

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERIZAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DAS SEMENTES E  
COMPOSTOS VOLÁTEIS DOS FRUTOS DE ESPÉCIES DO GÊNERO**  
*Passiflora*

**MARIA APARECIDA RIBEIRO VIEIRA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de mestre em Agronomia, Área de concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERIZAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DAS SEMENTES E  
COMPOSTOS VOLÁTEIS OS FRUTOS DE ESPÉCIES DO GÊNERO**  
*Passiflora*

**MARIA APARECIDA RIBEIRO VIEIRA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Marcia Ortiz Mayo Marques

Dissertação apresentada á Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de mestre em Agronomia, Área de concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

V657c Vieira, Maria Aparecida Ribeiro, 1978-  
Caracterização dos ácidos graxos das sementes e compostos voláteis dos frutos de espécies do gênero *Passiflora* / Maria Aparecida Ribeiro Vieira.- Botucatu : [s.n], 2006. ix, 71 f. : il. color., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2006  
Orientador: Márcia Ortiz Mayo Marques  
Inclui bibliografia

1. Ácidos graxos. 2. Compostos orgânicos voláteis. 3. Aroma. 4. *Passiflora*. 5. Plantas - Composição. I. Marques, Márcia Ortiz Mayo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CARACTERIZAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DAS SEMENTES E  
COMPOSTOS VOLÁTEIS DOS FRUTOS DE ESPÉCIES DO GÊNE-  
RO PASSIFLORA"

ALUNA: MARIA APARECIDA RIBEIRO VIEIRA

ORIENTADORA: PROFª DRª MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROFª DRª MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

  
\_\_\_\_\_  
PROFª DRª DEBORAH HELENA MARKOWICZ BASTOS

  
\_\_\_\_\_  
DR. MARCOS EDUARDO PARON

Data da Realização: 18 de dezembro de 2006.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, fé e por sempre colocar em meu caminho pessoas tão maravilhosas.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Marcia Ortiz Mayo Marques pela orientação competente e acima de tudo, pela amizade e dedicação.

Á Dra. Ilene Ribeiro da Silva Passos pela confiança, amizade e incentivo.

Aos professores membros da banca examinadora pela colaboração muito valiosa

Á Marta Dias Soares Scott, Laura Maria Molina Melleti, João Paulo Feijão Teixeira, Cássia Regina L. Carvalho e Luís. A. Ambrósio, pela constante ajuda e valiosas sugestões para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao corpo docente da Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Horticultura, pela formação acadêmica.

Aos colegas Roselaine, Lenita, Anderson, Silvânia e Marcos, pelo carinho, amizade e valioso auxílio.

Aos funcionários do Laboratório de Fitoquímica, do Instituto Agronômico de Campinas, em especial a Régia, Sueli e Solange, pela amizade, carinho e paciência.

Aos funcionários do Departamento de Produção vegetal-Horticultura da FCA, em especial a Elisabete Martins de Almeida, pela prestatividade e amizade.

Em especial, a todos os amigos, pela oportunidade de convivência, carinho e amizade.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

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

A minha querida e sempre lembrada família, meu eterno agradecimento.

Aos meus irmãos Luiz e Marinês,

OFEREÇO

Aos meus pais, Joaquim R. Vieira e  
Maria R. Vieira, pelo apoio e incentivo

DEDICO

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTAS DE TABELAS</b> .....	VII
<b>LISTAS DE FIGURAS</b> .....	VIII
<b>1. RESUMO</b> .....	1
<b>2. SUMMARY</b> .....	3
<b>3. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
4.1. Caracterização botânica de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nitida</i> .....	9
4.2. Aspectos gerais da cultura no Brasil.....	11
4.3. Propriedade medicinal, ornamental e alimentar do maracujá.....	12
4.4. Lipídios.....	15
4.4.1. Considerações gerais.....	15
4.4.2. Tipos e Classificação.....	15
4.4.3. Função na planta.....	17
4.4.4. Uso na saúde humana.....	17
4.4.5. Composição química das sementes de maracujá.....	18
4.5. Compostos voláteis.....	20
4.5.1. Considerações gerais.....	20
4.5.2. Composição química dos compostos voláteis na polpa de maracujá.....	23
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
5.1. Extração e caracterização do óleo das sementes de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nitida</i> .....	25
5.1.1. Matéria-prima.....	25
5.1.2. Preparo da matéria-prima e extração do óleo das sementes.....	25
5.1.3. Testes preliminares.....	26
5.1.4. Obtenção do óleo fixo das sementes de maracujá.....	26
5.1.5. Transesterificação dos óleos das sementes.....	26
5.1.6. Análise do perfil dos ácidos graxos.....	27
5.2. Captura e análise da composição dos aromas da polpa de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nitida</i> .....	28

5.2.1. Matéria-prima.....	28
5.2.2. Preparo e acondicionamento das armadilhas.....	28
5.2.3. Testes para a padronização do armazenamento da matéria-prima.....	29
5.2.4. Preparo das amostras e captura dos compostos voláteis.....	29
5.2.5. Otimização das condições de captura dos compostos voláteis.....	30
5.2.5.1. Tempo de captura dos compostos voláteis.....	30
5.2.5.2. Volume de solvente utilizado para eluição das armadilhas.....	31
5.2.6. Escolha do solvente.....	31
5.2.7. Captura de compostos voláteis de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nitida</i> .....	32
5.2.8. Identificação dos compostos voláteis.....	32
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
6.1. Rendimento do óleo das sementes de maracujá <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nitida</i> .....	34
6.2. Composição química do óleo das sementes de maracujá.....	35
6.3. Compostos voláteis da polpa dos frutos de maracujá-amarelo ( <i>P. edulis</i> ).....	38
6.4. Compostos voláteis da polpa dos frutos de maracujá-doce ( <i>P. alata</i> ).....	41
6.5. Compostos voláteis da polpa dos frutos de maracujá-suspiro ( <i>P. nitida</i> ).....	42
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>60</b>



## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Rendimento do óleo das sementes de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nítida</i> .....	35
<b>Tabela 2.</b> Composição química (% média ) do óleo das sementes de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nítida</i> .....	36
<b>Tabela 3.</b> Composto voláteis da polpa de maracujá-amarelo ( <i>P. edulis</i> ).....	40
<b>Tabela 4.</b> Composto voláteis da polpa de maracujá-doce ( <i>P. alata</i> ).....	41
<b>Tabela 5.</b> Composto voláteis da polpa de maracujá-suspiro ( <i>P. nitida</i> ).....	43

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Flores de <i>P. edulis</i> .....	10
<b>Figura 2.</b> Flores de <i>P. alata</i> .....	11
<b>Figura 3.</b> Flores de <i>P. nítida</i> .....	11
<b>Figura 4.</b> Sistema de captura de voláteis do headspace dinâmico.....	30
<b>Figura 5.</b> Estrutura química dos ácidos graxos majoritários de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nítida</i> .....	37
<b>Figura 6.</b> Estruturas químicas dos compostos voláteis de <i>P. edulis</i> , <i>P. alata</i> e <i>P. nítida</i> ..	44

## 1. RESUMO

A cultura do maracujazeiro encontra-se em expansão no Brasil. A espécie mais cultivada no país é *Passiflora edulis* (maracujá-amarelo), representando 95% dos pomares comerciais. O suco, em conjunto com o aroma, é utilizado na elaboração de refrescos, doces, geléia, sorvete e licores. A produção de suco gera toneladas de resíduo, composto por cascas e sementes, sendo em grande parte descartados. Outros usos ligados à indústria cosmética, farmacêutica e alimentícia, ainda permanecem inexplorados, mesmo para *P. edulis*. O presente estudo teve como objetivo a caracterização química do aroma da polpa e do óleo das sementes dos frutos de *Passiflora edulis* (maracujá-amarelo), *Passiflora alata* (maracujá-doce) e *Passiflora nitida* (maracujá-suspiro). O óleo das sementes foi extraído com hexano e o aroma da polpa pela técnica de *headspace* dinâmico. As análises da composição química dos óleos e aromas foram efetuadas por cromatografia gasosa acoplada e espectrometria de massas. Não houve diferença significativa no rendimento do óleo entre as espécies *P. edulis* (25,62%) e *P. nitida* (26,10%), mas ambas diferiram significativamente da espécie *P. alata* (20,12%). Para as espécies *P. edulis* e *P. alata* a proporção relativa dos ácidos graxos majoritários (linoléico, oléico e palmítico) foram semelhantes (*P. edulis*: 67,99; 14,54 e 15,30%); (*P. alata* 63,16; 15,02 e 18,75%) e divergentes de *P. nitida* (35,53; 28,35 e 28,97%). A composição química do aroma da polpa diferiu entre as três espécies avaliadas. Os compostos voláteis majoritários para o aroma de *P. edulis* e *P. alata* pertencem à classe química dos ésteres, sendo os compostos majoritários o butanoato de etila (45,12%) e

hexanoato de etila (30,89%) para a primeira espécie e trans-crotonato de metila (40,78%), butanoato de metila (20,52%) e 2-hexenoato de metila (15,70%) para *P. alata*. Para *P. nitida* a classe química predominante é a dos aldeídos, destacando-se como compostos majoritários o hexanal (63,09%) e nonanal (11,85%).

