

Caracterização e extração de compostos voláteis de resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener)

Characterization and extraction of volatile compounds from passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) processing waste

Lília Calheiros de Oliveira^{1*} João Antônio Belmino dos Santos¹ Narendra Narain¹
Anderson dos Santos Fontes¹ Regina Santiago Silva Campos¹ Taciana Lima de Souza¹

RESUMO

Este estudo objetivou extrair e identificar compostos voláteis presentes nos resíduos de processo de maracujá. Obtiveram-se destilados a partir de resíduos de maracujá através das técnicas de hidrodestilação simples e hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio. Os compostos voláteis presentes nos destilados foram capturados por microextração em fase sólida, empregando-se fibra Carboxen/DVB/DMS, e identificados por cromatografia gasosa acoplada com espectrômetro de massa, usando a coluna capilar de sílica fundida CP WAX 52. Foram identificados trinta e um compostos voláteis no extrato obtido pela técnica de hidrodestilação simples, sendo os principais compostos: neral (26,19%), cinamato de metila (18,52%), linalol (16,82%), 1-undecanol (5,60%), cis-óxido de linalol (4,41%), benzaldeído (3,92%) e 1-hexanol (3,48%). Para a hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio, trinta compostos foram identificados, sendo que, em maior porcentagem de área, destacaram-se: cinamato de metila (30,41%), neral (24,46%), β-ionona (13,81%), linalol (4,0%) e ácido butanoico (2,19%). O presente estudo revelou que os resíduos de maracujá apresentam compostos voláteis que podem ser extraídos na forma de aromas, apresentando potencial para gerar essências naturais com valor agregado.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais, destilação, cromatografia gasosa.

ABSTRACT

The aim of this study was to extract and identify volatile compounds from passion fruit residues generated during processing. Distillates of passion fruit residues were obtained from the techniques of simple hydrodistillation and hydrodistillation by passing nitrogen gas. The volatile compounds present in the distillates were captured by solid phase microextraction with Carboxen/DVB/DMS fiber. The

volatile compounds were identified by gas chromatography with mass spectrometry using a fused silica capillary column with a CP WAX 52 stationary phase. Thirty one compounds were identified by simple hydrodistillation technique. The main compounds were: neral (26.19%), methyl cinnamate (18.52%), linalool (16.82%), 1-undecanol (5.60%), cis-linalool oxide (4.41%), benzaldehyde (3.92%) and 1-hexanol (3.48%). For the hydrodistillation by passing nitrogen gas, thirty compounds were identified and the ones which presented higher area percentage were: methyl cinnamate (30.41%), neral (24.46%), β-ionone (13.81%), linalool (4.0%) and butanoic acid (2.19%). The present study revealed that passion fruit waste contained volatile compounds that could be extracted as aromas products, presenting potential for the production of value-added natural essences.

Key words: agro-industrial residues, distillation, gas chromatography.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor e consumidor mundial de maracujá. Conforme censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), o país produziu 684 mil toneladas de maracujá em 2008 e a região Nordeste deteve 68% dessa produção, sendo a Bahia o destaque com produção de 275 mil toneladas (EMBRAPA, 2008).

A produção brasileira de maracujá possui basicamente dois destinos: o mercado de fruta *in natura*, distribuído pelo mercado atacadista, e a indústria de extração de polpa e fabricação de suco

¹Laboratório de Flavor e Análises Cromatográficas (LAF), Universidade Federal de Sergipe (UFS), 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil. E-mail: liliacalheiros@gmail.com. *Autor para correspondência.

(TEIXEIRA, 2005). Ambos, a fruta *in natura* e o suco, são produtos muito apreciados em função de suas características sensoriais (MACORIS et al., 2011).

Existem consideráveis perdas de produtos agrícolas nas diversas etapas da cadeia produtiva, desde a produção no campo até o momento de consumo, passando pela elevada geração de resíduos no processamento agroindustrial de produtos animais e vegetais. Estima-se que o aproveitamento das matérias-primas vegetais não ultrapasse 85% e que os resíduos gerados possam chegar até 30%. Além da preservação ambiental, o aproveitamento desses resíduos abrange questões econômicas e sociais (MATSUURA, 2005).

