção de mais de 600 espécies em todo o bioma (Guarim neto e Morais, 2003).

Entre as espécies do gênero *Aristolochia* (Aristolochiaceae) pode ser citado *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc. conhecida popularmente de jarrinha, milhomem ou cassau. Esta espécie é uma trepadeira herbácea perene, caracteristicamente vigorosa, melhor adaptada a ambientes quentes, nativa do Brasil (Lorenzi e Matos, 2002). Segundo estes autores *A. cymbifera* Mart. e Zucc. possuem mono/diterpenos e sesquiterpenoides em suas folhas, caule e raiz.

Na medicina popular *A. cymbifera* Mart. e Zucc. é usada para vários problemas, sendo considerada diurética, sedativa e antisséptica (Lorenzi e Matos, 2002). No trabalho de Urzúa e Sotes (2008) foram feitas comparações com diversas espécies do gênero *Aristolochia* sobre a presença ou ausência de componentes no óleo essencial, como o monoterpenoide linalool, o sesquiterpeno derivados de farnesano, bisabolano, elemano, germacrano, biciclogermacrano, humulano, aristolano, cariofilanos, eudesmano, cadinano, guainano, aromadendrano, cubebano, himachalano, santalano, copaano e bourbonano. Todos estes compostos são encontrados em quantidades variadas dependendo da espécie do gênero *Aristolochia*. *A. cymbifera* Mart. e Zucc. apresentou poucos componentes, um dos motivos pode ser o pouco estudo desta espécie, dentre os componentes encontrados podem ser citados o germacreno A, α -farneseno e o α -trans-bergamoteno.

Importante fator na qualidade do óleo essencial das plantas medicinais é a sua colheita, características como órgão da planta, estágio de desenvolvimento, época

do ano, horário do dia, podem influenciar na produção de substância com atividade terapêutica (Blank et al. 2007, Gobbo-neto e Lopes, 2007).

Além dos aspectos citados anteriormente, a qualidade do óleo essencial dependerá do seu beneficiamento. Soares et al. (2007) conseguiram obter rendimentos extrativos de óleos essenciais de *Ocimum basilicum* L. quando o processo de secagem foi realizado com temperatura do ar igual a 40 °C. Contudo, o maior rendimento de linalol foi obtido quando o processo de secagem foi realizado com temperatura do ar na faixa de 50 a 60 °C. Mas, nem sempre a secagem do material será adequada para as amostras, de acordo com Rocha et al. (2011) houve tendência de redução no teor de óleo essencial de *Mikania glometa* Sprengel com o aumento da temperatura quando comparado com a planta fresca.

A desidratação do material vegetal garante que os componentes não se degradem, neste caso a ação enzimática é inibida ou reduzida, permitindo a conservação dos princípios ativos, além de ser facilmente armazenada por longo tempo (Chudnicka e Matysik, 2005). Em diversos trabalhos são estudados os efeitos da secagem na qualidade dos compostos bioativos. Isso é necessário, portanto cada espécie tem comportamento diferente (Soares et al., 2007; Rocha et al., 2011).

Diante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de três velocidades do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de *A. cymbifera*.

3.4. Material e métodos

Colheita e seleção do material vegetal

As plantas de *A. cymbifera* foram coletadas na região de Rio Verde, com coordenadas S 17°55'56.8" W 50°56'33.2", entre as 7 e 8 horas da manhã, no mês de outubro de 2011. A exsicata encontra se registrada no Herbarium Jataiense, sob o número 5.642.

A colheita foi realizada cortando a parte aérea da planta 5 cm acima do solo, acondicionando-as em seguidas dentro de sacos plásticos e, posteriormente sendo encaminhadas à seção de Produtos Naturais do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio

Verde. Após a colheita as plantas foram submetidas às operações de desfolha e seleção, descartando aquelas doentes e atacadas por insetos.

Determinação do teor de água

O teor de água foi determinado antes e depois da secagem, conforme metodologia descrita pela Asae (2000) para forrageiras e similares (plantas ou folhas). Para determinar o teor de água as folhas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar em temperatura de 103 ± 2 °C por 24 h, sendo utilizadas 4 repetições.

Secagem

O teor de água inicial das folhas foi de $75,5 \pm 0,3$ (% base úmida, b.u.). Durante o processo de secagem, as amostras foram pesadas periodicamente até atingirem teores de água de $11,1 \pm 0,3$ (% b.u.) conforme metodologia descrita pela ASAE (2000) para forrageiras e similares (plantas ou folhas).

A secagem foi realizada em secador de camada fixa, confeccionado em chapa metálica número 16. A câmara de secagem tem as seguintes dimensões: $0,60 \times 0,60 \times 0,60$ m, totalizando o volume de $0,216 \text{ m}^3$, e possui ainda uma chapa com 25% de perfuração, situada a 0,33 m de altura. O ventilador é 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 $0,20 \times 0,20$ m na saída do ventilador para $0,57 \text{ m} \times 0,03 \text{ m}$ na entrada da câmara de secagem, ao longo de 0,64 m de comprimento (Figura 3.1).

Cada secador é composto por seis 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 $0,28 \times 0,28 \times 0,15$ m (Figura 3.2). O sistema ainda dispõe de controlador automático que gerencia o sistema e armazena os dados gerados.

As folhas de *A. cymbifera* foram envolvidas em tecido do tipo voile e espalhadas sobre a bandeja. O sistema foi regulado para aquecer a $34,7 \pm 1,5$ °C e com velocidades de ar controladas a 0,5, 1,0 e 2,0 m s⁻¹.

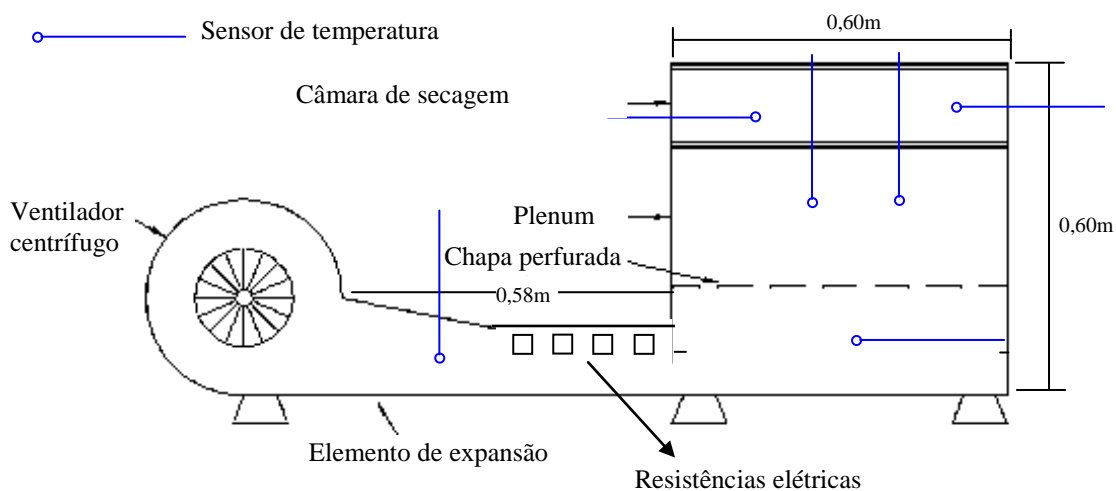


Figura 3.1. Vista lateral do secador experimental.

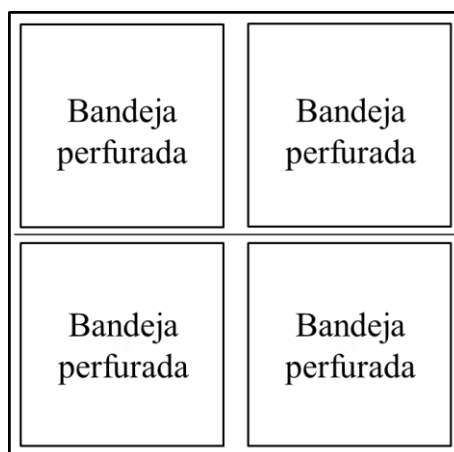


Figura 3.2. Vista superior do secador experimental – detalhe das bandejas perfuradas.