**Palavras-chave:** *P. edulis*, *P. nitida*, *P. alata*, ácidos graxos, aroma.

**CHARACTERIZATION OF FATTY ACIDS FROM THE SEEDS AND AROMA FROM THE FRUITS OF *PASSIFLORA* GENUS SPECIES.** Botucatu, 2006. 71p.

Dissertation (Agronomy/Horticulture Master Degree) – Faculty of Agronomical Sciences, Universidade Estadual Paulista.

Author: MARIA APARECIDA RIBEIRO VIEIRA

Advisor: PROF DR. MARCIA ORTIZ MAYO MARQUES

## **1. SUMMARY**

Passion fruit culture is expanding in Brazil. The most commonly cultivated *Passiflora* species is *Passiflora edulis* (yellow passion fruit), representing 95% of the commercial orchards in the country. The juice along with its aroma is used to elaborate of sweet drinks, candies, jam, ice-cream and brandy. Juice production generates several tons of residues, consisting in passion fruit peel and seeds, the majority of which is discarded. Other uses in association with cosmetics, pharmaceutical and food industry remain unexploited even for *P. edulis*. The present work aimed to characterize chemically the pulp aroma and the fruit seed oil from *Passiflora edulis* (yellow passion fruit), *Passiflora alata* (sweet passion fruit) and *Passiflora nitida* (meringue passion fruit). The oil was extracted from the seeds using hexane and the fruit aroma was obtained using the dynamic headspace technique. The analyses of the chemical composition of the oils and aromas were performed by mass spectrometry-coupled gas chromatography. There was no significant difference in the oil yield between the species *P. edulis* (25.62%) and *P. nitida* (26.10%), however, both were significantly different from the species *P. alata* (20.12%). For *P. edulis* and *P. alata*, the relative proportion of major fatty acids (linoleic, oleic and palmitic) was similar (*P. edulis*: 67.99; 14.54 and 15.30%); *P. alata* 63.16; 15.02 and 18.75%) and distinct from *P. nitida* (35.53; 28.35 and 28.97%). The chemical composition of the pulp aroma was distinct in the three species studied. Major volatile compounds of the aroma from *P. edulis* and *P. alata* belong to the chemical class of the esters, being the majoritary compounds: ethyl butanoate (45.12%) and ethyl hexanoate (30.89%) for the first species, whereas in *P. alata* the majoritary compounds were: methyl trans-crotonate (40.78%), methyl butanoate (20.52%) and 2-methyl-hexenoate (15.70%). For *P. nitida* the predominant chemical class is aldehyde, with noteworthy major compounds hexanal (63.09%) and nonanal (11.85%).

**Key words:** *P. edulis*, *P. nitida*, *P. alata*, fatty acids, aroma.

### **3. INTRODUÇÃO**

Os vegetais além de fornecer ao homem, nutrientes, materiais para vestuário, habitação, defesa, ataque, produção de meios de transporte, etc., produzem substâncias, que apresentam como função primária, dentre outras, à defesa e atração contra insetos e outros herbívoros. Essas substâncias contribuem com os aromas e sabores de muitos vegetais acrescentando características desejáveis ou não, além da utilização como medicamento pelo homem desde épocas pré-históricas. Algumas plantas têm seu efeito terapêutico já confirmado cientificamente, outras ainda estão em fase de pesquisa, porém são usadas pela população em geral nos diversos continentes.

Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS, 85% da população mundial utiliza plantas medicinais para tratar agravos à saúde. No Brasil os percentuais são próximos, estima-se que 82% da população brasileira utilize produtos a base de ervas. O setor fitoterápico movimenta anualmente R\$ 1 bilhão em toda sua cadeia produtiva e emprega mais de 100 mil pessoas no Brasil (ABIFITO, 2004). A Fitoterapia constitui uma forma de terapia medicinal que vem crescendo notadamente nos últimos anos.

Pela definição da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) são classificados como fitoterápicos os medicamentos obtidos exclusivamente mediante métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias primas aromatizantes/aromas naturais. Entende-se por matérias primas aromatizantes/aromas naturais os produtos de origem animal ou vegetal normalmente utilizados na alimentação humana, que contenham substâncias odoríferas e/ou sápidas, seja em seu estado natural ou após um

tratamento adequado (torrefação, cocção, fermentação, enriquecimento, enzimático, etc.). Os aromatizantes - aromas naturais compreendem: óleos essenciais; extratos; bálsamos, óleo - resinas e óleo-goma-resinas; ([http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/manual\\_politica\\_medicamentos.pdf](http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/manual_politica_medicamentos.pdf)).

Dentre as plantas mais utilizadas popularmente e comercializadas como fitoterápicos, encontra-se o maracujá. Suas folhas possuem propriedades medicinais, sendo utilizadas como fitoterápicos em ansiedade, taquicardia, palpitações e dores musculares. (Proença da Cunha *et. al.*, 2003).

De acordo com estimativas da ITI Tropicals (2005) a produção mundial de maracujá é de 640.000 toneladas e o Brasil como primeiro produtor apresenta aproximadamente 70% desse total. O Equador aparece em segundo lugar e a Colômbia em terceiro, com respectivamente 85.000 e 30.000 toneladas.

No ano de 2004, a produção brasileira de frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) atingiu 491.619 toneladas. Destaca-se como os principais produtores, o estado da Bahia (23,3%), Espírito Santo (16,5%), São Paulo (9,5%), Sergipe (8,2 %) e Pará (7,8%). A cultura de maracujá destacou-se entre as culturas de manga, abacate, uva, tangerina, caqui, limão, goiaba, laranja, maçã e mamão, sendo as frutíferas mais cultivadas no Brasil em 2004 (IBGE, 2005).

Nos últimos anos, iniciou-se o cultivo, em pequena escala, de *Passiflora alata* Curtis, espécie bastante aromática, usada como alimentar, medicinal e ornamental (Passos, 1999). O maracujá-suspiro (*P. nitida* Bonpl. ex Kunth), já é comercializado na região Norte do Brasil. É uma planta bastante vigorosa e produtiva, com frutos de sabor agradável, apresentando resistência a morte prematura a antracnose, mas é susceptível a Cladosporiose (Oliveira *et al.*, 1994, Oliveira & Ruggiero, 1998). Está espécie pode ser encontrada em alguns locais dos estados do Mato Grosso, Goiás e Tocantins.

O uso do maracujá é bastante variado, podendo ser utilizado como ornamental (flores), alimentício (fruto) e medicinal (folhas). Apesar da ampla utilização do maracujá com fins medicinais seu principal uso está na alimentação humana, podendo ser consumido *in natura* ou na forma de suco, seu principal produto. Industrialmente, o suco em conjunto com o aroma, é utilizado na elaboração de produtos alimentícios, tais como: refrescos, doces, geléia, sorvete, licores, etc.

A produção de suco de maracujá gera toneladas de resíduo, composto por cascas e sementes, que representam cerca de 50 e 13%, respectivamente, da matéria-prima, sendo em grande parte descartado. Agregar valor a estes subprodutos é de interesse científico e tecnológico (Ferrari, *et. al.* , 2004).