As cascas e as sementes de maracujá, provenientes do processo de corte e extração da fruta para obtenção do suco, são, ainda, em grande parte, descartadas e representam cerca de 40% do peso total do fruto. Como este descarte representa inúmeras toneladas, agregar valor a esses subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico (FERRARI et al., 2004; CARVALHO et al., 2005). Estudos anteriores têm reportado a aplicação de resíduo de maracujá para extração de óleo a partir das sementes (FERRARI et al., 2004); alimentação animal (CARVALHO et al., 2005; NEIVA et al., 2006); produção de novos produtos, como, barras de cereais (SILVA et al., 2009), biscoitos enriquecidos com a farinha da casca de maracujá (ISHIMOTO et al., 2007; ABUD & NARAIN, 2009) e doce da casca de maracujá (OLIVEIRA et al., 2002).

Muitos compostos voláteis foram identificados no maracujá e em seus derivados (NARAIN et al., 2004; VIEIRA, 2006; CIAMPONE, 2007; PONTES et al., 2009; MACORIS et al., 2011); no entanto, não existem estudos que reportem a quantificação e identificação de compostos voláteis nos resíduos de maracujá.

O objetivo deste trabalho foi extrair compostos voláteis a partir de resíduos de maracujá através das técnicas de hidrodestilação simples e hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio, ambas combinadas à microextração em fase sólida (SPME) e identificá-los por cromatografia gasosa acoplada a detector de espectrometria de massa (GC-MS).

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de maracujá foram fornecidos por uma indústria de sucos concentrados e congelados localizada no município de Estância, Sergipe, Brasil. A composição consistia de fibra residual obtida durante

o despulpamento das frutas em equipamento com tela de filtração de abertura de 1,2mm. As amostras foram diretamente acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenadas em freezer à temperatura de -18°C. Para a extração dos compostos voláteis, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e diluídas com água destilada na proporção de 3:1.

Hidrodestilação simples

Os compostos voláteis dos resíduos de maracujá foram extraídos em um destilador de bancada em triplicata. Pesaram-se 50g dos resíduos diluídos em água (3:1) e transferiram-se para um balão volumétrico de fundo chato de 500mL, o qual foi acoplado a um condensador e aquecido em uma manta com regulagem de temperatura. Para a obtenção dos destilados, foram aplicadas as condições: tempo de extração (5, 10, 15 e 30 minutos) e temperatura (70, 80 e 90°C). As amostras foram armazenadas em vidros escuros tipo âmbar e congeladas em um freezer à temperatura de -18°C até o momento da captura dos voláteis pela técnica SPME.

Hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio

Para a extração dos compostos voláteis com arraste de gás nitrogênio, foram pesados 200g do resíduo previamente diluído em água (3:1) e transferidos para balão de duas vias de 1000mL, nas quais foram acoplados um condensador e um borbulhador de gás que permitia a passagem de gás nitrogênio de alta pureza. O balão foi aquecido em uma manta com regulagem de temperatura. A temperatura usada para esta extração foi de 60°C e a pressão do gás de 0,4kgf cm², sendo os tempos de extração de 5, 10, 15 e 30 minutos. Os destilados obtidos foram armazenados em vidros escuros tipo âmbar e congelados em um freezer à temperatura de -18°C até etapa de captura dos voláteis pelo método SPME.

Microextração em fase sólida (SPME)

Os compostos voláteis presentes nos destilados obtidos por ambas as técnicas de hidrodestilação foram capturados pelo método de microextração em fase sólida. Para a realização deste procedimento, utilizaram-se 5mL de cada destilado em *vial* de vidro de 40mL com tampa vasada e septo de teflon, contendo barra de ímã para facilitar a homogeneização. O *vial* de 40mL foi aquecido em banho-maria a 40°C em agitador-aquecedor. Após tempo de equilíbrio de 10 minutos, a fibra SPME Carboxen/DVB/PDMS foi exposta por 30 minutos. Em seguida, ela foi injetada no cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa.

Cromatografia gasosa e espectrometria de massa (GC-MS)

A separação dos compostos da fração volátil ocorreu em coluna capilar (CP WAX 52 de polietileno glicol, marca Varian; 30m de comprimento x 0,25mm i.d x 0,25 μ m de espessura de filme), em temperatura programada, iniciando a 30°C (3 minutos), com rampa de 2°C min⁻¹ até 120°C (1 minuto), seguido de rampa de 2°C min⁻¹ até 250°C, sendo o tempo total da corrida de 114 minutos, modo *splitless*. Gás hélio foi utilizado como gás de arraste. A temperatura da linha de transferência GC-MS foi de 170°C. O espectrômetro de massa foi operado no modo de ionização de elétrons com uma energia elétrica de 70eV e uma fonte de íons com temperatura de 250°C. A leitura da massa ocorreu entre 50 e 1000m z⁻¹.

