

## INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR DE SECAGEM SOBRE O TEOR E A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* (Mill) N. E. BROWN

Fabrizio da F. Barbosa e Luiz C. A. Barbosa\*

Departamento de Química, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa - MG, Brasil

Evandro C. Melo e Fernando Mendes Botelho

Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa - MG, Brasil

Ricardo H. S. Santos

Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa - MG, Brasil

Recebido em 26/9/05; aceito em 7/2/06; publicado na web em 14/6/06

EFFECT OF DRYING AIR TEMPERATURE UPON THE CONTENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL FROM *Lippia alba* (Mill) N. E. BROWN. Leaves of *Lippia alba* were submitted to six different drying treatments, using air at ambient temperature and heated up to 80 °C. The essential oil was extracted by steam distillation and analyzed by GC-MS. For the dried leaves, the oil content was reduced by 12 to 17% when compared with the fresh plant (0.66%). The major oil component was citral, representing 76% for the fresh plant, and varying from 82 to 84% for the dried material. These results showed that *L. alba* can be submitted to a drying process of up to 80 °C without degradation and/or loss of the major, [LC1] active component.

Keywords: medicinal plant; *Lippia alba*; citral.

### INTRODUÇÃO

*Lippia alba* (Mill) N. E. BROWN, planta pertencente à família Verbenaceae, é caracterizada como um arbusto de até 1,50 m de altura, de ramos finos, esbranquiçados e quebradiços<sup>1-4</sup>. É conhecida popularmente por vários nomes. Por ex., no Sudeste é chamada de cidreira-de-arbusto, cidreira brava, falsa-melissa e alecrim selvagem, enquanto que no Nordeste é conhecida como erva-cidreira ou falsa melissa<sup>4</sup>.

Extratos e infusões de suas folhas e flores são usados na medicina popular em diversos países para tratamento de resfriados, gripes, bronquites, tosses, asma, febre, problemas digestivos e hepáticos, sífilis, diarreias e disenterias<sup>5-7</sup>. Ações calmantes e espasmolíticas suaves foram comprovadas e atribuídas ao citral, enquanto atividade analgésica foi atribuída ao mirceno, ambos presentes no óleo essencial de erva-cidreira-brasileira<sup>5,8,9</sup>. Em estudos com cobaias foram observados efeitos ansiolíticos, citostáticos, anticonvulsivantes e antiulcerogênicos<sup>6,10</sup>. Por serem desprovidas de ações tóxicas, as infusões de erva-cidreira-brasileira podem ser consumidas em altas dosagens<sup>11</sup>.

A composição química do óleo essencial da erva-cidreira-brasileira é variável, sendo relatado com maior frequência na literatura quimiotipos contendo citral, carvona e linalol como constituintes majoritários<sup>4,8,12-15</sup>. Essa variação na composição química se deve também ao estágio de desenvolvimento da cultura, à sua localização geográfica, às características de solo, clima e outras condições locais<sup>3,5,12,16</sup>.

A qualidade dos fitoterápicos depende de uma série de fatores, mas tem início na identificação correta da espécie e continua no plantio, na colheita e no beneficiamento. Diversos fatores influenciam na qualidade final do produto, como variações climáticas, solo, época de colheita, características genéticas da planta, condições de secagem e tempo de armazenamento<sup>17</sup>.

As plantas, devem ser comercializadas, consumidas ou secadas, imediatamente após a colheita, objetivando-se minimizar as perdas das substâncias ativas, pois a partir do momento da colheita inicia-se um processo de degradação dessas substâncias, devido ao aumento da atividade enzimática<sup>18</sup>. Teores elevados de água nas partes vegetais, além de permitirem a ação enzimática, também favorecem o desenvolvimento de microorganismos, comprometendo as qualidades terapêuticas<sup>19</sup>.