As cascas e as sementes são ricas em pectinas e óleo, respectivamente, podendo ser utilizados na alimentação animal (Meletti & Maia, 1999). O percentual de óleo nas sementes de maracujá corresponde a cerca de 25,7% do peso do farelo seco obtido, com elevado teor de ácidos graxos insaturados, demonstrando que este produto tem um bom potencial para aproveitamento tanto na alimentação humana e animal, quanto no uso cosmético (Gaydou & Ramanoelina, 1983; Medina & Turatti, 1994; Melo & Andrade, 1996; Couto, 1996; Sant'anna *et al.*, 2001; Starling *et. al.*, 2002, Ferrari *et al.*, 2004).

O óleo fixo tem ação no tecido cutâneo impedindo a perda transepidérmica de água. Os ácidos graxos insaturados são nutritivos e tem participação em vários processos bioquímicos e fisiológicos de formação de epitélios (Bloise, 2003). Em virtude desses benefícios os óleos vegetais de sementes, dentre eles, os óleos de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) e maracujá (*P. edulis* Deg. e *P. incarnata* L.), têm sido empregados em formulações cosméticas (hidratantes, condicionadores, sabões, etc.). O óleo das sementes de maracujá possui alta concentração de ácido linoléico (ômega-6), proporcionando a reabilitação da pele (Oliveira, 2003; Bloise, 2003).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), o setor apresentou um crescimento médio deflacionado de 7,1% nos últimos 5 anos, tendo passado de um faturamento líquido sobre vendas de R\$ 8,3 bilhões em 2001 para 15,4 em 2005. Sendo que as vendas líquidas de fragrâncias passou de 1,1% em 2001 para 2,1% em 2005 (ABIHPEC, 2006).

A diversidade das frutas tropicais brasileiras, e conseqüentemente a diversidade de aromas têm gerado grande interesse, sobretudo internacional, consistindo em novo nicho de mercado para esse segmento industrial.

Além do setor cosmético, a indústria alimentícia busca descobrir novos aromas. A indústria nacional de aromas movimentava 135 milhões por ano e este mercado cresce 5% ao ano (Pachione, 2006). O mercado mundial de aromas e fragrâncias movimentou em



torno de 15 bilhões de dólares em 2002, sendo que a representatividade da América do Sul neste mercado ainda é modesta, em torno de 6%, indicando que este mercado tende a crescer.

O interesse do consumidor por produtos oriundos de fontes naturais tem motivado as companhias em constantes desenvolvimentos tecnológicos para identificar o maior número de componentes voláteis emitidos por produtos encontrados na natureza. Os aromas provenientes de frutas tropicais têm despertado bastante interesse das indústrias de alimentos para o desenvolvimento de novas bebidas e sobremesas.

O aroma típico de frutas é resultado da presença de alguns ésteres específicos, denominados compostos de impacto, como também da combinação de um grande número de ésteres em concentrações abaixo de 30ppm. Mesmo os compostos voláteis que apresentam concentrações em partes por bilhão são capazes de influenciar a característica completa do aroma (Thomazini, 1998).

O setor de aromas brasileiro busca atualmente reproduzir em laboratório aromas com o sabor mais próximo do natural, porém ainda há muito que avançar, pois é necessário o estudo dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma das frutas quanto à caracterização, reconstituição, formulação e técnicas de manipulação dos aromas, assim como a classificação da origem das frutas (Thomazini, 1998).

Com exceção do maracujá-amarelo (*P. edulis*), estudos envolvendo a avaliação da composição química, do valor nutricional e a exploração dos subprodutos, (aroma da polpa, óleo das sementes, e pectina das cascas), para outras espécies são escassos.

Assim estudos dessa natureza são desejáveis, uma vez que, fornecerão subsídios para a potencial exploração de novos nichos de consumo para o setor produtivo, agregando valor aos subprodutos do maracujá (Costa & Tupinambá, 2005).

Além disso, informações concernentes às características químicas dos frutos (polpa e sementes) de distintas espécies e variedades, associadas às agrônômicas, de pós-colheita e sensorial, podem auxiliar os programas de melhoramento genético do maracujazeiro para a seleção de genótipos de qualidade superior.

Visando oferecer ao setor produtivo, outras opções de comercialização do fruto *in natura* e produto industrial, com maior valor agregado, o presente estudo teve por objetivo a caracterização química do aroma da polpa e óleo das sementes dos frutos de

*Passiflora edulis* (maracujá-amarelo), *Passiflora alata* (maracujá-doce) e *Passiflora nitida* (maracujá-suspiro).

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Caracterização botânica de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida*

O maracujá pertence à família Passifloraceae, gênero *Passiflora*. Não existe consenso sobre o número de gêneros na família. Cervi (1977) propõe 20 gêneros, enquanto Brummitt (1992) e Bernacci *et al.* (2003) propõem 17 e 19 gêneros para a família, respectivamente.

O número de espécies também é incerto, Cronquist (1981) sugeriu 650, Holm-Nielsen *et al.* (1988) um número intermediário 630, enquanto Bernacci *et al.* (2003) consideram 530 espécies. Grande parte destas espécies, cerca de 400, pertence ao gênero *Passiflora*, que se distribuiu principalmente na América e apenas 20 ocorrem na Índia, China, Sudeste Asiático, Austrália, ilhas da Oceania e regiões vizinhas.

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Deg.) é uma trepadeira lenhosa de grande vigor vegetativo, de caule cilíndrico ou ligeiramente anguloso. As folhas são trilobadas, subcoriácea, serreadas, lulosas na face superior. Flores axilares, brancas com franja roxa, podendo chegar até 7cm de diâmetro. Os frutos são globosos ou ovóides sua polpa é um tanto ácida e muito aromática (Figura 1) (Teixeira, 1994).

O maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) apresenta caule quadrangular de arestas aladas, gavinhas axilares robustas e folhas ovadas inteiras (7 a 15 cm de comprimento e 5 a 10 cm de largura). Os botões florais são pilosos e as flores são grandes

(10 a 12 cm de diâmetro). Os frutos são ovóides, de coloração amarela a laranja quando maduros, com grande variação no formato e tamanho, (Figura 2). As sementes são cordadas e faveoladas, em geral, de 7 a 8 cm de comprimento (Vanderplank, 1996, Cervi, 1997).

A espécie *P. nitida* HBK é conhecida no Brasil como maracujá-do-mato ou maracujá-suspiro. Caracteriza-se por ser uma trepadeira, como todas as espécies do gênero, munida de gavinha, com caule cilíndrico. As folhas são ovado-oblongas e brilhantes em ambas as faces, medem de 9 a 17 cm de comprimento por 6 a 10 cm de largura. As flores são grandes e vistosas, de cor branca e azul-púrpura, com 9 a 11 cm de largura. O fruto é uma baga globosa ou ovóide, mede cerca de 8 cm de altura e 3 a 7 cm de diâmetro; a casca apresenta cor amarelo-alaranjado, cerca de 1,5 cm de espessura e essencialmente esponjosa (Figura 3). As sementes são achatadas, codiformes, com 0,6 cm de comprimento por 0,4 cm de largura, são tridentadas no ápice e reticuladas no centro; polpa transparente e adocicado (Oliveira & Ruggieiro, 2005).



**Figura 1.** Flor e fruto de *P. edulis*



**Figura 2.** Flor e fruto de *P. alata*



**Figura 3.** Flor e fruto de *P. nitida*

#### 4.2. Aspectos gerais da cultura no Brasil

A primeira referência ao maracujá, no Brasil, foi em 1587, no Tratado Descritivo do Brasil, como “erva que dá fruto”(Júnior, *et. al.* 2000).

Os pomares de maracujá surgiram como atividade econômica no final da década de 80, embora várias espécies já fossem cultivadas desde o período colonial (Meletti & Maia, 1999).

Nas décadas de 70 e 80, por falta de uma demanda constante do produto, ciclos de expansão da área cultivada foram bastante comuns. A partir de 1986, no entanto, observou-se ampliação significativa na área cultivada e na produção, acompanhada pelo consumo, porque as indústrias extratoras de suco estimularam o mercado do produto industrializado (Rizzi *et al.*, 1998).

A década de 90 foi marcada pela valorização do preço da fruta fresca e a modificação do hábito de consumo, pois por um longo período, cerca de 30% da produção era destinada ao mercado de fruta fresca e 70% para a indústria de sucos. Atualmente, mais da metade da produção nacional destina-se ao mercado interno de frutas (Silva, 1998).

