

Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] extraído por arraste de vapor d'água, em escala comercial

Yield and chemical composition of essential oil of the chamomile [*Chamomilla recutita* (L.) Raeuchert] extracted for steam distillation.

Aurélio Vinicius Borsato^{1*}; Luiz Doni-Filho¹;
Lílian Cristina Côcco²; Edmilson Cezar Paglia³

Resumo

Com o objetivo de avaliar o rendimento e a composição química do óleo essencial de camomila submetida a um sistema de extração por arraste de vapor, em escala comercial, monitorou-se periodicamente o processo realizado, no município de Campo Largo – PR, num modelo utilizado pela “CHAMEL Ind. e Com. de Produtos Naturais Ltda.”, na safra de 2005. As determinações analíticas foram realizadas em laboratórios da UFPR, por meio da hidrodestilação e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. Os dados obtidos indicam que o óleo essencial da camomila extraído por meio do modelo de destilador utilizado apresentou qualidade aquém das expectativas. Grande parte do óleo essencial, inclusive seus principais componentes, estava sendo perdida junto ao hidrolato. No processo de destilação o monitoramento periódico de indicadores de qualidade e de eficiência é imprescindível para estabelecer condições adequadas de operacionalização.

Palavras-chave: Alfa-bisabolol, camazuleno, CG-EM

Abstract

The distillation process was periodically monitored, on Campo Largo-PR, in “CHAMEL Ind. e Com. de Produtos Naturais LTDA.”, in the 2005 harvest. The hydrodistillation and GC-MS analyses were done in the UFPR Laboratories. The obtained data indicate that the chamomile essential oil extracted through the distiller model used presented low quality. Great part of the essential oil, besides their main components, it was being lost with the hidrolato. In the distillation process the periodic evaluation of quality and efficiency indicators is indispensable to establish appropriate operational conditions.

Key words: Alpha-bisabolol, chamazulene, GC-MS

¹ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Paraná – Produção Vegetal, R. dos Funcionários, 1540, Curitiba-PR, 80.035-050, borsatoav@yahoo.com.br

² Engenheira Química, Universidade Federal do Paraná – Centro Politécnico, Curitiba-PR.

³ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Paraná – Campus Litoral, Caioba/Matinhos-PR.

* Autor para correspondência

Introdução

Os óleos essenciais são misturas complexas, com muitos constituintes, contendo proporções variáveis de ésteres, éteres, álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos de estrutura aromática ou terpênica (POVH et al., 2001; SIMÕES; SPITZER, 1999). A maioria deles é constituída de derivados fenilpropanóides ou de terpenóides.

A composição dos óleos essenciais pode ser influenciada pelos métodos de extração, os quais quando empregados de forma simplificada podem gerar produtos alterados e, conseqüentemente, ter suas propriedades bioativas comprometidas. Além do método, as condições operacionais empregadas para extração de óleos essenciais, poderão alterar suas características físico-químicas e também seus efeitos terapêuticos (POVH et al., 2001). Devido a labilidade dos constituintes dos óleos voláteis, a composição dos produtos obtidos por arraste de vapor de água difere da mistura dos constituintes inicialmente presentes nos órgãos secretores do vegetal (SIMÕES; SPITZER, 1999).

Durante o processo de destilação, a água, a acidez e a temperatura podem provocar a hidrólise de ésteres, rearranjos, isomerizações, racemizações e oxidações (SIMÕES; SPITZER, 1999). Métodos mais rápidos de extração, com o intuito de baratear o produto, poderão alterar drasticamente suas qualidades terapêuticas para um tratamento. O calor e a pressão usados no ato da extração podem, por exemplo, interferir na qualidade final do óleo essencial, pois no momento da extração as sensíveis moléculas de um princípio ativo podem ser quebradas e oxidadas em produtos de menor eficácia, ou às vezes até tóxico (SIMÕES; SPITZER, 1999).