A necessidade de redução imediata do teor de água logo após a colheita torna o processo de secagem uma etapa indispensável pois, além de permitir a inibição da atividade enzimática e o desenvolvimento de microorganismos, facilita o armazenamento e transporte, contribuindo para regular a oferta e a comercialização das plantas<sup>20-22</sup>.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de estudar os efeitos da temperatura do ar de secagem na qualidade dos princípios ativos de plantas medicinais. Entretanto, cada espécie apresenta um comportamento diferenciado para a mesma temperatura do ar de secagem<sup>20-25</sup>.

Diante do exposto, e devido à importância comercial de *L. alba*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura do ar de secagem no teor e na composição química do óleo essencial dessa espécie, visando encontrar as melhores condições de secagem que não acarretem alterações significativas na constituição dos princípios ativos de seu óleo.

### PARTE EXPERIMENTAL

#### Cultivo, colheita e seleção das plantas

As plantas foram cultivadas no Viveiro de Plantas Ornamentais da Universidade Federal de Viçosa e colhidas entre 8 e 9 h da manhã. A colheita foi realizada cortando-se a parte aérea da planta 5 cm acima do solo. Após a colheita, as plantas foram submetidas às operações de desfolha e seleção, descartando-se as plantas doentes e atacadas por insetos.

\*e-mail: lcab@ufv.br

## Secagem

Para avaliar a influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial das folhas de *L. alba* foi utilizado um secador de bandejas com fluxo de ar ascendente, conforme a Figura 1.

O secador foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Agrícola da UFV e é constituído por duto para entrada de ar, ventilador e seu motor elétrico, sistema de aquecimento (queimadores de GLP e válvulas eletromagnéticas), controle automático de temperatura, plenum inferior e superior, câmara de secagem, duto para recirculação de ar e duto para saída do ar (exaustão)<sup>25</sup>.

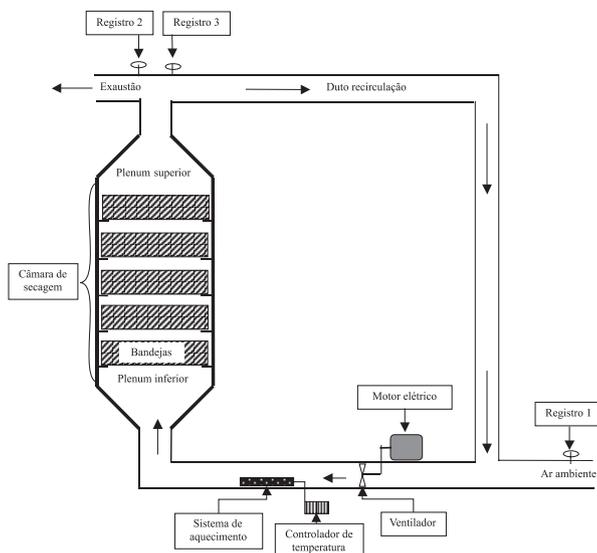


Figura 1. Esquema do secador utilizado na secagem de *L. alba*

A câmara de secagem é composta por cinco bandejas de dimensões 0,25 x 0,25 x 0,15 m com tampas em tela, construídas de aço inoxidável, perfazendo um volume total na câmara de aproximadamente 0,0469 m<sup>3</sup>.

Os tratamentos de secagem utilizados envolveram o uso de ar à temperatura ambiente (25 °C) e ar aquecido à [LC2] 40, 50, 60, 70 e 80 °C, com variação de ±1 °C, comparando-se estes com a planta fresca (testemunha). O secador foi regulado para operar com velocidade do ar de 0,3 m s<sup>-1</sup>, para todos os tratamentos de secagem.

Foram utilizados 400 g de folhas em cada teste de secagem, perfazendo uma camada de 0,15 m de espessura, sendo realizadas três repetições para cada temperatura do ar. As folhas foram colocadas para secar após a regulagem e estabilização da temperatura e da velocidade do ar do secador.