Segundo Souza & Meletti (1997), no Brasil, as espécies com maior expressão comercial são a *P. edulis* Deg (maracujá-azedo ou amarelo), *P. edulis* Sims (maracujá-roxo) e a *P. alata* Curtis. (maracujá-doce). Em 1996, representava 95% dos pomares comerciais do Brasil, devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento em suco (Ruggiero *et al.*, 1996).

O maracujá-amarelo está disseminado na região oeste do Estado de São Paulo, mas desponta na região do Vale de Ribeira, onde os municípios de Registro, Pariquera-Açu e Iguape são importantes produtores, respondendo por 38% da produção paulista.

Atualmente, no Brasil e em outros países, as espécies cultivadas de maior importância são *P. edulis* Sims. (maracujá-roxo) e *P. edulis* Deg. (maracujá-amarelo).

### **4.3. Propriedade medicinal, ornamental e alimentar do maracujá.**

A utilização do maracujá é bastante variada, podendo ser utilizada como ornamento, alimento e medicamento (Gamarra Rojas & Medina, 1996).

A maior parte das informações sobre as propriedades medicinais do gênero *Passiflora* provém das espécies *Passiflora incarnata* e *Passiflora edulis* seguido da *Passiflora alata*. O conhecimento para as demais espécies ainda é pequeno (Pereira & Vilegas., 2000, Dhawan *et al.*, 2004). *Passiflora incarnata* é a espécie mais conhecida pela medicina popular por seu efeito sedativo e controlador da ansiedade.

A espécie brasileira *Passiflora caerulea* é um dos maracujás medicinais mais difundidos na Europa e Ásia juntamente com a espécie peruana *Passiflora incarnata*. Em geral, o efeito medicinal calmante é obtido da infusão de folhas e flores e da polpa dos frutos. As raízes da *P. caerulea* também são usadas nos Países Baixos, Índia, América do Sul e México como vermífugo. Nas Ilhas Maurício, recomendam-se tinturas e extratos desse maracujá para controle da insônia e vários distúrbios do sistema nervoso,

enquanto as raízes são empregadas como diurético. Na Argentina, a medicina popular recomenda as partes aéreas de *P. caerulea* como antimicrobiano no tratamento da pneumonia e tosse com catarro (Anesini & Perez, 1993).

No Brasil o suco do maracujá *Passiflora maliformis* Linn (maracujá-gigante) é utilizado no controle de febre. Na América Central, brotos de *Passiflora pedunculata* Mast., partes aéreas de *Passiflora sexflora* Juss e *Passiflora vitifolia* HBK vêm sendo usadas contra picadas de cobra (Morton, 1981 revisto em Dhawan *et al.*, 2004).

A *Passiflora edulis* é utilizada como sedativo, calmante, diurético, anti-helmíntico, antidiarréico, tônico e no tratamento da hipertensão, sintomas da menopausa, cólicas infantis e insônia, (Matos, 2002, Dhawan *et al.*, 2004). Infusão de folhas de *Passiflora foetida* controla a histeria e insônia segundo a tradição nigeriana (Nwosu, 1999).

A *Passiflora actinia*, nativa do Brasil, apresenta composição semelhante à da *Passiflora incarnata* (Santos *et al.*, 2003). Injeções intraperitoniais de extratos hidroalcoólicos, metanólico e aquoso-metanólico proporcionaram em camundongo efeito sedativo e cataléptico (Santos *et al.*, 2005).

Oga *et al.* (1984), verificaram que a administração intraperitoneal de 150 mg/kg do extrato das folhas de *Passiflora alata* reduziu a indução espontânea da atividade dos nervos motores, mediada pela anfetamina, prolongou o sono e aumentou o *on set time* e o tempo de sobrevivência no tratamento convulsivo por pentilenotetrazol. A dosagem 75 e de 150 mg/kg apresentou potente efeito analgésico equivalente ao analgésico-padrão indoprofen.

O efeito contra ansiedade da *Passiflora* é atribuído principalmente aos flavonóides, crisina e BZF (benzoflavanóide) (Costa & Tupinambá, 2005).

Observou-se em testes realizados em ratos, que o extrato aquoso de *P. edulis* f. *flavicarpa* prolongou o tempo de sono induzido por barbitúrico, reduziu a temperatura corpórea, potencializou a ação da morfina, reduziu o efeito estimulante da anfetamina e induziu catatonia Vale e Leite (1983), Lutomski *et al.* (1975) e Petry *et al.* (2001) sugeriram que a ação depressora estaria relacionada às frações alcaloídicas e, notadamente, as flavonoídicas.

Apesar do amplo uso com propósitos medicinais, o principal uso está na alimentação humana, podendo o fruto ser consumido “*in natural*” ou na forma de suco, seu principal produto. Sua utilização na elaboração de produtos caseiros ou industrializados é

feita, principalmente, na forma de refresco ou de produtos preparados, doces, geléia, sorvete e licores. O suco possui sabor típico, muito apreciado, rico em vitamina A, cálcio e fósforo (Haendler, 1965).

Na extração do suco de maracujá, são descartados toneladas de resíduo, dos quais cerca de 50% são cascas e 13% são sementes (Ferrari, *et. al.*, 2004).

O óleo das sementes de maracujá é parecido com o de nozes para algumas propriedades. Outro produto que pode ser obtido a partir do fruto do maracujá é a pectina, que se encontra na parte branca da casca, em proporções que podem alcançar 2%, podendo ser aproveitada para a elaboração de ração animal, a exemplo das indústrias de suco de laranja (Souza & Sandi, 2001).

A utilização da farinha da casca de maracujá no tratamento complementar da obesidade e diabetes realizada com animais em laboratório, tem demonstrado o potencial do maracujá como alimento funcional (Araújo & Lopes, 2005).

Chau & Huang (2005) relataram que *hamster* alimentados com fibras de sementes de *Passiflora edulis* tiveram significativa redução de triglicerídeos, colesterol total e no fígado e aumento de lipídeos e ácidos biliares nas fezes, indicando que as fibras do maracujá podem ser utilizadas com propriedade hipocolesterolêmica para a alimentação humana.

As variedades comerciais de maracujá são ricas em alcalóides, flavonóides e carotenóides, minerais e vitaminas A e C, substâncias responsáveis pelo efeito funcional em outros alimentos (Casimir *et al.*, 1981; Suntornsuk *et al.*, 2002, Dhawan *et al.*, 2004).

O maracujá apresenta, ainda, um valor ornamental que é conferido pelas belas flores, que exercem atração pelo seu tamanho, pela exuberância das cores e singularidade das formas. Muitas espécies de *Passiflora*, as quais destacam-se *P. malacophylla* Mast, *P. coccinea* Aubl. x *P. vitifolia* H.B. & K., *P. coccinea* Albl. x *P. incarnata* Linn e *P. amethystina* Mikan, não produzem frutos comestíveis, chamando a atenção pelo efeito decorativo podendo ser utilizadas em cercas vivas, caramanchões e alambrados (Meletti & Maia, 1999). No Sudeste do Brasil o maracujá-doce *Passiflora alata* e mais raramente, o maracujá-azedo *Passiflora edulis*, tem sido utilizado tanto para fins alimentícios quanto ornamentais (Peixoto, 2005).



## 4.4. Lipídios

### 4.4.1. Considerações gerais

O termo lipídio indica um conjunto de substâncias químicas que, ao contrário das outras classes de compostos orgânicos, não são caracterizadas por algum grupo funcional comum, e sim pela sua alta solubilidade em solventes orgânicos apolares (hexano, éter, clorofórmio, etc) e baixa solubilidade em água. Assim como as proteínas e os carboidratos são um dos mais importantes nutrientes no fornecimento de energia e na manutenção dos processos celulares vitais. Podem ser considerados como “produtos naturais”, de origem animal ou vegetal, onde predominam ésteres de ácidos graxos. Participam com 10 a 15% do peso corporal do homem (Gómez, 2003; <http://qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/lipidios/lipidios.html>).

Estão distribuídos pelos tecidos subcutâneos, mesentérios, em torno dos rins, coração, principalmente nas membranas celulares e nas células de gorduras.

### 4.4.2. Tipos e Classificação

Os triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol, ésteres do colesterol e fosfolípidos, correspondem aos principais lipídios (Salem, 1999).