Em sua maioria, os óleos essenciais são obtidos por destilação a vapor ou hidrodestilação (CASTRO; JIMÉNEZ-CARMONA; FERNÁNDEZ-PÉREZ, 1999; GUENTHER, 1952; OTTE, 1994; POVH et al., 2001). Neste método, eles são vaporizados quando a matéria-prima é submetida a uma corrente de vapor e a mistura dos vapores de óleo e água, ao condensar,

separa-se em camadas, pela diferença de densidade. No método por hidrodestilação o material a ser destilado permanece diretamente em contato com a água em ebulição. Enquanto que no método por arraste de vapor a matéria-prima é colocada sobre uma placa perfurada, a certa distância do fundo do extrator, de modo a evitar o contato direto com a água em ebulição; ou ainda, pode-se introduzir vapor de água, gerado a partir de caldeiras ou autoclaves, em uma câmara de expansão do extrator, antes de passar pela placa perfurada, onde é colocada a matéria-prima. Embora seja o mais antigo método de destilação, o mais versátil, comercialmente o mais usado e, normalmente, empregado como um processo artesanal por não necessitar de elevados investimentos, apresenta, porém, alguns efeitos pejorativos à qualidade do óleo essencial são: hidrodifusão, hidrólise e decomposição pelo calor.

Para as drogas vegetais constituídas de óleo essencial, a Farmacopeia Brasileira (1996) preconiza que a principal determinação quantitativa é o doseamento deste óleo, extraído por arraste de vapor d'água, em aparelho do tipo Clevenger modificado, conforme Wasicky (1963). Assim, torna-se o método mais utilizado como referência em nível experimental.

Dada sua importância terapêutica, o óleo de camomila está entre os mais utilizados e, conseqüentemente, os mais valorizados óleos essenciais em nível internacional. Dentre os componentes identificados no óleo essencial desta espécie, destacam-se o camazuleno e o alfa-bisabolol como as substâncias que apresentam propriedades mais bioativas (CURIONI; ALFONSO, 1996). Para ser considerada uma droga vegetal, a Farmacopeia Brasileira (1996) determina que a camomila deva apresentar teor mínimo de óleo essencial de 0,4%. No entanto, não constam valores relacionados à concentração de sua composição química. Diante da vulnerabilidade das substâncias que compõem o óleo essencial da camomila, tanto a fatores intrínsecos quanto a extrínsecos, é comum encontrar relatos na literatura relacionados a variações de rendimento e de sua composição química, tanto em seu habitat quanto em condições experimentais (SALAMÓN, 1994).

Guenther (1952) descreve uma variação de 0,25 a 1,35% no rendimento de óleo essencial da camomila em seu habitat. Em relação ao camazuleno, que é um de seus principais componentes, sua concentração pode variar de 1 a mais de 15%, dependendo da origem e da idade dos capítulos florais. O conteúdo de óleo essencial da camomila brasileira está em torno de 0,43-0,85 e sua composição é de aproximadamente 1,91-35,02% de camazuleno, 16,2% de óxido de bisabolol A, 25,83% de óxido de bisabolol B e 7,31-16,05% de alfa-bisabolol (COSTA, 2001; DONALÍSIO, 1985; MATOS et al., 1993; POVH et al., 2001).

A literatura também relaciona o rendimento e a composição química do óleo essencial da camomila com a utilização de diferentes métodos e procedimentos para sua extração, mostrando que, na maioria das vezes, há variações significativas (LAWRENCE, 1996; SALAMÓN, 1994). Povh et al. (2001) avaliando três métodos de extração do óleo essencial da camomila, constatou que a destilação por arraste a vapor (0,0012 g/g) apresentou menor rendimento em relação às extrações com etanol (0,041 g/g) e com CO₂ supercrítico (0,033 g/g). A composição química do óleo essencial da camomila, para os três métodos de extração, apresentou cromatogramas similares, cujos componentes principais identificados foram: gama-cadineno, alfa-farneseno, acetato de linalila, óxido de bisabolol B, alfa-bisabolol, camazuleno e óxido de alfa-bisabolona A. Além disso, o camazuleno foi detectado somente neste método, pois é um artefato produzido pelo calor durante a destilação. A composição obtida está de acordo com estudos realizados por Raal et al. (2003).

As potencialidades para atividade farmacológica e a vulnerabilidade das substâncias químicas que compõem o óleo essencial de plantas aromáticas e medicinais tem despertado interesse de alguns pesquisadores preocupados com a obtenção de produto de qualidade. O processo de extração tem se destacado com um dos principais fatores que influenciam o rendimento e a composição química do óleo essencial destas espécies. Em geral,

vislumbra-se estabelecer melhores condições de destilação em função da espécie estudada e, conseqüentemente da vulnerabilidade de seus componentes majoritários. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o rendimento e a composição química do óleo essencial da camomila submetida ao processo de extração por arraste de vapor d'água, em escala comercial.