Obtenção do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada usando o aparelho Clevenger adaptado ao balão de 3 L. No balão foi colocada a amostra juntamente com 2 L de água destilada. Foram utilizadas aproximadamente 60 g de folhas secas, enquanto as mesmas foram moídas em um micro moinho tipo Willye TE – 648 (TECNAL). O tempo de extração foi de 150 min, contado a partir do momento da ebulição (Ming et al., 1996).

O óleo essencial foi extraído da fase aquosa utilizando diclorometano (3 x 6 mL/20 min cada). As frações orgânicas obtidas foram reunidas e adicionadas sulfato de sódio anidro, em seguida após 30 min foi feita a retirada do sulfato por filtração. A massa do óleo, após a evaporação do solvente, foi determinada por pesagem em balança analítica com precisão de 0,0001 mg até massa constante.

As amostras de óleo obtidas foram transferidas para frascos de vidro âmbar, tampadas com papel alumínio e em seguida foram feitos furos pequenos na tampa para a evaporação do solvente e armazenadas em geladeira a 4-8 °C, até o momento das análises.

Análises químicas por cromatografia gasosa/espectrometria de massas

As análises químicas foram realizadas no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, em aparelho de cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas quadrupolar (CG-EM), Shimadzu QP5050A (Kyoto, Japão), nas seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida, modelo DB-5 (30 m de comprimento X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 µm de espessura do filme) (Shimadzu, Japão), com vazio de 1 mL.min⁻¹ de Hélio como gás de arraste; aquecimento com temperatura programada (60°C com um gradiente de 3°C.min⁻¹ até 240°C e, em seguida, com um gradiente de 10°C.min⁻¹ até 270°C, mantendo uma isoterma de 7 min, com um tempo total de corrida de 70 min). A energia de ionização do detector foi de 70 eV, sendo o volume de injeção da amostra de 1,0 ml diluídas em diclorometano (grau ultrarresíduo, Baker, EUA) e a razão de injeção de 1:20. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 220 e 240 °C, respectivamente. A análise foi conduzida no modo varredura, a velocidade de 2,0 varredura.s⁻¹, com um intervalo de massas de 45-500 *m/z*.

Análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo três velocidades do ar de secagem. Cada tratamento foi composto por quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais. Nos experimentos, os resultados foram submetidos à análise de

variância (Prob $F < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa de análise SISVAR (Ferreira, 1999).

3.5. Resultados e discussão

As folhas de *A. cymbifera* foram secas até atingir o teor de água de $11,1 \pm 0,3$ (% b.u.). Na Figura 3.3, estão apresentadas as temperaturas no interior das bandejas contendo as folhas para as três velocidades de secagem, bem como a temperatura e a umidade relativa ambiente.

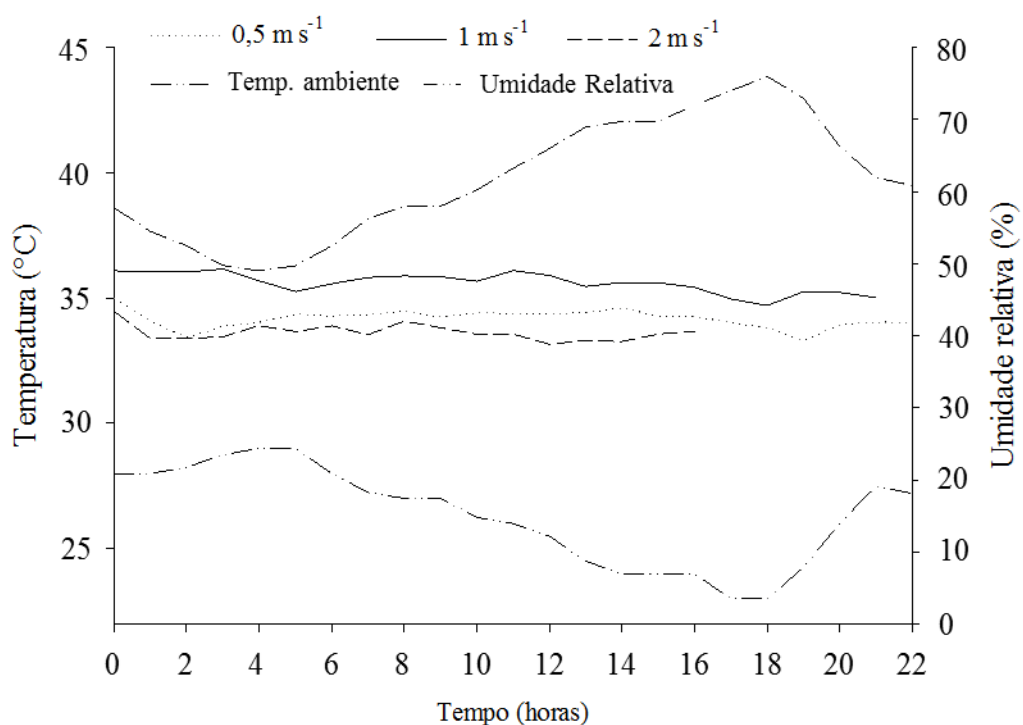


Figura 3.3. Temperaturas no interior das bandejas contendo as folhas *Aristolochia cymbifera* para as três velocidades de ar, bem como a temperatura e a umidade relativa ambiente.

Verificou-se que as temperaturas no interior das bandejas variaram de 36,2 a 33,2 °C. Sendo que as médias foram 34,2; 35,6 e 33,6°C, respectivamente para as velocidades de 0,5; 1,0 e 2,0 m s⁻¹. Já as médias da temperatura ambiente e umidade relativa foram 26,3 °C e 61,8%, respectivamente.

Barbosa et al. (2006), estudando a influência da temperatura do ar de secagem (ambiente, 40, 50, 60, 70 e 80 °C), sobre o teor e a composição química do

óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. e. Brown verificaram que não houve diferença significativa no teor de óleo essencial extraído do produto após a secagem nas diferentes temperaturas.

Na Figura 3.4, estão apresentadas as curvas de secagem para diferentes velocidades de ar de secagem. Nota-se que com o aumento das velocidades do ar a água foi removida mais rapidamente das folhas de *A. cymbifera*, proporcionando o tempo de secagem de 22, 21 e 16 horas, para reduzir o teor de água de 75,5 até $11,1 \pm 0,3$ (% b.u.), respectivamente para as velocidades de 0,5; 1,0 e 2,0 m s^{-1} .

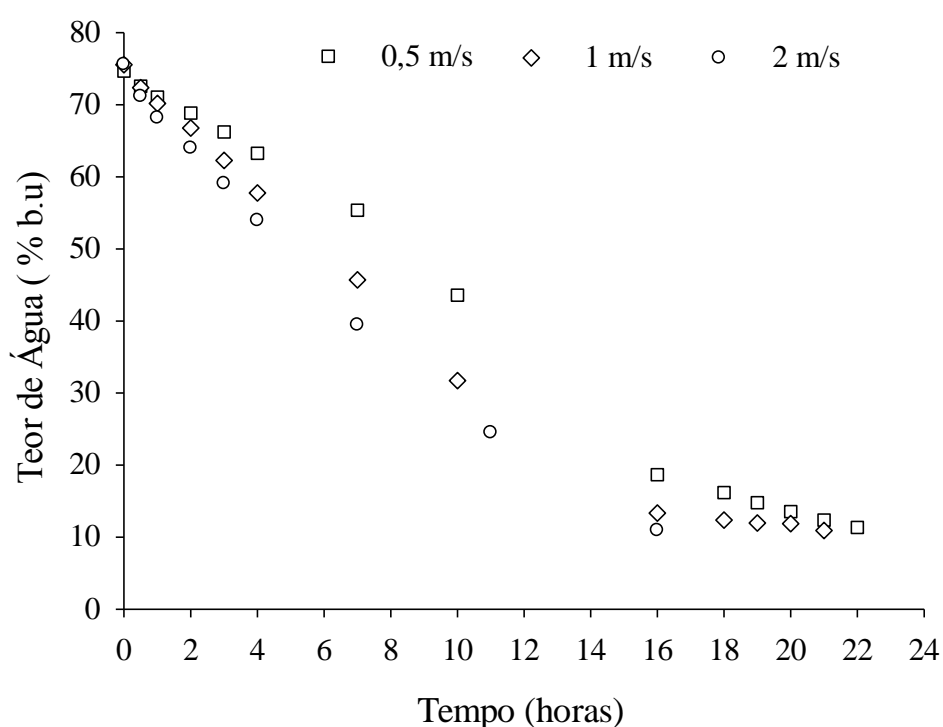


Figura 3.4. Curvas de secagem de *Aristolochia cymbifera* com diferentes velocidades do ar de secagem.