Os triacilglicerídios (TAGs) são conhecidos como gorduras neutras, são ésteres do glicerol (1,2,3-propanotriol). Estes ésteres possuem longas cadeias carbônicas ligados ao glicerol, que através da hidrólise ácida libera os ácidos graxos correspondentes e o álcool (glicerol). Os TAGs podem ser chamados de gorduras ou óleos, dependendo do estado físico na temperatura ambiente: sólidos (gorduras) e líquidos (óleos).

A presença de insaturação nas cadeias dos ácidos carboxílicos dificulta a interação intermolecular, fazendo com que, em geral, estes se apresentem à temperatura ambiente, no estado líquido e os saturados, com uma maior facilidade de empacotamento intermolecular, apresentem-se no estado sólido.

No organismo, tanto os óleos como as gorduras podem ser hidrolisadas pelo auxílio de enzimas específicas, as lipases (fosfolipase A ou a lipase pancreática), que permitem a digestão destas substâncias. Nos animais, os TAGs são lipídios que servem, principalmente, para a estocagem de energia. (<http://qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/lipidios/lipidios.html>)

Os ácidos graxos podem ser classificados como saturados ou insaturados, dependendo da ausência ou presença de ligações duplas (carbono-carbono). Os insaturados são convertidos em saturados através da hidrogenação catalítica, processo denominado redução (Salem, 1999).

Os ácidos graxos saturados são predominantemente encontrados em carne, ovos, queijos, leite, manteiga, óleo de coco e palma e também em vegetais hidrogenados. (Gómez, 2003).

Os ácidos graxos monoinsaturados são encontrados na maioria das gorduras animais, aves, carnes de vaca e cordeiro e também em azeitonas, sementes e nozes, sendo o mais comum o ácido oléico (C18:1).

Dos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), o mais importante da família ômega-6 é o ácido linoléico (C18:2), encontrado em maior ou menor abundância em óleos vegetais como os de girassol, milho, soja e algodão. É precursor do ácido araquidônico (C20:4, ômega-6), no qual é transformado no organismo jovem, através de processo metabólico que permite o alongamento da cadeia de carbono e a dessaturação adequada. (Gómez, 2003).

Da família ômega-3 o mais importante é o ácido linolênico (C18:3), encontrado em sementes oleaginosas (canola, soja e linhaça), do qual, por alongamento e dessaturação são gerados os ácidos eicopentaenóico (EPA, C20:5, ômega-3) e Docosahexaenóico (DHA, C22:6, ômega-3). Contudo, a maior fonte deste ácido reside nos animais marinhos, particularmente peixes. Os ácidos ômega - 6 e 3 são considerados ácidos graxos essenciais por serem necessários para a saúde uma vez que, não são biossintetizados pelos animais e o homem, sendo adquiridos através da dieta (Gómez, 2003).

### 4.4.3. Função na planta

Os lipídios são uma importante forma de armazenagem de carbono em muitas sementes de Angiospermas. Dentro de alguns órgãos, como nas nozes, podem representar 80% do total da matéria seca. Nas sementes são acumulados durante a fase de maturação do embrião e ou do endosperma, na forma de TAGs (triacilglicerídios).

Durante a germinação das sementes, Os TAGs são catabolizados e contribuem para o crescimento prematuro da plântula. Os TAGs de muitas sementes contém alguns grupos acil que são encontrados na membrana lipídica, correspondendo predominantemente aos ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oléico (C18:1), linoléico (C18:2), e linolênico (C18:3) (Voelker & Kinney, 2001).

### 4.4.4 Uso na saúde humana

A necessidade dos ácidos graxos de cadeia longa, pertencentes às famílias ômega-6 e ômega-3, para o homem, nas diferentes fases, já ficou completamente comprovada.

Estudos revelam que o ácido ômega-3 é essencial ao desenvolvimento das células nervosas, neurônios e células gliais. Sua carência durante a fase fetal tem trágicas conseqüências para a vida extra-uterina futura (Campos & Belda, 1991). Os ácidos graxos essenciais linoléico e linolênico, ômega-6 e ômega-3 respectivamente, apresentam efeitos em diversos processos fisiológicos na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, aterosclerose, trombose, hipertrigliceridemia, hipertensão, diabetes, artrite, outros problemas inflamatórios e câncer (Salem *et al.*, 1996; Uauy e Valenzuela, 2000).

Através das enzimas elongases e dessaturases, o ácido linoléico pode ser metabolizado em outros ácidos ômega-6, incluindo os ácidos  $\gamma$ -linolênico, dihomo- $\gamma$ -linolênico e araquidônico.

O ácido  $\alpha$ -linolênico, da família ômega-3, é metabolizado em outros da série ômega-3, entre eles EPA (Eicopentaenóico) e DHA (Docosahexaenóico) (Salem, 1999). Não obstante, as enzimas envolvidas nesta conversão são comuns na via de alongação e

dessaturação do ácido linoléico e a competição dos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 reduziriam a quantidade de ômega-3 convertido. Portanto, é recomendada a redução do ômega-6 quando o ômega-3 é aumentado na dieta de adultos e recém-nascidos, para o funcionamento adequado do metabolismo cardiovascular (Gómez, 2003).

Os ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 influenciam no metabolismo dos eicosanóides, na expressão genética e na comunicação intercelular. Estas duas classes de PUFA são metabolicamente diferentes e possuem funções fisiológicas opostas, deste modo o equilíbrio nutricional é importante para se conseguir a homeostase e desenvolvimento normal do organismo. Uma dieta com equilíbrio entre ômega 6 e 3, é essencial para metabolismo do organismo humano, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares e crônicas degenerativas e também de uma melhor saúde mental (Simopoulos, 2000).

Os ácidos ômega-3 e ômega-6 são importantes na manutenção da higidez da pele, uma vez que, integram o *stratus corneum* através das ceramidas, evitando a perda de água transpidérmica, garantindo a sua elasticidade e integridade (Campos & Belda, 1991).

Embora presentes em quantidades relativamente pequenas, outros lipídios participam de papéis importantes como co-fatores enzimáticos, carregadores de elétrons, pigmentos, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (Lehninger, *et al.*, 1993).

#### **4.4.5. Composição química das sementes de maracujá**

As sementes, no maracujá, representam cerca de 6 a 12% do peso total do fruto. O óleo de sabor agradável e odor suave compara-se ao óleo de algodão em valor nutritivo e digestibilidade (Ferrari, *et. al.* 2004).

Segundo Tocchini (1994), apesar do alto conteúdo de celulose e lignina que podem limitar seu uso na alimentação animal, principalmente monogástricos, as sementes de maracujá podem ser consideradas boas fontes de óleo, carboidratos, proteínas e minerais.

A composição química do óleo de sementes de maracujá (*P. edulis*), realizada por Prasad (1980), demonstrou: 11,0% de ácidos palmítico, 2,0% de esteárico, 14,0% de oléico, 73,5% de linoléico e traços para o ácido linolênico e araquídico.

Estudos conduzidos por Pontes *et al.* (1989) relatam o teor de ácidos graxos similares a Prasad (1980): 11,0% ácido palmítico; 2,80% ácido esteárico; 17,5% ácido oléico e 68,70% linoléico.

O óleo extraído das sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* apresentou elevado teor de ácidos graxos insaturados (87,54%), com predominância do ácido linoléico, com índice de iodo de 136,5g I<sub>2</sub>/100g. A análise da composição química dos ácidos graxos determinados por cromatografia gasosa revelou a presença de 17,31% de ácido oléico; 68,06% de ácido linoléico; 10,41% de ácido palmítico; 3,10% de ácido esteárico e 0,38% de ácido linolênico. O farelo desengordurado obtido apresentou 10,53% de umidade; 15,62% de proteínas; 0,68% de lipídeos; 1,8% de cinzas, um elevado teor de fibras e carboidratos, 58,98 e 12,39% respectivamente (Couto, 1996).

Sant'anna, *et. al.* (2001) realizaram o estudo da composição química das sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* em três diferentes tamanhos de frutos (tipo 1: 12-15 cm; tipo 2: 7-10cm; tipo 3: 5-6 cm), utilizando diferentes metodologias cromatográficas. De acordo com os autores o rendimento das sementes em relação ao peso dos frutos para os tipos 1, 2 e 3 não apresentou diferença entre os tamanhos analisados (5,18%; 5,83% e 5,31%). A composição química dos ácidos graxos, nos três diferentes tamanhos, mostrou predominância dos ácidos oléico e linoléico, correspondendo, aproximadamente, a 15% e 70%, respectivamente.