Identificação dos compostos voláteis

Os cromatogramas de íon total obtidos foram analisados com a estação de trabalho *EM Data Review* (marca Varian). A identificação dos compostos foi feita com base na similaridade entre os espectros de massas do analito comparado aos dados de espectros de massas da biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology*), usando como ferramenta auxiliar os Índices de Retenção Linear (IRL) de cada analito obtido nas mesmas condições de análise das amostras, a partir de uma série homóloga de alcanos de C₈-C₃₀. A confirmação dos compostos foi realizada pela consulta dos dados dos espectros ou índice de retenção linear registrados na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, está apresentado o cromatograma do resíduo de maracujá tratado por hidrodestilação simples à temperatura de 70°C e tempo de extração de 15 minutos e voláteis capturados por SPME e detectados por GC-MS. As condições de extração para a hidrodestilação simples foram escolhidas em função de resultado prévio de análise cromatográfica, uma vez que, para temperatura de 70°C por tempo de 30 minutos e para todas as outras condições de temperaturas testadas, ou seja, a 80°C e 90°C, houve presença de compostos característicos de degradação da amostra. Para as condições de extração a 70°C, por tempos de 5 e 10 minutos, apesar de não haver degradação, os picos obtidos foram muito menores, quando comparados à condição de extração de 70°C por 15 minutos.

Este cromatograma apresenta trinta e um compostos voláteis detectados na cromatografia gasosa. Destes, vinte e quatro foram identificados através do índice de retenção e espectro de massas e sete foram identificados por tentativa. Os picos observados na figura 1 encontram-se listados na tabela 1. O resíduo de maracujá apresentou em sua composição 29% de alcoois, sendo esta a principal classe de compostos identificados. Os ésteres foram a segunda maior classe (20%), seguidos de outros compostos (19%), aldeídos (16%), ácidos (10%) e cetonas (6%).

Na tabela 1, estão apresentados os compostos voláteis identificados no resíduo de

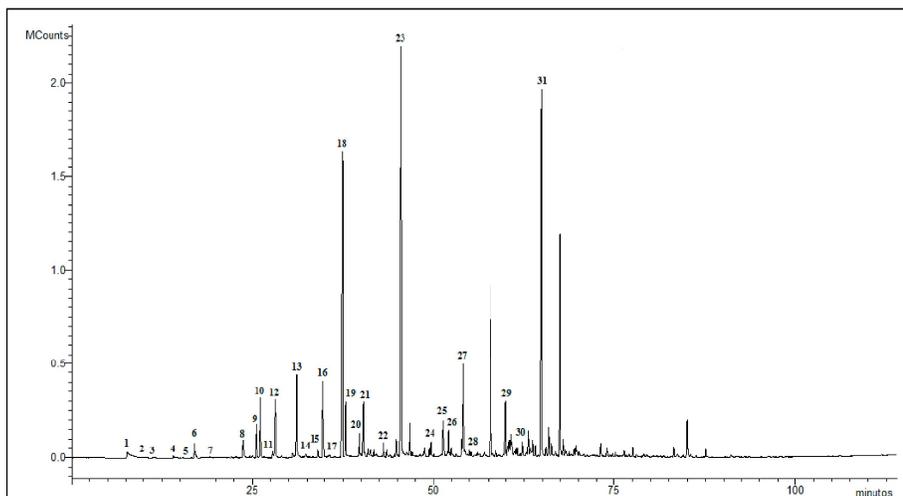


Figura 1 - Cromatograma obtido pela captura de compostos voláteis por microextração em fase sólida do destilado do resíduo de maracujá tratado por hidrodestilação simples.

Tabela 1 - Compostos voláteis capturados por SPME dos destilados de resíduos de maracujá tratados por hidrodestilação simples.