Martins (2000) avaliando a secagem de capim-limão nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C com velocidade de 0,5 e 1,0 m s^{-1} , verificou que a velocidade do ar de secagem diminui o tempo de secagem para todas as temperaturas avaliadas e não influenciou no teor do óleo essencial e na e composição dos componentes majoritários. Uma explicação para esse fato é a presença de células secretoras internas, denominadas de idioblastos oleíferos, características da família Aristolochiaceae. Essas células podem estar relacionadas à inexistência de perda de óleo essencial com o processo de secagem usado neste trabalho (Figueiredo et al., 1997).

Outra explicação está relacionada à presença de diferentes substâncias que constitui o óleo essencial de *A. cymbifera*, que independentemente da sua localização na planta, eles possuem pontos de evaporação ou peso molecular que não permitem a evaporação com a velocidade do ar e a temperatura de secagem utilizada (Povh, 2000).

As velocidades do ar de secagem de 0,5; 1,0 e 2,0 m s⁻¹ não influenciaram no teor de óleo essencial de *A. cymbifera* (Figura 3.5). Este resultado foi diferente em comparação com Soares et al. (2007) quando identificaram que as velocidades do ar de 0,9 e 1,9 m/s e temperatura de 40, 50, 60 e 70 °C influenciaram no teor de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L., indicando que o óleo desta espécie sofre volatilização.

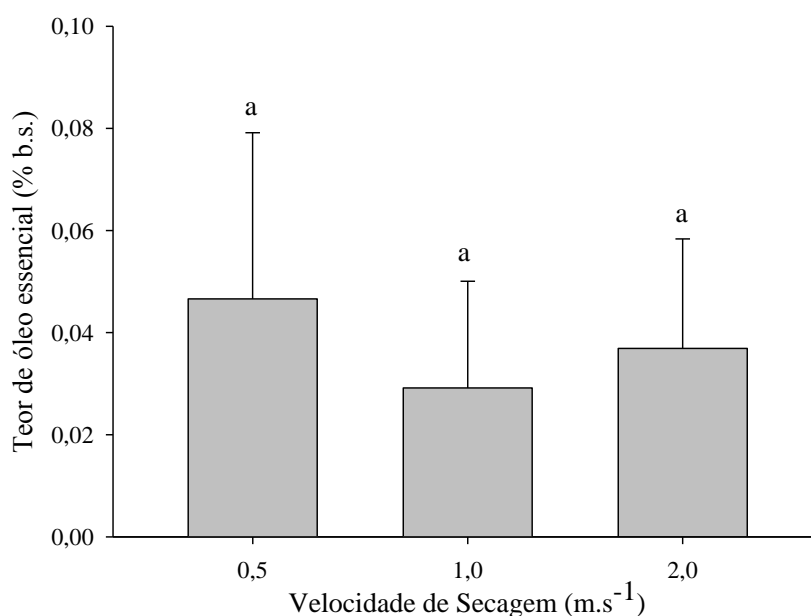


Figura 3.5. Teor de óleo essencial extraído de folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc submetidas à secagem com diferentes velocidades de ar de secagem.

Os constituintes majoritários do óleo essencial de *A. cymbifera*, espatulenol, óxido de cariofileno, β -elemeno, α -himachaleno, biciclogermacreno e (E)-nerolidol não foram influenciados pelas condições de secagem (Tabela 3.1). Esse resultado pode estar relacionado com a presença de idioblastos oleíferos, que são células excretoras internas, que podem evitar a perda destes constituintes (Figueiredo et al. 1997). Estes resultados indicam que os componentes não são influenciados pela velocidade do ar de secagem, corroborando com Rocha et al. (2011), em que os constituintes majoritários do óleo de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf mirceno, neral e geranial não sofreram nenhuma volatilização durante o processo de secagem, quando comparado com a planta fresca.

Um dos motivos de não ter ocorrido o processo de volatilização pode ser pela temperatura de $34,7 \pm 1,5$ °C utilizada neste trabalho, que pode ter minimizado a perda. No trabalho de Soares et al. (2007), os teores de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. sofreram decréscimo com o aumento na temperatura do ar de secagem, quando os maiores teores foram obtidos na temperatura de 40 °C e nas vazões de ar de 0,9 e 1,9 m s⁻¹. Segundo Povh (2000), os constituintes podem ser alterados (hidrólise e/ou oxidação) pelo aumento da temperatura permitindo a perda de constituintes químicos do óleo.

Os constituintes minoritários germacreno B, hex-2-enal, viridiflorol e cedrol foram influenciados pelas velocidades do ar de secagem. Sendo que os componentes germacreno B e hex-2-enal apresentaram redução com a elevação da velocidade do ar de secagem, e já o viridiflorol apresentou aumento. O constituinte cedrol não diferiu nas velocidades de 0,5 e 2,0 m s⁻¹, apresentando valores elevados, e na velocidade 1,0 m s⁻¹ obteve decréscimo (Tabela 3.1).

O fato de alguns componentes apresentarem quantidades pequenas em velocidades de ar elevadas se deve a volatilização, como relatado por Soares et al. (2007), a medida que a velocidade e a temperatura do ar aumentaram os componentes foram fortemente afetados pelo tempo de exposição das folhas de *Ocimum basilicum* L. ao ar de secagem. Outra explicação para estes resultados está relacionada à presença de constituintes distintos que possuem peso molecular e ponto de evaporação diferente, sendo assim, podem sofrer influência de modo muito discrepante, como ocorreu neste trabalho, com os constituintes minoritários (Povh, 2000).

Tabela 3.1. Composição química do óleo essencial de folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc submetidas a três velocidades do ar de secagem com temperatura de $34,7 \pm 1,5$ °C.