Segundo Ferrari *et. al* (2004) as sementes de maracujá (*P. edulis*) representam de 6 a 12% do peso total do fruto, sendo que, 25,7% do peso do farelo seco é constituído por óleo. A análise da composição química do óleo das sementes demonstrou elevado teor de ácidos graxos insaturados (87,54%) e 12,46% de saturados: ácido mirístico (0,08%); palmítico (12,04%); estereático (traço); oléico (18,06%), linolênico (0,69%) e linoléico (68,79%).

## 4.5. Compostos voláteis

### 4.5.1. Considerações gerais

O sabor de um alimento é uma resposta integrada entre as sensações do gosto e aroma, sendo a sensação do gosto atribuída aos compostos não voláteis, tais como açúcares, sais e ácidos, responsáveis pelos quatro gostos básicos: salgado, doce, amargo e ácido, já o aroma é constituído por dezenas e centenas de compostos voláteis pertencentes a várias classes químicas e com diferentes propriedades físico-químicas.

Os compostos voláteis são encontrados em quantidades extremamente pequenas, são termolábeis, podendo durante o preparo da amostra a qualquer aumento de temperatura acarretar reações químicas, como rearranjos, hidrólises, ciclizações, entre outras modificações levando a alteração da amostra original (Franco & Janzanti, 2003).

Os compostos químicos voláteis são perceptíveis aos receptores nasais durante a degustação (detecção retro-nasal), quanto pelo aroma percebido à distância, caracterizando assim, um sistema complexo já que o olfato humano pode discriminar entre milhares de compostos voláteis. Estima-se que o processo de percepção pelo olfato (aroma) é mais sensível do que pelo paladar (sabor) (Mottram, 1993).

O conhecimento dos compostos químicos responsáveis pelo sabor e aroma característico das frutas tropicais ou subtropicais justifica-se pela importância que estes desempenham na qualidade dos frutos e seus produtos (Narain *et al.*, 2004).

O consumidor busca produtos (alimentos, bebidas e cosméticos), de qualidade, de forma que o aroma é um importante parâmetro usado pelo consumidor para aceitar ou a rejeitar um produto.

Maróstica (2006) relata que a atração por produtos preparados com ingredientes naturais em substituição aos aditivos químicos, leva esses produtos a apresentarem um apelo de mercado diferenciado.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária os aromatizantes/aromas classificam-se em naturais ou sintéticos. Aromatizantes/aromas naturais são obtidos exclusivamente mediante métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas aromatizantes/aromas naturais. Entende-se por

matérias-primas aromatizantes/aromas naturais os produtos de origem animal ou vegetal normalmente utilizados na alimentação humana, que contenham substâncias odoríferas e/ou sápidas, seja em seu estado natural ou após um tratamento adequado (torrefação, cocção, fermentação, enriquecimento, enzimático, etc.). Os aromatizantes/aromas naturais compreendem: óleos essenciais, extratos, bálsamos, óleo resinas e óleo goma resinas e substâncias aromatizantes/aromas isolados. Aromatizantes/aromas sintéticos são compostos quimicamente obtidos por processos químicos, que compreendem: aromatizantes/aromas idênticos aos naturais, aromatizantes/aromas artificiais ([http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2006/com2006\\_0427pt01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2006/com2006_0427pt01.pdf)).

De acordo com a legislação europeia, aroma ou misturas de aromas são considerados ‘naturais’ quando são obtidos de fontes naturais por processos físicos ou fermentativos. Em países desenvolvidos, como a Alemanha, 70% de todos os compostos de aroma utilizados em alimentos são obtidos de fontes naturais (Demyttenaere, van Belleghem & Kimpe 2001).

Segundo Almeida (2006) o desenvolvimento de novas técnicas para a avaliação odorífera de voláteis no aroma e sabor dos alimentos, ocorre pelo fato de existir na literatura científica 8.000 compostos voláteis identificados até 1997 (Grosch, 2001), entretanto, Stephan *et al.*, (2000), perceberam que entre estes, vários não possuem qualquer odor e apenas parte deles contribuíam efetivamente com o aroma e sabor do alimento.

Entre as técnicas utilizadas para o isolamento de compostos voláteis, a técnica do *headspace* dinâmico (HSD), destaca-se por apresentar requisitos importantes, como mínima manipulação da amostra, isolamento e enriquecimento de voláteis a temperatura ambiente, evitando a destruição da amostra, custo baixo e configuração simples.

Esta técnica consiste em capturar os compostos presentes no vapor em equilíbrio no *headspace*. Esses voláteis são coletados de forma contínua, através de um sistema a vácuo (Franco & Amaya, 1983) ou pela passagem de um gás inerte (Singleton & Pattee, 1978). Os compostos voláteis são capturados e concentrados numa armadilha, recheada com material adsorvente, sendo que as condições ótimas de coleta dos compostos voláteis dependem do tempo de captura e da dimensão da armadilha. Após a captura na armadilha, os compostos voláteis são dissolvidos do material adsorvente com solvente orgânico e levados para análise por cromatografia gasosa para separação e identificação da composição química.

Além de fornecer reprodutibilidade, esta técnica mantém a integridade química das moléculas, eliminando a formação de artefatos, e permitindo assim, representar e caracterizar fielmente o aroma de uma fruta. Normalmente, recomenda-se a adição de sal para a prevenção e inibição das transformações enzimáticas sobre os compostos voláteis, após o rompimento das células, durante a amostragem.

A análise do *headspace* da fruta é função da concentração e da pressão de vapor dos compostos voláteis presentes, porém existe uma complexa interação destes fatores com todos os componentes da matriz da fruta, principalmente lipídeos, carboidratos e proteínas (Roos, *et al.*, 1997).

A separação dos compostos voláteis tem sido feita, atualmente, através de cromatografia gasosa de alta eficiência, com o uso de coluna capilar.

A união do cromatógrafo gasoso (CG) com o espectrômetro de massas (EM) representa uma ferramenta eficaz na separação e na identificação de compostos provenientes de misturas complexas, sendo que estas técnicas são muito convenientes e úteis em análise de aromas.

Após a separação dos compostos voláteis por CG, a qualidade e a importância odorífera de cada volátil presente no efluente cromatográfico são avaliadas através da técnica de cromatografia gasosa olfatométrica (CG-O). As técnicas olfatométricas mais conhecidas são AEDA (*Aroma Extract Dilution Analysis*), CHARM (*Combined Hedonic Response Measurement*) e OSME (do grego, cheiro), (Schieberler & Grosh, 1987; Acree *et al.*, 1984; McDaniel *et al.*, 1990; Miranda-Lopez *et al.*, 1992; da Silva *et al.*, 1992).

A cromatografia gasosa-olfatométrica (CG-O) consiste na avaliação sensorial de compostos voláteis presentes em efluentes cromatográficos, quando estes deixam a coluna cromatográfica.

Nas técnicas AEDA e CHARM várias corridas cromatográficas e análises olfatométricas do eluente são necessárias para estabelecer, para cada volátil, uma diluição do isolado original, a qual abaixo desta diluição, odores não são mais percebidos no eluente cromatográfico (Thomazini, 1998). Nestas técnicas, o poder odorífero de cada composto é proporcional ao número de diluições necessárias para que ele não seja mais percebido no efluente cromatográfico: quanto maior o número de diluições, maior o poder odorífero do composto (da Silva, 2003).



A técnica denominada OSME permite aos provadores uma avaliação direta da qualidade e da intensidade dos compostos odoríferos eluídos da coluna cromatográfica, evitando as várias diluições necessárias em AEDA e CHARM, fornecendo um aromagrama de fácil interpretação quando comparado ao correspondente cromatograma.

Em OSME, a altura de cada pico mostrado no aromagrama, corresponde à intensidade máxima do odor do respectivo volátil, conforme percebida pela equipe sensorial: quanto mais alto o pico, maior a importância odorífera do volátil.

Segundo Le Guen *et. al.* (2000), quando a precisão dos resultados for um fator importante, a técnica OSME é recomendada. Tradicionalmente, em OSME quatro julgadores treinados avaliam cada isolado odorífero em quatro repetições para que um aromagrama consensual da equipe seja gerado (da Silva, 2003).