O momento de interrupção de cada ensaio de secagem foi determinado quando o produto atingia massa final equivalente ao teor de água de 10% b.u., calculada usando-se a Equação 1.

$$M_f = M_i \times \left( \frac{100 - U_i}{100 - U_f} \right) \quad (1)$$

onde:  $M_f$  = massa final do produto (g);  $M_i$  = massa inicial do produto (g);  $U_i$  = teor de água inicial do produto (%b.u.);  $U_f$  = teor de água final do produto (%b.u.).

O teor de água inicial foi previamente determinado por gravimetria. Após a secagem, as amostras foram armazenadas em embalagens de polietileno, sendo essas lacradas e armazenadas em câmara B.O.D., com temperatura de 4 °C, até o momento das análises.

## Determinação do teor de água

A determinação do teor de água foi realizada antes e depois da secagem, conforme metodologia descrita pela Asae Standards para forrageiras e similares (plantas ou folhas)<sup>26</sup>. Foram utilizadas 25 g de amostras, que foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar em temperatura de 103 ± 2 °C por 24 h, sendo realizadas três repetições.

## Obtenção do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada usando-se um aparelho Clevenger adaptado a um balão de 2 L. No balão foi colocada a amostra juntamente com 1 L de água destilada. Para as folhas secas foram utilizadas amostras de 10 g e para as folhas frescas (testemunha) foram utilizadas amostras de 50 g. As folhas foram cortadas transversalmente com comprimento de 1 cm. O tempo de extração foi de 180 min, contado a partir do momento da ebulição.

O óleo essencial foi extraído da fase aquosa utilizando-se pentano (3 x 50 mL). As frações orgânicas obtidas foram reunidas e secadas com sulfato de magnésio anidro, filtradas e o solvente foi removido sob pressão reduzida em evaporador rotativo à 40 °C. A massa do óleo obtido foi determinada por pesagem em balança analítica com precisão de 0,1 mg.

As amostras de óleo obtidas foram transferidas para frascos de vidro e armazenadas sob atmosfera de nitrogênio em freezer a -20 °C, até o momento das análises.

## Análises químicas

A análise do óleo essencial das folhas de *L. alba* foi realizada por cromatografia gasosa associada à espectrometria de massas (CG-EM), utilizando-se equipamento da marca Shimadzu, modelo GCMS-QP 5050A. Para a identificação dos constituintes químicos foi empregada uma coluna DB-5HT, da marca J & W Scientific®, com 30 m de comprimento, d.i. de 0,32 mm, espessura do filme de 0,10 µm, e nitrogênio como gás carreador. As condições de operação do cromatógrafo a gás foram: pressão interna da coluna de 56,7 kPa, razão de split de 1:20, fluxo de gás na coluna de 1,0 mL min<sup>-1</sup> (à 210 °C), temperatura no injetor de 220 °C, temperatura no detector ou na interface (CG-EM) de 240 °C. A temperatura da [LC3] inicial da coluna foi 60 °C por 1 min, seguido de um incremento de 3 °C/min até atingir 240 °C, sendo mantida constante por 30 min. O espectrômetro de massas foi programado para realizar leituras em uma faixa de 29 a 400 Da, em intervalos de 0,5 s, com energia de ionização de 70 eV. Foi injetado 1 µL de cada amostra, na concentração de 10.000 ppm, dissolvida em hexano. A identificação dos componentes foi feita pela comparação de seus espectros de massas com os disponíveis no banco de dados da espectroteca Willey 330.000, e também pelos índices de Kovats<sup>27</sup>. Para cálculo dos índices de Kovats, foi injetada no cromatógrafo uma mistura de alcanos lineares (C10 a C24)<sup>28</sup>.

A quantificação dos componentes foi realizada utilizando-se um cromatógrafo a gás com detector de ionização de chamas (GC-FID) da marca Shimadzu, modelo GC-17A. As análises foram realizadas nas mesmas condições descritas para a identificação dos constituintes. Essas análises foram realizadas em triplicata.

## Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, sendo realizados três testes de secagem para cada temperatura do ar. Para as análises estatísticas foram realizadas análises de

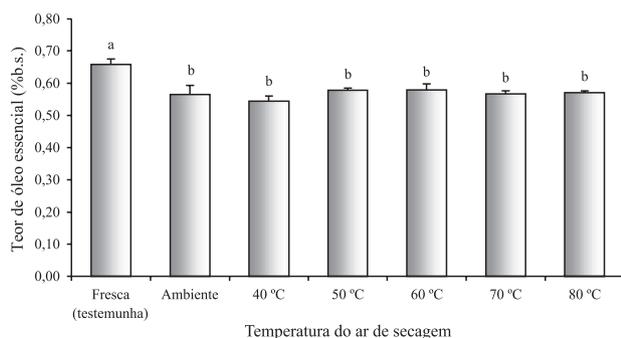
variâncias, de desvios padrão e testes de comparações múltiplas de médias (Tukey), usando o programa para análise estatística SAEG<sup>®29</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas foram secadas até atingirem o teor de água de 10% b.u. Este valor foi usado como referência, pois está de acordo com o recomendado pelas diferentes farmacopéias, entre 8 e 14% b.u.<sup>19</sup>.

O tempo gasto para a secagem foi de 1885 min, quando foi utilizado ar em temperatura ambiente (aproximadamente  $25 \pm 1$  °C). Quando foi utilizado ar aquecido, os tempos gastos foram de 205, 110, 70, 45 e 33 min, para as temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C, respectivamente, com variação de  $\pm 1$  °C em cada caso. Observa-se que o tempo de secagem à temperatura ambiente foi significativamente maior que os tempos dos tratamentos que utilizaram ar aquecido. Em termos operacionais, isso inviabiliza o processo de secagem com ar à temperatura ambiente, pois o gasto com energia elétrica para movimentação do ar será maior, além de aumentar consideravelmente a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos no material vegetal.

Na Figura 2 são apresentados os resultados das extrações do óleo essencial das folhas de erva-cidreira-brasileira em diferentes temperaturas de secagem.



**Figura 2.** Teor de óleo essencial extraído de folhas de erva-cidreira-brasileira submetidas à secagem com diferentes temperaturas do ar. Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para a planta fresca, o teor de óleo essencial encontrado foi de aproximadamente 0,66%, enquanto para as plantas submetidas à secagem em diferentes temperaturas, esse teor variou de 0,55 a 0,58%, conforme a Figura 2.

Observa-se que entre os tratamentos de secagem não foram observadas diferenças significativas no teor de óleo essencial. Entretanto, quando comparados os tratamentos de secagem com a planta fresca, verificam-se reduções entre 12 e 17% no teor de óleo essencial. Como o óleo essencial, nesta espécie, está armazenado nos tricomas secretores (presentes na epiderme foliar) e nos parênquimas paliádico e lacunoso<sup>1,30</sup>, essas reduções podem ser atribuídas à volatilização de parte do óleo essencial durante o processo de secagem, principalmente o que está armazenado nos tricomas secretores, localizados mais externamente.

Em trabalhos realizados com diferentes espécies medicinais, também foi observado que o aumento da temperatura do ar pode ocasionar considerável redução no teor de óleo essencial<sup>21,24,25</sup>.

Embora tenha sido observada diferença significativa entre o teor de óleo da planta fresca e da planta seca nas diferentes condições, o teor total do óleo obtido do acesso avaliado (em torno de 0,6%) mostrou-se superior aos descritos por vários autores<sup>1,12,13,31</sup>, que encontraram teores de óleo variando de 0,1 a 0,4% e inferior aos relatados por outros autores<sup>5,8,16,30,32</sup>.

A análise por CG/EM do óleo essencial das folhas de *L. alba* permitiu a identificação de aproximadamente 22 componentes, conforme apresentado na Tabela 1.