Nº	Componentes do óleo	IK ²	Tratamentos de secagem		
			0,5 m s ⁻¹	1,0 m s ⁻¹	2,0 m s ⁻¹
1	Hex-2-enal	839	0,26±0,20 ¹ a	0,00±0,00b	0,00±0,00b
2	Ácido butanóico<butyl>ester	984	0,01±0,01a	0,03±0,03a	0,02±0,04a
3	Limoneno	1024	0,38±0,20a	0,30±0,23a	0,43±0,29a
4	Linalool	1097	0,03±0,04a	0,07±0,05a	0,06±0,05a
5	Óxido cis-limoneno	1137	0,40±0,46a	0,50±0,37a	0,34±0,35a
6	α-Terpineol	1187	0,01±0,02a	0,03±0,03a	0,03±0,04a
7	Geraniol	1249	0,07±0,06a	0,06±0,04a	0,05±0,06a
8	Undec-10-enal	1301	0,16±0,23a	0,15±0,11a	0,08±0,06a
9	Ciclosativeno	1368	2,43±0,96a	2,99±0,53a	2,67±0,77a
10	α-copaeno	1368	1,41±0,86a	1,04±1,04a	1,20±0,71a
11	β-bourboneno	1387	2,70±0,73a	2,63±0,84a	2,76±1,61a
12	β-elemeno	1390	5,05±2,10a	3,61±1,71a	4,58±1,23a
13	Aromadendreno	1439	2,85±1,13a	3,28±2,22a	3,46±1,35a
14	α-Himachaleno	1448	8,83±1,64a	7,04±0,78a	6,76±2,50a
15	α-Humuleno	1452	1,05±0,44a	0,70±0,11a	0,84±0,27a
18	Alloaromadendreno	1458	1,38±0,75a	0,76±0,77a	1,48±0,13a
19	γ-Gurjuneno	1473	0,73±0,34a	0,48±0,16a	0,99±0,91a
20	β-chamigreno	1476	0,08±0,10a	0,13±0,13a	0,49±0,71a
22	α-Curcumeno	1480	0,31±0,48a	0,67±0,41a	0,79±0,89a
23	Germacreno D	1483	0,25±0,30a	0,39±0,26a	0,79±0,61a
24	β-Selineno	1485	1,78±0,60a	1,01±0,59a	1,11±0,54a
25	α-Muuroleno	1489	0,13±0,26a	0,11±0,13a	0,26±0,30a
26	Valenceno	1494	0,20±0,23a	0,06±0,08a	0,04±0,08a
27	Viridifloreno	1494	0,15±0,23a	0,42±0,69a	0,37±0,45a
30	Biciclogermacreno	1500	10,38±5,22a	6,22±0,88a	5,69±1,87a
31	β-Bisaboleno	1505	0,18±0,19a	0,25±0,18a	0,45±0,13a
32	α-Bulneseno	1509	0,05±0,06a	0,06±0,07a	0,03±0,05a
33	δ-Cadineno	1522	2,43±0,87a	3,23±1,74a	2,62±0,49a
34	α-Elemol	1542	0,46±0,54a	1,00±0,25a	0,60±0,34 ^a
35	Germacreno B	1559	2,28±0,46a	1,05±0,59b	0,46±0,62b
37	(E)-Nerolidol	1561	9,31±2,44a	9,04±0,90a	8,12±0,50a
38	Espatuleno	1575	27,82±4,02a	29,56±1,24a	26,65±2,74a
39	Óxido de cariofileno	1582	5,00±1,24a	4,24±0,87a	5,99±0,75a
47	Viridiflorol	1589	1,66±0,79b	3,76±0,93a	3,50±0,26a
48	Cedrol	1597	2,23±0,21a	0,76±0,41b	1,91±1,08ab
49	α-Muurolol	1643	0,45±0,46a	0,56±0,40a	0,23±0,37a
51	β-Eudesmol	1649	0,38±0,75a	0,13±0,26a	0,21±0,24a
52	(Z)-α trans-Bergamotol	1690	0,46±0,61a	0,00±0,00a	0,26±0,44a
53	Farnesol (cis, cis)	1715	0,02±0,04a	0,22±0,32a	0,04±0,07a
54	Lanceol	1759	0,19±0,10a	0,14±0,28a	0,08±0,17a
	Total identificado		93,91±1,69a	86,64±4,29a	86,39±2,37a

¹Médias de quatro extrações independentes seguidas pelo desvio padrão. ²Índices de Kovats. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não difere entre si pelo teste de Tukey aos 5% de significância.

O componente majoritário foi o espatulenol, variando entre 26,65-29,56%. Este composto tem cheiro de madeira seca e pode ser usado em composições aromatizantes para alimentos e perfumes sofisticados. Pode ser também aplicado em alimentos, remédios, creme dental, sabonetes, detergentes, agentes de limpeza e outros produtos, cosméticos e soluções para tratamento de pele (Naarden, 1985 citado por Mendes et al., 2008). O componente espatulenol apresenta atividade biológica importante com propriedades antibacterianas e anti-leishmania e moderada atividade citotóxica (Limberger et al., 2004).

3.6. Conclusão

O aumento da velocidade de $0,5 \text{ m s}^{-1}$ para 2 m s^{-1} diminuiu o tempo de secagem de 22 horas para 16 horas.

A velocidade do ar de secagem não influenciou no teor de óleo essencial extraído.

Os compostos minoritários germacreno, hex-2-enal, viridiflorol e cedrol foram influenciados no processo de secagem. E, os compostos majoritários, principalmente o espatulenol, não foram influenciados pelas velocidades de $0,5$, $1,0$ e $2,0 \text{ m s}^{-1}$ testado neste trabalho.

3.7 Referências bibliográficas

Asae Standarts. Standards Engineering Practices Data, Moisture Measurement – Forages, ASAE S358.2 DEC99; Adopted and published by: **American Society of Agricultural Engineers**, p. 565 – 572, 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. **Quimica Nova**, v. 29, p. 1221 - 1225, 2006.

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

BLANK, A. F.; COSTA, A. G.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; CAVALCANTI, S. C. H.; ALVES, P. B.; INNECCO, R.; EHLERT, P. A. D, SOUZA, I. F. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 17, p.557 - 564, 2007.

CHUDNICKA, A.; MATYSIK, G. Research of enzymatic activities of fresh juice and water infusions from dry herbs. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 99, p. 281 - 286, 2005.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: sistema de análise de variância para dados balanceados: versão 4.0**. Lavras: UFLA, 1999. (Software estatístico).

FIGUEIREDO A. C., BARROSO, J G; PEDRO, L. G.; SCHEFFER, J. J. C. Physiological aspects of essential oil production. In: Essential Oils: Basic and Applied Research, Ch Franz, Á Máthé, G Buchbauer (Eds), , Proceedings of the 27th International Symposium on Essential Oils, **Allured Publishing Corporation**, Carol Stream, IL. p. 95 - 107, 1997.

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

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botanica Brasilica**. v. 17, p. 561 - 584, 2003.

LIMBERGER, R. P. et al. Óleos voláteis de espécies de *Myrcia* nativas do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 916-919, 2004.

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

MARTINS, P. M. **Influência da temperatura e da velocidade do ar de secagem no teor e composição química do óleo essencial de capim-limão**. Dissertação de Mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 77p, 2000.

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, Ci. Agr. Eng**, v.14, p. 241 - 245, 2008.

MING, L.C., FIGUEIREDO, R.O., MACHADO, S.R., ANDRADE, R.M.C. Yield of essential oil of and citral content in different parts of lemongrass leaves

(*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) Poaceae. *Acta Horticulturae*, v.26, p.555 – 559, 1996.

POVH, N. P. **Obtenção do óleo essencial da camomila (*Matricaria recutita* [L.] Rauschert) por diferentes métodos: destilação por arraste a vapor, extração com solventes orgânicos e extração com CO₂ supercrítico.** Campinas, 2000. 217 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

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, p. 132 - 139, 2011.

ROCHA, R. P.; MELO, E. C.; BARBOSA, L. C. A.; RADÜNZ, L. L. Effect of drying air temperature upon the essential oil content of *Mikania glometa*. ***African Journal of Food Science and Technology***, v. 2, p. 184 - 188, 2011.

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 e Agrotecnologia***, Lavras, v. 31, p.1108 - 1113, 2007.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. ***Fisiologia Vegetal***. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.

URZÚA, A. M.; SOTES, G. J. Essential oil composition of *Aristolochia chilensis* a host plant of *Battus polydamas*. ***Journal of the Chilean Chemical Society***, v. 53: p. 1372 - 1374, 2008.

4. CAPÍTULO II

EFEITO DA TEMPERATURA DO AR DE SECAGEM SOBRE A QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc.¹

4.1. Resumo

A secagem de materiais vegetais garante a conservação dos princípios ativos das plantas medicinais. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de três temperaturas do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de *A. cymbifera*. Os testes foram realizados em secador de camada fixa com câmaras de secagem de 0,60x0,60x0,60 m, com chapa com 25% de perfuração. Os tratamentos consistiram de três temperaturas de secagem (28,8; 36,4 e 44,8 °C), com quatro repetições e com velocidade de ar controlada a 1,0 m s⁻¹. O delineamento experimental foi blocos ao acaso. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação. Verificou-se que o aumento da temperatura do ar de secagem promove redução no tempo de secagem sem alterar o teor de óleo essencial, bem como a sua composição química.

Palavras-chaves: jarriinha, composição química, condições de secagem.

¹ Artigo publicado na Revista Journal of Medicinal Plants Research em 17 de junho de 2013.

EFFECT OF AIR TEMPERATURE DRYING ON THE QUALITY OF ESSENTIAL OIL OF *ARISTOLOCHIA CYMBIFERA* MART. AND ZUCC.