Material e Métodos

No Município de Campo Largo-PR as colheitas da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] foram feitas entre os meses de outubro e dezembro do ano de 2005, com plataforma de tração mecânica, sendo imediatamente transportada à unidade de beneficiamento onde foi submetida a três experimentos de destilação. No primeiro experimento, a camomila foi classificada por meio de peneiras com furos circulares de 0,02 m de diâmetro, separando os capítulos florais soltos (denominada comercialmente “camomila de primeira”) que foram levados ao destilador. Nos demais experimentos não houve prévia classificação da camomila (denominada neste estudo de “camomila íntegra”), sendo, portanto submetida diretamente à destilação. A diferença entre o segundo e o terceiro experimento foi apenas a época de colheita, em que o último correspondeu ao final da safra.

A destilação foi efetuada por meio de um modelo de extração por arraste de vapor d'água, em escala comercial, utilizado pela “CHAMEL Ind. e Com. de Produtos Naturais Ltda.”. O referido modelo diferencia-se dos demais equipamentos normalmente utilizados, simplesmente pelo fato de que seus componentes principais (caldeira, dornas, condensador, separador, tubulações, registros e relógios) estão montados sobre um chassi de dois eixos, podendo ser deslocado por meio de tracionamento por cavalo mecânico comum.

Utilizou-se aproximadamente 1500 kg de camomila, depositados em dorna de aço inoxidável, uniformemente distribuídos e compactados por meio

de pisoteio. Em seguida, foi iniciado o processo de destilação ajustando a pressão da caldeira em torno de 5kgf. Periodicamente, durante todo o processo de destilação, foi monitorado o volume de hidrolato e de óleo essencial na saída do condensador e no vaso Florentino, respectivamente. Para a determinação do rendimento e composição química do óleo essencial da camomila, amostragens foram feitas periodicamente durante todo o processo de destilação. Contudo, antes do início do processo foram coletadas amostras de camomila (tempo zero - considerado testemunha) e encaminhadas para determinação dos teores de água (BRASIL, 1992) e de óleo essencial por meio da hidrodestilação, utilizando o aparelho do tipo Clevenger (WASICKY, 1963), com quatro horas de extração. Amostras de hidrolato coletadas periodicamente durante todo o processo de destilação por arraste de vapor foram re-destiladas por meio do Clevenger.

Amostras de óleo essencial foram destinadas ao Laboratório de Análises de Combustíveis – LACAUT, da UFPR, para determinação analítica quantitativa e qualitativa. Para a identificação dos componentes do óleo essencial da camomila, por meio da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa, foi utilizado equipamento *Varian* GC-MS, modelo CP 3800/*Saturn* 2000, com íon trap, com coluna capilar *Chrompack* de sílica fundida (CP-SIL PONA CB, 0,25 mm de diâmetro interno, 100 m de comprimento e 0,5 µm de filme líquido). Foi injetado 0,5 µl de amostra de óleo essencial em razão de *split* 1:100, com Temperatura inicial: 120°C, com Tempo inicial: 22 min., Rampa de Aquecimento: 10°C.min.⁻¹, Temperatura final: 230°C, Tempo de corrida total: 53 min.. A vazão de gás de arraste (Helio) foi de 2 mL.min.⁻¹, e temperatura de injetor de 200°C, a temperatura de *transfer line* de 200°C, a temperatura de *manifold* de 120°C, a temperatura de íon trap de 170°C, a pressão na coluna de 49,5 psi, a energia de ionização de 60 eV, por meio de impacto de elétrons e modulação axial de 4 V. O espectro de massa de cada componente do óleo essencial da camomila foi criteriosamente analisado

em comparação aos espectros do acervo das bibliotecas *Saturn* (GC-MS versão 5.51) e *Nist* (98 MS, versão 1.7).

A quantificação dos componentes do óleo essencial da camomila foi realizada por meio da cromatografia gasosa, utilizando equipamento *Varian*, modelo CP 3800, com detector de ionização de chama (CG-FID), com coluna capilar *Chrompack* de sílica fundida (CP-SIL 88 for FAME, 0,25mm de diâmetro interno, 50 m de comprimento e 0,2 µm de filme líquido). Amostras de óleo essencial de camomila foram pesadas em balança analítica de precisão e diluídas em 1 mL de solvente (hexano). Deste montante, 1 µL foi injetado em razão de *split* 1:100, com Temperatura inicial: 120°C, com Tempo inicial: 22 min., Rampa de Aquecimento: 10°C.min.⁻¹, Temperatura final: 230°C, Tempo de corrida total: 53 min.. A vazão de gás de arraste (Helio) foi de 1 mL.min.⁻¹, e temperatura de injetor de 250°C, a temperatura de FID de 300°C, a pressão na coluna de 25 psi. Gás de *make up*: ar sintético, nitrogênio e hidrogênio.