De acordo com os dados da Tabela 1, observa-se que os componentes majoritários do óleo essencial do quimiotipo de erva-cidreira-brasileira estudado foram neral (Z-citral) e geranial (E-citral). O total desses dois componentes representou 75,74% do óleo da planta fresca e em torno de 82 a 84% do óleo obtido das plantas secadas em várias temperaturas. O terceiro componente de maior concentração foi geraniol, com teor aproximado de 7%, no óleo da planta fresca, seguido por outros componentes, como linalol (1,47%) e o *trans*-cariofileno (1,18%). Observa-se ainda que, em todos os tratamentos, o total de componentes identificados no óleo essencial foi superior a 92% (Tabela 1). A composição química do óleo essencial de erva-cidreira-brasileira, contendo elevados teores dos isômeros neral e geranial, foi também observada em outros trabalhos<sup>3,8,12,30</sup>. Todavia, vários estudos demonstraram que essa espécie apresenta grande diversidade em seus constituintes principais, tendo sido identificados quimiotipos com altos teores de carvona<sup>5,8,12,16</sup>, germacreno-D<sup>12</sup>, limoneno<sup>12,16,31</sup>, piperitona<sup>31</sup>,  $\gamma$ -terpineno<sup>1</sup>, linalol<sup>13,15,33</sup> e 1,8-cineol<sup>33</sup>.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados dos testes de comparações múltiplas de médias, realizados para os principais componentes do óleo essencial.

Por esses dados (Tabela 2), verificam-se que os teores de citral apresentaram aumento significativo (de 75,74 para 84,00%) quando as folhas foram submetidas à secagem, independentemente do tratamento, quando comparados à planta fresca. Este aumento pode ser atribuído à oxidação do geraniol durante o processo de secagem, convertendo-se em geranial, o que pode explicar também a diminuição observada no conteúdo de geraniol. Pode-se observar ainda que o conteúdo de neral não diferiu significativamente entre os tratamentos de secagem, mas apresentou diminuição estatisticamente significativa quando comparado com a planta fresca. Esta diminuição pode ser atribuída à oxidação do neral durante a secagem, convertendo-se em neral. Analisando-se o constituinte neral, percebe-se um aumento, embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os tratamentos de secagem e nem quando comparados à planta fresca. Esses resultados estão de acordo com estudos de secagem de diversas espécies realizados por outros autores, que também relataram modificações nos componentes dos óleos essenciais de várias plantas em função da secagem<sup>20,21,24,25</sup>.

## CONCLUSÕES

A secagem de *L. alba* com temperatura do ar variando de ambiente até 80 °C resultou em uma redução entre 12 e 17% no teor de óleo essencial em relação ao obtido para a planta fresca. Observou-se ainda que o teor de citral (geranial + neral) no óleo essencial obtido das plantas secas foi, em média, 82,63% que é aproximadamente 6,89% maior que o encontrado no óleo obtido das plantas frescas (75,74%).

Considerando que o citral é o principal constituinte químico de interesse no óleo dessa planta, conclui-se que a secagem desta para fins de comercialização pode ser realizada utilizando ar aquecido de 40 até 80 °C. A decisão da temperatura de secagem a ser utilizada dependerá de um estudo de custos a ser realizado pelo produtor, em função do equipamento disponível em cada caso.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa (L. C. A. Barbosa), e Apoio Técnico (J. L. Pereira), à CAPES pela bolsa de estudo (F. F.

**Tabela 1.** Composição química do óleo essencial de folhas de erva-cidreira-brasileira submetidas à secagem com diferentes temperaturas do ar (valores expressos em percentual proporcional da área)<sup>1</sup>