4.2. Abstract

Drying of plant materials ensures the conservation of the active principles of medicinal plants. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of three temperatures of the drying air in the content and chemical composition of the essential oil of *A. cymbifera*. The tests were performed in a fixed bed dryer with drying chambers of 0.60 x 0.60 x 0.60 m, using a plate with 25% of drilling. The treatments consisted of three drying temperatures (28.8, 36.4 and 44.8 °C), with four replications, and controlled air velocity of 1.0 m s⁻¹. The experimental design was randomized blocks. The essential oil extraction was performed by hydrodistillation. It was found that increasing the temperature of the drying air causes a reduction in the drying time without changing the oil content, as well as their chemical composition.

Key - Words: jarrinha, chemical composition, drying conditions.

4.3 Introdução

A *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc. também conhecida popularmente de jarrinha, milhomem ou cassau é uma espécie do gênero *Aristolochia* (Aristolochiaceae), uma trepadeira herbácea perene, caracteristicamente vigorosa, melhor adaptada a ambientes quentes, nativa do Brasil. Possui mono/diterpenos e sesquiterpenoides em suas folhas, caule e raiz (Lorenzi e Matos, 2002).

Plantas deste gênero são amplamente estudadas principalmente por causa de suas atividades farmacológicas, bem como inseticidas, antibacterianos e antifúngicos (Wu et al., 2004). Na medicina popular *A. cymbifera* Mart. e Zucc. é usada para vários problemas, sendo considerada diurética, sedativa e antisséptica (Lorenzi e Matos, 2002).

Urzúa e Sotes (2008) estudando a composição do óleo essencial das espécies do gênero *Aristolochia*, verificaram a presença dos seguintes componentes: monoterpenoide linalool, o sesquiterpeno derivados de farnesano, bisabolano, elemano, germacrano, biciclogermacrano, humulano, aristolano, cariofilanos, eudesmano, cadinano, guainano, aromadendrano, cubebano, himachalano, santalano, copaano e bourbonano. Todos estes compostos são encontrados em quantidades variadas dependendo da espécie do gênero *Aristolochia*. Já no óleo essencial da *A. cymbifera* Mart. e Zucc., os mesmos autores encontraram a presença de β -cariofileno, germacreno A, α -farneseno e o α -trans-bergamoteno, β -cubebeno.

A qualidade do óleo essencial das plantas medicinais depende de uma série de fatores como variações climáticas, solo, época de colheita, características genéticas da planta, condições de secagem e tempo de armazenamento (Corrêa et al. 2004, Blank et al. 2007, Gobbo-Neto e Lopes, 2007). Barbosa et al. (2006), ressaltam que a qualidade final do óleo essencial tem início na identificação correta da espécie e continua no plantio, colheita e no beneficiamento.

A secagem visa à conservação das plantas, mantendo sua qualidade física e química por longos períodos. Para as plantas produtoras de óleo essencial a secagem deve ser mais criteriosa em função da rápida volatilidade dos óleos essenciais. Desta forma, deve-se definir a metodologia de secagem mais adequada para cada espécie, visando assegurar os teores de substâncias ativas (Corrêa et al., 2004).

Além dos aspectos citados anteriormente, a qualidade do óleo essencial dependerá do seu beneficiamento. Soares et al. (2007) conseguiram obter rendimentos extrativos de óleos essenciais de *Ocimum basilicum* L. quando o processo de secagem

foi realizado com temperatura do ar igual a 40 °C. Contudo, o maior rendimento de linalol foi obtido quando o processo de secagem foi realizado com temperatura do ar na faixa de 50 a 60 °C. Mas nem sempre a secagem do material será adequada para as amostras, de acordo com Rocha et al. (2011) houve tendência de redução no teor de óleo essencial de *Mikania glometa* Sprengel com o aumento da temperatura quando comparado com a planta fresca.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de três temperaturas do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de *A. cymbifera*.

4.4 Material e métodos

Colheita e seleção do material vegetal

O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios de Pós-colheita de Produtos Vegetais e Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano – Campus Rio Verde), com folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc., procedentes do Município de Rio Verde – GO.

As plantas de *A. cymbifera* foram coletadas na região de Rio Verde, com coordenadas S 17°55'56.8" W 50°56'33.2" e altitude de 682 metros, entre as 17 e 18 horas, no mês de abril de 2012. A exsicata se encontra registrada no Herbarium Jataiense, sob o número 5.642.

A colheita foi realizada cortando a parte aérea da planta 5 cm acima do solo, acondicionando-as dentro de sacos plásticos e, posteriormente, encaminhadas à seção de Produtos Naturais do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do IF Goiano – Campus Rio Verde. Após a colheita as plantas foram submetidas às operações de desfolha e seleção, descartando aquelas doentes e atacadas por insetos.

Determinação do teor de água

O teor de água foi determinado antes e depois da secagem, conforme metodologia descrita pela ASAE (2000) para forrageiras e similares (plantas ou folhas).

Para determinar o teor de água as folhas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar em temperatura de 103 ± 2 °C por 24 h, sendo utilizadas quatro repetições.

O teor de água inicial das folhas foi de $68,95 \pm 0,4$ % base úmida (% b.u.). Durante o processo de secagem, as amostras foram pesadas periodicamente até atingirem o teor de água de $10,54 \pm 0,3$ (%b.u.).

Secagem

A secagem foi realizada em secador de camada fixa, confeccionado em chapa metálica número 16. A câmara de secagem tem as seguintes dimensões: $0,60 \times 0,60 \times 0,60$ m, totalizando o volume de $0,216$ m³. O ventilador é 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 $0,20 \times 0,20$ m na saída do ventilador para $0,57 \text{ m} \times 0,03$ m na entrada da câmara de secagem, ao longo de $0,64$ m de comprimento (Figura 4.1).

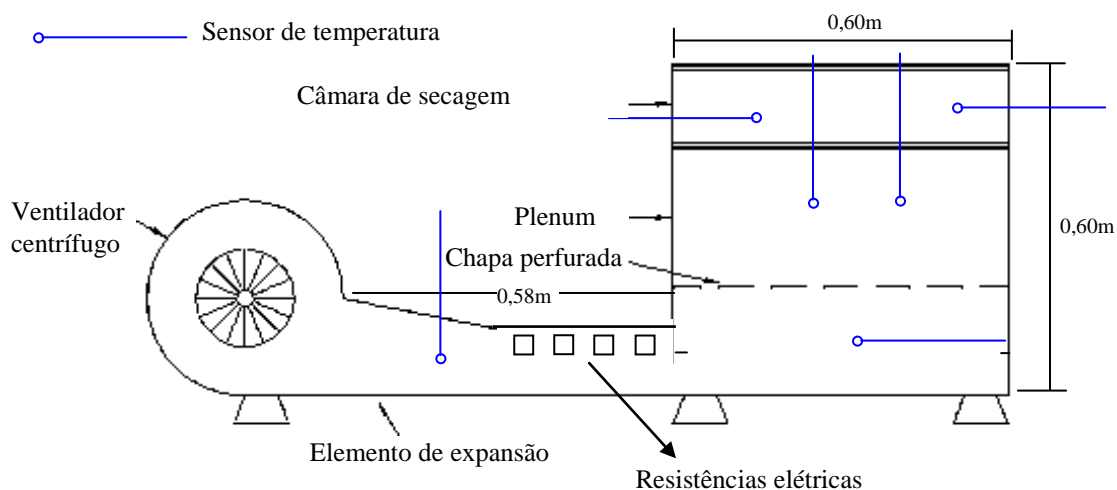


Figura 4.1. Vista lateral do secador experimental.

Cada secador é composto por seis 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 0,28x0,28x0,15 m (Figura 4.2). O sistema ainda dispõe de um controlador automático que gerencia o sistema e armazena os dados gerados.

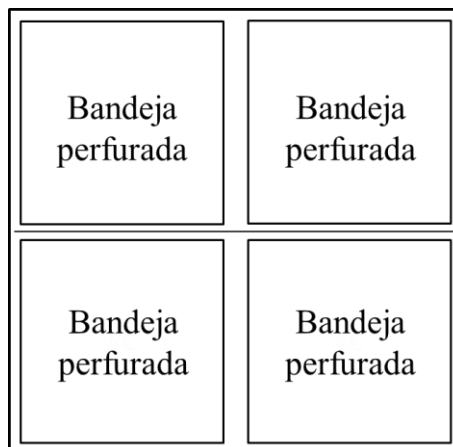


Figura 4.2. Vista superior do secador experimental – detalhe das bandejas perfuradas.