Resultados e Discussão

No momento em que estava sendo colocada no destilador, a camomila apresentava umidade média igual a 86,5%. Para os três experimentos, o período de destilação por arraste de vapor d'água foi de 10 horas, obtendo-se vazão média de condensação igual a 93,8 L.h⁻¹. O rendimento do óleo essencial da camomila obtido foi de apenas 0,2%b.s., bem menor que o obtido por meio da hidrodestilação (0,91%b.s.) em aparelho do tipo Clevenger. Nas amostras de hidrolato coletadas na saída do separador foi constatado elevado teor de óleo essencial (0,06%) por meio da re-destilação. Estes fatos indicam que embora o processo de destilação por arraste de vapor tenha sido eficaz, apresentou grande perda de óleo essencial durante o processo de separação, o que comprometeu sua eficiência.

Os teores de óleo essencial obtidos para a camomila no presente estudo estão coerentes com a literatura (COSTA, 2001; GUENTHER, 1952;

POVH et al., 2001; SALAMÓN, 1992), porém aquém do seu potencial de até 1,8% (BORSATO, 2006; BORSATO; DONI-FILHO; AHRENS, 2005a; 2005b). Provavelmente, o rendimento de óleo essencial extraído por meio do modelo de destilador utilizado poderia ter sido maior ou pelo menos equivalente ao obtido pela hidrodestilação (testemunha). Para isso, poderia ter sido reduzida a quantidade de vapor d'água que conseqüentemente reduziria a vazão de condensação e, com isso favoreceria o processo de separação entre hidrolato e óleo essencial. Contudo, seria prudente evitar com este procedimento o aumento excessivo do período de destilação, de modo a não inviabilizar o processo.

Ao utilizar camomila “de primeira” recém colhida para a destilação, observou-se a possibilidade de ocorrência de compactação excessiva dentro da dorna, dificultando a passagem uniforme do vapor d'água, possivelmente devido ao excesso de umidade associado à maior densidade do material, comparado com a camomila “íntegra”. Isto indica que seria prudente realizar algumas etapas de acondicionamento prévio do material a ser destilado, de modo a contribuir para maior eficiência do processo de extração. Possivelmente a retirada parcial da umidade da camomila poderia favorecer o processo de extração (GUENTHER, 1952; POVH et al., 2001). As propriedades do material e as condições do processo de destilação ainda carecem de maiores estudos.

Em relação à composição química do óleo essencial da camomila foram identificados 12 componentes em todas as amostras analisadas, que embora apresentem diferentes concentrações

(Tabelas 1 e 2), estão coerentes com a literatura (BORSATO, 2006; DONALÍSIO, 1985; GUENTHER, 1952; MATOS et al., 1993; POVH et al., 2001; RAAL et al., 2003; SALAMÓN, 1992). A seqüência de eluição dos componentes do óleo essencial da camomila também pode ser visualizada no perfil cromatográfico (Figura 1), que representa todas as amostras analisadas, uma vez que seus cromatogramas diferem apenas em concentração dos componentes.

Constatou-se que no processo de hidrodestilação houve maior predominância dos principais componentes (sesquiterpenos) da camomila como o camazuleno, alfa-bisabolol e seus derivados óxidos. Entretanto, no processo de extração por arraste de vapor observou-se predominância do cariofileno. Este fato indica que a síntese do cariofileno pode ter sido favorecida pela maior período de exposição da camomila ao calor na destilação. Radünz et al. (2002) avaliando temperaturas de secagem, também observaram aumento significativo desta substância no óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham).

Ao comparar com dados referentes ao tempo zero, na extração por arraste de vapor obteve-se maiores concentrações para alfa-farneseno, óxido de cariofileno, cariofileno, alfa-pineno, artemísia cetona, 3-careno e azuleno e menores concentrações para óxido de bisabolol B, alfa-bisabolol, óxido de bisaboleno, óxido de bisabolol A e camazuleno. Para a maioria das amostras o percentual de identificação foi maior que 85%, coerente com a literatura (DONALÍSIO, 1985; MATOS et al., 1993; POVH et al., 2001; RAAL et al., 2003; SALAMÓN, 1992), assim como suas concentrações.