#### **4.5.2. Composição química dos compostos voláteis na polpa de maracujá**

O aroma de maracujá é resultado de uma mistura de compostos químicos de vários grupos funcionais, como ésteres, aldeídos, cetonas, álcoois e outros.

O isolamento e a identificação dos compostos voláteis do maracujá têm sido realizados através de várias técnicas, tais como: *headspace* dinâmico (HSD); destilação e extração simultânea (SDE), extração em fase sólida (SPE), microextração em fase sólida (SPME).

Estudos realizados por Engel & Tressl (1991) com o aroma de maracujá-amarelo, utilizando a técnica de destilação e extração simultânea; identificou oito compostos inéditos de enxofre, dentre eles, o acetato de 3-metil-2-butanoato.

Recentemente Jordan *et. al.* (2002) realizaram a caracterização química e perfil aromático de essências aquosas e suco das frutas de maracujá-amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa*) por cromatografia gasosa-espectrometria de massas e cromatografia-olfatometria (CG-O), identificando e quantificando quatro novos compostos: 3-metil-2-butanoato, etil-lactato (quantificação somente no suco), dietil-malonato (quantificação somente na essência) e 3-penten-2-ol (quantificadas em ambas as amostras). Análise do aroma por CG-O identificou um total de 66 componentes, destes, o 1,3-dimetilbenzeno e 2-metilbutil-hexanoato, foram descritos pela primeira vez como constituintes do perfil aromático da fruta. O 2-metilbutil-

hexanoato e hexanoato de hexila foram caracterizados como os mais importantes odorantes da essência e o 1,3-dimetilbenzeno e 2-metilbutil-hexanoato para o suco da fruta. Os constituintes voláteis da polpa dos frutos de *Passiflora millisima*, espécie nativa na Colômbia e Equador, foram avaliados por Frohlich *et. al.* (1989), resultando na identificação de 140 substâncias (estéres, alcoois, hidrocarbonetos, cetonas, lactonas), com os seguintes constituintes voláteis mais abundantes (concentração > 500 ppb): acetato de etila, acetato de butila e acetato de hexila.

Sandi (2003) avaliou possíveis correlações entre características físicas, químicas e sensoriais no suco de maracujá-amarelo submetido à pasteurização, durante o armazenamento por 120 dias, sob duas temperaturas ( $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$  e  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Os compostos voláteis foram extraídos das amostras preparadas, pelo método de microextração em fase sólida (SPME). A identificação foi realizada por cromatografia gasosa, com detector de ionização de chama, utilizando-se padrões sintéticos. Correlações importantes foram observadas entre os compostos voláteis e sabor característico e aroma característico, aroma floral e aroma doce. O furfural está associado ao sabor oxidado, sabor cozido e sabor estranho. Observou-se correlações significativas entre os teores de sacarose e o aroma doce, aroma floral, sabor característico e gosto doce, correlações significativas e positivas foram observadas entre os açúcares redutores e o sabor estranho e gosto amargo.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Extração e caracterização do óleo das sementes de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida***

#### **5.1.1. Matéria-prima**

As sementes de *P. nitida* (MT 69) coletadas em 25/04/2005; *P. edulis* (273/277) coletadas em 12/08/2005 e *P. alata* coletadas em 25/07/05, foram adquiridas a partir do banco de Germoplasma do Instituto Agrônômico (IAC), mantido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios - APTA Regional Leste Paulista - Sede Monte Alegre do Sul, estado de São Paulo.

#### **5.1.2. Preparo da matéria-prima e extração do óleo das sementes**

As sementes de *P. nitida*, *P. edulis* e *P. alata* foram trituradas em almofariz no momento da extração, empacotado em papel de filtro e adicionadas no extrator. As extrações foram conduzidas em sistema fechado, em aparelho Butt, segundo metodologia descrita por Carvalho *et al.* (1990) utilizando hexano como solvente de extração.

Para a otimização das condições de extração (tempo e volume de solvente), foram efetuados testes preliminares de acordo com o procedimento relatado no item a seguir .

### **5.1.3. Testes preliminares**

Inicialmente realizou-se a técnica de esgotamento para cada espécie, onde foram avaliados três volumes (50mL, 65mL e 80mL) de hexano (marca: Synth, lotes: 76507; 57250 e 43140) e sete tempos de extração: 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 horas.

Cerca de 0,500g de sementes trituradas, foram adicionadas no extrator e os experimentos realizados em triplicata para cada volume de solvente. Após a extração o hexano foi eliminado em rotaevaporador (Laborota-4001 - Heedolph ) e a massa de óleo pesada em balança analítica (*Bel Engineering*) e efetuado o cálculo do rendimento da extração.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, onde cada parcela constou de 3 repetições por volume de extração e por tempo de extração.

Os resultados obtidos estão apresentados no Apêndice 1

### **5.1.4. Obtenção do óleo fixo das sementes de maracujá**

Com base nos resultados obtidos nos testes preliminares as extrações do óleo das sementes de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida* foram efetuadas utilizando-se um volume de 80mL de hexano, (marca Synth, lote - 65741) por um período de três horas de extração e o rendimento calculado de acordo com o procedimento anterior. O óleo foi guardado em freezer doméstico para posterior transesterificação e análise da composição química.

### **5.1.5. Transesterificação dos óleos das sementes**

Os ésteres metílicos dos ácidos graxos foram preparados pelo método Maia (1992), que consistiu basicamente da saponificação de 0,030g de óleo com solução de

hidróxido de sódio (0,5N) em metanol, seguido da esterificação com solução de cloreto de amônio, ácido sulfúrico e metanol, na proporção de 1:1 e 5:30, respectivamente.

Á seguir acrescentou-se ao tubo de ensaio, sob agitação (30 segundos), solução saturada de cloreto de sódio e posteriormente 5 mL de hexano ( marca Synth, lote - 65741) sob agitação (30 segundos). Após a separação das fases, a fase superior (fase hexânica) foi transferida com auxílio de pipeta de pasteur para um frasco com tampa e mantido sob refrigeração até análise dos ácidos graxos.

### **5.1.6. Análise do perfil dos ácidos graxos**

As análises da composição química dos constituintes do óleo das sementes foram conduzidas em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM, Shimadzu, QP-5000), operando a 70 eV, equipado com coluna capilar DB-Wax (30mx0,25mmx0,25µm), gás de arraste hélio (1,7 mL/min), split: 1/30, injetor á 240°C e detector á 230°C. A fase hexânica (200uL) constituída pelos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi diluída em 1mL de hexano e injetado 1µL dessa solução no seguinte programa de temperatura: 110°C-170°C, 10°C/min; 170°C (2min);170°C-173°C, 1,5°C/min; 173°C-180°C, 1°C/min; 180°C (7min); 180°C-200°C, 6°C/min; 200°C, (20min).

As substâncias foram identificadas através da análise comparativa dos espectros de massas com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist 62.lib) e literatura (McLafferty e Stauffer, 1989) e co-injeção dos ésteres metílicos dos seguintes ácidos graxos: oléico (Sigma, L – 37H846), palmítico (Sigma, L – 80H8431), linolênico (Sigma, L– 67H1673), mirístico (Sigma, L – 126H3446), esteárico (Sigma, L – 26H8491). O padrão do éster metílico do ácido linoléico (Serva L – 27908), foi preparado a partir da esterificação de acordo com o método descrito por Maia, (1992).

Os resultados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a (5%) utilizando o programa MINITAB™ Statistical Software Release 13.0 Demo.

## **5.2. Captura e análise da composição dos aromas da polpa de *P. edulis*, *P. alata*, *P. nitida***

### **5.2.1. Matéria-prima**

Foram utilizados frutos de *P. edulis* (maracujá-amarelo) e frutos de *P. alata* (maracujá-doce), provenientes de cultivo comercial do município de Pinhalzinho, estado de São Paulo; frutos de *P. edulis* IAC-273/277 (maracujá-amarelo) e *P. nitida* (MT 69), adquiridos do banco de Germoplasma do Instituto Agrônômico (IAC), mantido no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios APTA Regional Leste Paulista - Sede Monte Alegre do Sul, estado de São Paulo. Os frutos foram colhidos (safra 2006) após sua queda natural e transportados para o Laboratório de Produtos Naturais do Centro de P&D de Recursos Genéticos Vegetais do Instituto Agrônômico, Campinas, estado de São Paulo.