Pico Fig. 1	Composto	Área (%)	DPR	IR	-----IR Literatura-----			
					A	B	C	D
1	Dissulfeto de dimetila	0,55	9,62	1073	-	1075	1075	1064
2	1-Hexanal	0,02	12,07	1089	1065	1084	1080	1099
3	2-Pentanol	0,08	10,45	1113	1113	1091	1122	-
4	Mirceno	0,09	6,82	1161	1148	1156	1170	1172
5	Limoneno	0,04	12,63	1181	1188	1206	1195	1205
6	Dissulfeto de dietila	0,86	5,63	1208	-	-	1210	1192
7	1-Pentanol	0,04	9,66	1243	1222	-	1248	1244
8	2-Heptanol	0,93	3,15	1314	1323	1284	1322	-
9	2-Nonanona	1,49	6,42	1342	1372	-	1350	-
10	Éter hexílico	2,47	1,14	1352	-	1349	-	-
11	(Z)-3 Hexen-1-ol	0,26	15,23	1378	1362	-	1381	1399
12	1-Hexanol	3,48	7,41	1384	1331	1316	1356	1364
13	cis-Óxido de linalol	4,41	12,63	1432	1426	1423	-	1448
14	1-Heptanol	0,21	9,28	1452	1400	1419	1459	-
15	Furfural	0,04	14,31	1448	1426	1449	1461	1410
16	Benzaldeído	3,92	2,56	1492	1492	1502	1527	1555
17	Hexanoato de pentila	0,13	11,39	1507	1498	-	1505	-
18	Linalol	16,82	3,27	1537	1519	1506	1542	1557
19	1-Octanol	2,64	11,81	1545	1535	1519	1558	1575
20	5-Metilfurfural	0,16	15,33	1580	-	1563	1580	-
21	Ácido butanoico	2,82	5,96	1586	1588	-	-	1638
22	(Z)-3 Hexanoato de hexenila	0,48	10,30	1634	1626	1654	1635	-
23	Neral	26,19	2,50	1677	1657	1680	-	1709
24	Acetato de benzila	0,34	8,54	1736	1648	1697	1720	-
25	Acetato de feniletila	2,13	6,48	1784	1780	1785	-	-
26	Ácido hexanoico	1,15	0,21	1798	1797	-	-	-
27	1-Undecanol	5,60	4,60	1837	1827	1822	-	-
28	Álcool benzílico	0,18	11,93	1857	1837	-	1884	1893
29	β -Ionona	2,71	0,63	1950	1905	1918	1952	1984
30	Ácido octanoico	1,24	5,26	2014	2008	-	-	2047
31	Cinamato de metila	18,52	2,47	2051	2050	2051	-	-

DPR – Desvio padrão relativo (DP média-1 x 100) de três injeções;

IR – Índice de retenção;

A – KONDJOYAN & BERDAGUÉ (1996);

B – JENNINGS & SHIBAMOTO (1980);

C – NARAIN et al. (2004);

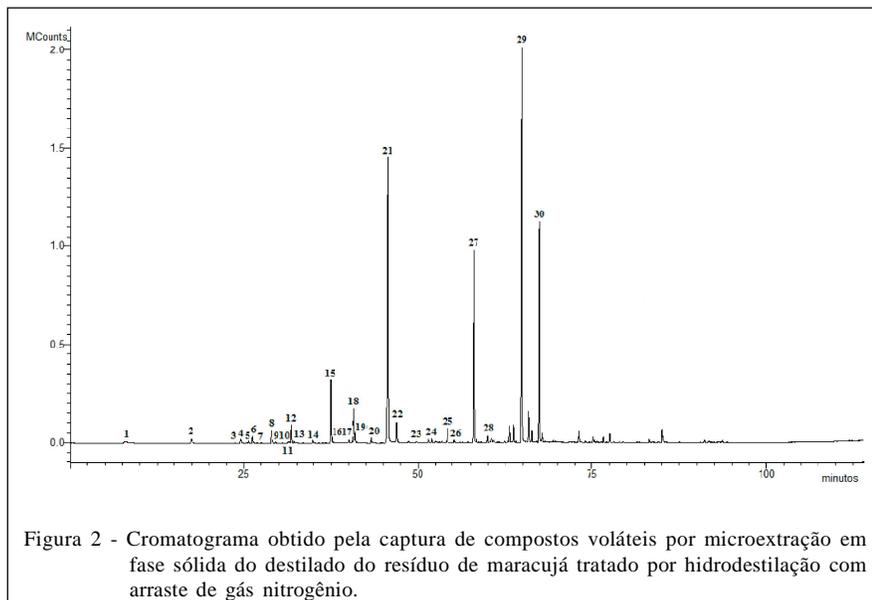
D – CREC database (2011).

maracujá extraídos pela técnica de hidrodestilação simples. Os principais componentes foram neral (26,19%), cinamato de metila (18,52%), linalol (16,82%), 1-undecanol (5,60%), cis-óxido de linalol (4,41%), benzaldeído (3,92%) e 1-hexanol (3,48%).