Tabela 1. Médias (%) referentes à composição química do óleo essencial da camomila “de primeira” (capítulos florais e hidrolato), durante o processo de destilação, em escala comercial.

	Tempo de extração (h)										Tempo de Retenção (min.) ¹	
	óleo essencial (capítulos florais)					óleo essencial (hidrolato)					CPSil 88	Pona
	0 ²	2	4	8	10	1	2	4	8	10		
Alfa-Farneseno	0,32	2,87	2,91	2,68	2,66	1,67	2,59	3,06	1,80	0,77	5,04	38,76
Óxido de Cariofileno	0,26	3,51	3,18	2,48	2,08	3,06	5,64	3,51	2,15	1,14	6,50	38,02
Cariofileno	10,42	31,69	31,19	31,03	32,29	36,75	20,93	31,15	27,47	21,85	9,68	37,42
Alfa-Pineno	2,19	5,75	5,76	5,79	6,01	7,46	3,92	5,72	5,26	4,27	12,10	18,67
Artemísia cetona	2,12	3,65	3,51	3,30	3,05	2,54	2,55	2,37	1,59	0,73	12,29	19,17
3-Careno	1,84	4,47	4,44	4,16	4,16	3,97	3,99	4,14	3,43	2,13	12,75	20,01
Azuleno	0,83	1,99	1,84	1,72	1,66	1,92	1,36	1,40	1,14	0,76	13,82	43,32
Óxido de Bisabolol B	23,57	13,15	13,33	13,26	13,27	9,42	17,92	15,46	20,20	21,65	25,68	43,81
Alfa-Bisabolol	11,37	6,14	6,40	6,54	6,81	5,03	5,82	6,08	7,30	8,71	26,75	44,33
Óxido de Bisaboleno	2,84	2,10	2,17	2,18	2,23	1,97	2,07	2,11	2,39	2,63	27,72	44,60
Óxido de Bisabolol A	20,95	6,44	7,01	7,38	7,77	2,40	8,66	5,17	9,14	17,60	31,59	46,51
Camazuleno	8,96	3,24	3,68	3,76	3,91	1,65	3,19	3,43	3,19	3,06	33,34	47,01
Outros	14,33	15,01	14,61	15,72	14,10	22,18	21,36	16,40	14,95	14,70	-	-

¹ Coluna capilar *Chrompack* de sílica fundida para cromatografia gasosa; ² Testemunha – extração por hidrodestilação (Clevenger).

Tabela 2. Médias (%) referentes à composição química do óleo essencial da camomila “íntegra” e “íntegra - final”, durante o processo de destilação, em escala comercial.

	Tempo de extração (h)								Tempo de Retenção (min.) ¹	
	óleo essencial (íntegra)				óleo essencial (íntegra - final)				CPSil 88	Pona
	2	4	8	10	2	4	8	10		
Alfa-Farneseno	2,89	1,41	1,30	0,27	2,45	0,37	0,71	0,42	5,04	38,76
Óxido de Cariofileno	6,21	2,34	1,56	0,77	2,65	0,59	0,43	0,39	6,50	38,02
Cariofileno	23,13	36,47	45,21	22,05	42,00	36,91	21,29	46,73	9,68	37,42
Alfa-Pineno	4,34	8,66	11,75	6,06	5,97	7,17	4,80	8,13	12,10	18,67
Artemísia cetona	1,63	1,38	1,40	1,60	1,15	1,22	1,21	1,23	12,29	19,17
3-Careno	4,60	3,62	3,61	1,87	4,74	4,16	1,58	3,21	12,75	20,01
Azuleno	1,27	1,20	1,14	0,61	0,96	1,08	0,42	0,96	13,82	43,32
Óxido de Bisabolol B	15,46	13,32	9,88	25,29	4,64	15,41	22,87	8,79	25,68	43,81
Alfa-Bisabolol	3,94	4,73	3,86	6,18	3,09	5,63	7,49	5,62	26,75	44,33
Óxido de Bisaboleno	1,92	1,91	1,72	2,99	1,08	2,66	2,80	1,90	27,72	44,60
Óxido de Bisabolol A	6,42	7,29	5,29	15,92	2,12	7,75	18,28	5,14	31,59	46,51
Camazuleno	0,95	1,51	1,14	0,88	0,81	1,34	0,81	1,51	33,34	47,01
Outros	27,24	16,15	12,15	15,51	28,33	15,71	17,32	15,95	-	-

¹ Coluna capilar *Chrompack* de sílica fundida para cromatografia gasosa; ² Testemunha – extração por hidrodestilação (Clevenger).