As folhas de jarrinha foram envolvidas em tecido do tipo voile e espalhadas sobre as bandejas, perfazendo a camada de aproximadamente 0,06 m. Dois tratamentos foram regulados para aquecer a $36,4 \pm 1,32$ e $44,8 \pm 0,76$ °C enquanto outro tratamento foi utilizado apenas o ar ambiente, sem aquecimento ($28,8 \pm 1,30$ °C), com velocidade de ar controlada de $1,0 \text{ m s}^{-1}$, essa velocidade de ar foi obtida no experimento anterior, e umidades relativas de 40,31, 25,95; e 60,88%, respectivamente.

A redução do teor de água ao longo da secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico (perda de massa), conhecendo o teor de água inicial do produto até atingir o teor de água desejado. O acompanhamento da redução da massa durante a secagem foi realizado com auxílio de uma balança com resolução de 0,0001 g.

As temperaturas do ar de secagem foram monitoradas por meio de termopares instalados no interior e exterior do secador. A temperatura e umidade relativa ambiente foram monitoradas por um termo-higrômetro digital integrado, com precisão de 3%, sendo a umidade relativa no interior dos secadores obtida por meio dos princípios básicos de psicrometria, utilizando o programa computacional GRAPSI (Melo et al., 2004).

Obtenção do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada usando um aparelho Clevenger adaptado ao balão de 3 L. No balão foi colocada a amostra juntamente com 2 L de água

destilada. Foram utilizadas, aproximadamente, 60 g de folhas secas, enquanto as mesmas foram moídas em um micro moinho tipo Willye TE – 648 (TECNAL). O tempo de extração foi de 150 min, contado a partir do momento da ebulição (Ming et al., 1996).

O óleo essencial foi extraído da fase aquosa utilizando diclorometano (3 x 6 mL/20 min cada). As frações orgânicas obtidas foram reunidas e adicionadas a elas sulfato de sódio anidro, em seguida após 30 min foi feita a retirada do sulfato por filtração. A massa do óleo, após a evaporação do solvente, foi determinada por pesagem em balança analítica com resolução de 0,0001 mg.

As amostras de óleo foram transferidas para frascos de vidro âmbar, tampadas com papel alumínio e em seguida foram feitos furos pequenos na tampa para a evaporação do solvente e armazenadas em geladeira a 4-8 °C, até o momento das análises.

Análises químicas por cromatografia gasosa/espectrometria de massas

As análises químicas foram realizadas no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, em aparelho de cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas quadrupolar (CG-EM), Shimadzu QP5050A (Kyoto, Japão), nas seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida, modelo DB-5 (30 m de comprimento X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 µm de espessura do filme) (Shimadzu, Japão), com vazão de 1 mL.min⁻¹ de Hélio como gás de arraste; aquecimento com temperatura programada (60 °C com um gradiente de 3 °C.min⁻¹ até 240 °C e, em seguida, com um gradiente de 10 °C.min⁻¹ até 270 °C, mantendo uma isoterma de 7 min, com um tempo total de corrida de 70 min). A energia de ionização do detector foi de 70 eV, sendo o volume de injeção da amostra de 1,0 ml diluídas em diclorometano (grau ultrarresíduo, Baker, EUA) e uma razão de injeção de 1:20. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 220 e 240 °C, respectivamente. A análise foi conduzida no modo varredura, a velocidade de 2,0 varredura.s⁻¹, com um intervalo de massas de 45-500 m/z.

Análise estatística

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, sendo três temperaturas do ar de secagem. Cada tratamento foi composto por quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais. Nos experimentos, os resultados foram submetidos à análise de variância (Prob $F < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa de análise SISVAR (Ferreira, 2011).

4. 5. Resultados e Discussão

Na Figura 4.3, estão apresentadas as temperaturas médias no interior do secador contendo as folhas para as três temperaturas de secagem, bem como a temperatura e a umidade relativa ambiente. Nota-se que as temperaturas médias dentro dos secadores foram de $44,8 \pm 0,76$; $36,4 \pm 1,32$ e $28,8 \pm 1,30$ °C. Já a temperatura ambiente e umidade relativa foram de $26,1 \pm 1,7$ °C e $71,3 \pm 6,87\%$, respectivamente. A diferença entre as temperaturas do ar ambiente (26,1 °C) e do secador sem aquecimento (28,8 °C) esta alteração ocorre por causa do aquecimento promovido pelas pás do ventilador.

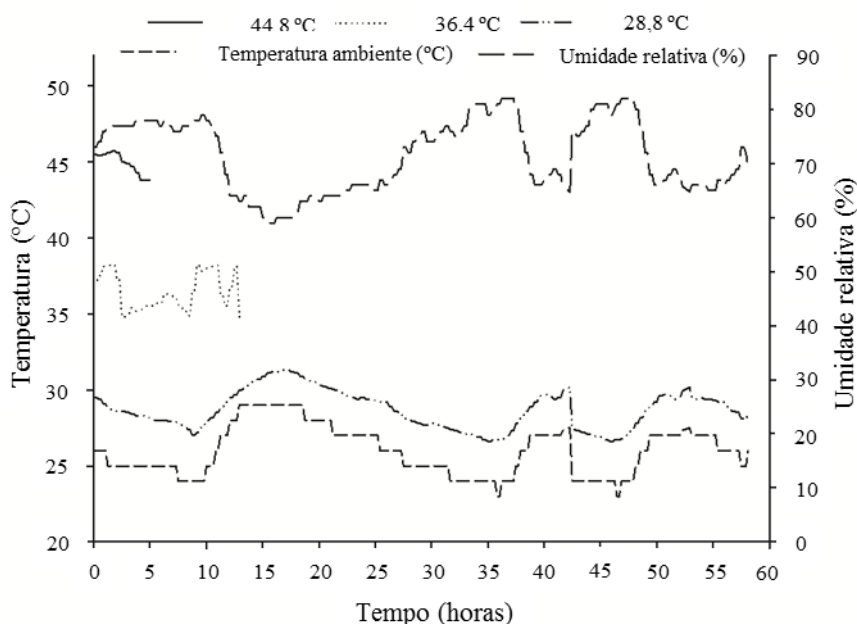


Figura 4.3. Temperaturas no interior das bandejas contendo as folhas *Aristolochia cymbifera* para as três temperaturas do ar de secagem, bem como a temperatura e a umidade relativa ambiente.

As folhas de *A. cymbifera* foram secas até atingir os teores de água de 10,16; 9,74 e 11,72 (% b.u.), para os tratamentos de 44,8; 36,4 e 28,8 °C,

respectivamente. Estes valores estão dentro da faixa recomendada para diferentes farmacopeias, entre 8 e 14 (% b.u.) (Farias, 2003).

Na Figura 4.4, estão apresentadas as curvas de secagem para diferentes temperaturas do ar.