Nº Componentes do óleo	IK <sup>2</sup>	Tratamentos de secagem						
		Planta fresca	Ar ambiente	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
1 Sabineno	977	t <sup>3</sup>	t	t	t	t	t	t
2 Oct-1-en-3-ol	981	1,78±0,21	0,44±0,26	0,98±0,44	1,11±0,19	1,09±0,16	0,76±0,1	0,84±0,40
3 6-metilept-5-en-2-ona	987	1,50±0,14	0,71±0,10	0,70±0,38	0,82±0,11	1,15±0,27	0,71±0,18	0,70±0,24
4 β-Mirceno	992	0,56±0,23	0,36±0,11	0,31±0,13	0,39±0,11	0,74±0,37	0,48±0,17	0,52±0,27
5 Octan-3-ol	994	t	t	t	t	t	t	t
6 p-Cimeno	1025	t	t	t	t	t	t	t
7 Hidrato de cis-sabineno	1068	0,50±0,05	0,63±0,09	0,54±0,08	0,59±0,02	0,63±0,04	0,53±0,10	0,52±0,11
8 Óxido de cis-linalol	1073	t	t	t	t	t	t	t
9 Óxido de trans-linalol	1087	t	t	t	t	t	t	t
10 Hidrato de trans-sabineno	1095	t	t	t	t	t	t	t
11 Linalol	1097	1,47±0,08	1,41±0,11	1,39±0,1	1,50±0,07	1,57±0,09	1,56±0,05	1,27±0,41
12 Terpinen-4-ol	1176	0,20±0,03	0,12±0,01	0,12±0,01	0,15±0,02	0,15±0,02	0,15±0,01	0,14±0,01
13 α-Terpineol	1188	t	t	t	t	t	t	t
14 Nerol	1228	2,57±0,17	0,58±0,03	0,54±0,06	0,70±0,07	0,61±0,09	0,58±0,03	0,60±0,08
15 Neral	1243	31,37±0,64	32,05±1,00	32,61±0,83	31,67±0,75	32,22±0,59	32,28±0,30	32,39±0,46
16 Geraniol	1256	7,59±0,99	3,63±0,53	3,72±0,43	4,21±0,50	4,31±0,70	4,48±0,37	4,40±0,30
17 Geranial	1273	44,37±1,39	51,04±1,15	51,39±0,43	50,56±0,97	49,76±1,44	49,79±0,82	49,93±0,42
18 Acetato de geranila	1381	0,50±0,05	0,30±0,12	0,54±0,09	0,57±0,02	0,51±0,04	0,71±0,02	0,64±0,08
19 Metil eugenol	1399	0,20±0,03	0,20±0,04	0,20±0,03	0,21±0,03	0,17±0,01	0,19±0,01	0,18±0,01
20 Trans-cariofileno	1418	1,18±0,80	0,23±0,18	0,32±0,05	0,47±0,48	0,56±0,15	0,44±0,12	0,64±0,22
21 Trans-nerolidol	1561	0,18±0,04	0,16±0,01	0,15±0,04	0,14±0,02	0,14±0,04	0,17±0,03	0,17±0,02
22 Óxido de cariofileno	1581	0,87±0,30	0,76±0,12	0,78±0,1	1,01±0,29	0,89±0,18	0,99±0,10	1,18±0,12
Total identificado		94,83±1,33	92,61±3,23	94,28±1,44	94,07±1,97	94,49±2,03	93,82±1,39	94,10±1,12

<sup>1</sup>Médias de três extrações independentes seguidas dos desvios padrão. <sup>2</sup>Índices de Kovats calculados. <sup>3</sup>t - Quantidades traços (< 0,1%).

**Tabela 2.** Teor dos principais constituintes químicos do óleo essencial de folhas de erva-cidreira-brasileira, submetidas à secagem sob diferentes temperaturas do ar<sup>1</sup>

Tratamentos	Componentes do óleo (% Área)				
	Nerol	Geraniol	Neral	Geranial	Geranial+Neral
Fresca (testemunha)	2,57 a	7,59 a	31,37 a	44,37 b	75,74
40 °C	0,54 b	3,72 b	32,61 a	51,39 a	84,00
50 °C	0,70 b	4,21 b	31,67 a	50,56 a	82,23
60 °C	0,61 b	4,31 b	32,22 a	49,76 a	81,98
70 °C	0,58 b	4,48 b	32,28 a	49,79 a	82,37
80 °C	0,60 b	4,40 b	32,39 a	49,93 a	82,32
Ar ambiente	0,58 b	3,63 b	32,05 a	51,04 a	83,09

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Barbosa). À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e CNPq/FINEP pelo apoio financeiro via o projeto CTInfra.