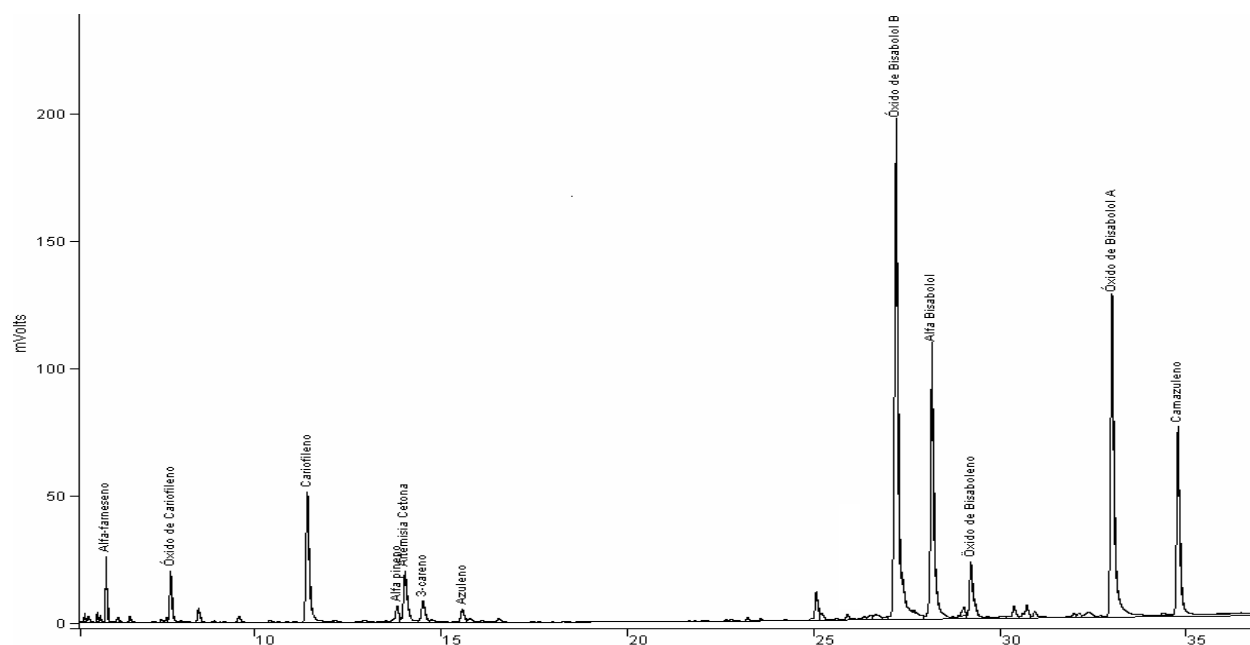


Figura 1. Perfil cromatográfico do óleo essencial de camomila obtido por meio de cromatografia gasosa, utilizando equipamento *Varian*, modelo P 3800, com detector de ionização de chama (CG-FID), com coluna capilar *Chrompack* de sílica fundida (CP-SIL 88 for FAME, 0,25mm de diâmetro interno, 50 m de comprimento e 0,2 mm de filme líquido).

Estes fatos indicam que, em geral, o óleo essencial da camomila obtido por meio do modelo de destilador utilizado apresentou qualidade inferior àquele obtido pela hidrodestilação. Além disso, analisando amostras de hidrolato foi constatada a perda de óleo essencial, incluindo seus principais componentes em concentrações significativas. Isto ratifica a necessidade de maiores estudos em relação às condições de extração e outros fatores que influenciam na qualidade final do óleo essencial.

Ao comparar com dados referentes à camomila “de primeira”, para a camomila “íntegra” foram obtidas maiores concentrações de cariofileno e menores de camazuleno (Tabela 2). Enquanto que os demais componentes não diferiram de forma significativa. Entre as épocas de colheita para a camomila “íntegra” foi constatado aumento na concentração da maioria dos componentes em função do período de extração, principalmente dos óxidos e monoterpenos. Já para a camomila “de primeira” a composição química do óleo essencial não foi alterada de forma significativa.