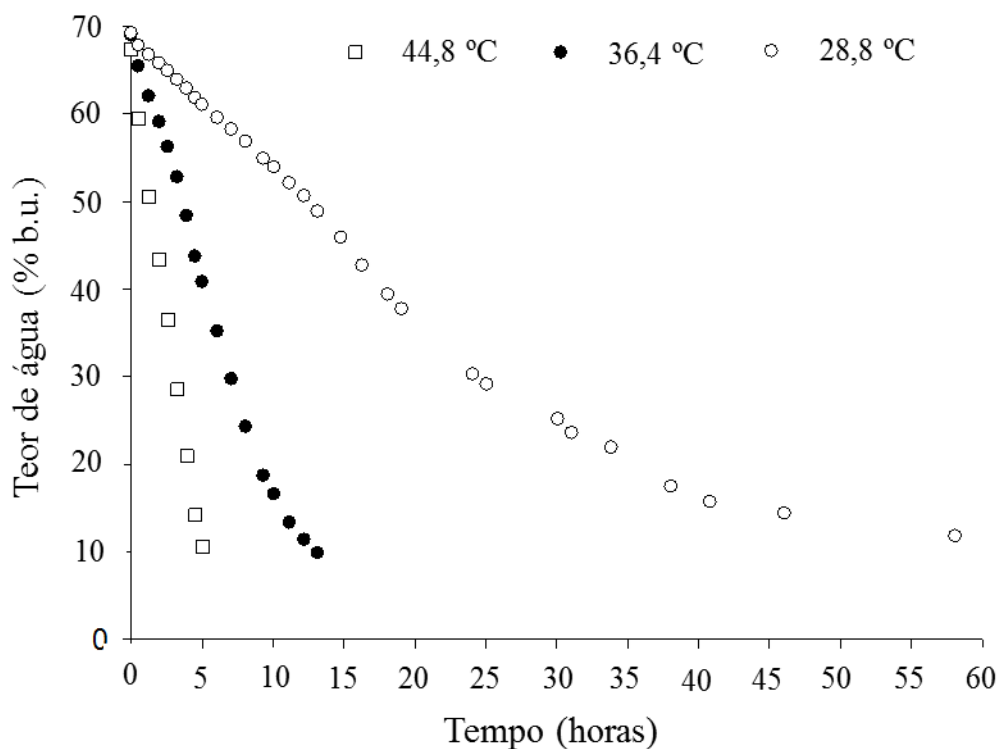


Figura 4.4. Curvas de secagem de *Aristolochia cymbifera* com diferentes temperaturas do ar de secagem.

Nota-se que com o aumento das temperaturas do ar de secagem a água das folhas de *A. cymbifera* foi removida mais rapidamente, proporcionando a redução no tempo de secagem, sendo de 5,00; 10,58 e 58,13 horas, respectivamente para as temperaturas de 44,8; 36,4 e 28,8 °C. O aquecimento do ar proporcionou a redução no tempo de secagem, quando comparado a temperatura sem aquecimento (28,8 °C), de 5,49 e 11,63 vezes, respectivamente, para as temperaturas de 36,4 e 44,8 °C.

Barbosa et al. (2006), estudando a influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. e. Brown, verificaram que o aumento da temperatura reduz o tempo de secagem, sendo de 31,42; 3,42; 1,83; 1,17; 0,75 e 0,55 horas, para as temperaturas ambiente (25±1), 40, 50, 60, 70 e 80 °C, respectivamente.

Na Figura 4.5, são apresentados os resultados das extrações do óleo essencial das folhas de *Aristolochia cymbifera* em diferentes temperaturas de secagem.

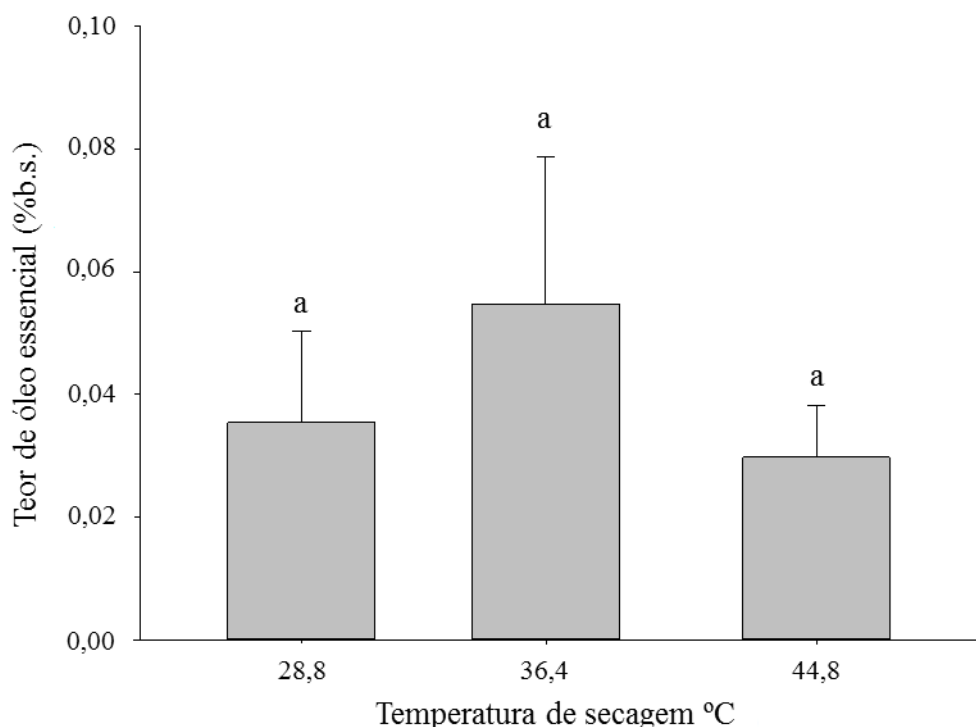


Figura 4.5. Teor de óleo essencial extraído de folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc submetidas à secagem com diferentes temperaturas do ar de secagem.

As temperaturas do ar de secagem de 28,8; 36,4 e 44,8 °C não influenciaram no teor de óleo essencial de *A. cymbifera*. Radünz et al. (2002), estudando o efeito da temperatura do ar de secagem no rendimento extrativo de óleo essencial em alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), utilizando um secador experimental de leito fixo, verificaram que não houve diferença no rendimento do teor de óleo essencial para as temperatura ambiente, 40, 50, 60 e 70 °C. Uma explicação para esse fato é a presença de células secretoras internas, denominadas de idioblastos oleíferos, características da família Aristolochiaceae. Essas células podem estar relacionadas à inexistência de perda de óleo essencial com o processo de secagem usado neste trabalho (Figueiredo et al. 1997).

Já Soares et al. (2007), avaliando a influência de quatro temperatura de secagem (40, 50, 60 e 70 °C) e duas velocidades do ar (0,9 e 1,9 m s⁻¹) no teor de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L., verificaram que o teor de óleo essencial foi

influenciado tanto pela velocidade quanto pela temperatura do ar de secagem, indicando que o óleo desta espécie sofre volatilização dos seus compostos.

Na Tabela 4.1, são apresentados os resultados da composição química das extrações do óleo essencial das folhas de *Aristolochia cymbifera* em diferentes temperaturas de secagem.

Tabela 4.1. Composição química do óleo essencial de folhas de *Aristolochia cymbifera* Mart. e Zucc submetidas a três temperaturas do ar de secagem com velocidade do ar de secagem de 1 m s^{-1} .

Compostos	IK ²	Temperaturas de secagem		
		44,8 °C	36,4 °C	28,8 °C
(E)-Nerolidol	1561	10,84±0,37 ¹ a	11,24±1,25 a	10,26±0,59 a
Alloaromadendreno	1458	1,76±0,11 a	1,71±0,52 a	1,94±0,16 a
Aromadendreno	1439	3,09±1,95 a	3,94±2,29 a	5,31±1,92 a
Biciclogermacreno	1500	22,50±0,33 a	19,99±3,17 a	23,13±1,84 a
Cedrol	1597	0,32±0,24 a	1,26±1,00 a	0,54±0,23 a
Ciclosativeno	1368	2,55±0,10 a	1,93±1,13 a	1,67±0,21 a
Espatulenol	1575	15,14±0,83 a	12,30±3,74 a	16,72±1,17 a
Farnesol (cis, cis)	1715	0,27±0,14 a	0,32±0,11 a	0,22±0,17 a
Germacreno B	1559	3,13±0,22 a	2,68±1,53 a	3,38±0,23 a
Lanceol	1759	0,23±0,20 a	0,69±1,00 a	0,33±0,08 a
Óxido de cariofileno	1582	1,46±0,73 a	2,73±0,99 a	1,32±0,61 a
Valenceno	1494	2,44±1,64 a	0,15±0,18 a	1,05±1,53 a
Viridifloreno	1494	0,64±0,18 a	0,62±0,33 a	0,80±0,24 a
Viridiflorol	1589	4,99±0,47 a	4,56±1,01 a	4,77±2,40 a
α -copaeno	1368	1,36±0,15 a	1,95±1,41 a	0,98±0,13 a
α -Curcumeno	1480	0,31±0,14 a	0,92±0,85 a	0,61±0,06 a
α -Himachaleno	1448	5,86±0,33 a	6,33±1,14 a	5,95±0,58 a
α -Humuleno	1452	1,01±0,99 a	0,45±0,09 a	0,49±0,06 a
α -Muuroleno	1489	0,93±0,05 a	0,58±0,38 a	0,86±0,1 a
α -Muurolol	1643	0,60±0,11 a	0,41±0,20 a	0,50±0,11 a
β -Bourboneno	1387	1,47±0,13 a	1,74±0,62 a	1,76±0,20 a
β -chamigreno	1476	1,45±0,18 a	0,82±0,81 a	0,69±0,70 a
β -elemeno	1390	2,69±0,36 a	2,49±1,82 a	2,78±0,28 a
β -Selineno	1485	0,82±0,45 a	0,57±0,68 a	1,15±0,18 a
γ -Gurjuneno	1473	1,89±0,69 a	2,25±1,03 a	1,42±0,31 a
δ -Cadineno	1522	8,60±0,60 a	7,35±1,38 a	9,10±0,48 a

¹Médias de quatro extrações independentes seguidas pelo desvio padrão. ²Índices de Kovats. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não difere entre si pelo teste de Tukey aos 5% de significância.