## REFERÊNCIAS

- Gomes, E. C.; Ming, L. C.; Moreira, E. A.; Miguel, O. G.; *Rev. Bras. Farm.* **1993**, *74*, 29.
- Matos, F. J. A.; *Rev. Bras. de Farm.* **1996**, *77*, 137.
- Castro, D. M.; Ming, L. C.; Marques, M. O. M.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **2002**, *4*, 75.
- Lorenzi, H.; Matos, F. J. A.; *Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas*, Instituto Plantarum: São Paulo, 2002; Martins, E. R.; Castro, D. M.; Castellani, D. C.; Dias, J. E.; *Plantas Mediciniais*, Ed. UFV: Viçosa, 2002.
- Alea, J. A. P.; Luis, A. G. O.; Pérez, A. R.; Jorge, M. R.; Baluja, R.; *Rev. Cub. Farmacia* **1996**, *30*, 1.
- Vale, T. G.; Matos, F. J. A.; Lima, T. C. M.; Viana, G. S. B.; *J. Ethnopharmacol.* **1999**, *1*, 127.
- Pascual, E. M.; Slowing, K.; Carretero, M. E.; Villar, A.; *Il Farmaco* **2001**, *56*, 501.
- Matos, F. J. A.; Machado, M. I. L.; Craveiro, A. A.; Alencar, J. W.; *J. Essent. Oil Res.* **1996**, *8*, 695.
- Viana, G. S. B.; Vale, T. G.; Rao, V. S. N.; Matos, F. J. A.; *Pharm. Biol.* **1998**, *36*, 1; Stefanini, M. B.; Rodrigues, S. D.; Ming, L. C.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **1998**, *1*, 39.
- Vale, T. G.; Furtado, E. C.; Santos-Júnior, J. G.; Viana, G. S. B.; *Phytomedicine* **2002**, *9*, 709; Zétola, M.; Lima, T. C. M.; Sonaglio, D.; Gonzáles-Ortega, G.; Limberger, R. P.; Petrovick, P. R.; Bassani, V. L.; *J. Ethnopharmacol.* **2002**, *82*, 207.
- Matos, F. J. A.; *Farmácias Vivas*, 3ª ed., UFC: Ceará, 1998.
- Zoghbi, M. G. B.; Andrade, E. H. A.; Santos, A. S.; Silva, M. H. L.; Maia, J. G. S.; *Flavour Fragr. J.* **1998**, *13*, 47.
- Lorenzo, D.; Paz, D.; Davies, P.; Vila, R.; Cañigueral, S.; Dellacasa, E.; *Flavour Fragr. J.* **2001**, *16*, 356.
- Maia, J. G. S.; Zoghbi, M. G. B.; Andrade, E. H. A.; *Plantas Aromáticas na Amazônia e Seus Óleos Essenciais*, Museu Paraense Emílio Goeldi: Pará, 2001.
- Atti-Serafini, L.; Pansera, M. R.; Atti-Santos, A. C.; Rossato, M.; Pauletti, G. F.; Rota, L. D.; Paroul, N.; Moyna, P.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **2002**, *4*, 72.