O cromatograma do resíduo de maracujá tratado por hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio, sob condições de temperatura de extração de 60°C, pressão do gás de 0,4kgf cm⁻² e intervalo de tempo de 30 minutos está apresentado na figura 2. Os

tempos de 5, 10 e 15 minutos apresentaram picos muito menores, quando comparados ao cromatograma obtido para o tempo de 30 minutos, dessa forma, este foi eleito o melhor tempo de extração para aplicação dessa técnica. A vantagem da hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio foi a utilização de temperatura mais baixa, quando comparada à hidrodestilação simples, o que evitou a degradação da amostra por caramelização.

Para esta técnica de extração, trinta compostos voláteis foram detectados por GC-MS. Destes, vinte e



dois foram positivamente identificados através do índice de retenção e espectro de massas e oito foram identificados por tentativa. Os picos observados na figura 2 encontram-se listados também na tabela 2. O resíduo de maracujá apresentou em sua composição 30% de ésteres, sendo esta a principal classe de compostos identificados. Os alcoois foram a segunda maior classe (27%), seguidos de aldeídos (13%) e outros compostos (13%), ácidos (10%) e cetonas (7%).

Na tabela 2, estão apresentados os compostos identificados no resíduo de maracujá, extraídos pela técnica de hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio, capturados por SPME e detectados por cromatografia gasosa de alta resolução. Os principais componentes foram cinamato de metila (30,41%), neral (24,46%), eugenol (14,61%), β -ionona (13,81%), linalol (4,0%) e ácido butanoico (2,19%).

Para os dois processos de destilação aplicados neste estudo, ou seja, a hidrodestilação simples e a hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio, dois componentes foram comuns e apresentaram elevada porcentagem de área para ambos os cromatogramas: o neral (26,19% e 24,46%; respectivamente) e o cinamato de metila (18,52% e 30,41%; respectivamente). CIAMPONE (2007) também identificou esses dois compostos no isolado de fase aquosa (*water phase*) de maracujá.

Os dois cromatogramas apresentaram grande quantidade de ésteres, compostos voláteis que influenciam diretamente no aroma de vários produtos por serem responsáveis por notas aromáticas frutais. Os alcoois também se destacaram no resíduo de

maracujá e, de acordo com diversos autores, eles são compostos comuns presentes nesta fruta (WERKHOFF et al., 1998; NARAIN et al., 2004; CIAMPONE, 2007; FREITAS, 2007; PONTES et al. 2009).

A presença dos aldeídos 1-hexanal, furfural, benzaldeído e 5-metilfurfural e dos alcoois 2-pentanol, 1-pentanol, 2-heptanol, 1-heptanol e 1-octanol foi reportada em estudo de caracterização de compostos voláteis em polpa de maracujá, através da técnica de headspace dinâmico e cromatografia gasosa com coluna capilar de sílica fundida, recoberta com filme de polietileno glicol, similar à utilizada neste trabalho (NARAIN et al., 2004). Os compostos furfural e 5-metilfurfural, identificados no resíduo de maracujá, podem ter sido formados pela reação do rearranjo Amadori, envolvendo primeiramente as carbonilas, usualmente dos açúcares redutores e dos grupos aminos livres (NARAIN et al., 2004).

CIAMPONE (2007) reportou a presença dos compostos cis-óxido de linalol, ácido hexanoico, neral, acetato de benzila e ácido octanoico na caracterização de *water phase* de maracujá amarelo. Em estudo sobre avaliação da estabilidade de suco de maracujá envasados em diferentes embalagens, FREITAS (2007) observou a presença dos seguintes compostos majoritários: propanoato de etila, hexanol, hexanoato de etila e (Z)-3-hexanol.