Os constituintes majoritários do óleo essencial de *A. cymbifera*, biciclogermacreno, espatulenol, (E)-nerolidol, δ -Cadineno, α -himachaleno e viridiflorol não foram influenciados pelas condições de secagem, sendo que estes componentes representam aproximadamente de 67,93; 61,77 e 69,93% do óleo obtido das plantas secas a 44,8; 36,4 e 28,4 °C, respectivamente.

Estes resultados indicam que os componentes não são influenciados pela temperatura do ar de secagem, corroborando com Barbosa et al. (2006), quando os constituintes majoritários do óleo de *Lippia alba* (Mill) N. E. BROWN nerol, neral, genariol, e geranial não diferiram para as diferentes temperaturas de secagem (40, 50, 60, 70, 80 e ambiente).

O componente majoritário foi o biciclogermacreno que variou ente 19,99-22,5%. Este composto é um sesquiterpenoide com atividade antifúngica (Silva et al., 2007). Já o componente que teve a segunda maior concentração foi o espatulenol, variando entre 12,3-16,72%, este composto pode ser usado em composições aromatizantes para alimentos e perfumes sofisticados. Pode ser também aplicado em alimentos, remédios, creme dental, sabonetes, detergentes, agentes de limpeza e outros produtos, cosméticos e soluções para tratamento de pele (Naarden, 1985 citado por Mendes et al., 2008).

4.6. Conclusão

O aumento da temperatura do ar de 28,8 para 44,8 °C diminuiu o tempo de secagem das folhas de *A. cymbifera* de 58,13 horas para 5 horas. Com o aquecimento ocorre redução no tempo de secagem de 5,49 e 11,63 vezes, respectivamente, para as temperaturas de 36,4 e 44,8 °C.

A temperatura do ar de secagem não influenciou no teor de óleo essencial extraído. Todos os compostos químicos identificados não foram influenciados pelas temperaturas de secagem analisadas.

4.7. Referências bibliográficas

American Society of Agricultural Engineers, ASAE S358.2 DEC99; **Standards Engineering Practices Data**, Moisture Measurement – 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. 26, p. 1221 - 1225, 2006.

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, 557 - 564, 2007.

CORRÊA, R. M.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P.; REIS, E. S.; ALVES, T. L. Rendimento de óleo essencial e caracterização organoléptica de folhas de assa-peixe submetidas a diferentes métodos de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.339 - 344, 2004.

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. UFRGS – UFSC: Rio Grande do Sul – Santa Catarina, 2003.

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

FIGUEIREDO A. C., BARROSO, J G; PEDRO, L. G.; SCHEFFER, J. J. C. Physiological aspects of essential oil production. In: Essential Oils: Basic and Applied Research, Ch Franz, Á Máthé, G Buchbauer (Eds), , Proceedings of the 27th International Symposium on Essential Oils, **Allured Publishing Corporation**, Carol Stream, IL. p. 95 - 107, 1997.

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

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da flora, 512 p, 2002.

MELO, E. C.; LOPES, D. C.; CORRÊA, P. C. Grapsi – programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. **Engenharia Agrícola**, v.12, n.2, p.154 - 162, 2004.

MENDES, S.; NUNES, D. S.; MARQUES, M. B.; TARDIVO, R. C.. FILHO, V. C.; SIMIONATTO, E. L. e JUNIOR, A. W. Essential oil of *Baccharis*

semiserrata, a source of spathulenol. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, v. 14, n. 3, 241 - 245, 2008.

MING, L.C., FIGUEIREDO, R.O., MACHADO, S.R., ANDRADE, R.M.C. Yield of essential oil of and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) Poaceae. *Acta Horticulturae*, v.26, p.555-559, 1996.

POVH, N. P. **Obtenção do óleo essencial da camomila (*Matricaria recutita* [L.] Rauschert) por diferentes métodos: destilação por arraste a vapor, extração com solventes orgânicos e extração com CO₂ supercrítico.** Campinas, 2000. 217 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

RADÜNZ, L. L.; MELO, E. C.; BERBERT, P. A. Efeitos da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade do óleo essencial de alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 27, n. 2, p. 9 - 13, 2002.

ROCHA, R. P.; MELO, E. C.; BARBOSA, L. C. A.; RADÜNZ, L. L. Effect of drying air temperature upon the essential oil content of *Mikania glometa*. **African Journal of Food Science and Technology**, v. 2, n.8, p. 184 - 188, 2011.

SILVA, L.; ONIKI, G. H.; AGRIPINO, D. G.; MORENO, P. R. H.; YOUNG, C. M.; MAYWORM, M. A. S.; LADEIRA, A. M. Bicyclgermacreno, resveratrol e atividade antifúngica em extratos de folhas de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & Jarvis (Vitaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.3, p.361 - 367, 2007.

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 e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p.1108 - 1113, 2007.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.

URZÚA, A. M. & SOTES, G. J. Essential oil composition of *Aristolochia chilensis* a host plant of *Battus polydamas*. **Journal of the Chilean Chemical Society**, v. 53, n. 1, 1372 - 1374, 2008.

WU, T. S., DAMU, A. G., SU, C. R., KUO, P. C. Terpenoids of *Aristolochia* and their biological activities. **Natural Product Reports**, v.21, p.594 - 624, 2004.

5. CONCLUSÃO GERAL

O aumento da velocidade de $0,5 \text{ m s}^{-1}$ para 2 m s^{-1} , diminuiu o tempo de secagem de 22 horas para 16 horas.

A velocidade do ar de secagem não influenciou no teor de óleo essencial extraído, os compostos minoritários germacreno, hex-2-enal, viridiflorol e cedrol foram influenciados no processo de secagem e os compostos majoritários, principalmente o espatulenol, não foram influenciados pelas velocidades de $0,5$, $1,0$ e $2,0 \text{ m s}^{-1}$ testado neste trabalho.

O aumento da temperatura do ar de $28,8$ para $44,8 \text{ }^\circ\text{C}$ diminuiu o tempo de secagem das folhas de *A. cymbifera* de 58,13 horas para 5 horas. Com o aquecimento ocorre redução no tempo de secagem de 5,49 e 11,63 vezes, respectivamente, para as temperaturas de $36,4$ e $44,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Foram identificados 26 componentes no óleo essencial de *A. cymbifera*. A temperatura do ar de secagem não influenciou no teor de óleo essencial extraído.

Foram identificados 54 constituintes no óleo essencial extraído das folhas de *A. cymbifera* no período de outubro de 2011 e 26 constituintes no período de abril de 2012. Percebe-se claramente que houve a diminuição de 18 constituintes, indicando que houve variação devido à sazonalidade.

Os constituintes majoritários foram os mesmos nos dois trabalhos, apenas o δ -Cadineno foi adicionado como constituinte majoritário na secagem em diferentes temperaturas.

Conclui-se que o período mais adequado para a coleta é em abril, quando, há um aumento na porcentagem dos constituintes majoritário do óleo essencial, e a melhor temperatura para a extração do óleo essencial de *A. cymbifera* fica entorno de $28,8$ e $44,8$ e velocidade do ar de secagem em 1 m s^{-1} .