16. Stashenko, E. E.; Jaramillo, B. E.; Martínez, J. R.; *J. Chromatogr., A* **2004**, 1025, 93.
17. Andrade, F. M. C.; Casali, V. W. D.; Devita, B.; Cecon, P. R.; Barbosa, L. C. A.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **2001**, 4, 19; Silva, A. F.; Barbosa, L. C. A.; Nascimento, E.; Casali, V. W. D.; *J. Essent. Oil. Res.* **2000**, 12, 725; Martins, E. R.; Casali, V. W. D.; Barbosa, L. C. A.; Carazza, F.; *J. Braz. Chem. Soc.* **1997**, 8, 29; Casali, V. W. D.; Barbosa, L. C. A.; Lopes, R. C.; Cecon, P. R.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **2001**, 3, 7; Gonçalves, L. A.; Barbosa, L. C. A.; Azevedo, A. A.; Casali, V. W. D.; Nascimento, E. A.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **2003**, 6, 8; Silva, F.; Santos, R. H. S.; Diniz, E. R.; Barbosa, L. C. A.; Casali, V. W. D.; Lima, R. R.; *Rev. Bras. de Plantas Mediciniais* **2003**, 6, 33; Castro, H. G.; Oliveira, L. O.; Barbosa, L. C. A.; Ferreira, F. A.; Silva, D. J. H.; Mosquim, P. R.; Nascimento, E. A.; *Quim. Nova* **2004**, 27, 55.
18. Silva, F.; Casali, V. W. D.; *Plantas medicinais e aromáticas: Pós-colheita e óleos essenciais*, Arte e Livros: Minas Gerais, 2000.
19. 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.
20. Baritoux, O.; Richard, H.; Touche, J.; Derbesy, M.; *Flavour Fragr. J.* **1992**, 7, 267.
21. Venskutonis, P. R.; *Food Chem.* **1997**, 59, 219.
22. Park, K. J.; Yado, M. K. M.; Brod, F. P. R.; *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2001**, 21, 288.
23. Balbaa, S. I.; Hilal, S. H.; Haggag, M. Y.; *Planta Med.* **1974**, 26, 20.; Reynolds, L. B.; *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants* **1998**, 6, 9; Balladin, D. A.; Headley, O.; *Renewable Energy* **1999**, 1, 523.
24. Deans, S. G.; Svoboda, K. P.; *Acta Hort.* **1992**, 306, 450; Hansen, R. C.; Keener, H. M.; Elsohly, H. N.; *Trans. of the ASAE* **1993**, 36, 1387; Buggle, V.; Ming, L. C.; Furtado, E. L.; Rocha, S. F. R.; Marques, M. O. M.; *Acta Hort.* **1999**, 50, 71; Rocha, S. F. R.; Ming, L. C.; Marques, M. O. M.; *Rev. Bras. Plantas Mediciniais* **2000**, 3, 73; Martins, P. M.; Melo, E. C.; Barbosa, L. C. A.; Santos, R. H. S.; Machado, M. C.; *Acta Hort.* **2002**, 569, 155; Radünz, L. L.; Melo, E. C.; Berbert, P. A.; Barbosa, L. C. A.; Rocha, R. P.; De-Grandi, A. M.; *Rev. Bras. Armazenamento* **2002**, 27, 09.
25. Radünz, L. L.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2004.
26. American Society of Agricultural Engineers, ASAE S358.2 DEC99.; *Standards Engineering Practices Data, Moisture Measurement – Forages*, 2000.
27. Adams, R. P.; *Identification of essential oil components by Gas Chromatography Mass Spectroscopy*, Allured Publishing Corporation: Illinois, 1995.
28. Ribeiro-Junior, J. I.; *Análises estatísticas no SAEG*, Folha de Viçosa: Minas Gerais, 2001.
29. Grant, D. W.; *Capillary gas chromatography*, John Wiley & Sons: New York, 1996.
30. Ventrella, M. C.; *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2000.
31. Senatore, F.; Rigano, D.; *Flavour Fragr. J.* **2001**, 16, 169.
32. Braga, M. E. M.; Ehlert, P. A. D.; Ming, L. C.; Meireles, M. A. A.; *J. Supercrit. Fluid.* **2005**, 34, 149.
33. Tavares, E. S.; Lopes, D.; Bizzo, H. R.; Lage, C. L. S.; Leitão, S. G.; *J. Essent. Oil. Res.* **2004**, 16, 405.