Os compostos butanoato de hexila, acetato de hexila, 1-octanol, hexanoato de butila, furfural, 1-hexanol, cis-óxido de linalol, benzaldeído, álcool benzílico, ácido hexanoico, 5-metilfurfural, (Z)-3-

Tabela 2 - Compostos voláteis capturados por SPME dos destilados de resíduos de maracujá tratados por hidrodestilação com arraste de gás nitrogênio.

Pico Fig. 2	Composto	Área (%)	DPR	IR	-----IR Literatura-----			
					A	B	C	D
1	Dissulfeto de dimetila	0,20	11,87	1074	-	1075	1075	1064
2	Dissulfeto de dietila	0,50	6,44	1215	-	-	1210	1192
3	Acetato de hexila	0,03	11,05	1314	1307	-	-	-
4	2-Heptanol	0,43	1,49	1327	1323	1284	1322	-
5	1-Hexanol	0,16	9,26	1345	1331	1316	1356	1364
6	(E)-3 Hexen-1-ol	0,54	13,21	1355	1357	-	-	-
7	2-Nonanona	0,03	8,52	1365	1372	-	1350	-
8	1-Heptanol	0,98	4,87	1396	1400	1419	1459	-
9	Hexanoato de butila	0,11	13,31	1404	1404	-	-	-
10	Butanoato de hexila	0,02	14,42	1422	1420	-	-	-
11	cis-Óxido de linalol	0,18	9,65	1437	1426	1423	-	1448
12	trans-Óxido de linalol	1,18	0,54	1442	1440	-	-	-
13	Furfural	0,16	14,54	1448	1426	1449	1461	1410
14	Benzaldeído	0,18	13,62	1495	1492	1502	1527	1555
15	Linalol	4,00	2,87	1537	1519	1506	1542	1557
16	1-Octanol	0,05	15,32	1546	1535	1519	1558	1575
17	5-Metilfurfural	0,26	8,25	1582	-	1563	1580	-
18	Ácido butanoico	2,19	6,16	1593	1588	-	-	1638
19	Hexanoato de hexila	0,85	3,24	1596	1599	-	-	-
20	(Z)-3 Hexanoato de hexenila	0,34	9,18	1638	1626	1654	1635	-
21	Neral	24,46	3,80	1680	1657	1680	-	1709
22	Acetato de benzila	1,42	5,21	1704	1648	1697	1720	-
23	Acetato de feniletila	0,23	8,55	1786	1780	1785	-	-
24	Ácido hexanoico	0,25	8,14	1795	1797	-	-	-
25	1-Undecanol	0,95	4,68	1837	1827	1822	-	-
26	Álcool benzílico	0,21	14,85	1858	1837	-	1884	1893
27	β -Ionona	13,81	2,28	1910	1905	1918	1952	1984
28	Ácido octanoico	1,24	5,73	2014	2008	-	-	2047
29	Cinamato de metila	30,41	1,45	2051	2050	2051	-	-
30	Eugenol	14,61	3,29	2106	2115	-	-	-

DPR – Desvio padrão relativo (DP média-1 x 100) de três injeções;

IR – Índice de retenção;

A – KONDOYAN & BERDAGUÉ (1996);

B – JENNINGS & SHIBAMOTO (1980);

C – NARAIN et al. (2004);

D – CREC database (2011).

hexanoato de hexenila, 2-heptanol, (E)-3-hexen-1-ol, hexanoato de hexila, 1-heptanol, trans-óxido de linalol, ácido octanoico, acetato de benzila, ácido butanoico, linalol, β -ionona, eugenol, neral e cinamato de metila também foram reportados por WERKHOFF et al. (1998), que extraiu os voláteis da polpa de maracujá através de *headspace* a vácuo, seguido de extração líquido-líquido com solvente metil tercio-butil éter.

Dentre os compostos voláteis existentes em aromas de maracujá e que apresentam importância

odorífera de acordo com a literatura científica (CIAMPONE, 2007), destacam-se: neral, cinamato de metila e linalol. Esses compostos também foram identificados nos resíduos dessa fruta, o que indica que estes apresentam potencial para obtenção de essências altamente aromáticas que podem ser reincorporadas a produtos derivados, como o suco concentrado de maracujá, de forma a contribuir, tanto para elevar a qualidade sensorial, quanto para aumentar a sua competitividade no mercado externo.