Em síntese, os dados obtidos indicam que o óleo essencial da camomila extraído por meio do modelo de destilador utilizado apresentou qualidade aquém das expectativas, uma vez que os componentes camazuleno e alfa-bisabolol deveriam ser majoritários, assim como foi obtido por meio da hidrodestilação. Além disso, grande parte do óleo essencial, inclusive seus principais componentes, estava sendo perdida junto ao hidrolato. Para que seja obtido um produto de qualidade satisfatória é fundamental a continuidade dos estudos referentes às condições de extração do modelo utilizado, incluindo as propriedades da matéria prima em etapas que antecedem a destilação. No processo de destilação o monitoramento periódico de indicadores de qualidade e de eficiência é imprescindível para estabelecer condições adequadas de operacionalização.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa. À CHAMEL Ind. e Com. de Produtos Naturais Ltda. que, em parceria com a UFPR, disponibilizou sua infra-

estrutura e recursos humanos para a realização do presente estudo. Ao LACAUT, da UFPR, pelas determinações analíticas de cromatografia.

Referências

- BORSATO, A. V.; DONI-FILHO, L.; AHRENS, D. C. Secagem da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] com cinco temperaturas do ar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 7, n. 2, p. 77-85, 2005a.
- _____. Secagem da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] com cinco vazões específicas do ar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 65-71, 2005b.
- BORSATO, A. V. *Rendimento e composição química do óleo essencial de camomila submetida à secagem de camada fixa*. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de Sementes*. Brasília: SNDA/DNDV, 1992.
- CASTRO, M. D. L. de; JIMÉNEZ-CARMONA, M. M.; FERNÁNDEZ-PÉREZ, V. Towards more rational techniques for the isolation of valuable essential oils from plants. *Trends in Analytical Chemistry*, Córdoba, v. 18, n. 11, p. 708-716, 1999.
- COSTA, M. A. D. *Processo de produção agrícola da cultura da camomila no município de Mandirituba, PR*. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CURIONI, A.; ALFONSO, W. La manzanilla común [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] – cosecha y poscosecha. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, Pergamino, p. 72-76, mai 1996.
- DONALÍSIO, M. G. R. Determinações preliminares do teor de óleo essencial em camomila cultivada no Brasil. *Bragantia*, Campinas, v. 44, n. 1, p.407, 1985.
- GUENTHER, E. *The essential oils: individual essential oils of the plant families*. Princeton: D. Van Nostrand Company, 1952. v. 5.
- LAWRENCE, B. M. Progress in essential oils. *Perfumer & Flavorist*, Wheaton, v. 21, p.55-68, 1996.
- MATOS, J. A.; MACHADO, I. L.; ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A. Constituents of brazilian chamomile oil. *Journal of essential oil research*, n. 5, p. 337-339, 1993.
- OTTE, S. Los aceites esenciales – medicina redescubierta. *Dragoco report*, Holzminden, n. 3, p. 91-109, 1994.
- POVH, N. P.; GARCIA, C. A.; MARQUES, M. O. M.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of essential oil and oleoresin from chamomile (*Chamomilla recutita* [L.] Rauschert) by steam distillation and extraction with organic solvents: a process design approach. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2001.
- RAAL, A.; ARAK, E.; ORAV, A.; IVASK, K. Comparación de aceites esenciales de *Matricaria recutita* L. de origen diverso. *Ars Pharmaceutica*, Granada, v. 44, n. 2, p. 159-165, 2003.
- RADÜNZ, L.L.; MELO, E. C.; BERBERT, P. A.; BARBOSA, L. C. A.; ROCHA, R. P.; GRANDI, A. M. Efeitos da temperatura do ar secagem sobre a qualidade do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 9-13, 2002
- SALAMÓN, I. Production of chamomile [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] in Slovakia. *Journal of herbs, spices and medicinal plants*, Binghamton, v. 1, n. 1-3, p. 37-45, 1992.
- SALAMON, I. Changes in quantitative-qualitative composition of chamomile essential oil during the three harvests of a year. *Herba Polonica*, Michalovee, v. 11, n. 1-2, p.17-25, 1994.
- SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p. 467-495.
- WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de Clevenger para extração de óleos essenciais. *Revista Faculdade de Farmácia e Bioquímica*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 77-81, 1963.