CONCLUSÃO

O presente estudo revelou que o resíduo de maracujá apresenta razoável quantidade de compostos voláteis similares aos encontrados na fruta *in natura*. Ésteres e alcoois foram as classes de compostos mais abundantes, com destaque para neral, cinamato de metila e linalol, os quais apresentam grande importância odorífera. Os resultados obtidos indicam que os resíduos de maracujá apresentam viabilidade para a produção de essências aromáticas, que podem contribuir para aumentar a qualidade sensorial de produtos derivados de maracujá.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABUD, A.K.S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n.4, p.257-265, 2009. Disponível em: <<http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v12n4389a.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2011. doi: 10.4260/BJFT2009800900020.
- CARVALHO, A.V. et al. **Aproveitamento do mesocarpo do maracujá na fabricação de produtos flavorizados**. Comunicado Técnico 147, Embrapa, 2005. Acesso em: 05 maio, 2011. Online. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptiaembrapa.br/bitstream/doc/389639/1/com.tec.147.pdf>>.
- CIAMPONE, S. **Perfil de voláteis em water phase de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa degener*) e avaliação de seu potencial para a produção de essência natural**. 2007. 117f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- CREC Database. **Base de dados do Centro de Educação e Pesquisa de Citros (*Citrus Research and Education Center* – CREC)**, Universidade da Flórida, 2011. Acesso em: 04 jul. 2011. Online. Disponível em: <http://www.crec.ifas.ufl.edu/crec_websites/Rouseff/Website2002/Subpages/database_g_Frameset.shtml>.
- EMBRAPA. **Produção integrada de abacaxi na Bahia, Paraíba e Pernambuco**. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. Acesso em: 17 maio, 2011. Online. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/pic_bahia/Projeto_Producao_Integrada_Abacaxi.pdf>.
- FERRARI, R.A. et al. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá – aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.101-102, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n1/a27v26n1.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2011. doi: 10.1590/S0100-29452004000100027.
- FREITAS, V.M. **Estudos das alterações do suco de maracujá integral em embalagem do tipo PET e vidro**. 2007. 76f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, CE.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção Agrícola**. Acesso em: 26 mar. 2011. Online. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.
- ISHIMOTO, F.Y. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. var *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos. **Ciências Exatas e Naturais**, v.9, n.2, p.279-292, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v22n3/v22n3a11.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2011.
- JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography**. New York: Academic, 1980. 472p.
- KONDJOYAN, N.; BERDAGUÉ, J.L. **A compilation of relative retention indices for the analysis of aromatic compounds**. Clermont-Ferrand, France: Laboratoire Flaveur, 1996. 112p.
- MACORIS, M.S. et al. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* f. var *flavicarpa* Deg.) pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.430-435, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v31n2/v31n2a23.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2011. doi: 10.1590/S0101-20612011000200023.
- MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. 138f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- NARAIN, N. et al. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *Flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.212-216, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n2/v24n2a09.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2011. doi: 10.1590/S0101-20612004000200009.
- NEIVA, J.N.M. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elfante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1845-1851, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4s0/a36v354s.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2011. doi: 10.1590/S1516-359820060006000036.
- OLIVEIRA, L.F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.259-262, 2002. Disponível em: <http://www.unicentro.br/editora/revistas/recen/v9n2/279-292_art08.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2011. doi: 10.1590/S0101-20612002000300011.
- PONTES, M. et al. Headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-quadrupole mass spectrometric methodology for the establishment of the volatile composition of *Passiflora* fruit species. **Microchemical Journal**, v.93, p.1-11, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X09000319>>. Acesso em: 08 jun. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.microc.2009.03.010>.
- SILVA, I.Q. et al. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v.20,

n.2, p.321-329, 2009. Disponível em: <<http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1064/815>>. Acesso em: 02 abr. 2011.

TEIXEIRA, S.T. **Mercado exportador – análise para a cultura do maracujá**, 2005. Acesso em: 24 jun. 2010. Online. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=8543>.

VEIRA, M.A.R. **Caracterização dos ácidos graxos das sementes e compostos voláteis dos frutos de espécies do**

gênero *Passiflora*. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, SP.

WERKHOFF, P. et al. Vacuum headspace method in aroma research: flavor chemistry of yellow passion fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.3, p.1076-1093, 1998. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf970655s>>. Acesso em: 08 jul. 2011. doi: 10.1021/jf970655s.