### **5.2.2. Preparo e acondicionamento das armadilhas**

As armadilhas usadas para captura dos compostos voláteis foram confeccionadas em tubo de vidro, de 6 mm de diâmetro externo e 2,2 mm de diâmetro interno onde foram acondicionados 100mg de Porapak Q – 80-100 mesh (Supelco, lote133) fixadas com 1cm de fibra de vidro (Supelco, grau pesticida, lote: VO178A) em cada extremidade do tubo. As armadilhas assim preparadas foram lavadas com 10 mL de metanol (Tedia, grau cromatográfico, lote 209098), 10mL de diclorometano (Merck, grau cromatográfico) e 10mL de hexano (Tedia, grau cromatográfico, lote- 504175R), sucessivamente, e mantidas em estufa a 170°C por 8 horas, sob fluxo de nitrogênio (White Martins, 99,9%) de 32 mL/min.

Após o uso, as armadilhas foram acondicionadas através da lavagem com 3 mL de hexano e mantidas em estufa a 170°C, por 6 horas, sob fluxo de nitrogênio (32 mL/min).

### 5.2.3. Testes para a padronização do armazenamento da matéria-prima

Visando a escolha do melhor método de acondicionamento da matéria-prima, foram efetuados testes preliminares de extração do aroma de maracujá-amarelo (*P.edulis*), provenientes de Pinhalzinho, a fim de obter a menor perda possível dos constituintes do aroma durante o armazenamento. Para tanto, foram realizados 3 tratamentos que envolveram a polpa fresca (tratamento-1), polpa congelada (tratamento-2) e fruto congelado (tratamento-3). O tratamento 1 envolveu a extração de aromas da polpa fresca, logo após o recebimento dos frutos no laboratório. O tratamento 2 foi conduzido a partir da polpa congelada, após o armazenamento por 63 dias em freezer doméstico a -8°C. E o tratamento 3 a partir do fruto congelado, após o armazenamento deste por 63 dias em freezer doméstico a -8°C ( Metalfrio; modelo -DA420). Os resultados estão apresentados no Apêndice 2.

### 5.2.4. Preparo das amostras e captura dos compostos voláteis

A polpa dos frutos foi separada das sementes manualmente, e o suco obtido através da mistura de 170g de polpa com água destilada na proporção 1:2 (p:v). Após a obtenção do suco, foi adicionado 30% (p/p) de NaCl, para inibir possíveis reações enzimáticas. A solução foi colocada em balão do sistema de captura de voláteis, conforme o sistema mostrado na Figura 4.

A extração dos compostos voláteis foi efetuada pela técnica de *headspace* dinâmico, utilizando o suco preparado a partir da polpa do fruto congelado, de acordo com a metodologia descrita por Franco *et al.* (2004). O conjunto foi ligado a uma bomba a vácuo (marca: Quimis – Q355D2), com pressão constante de 640 mmHg, monitorada por um vacuômetro e tubo em “U” de mercúrio.



**Figura 4.** Sistema de captura de voláteis do *headspace* dinâmico

O tempo de extração foi de 2 horas e a eluição das armadilhas realizada com 300  $\mu\text{L}$  de hexano, o eluído foi armazenado em frascos de vidro (5mL), resfriados e armazenados a 0°C em freezer até o momento da análise dos compostos voláteis por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM). Os ensaios foram realizados em duplicata.

### **5.2.5. Otimização das condições de captura dos compostos voláteis**

Para os testes do tempo de captura dos compostos voláteis e volume de solvente para a sua dessorção foram utilizados frutos de *P. edulis* provenientes de Pinhalzinho. Nos experimentos visando à escolha do solvente foram utilizados os frutos provenientes do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônômico (IAC). Os resultados estão apresentados no Apêndice 2.

#### **5.2.5.1. Tempo de captura dos compostos voláteis**

Para estes testes foram utilizados os sucos preparados com a polpa congelada (tratamento 2) e dos frutos congelados (tratamento 3). Inicialmente a captura dos



aromas foi efetuada por um período de 2 horas. Após este período, a armadilha foi retirada e uma nova armadilha acoplada ao sistema, sendo substituída a cada 1 hora até o tempo total de 6 horas. A dessorção dos voláteis foi realizada com 300  $\mu\text{L}$  de hexano (Tedia - lote- 412064R) e os isolados coletados em frasco de vidro (5mL) resfriados a 0°C e acondicionados em freezer. Os ensaios foram realizados em duplicata.

#### **5.2.5.2. Volume de solvente utilizado para eluição das armadilhas**

Os testes para a escolha do volume de solvente foram realizados a partir das armadilhas utilizadas nos testes de captura dos aromas dos sucos preparados com a polpa dos frutos congelados (tratamento 3; item 5.2.5.1). Visando verificar o completo esgotamento dos compostos voláteis das armadilhas, adicionou-se mais 300  $\mu\text{L}$  de hexano (Tedia, grau cromatográfico, lote - 504175R), na mesma armadilha eluída inicialmente com 300  $\mu\text{L}$  de hexano. Os isolados foram coletados em frasco de vidro (5mL) resfriados a 0°C e acondicionados em freezer.

#### **5.2.6. Escolha do solvente**

Para a escolha do solvente com maior eficiência de dessorção dos compostos voláteis da armadilha, foram realizados dois experimentos de captura por um tempo de duas horas cada, utilizando-se o suco da polpa do fruto congelado. No primeiro experimento foram utilizados 300  $\mu\text{L}$  de acetona (Tedia, grau cromatográfico), e no outro 300  $\mu\text{L}$  de hexano para a dessorção dos compostos voláteis capturados nas armadilhas de Porapak Q e os isolados obtidos foram coletados em frasco de vidro (5mL) resfriados a 0°C, e acondicionados em freezer. Posteriormente, foi adicionado mais 300  $\mu\text{L}$  de acetona e hexano, separadamente, em cada armadilha, e os isolados assim obtidos foram coletados em frasco de vidro (5mL) resfriados a 0°C e acondicionados em freezer.

Visando a avaliação da melhor forma de armazenamento da matéria-prima e da eficiência do processo de captura foi efetuada a composição química por

cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas de todos os isolados provenientes dos testes descritos anteriormente, cujos resultados encontram-se descritos no Apêndice 2.

Com base nos resultados obtidos definiu-se como melhor forma de armazenamento da matéria-prima o congelamento do fruto até o momento da captura dos voláteis, tempo de captura de duas horas, solvente de eluição o hexano e volume de 300  $\mu\text{L}$  para a dessorção dos compostos voláteis.

#### **5.2.7. Captura dos compostos voláteis de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida***

Após a chegada dos frutos no laboratório os mesmos foram lavados, embalados em sacos plásticos e armazenados em freezer até o processamento.

Para *P. edulis* os frutos permaneceram congelados por 109 dias, *P. alata* 65 dias e *P. nitida* 53 dias. No momento da captura os frutos foram retirados do freezer e divididos em três lotes por sorteio e a polpa separada das sementes manualmente.

O procedimento do preparo de amostra e da captura dos voláteis para as três espécies foi o mesmo anteriormente descrito no item 5.2.4. Os experimentos foram realizados em duplicata.

#### **5.2.8. Identificação dos compostos voláteis**

A análise da composição química dos compostos voláteis foi conduzida em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM, Shimadzu, QP- 5000, Kyoto, Japan), operando por impacto de elétrons (70 eV), dotado de coluna capilar de sílica fundida OV-5 (30m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ), gás de arraste, hélio (1,0 mL/min); injetor a 240 °C e detector a 230 °C, modo de injeção: splitless. Volume de injeção: 0,3 $\mu\text{L}$  da solução e o seguinte programa de temperatura: 35°C (5min); 35°C -180°C, 3°C/min; 180°C-240°C, 8°C/min.

A identificação dos constituintes químicos foi efetuada através da análise comparativa dos espectros de massas das substâncias com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist 62.lib) e literatura (McLafferty e Stauffer, 1989); índice de retenção de Kovats (Adams, 1995) e padrões comerciais, hexanal (lote: I8323LD, marca: aldrich, 98%),

hexanoato de etila (lote: S26273-236, marca: aldrich, 99%), butanoato de etila (lote: A0222593001, marca: Acros organics, 99%), butanoato de metila (lote: 19358, marca: Fluka, 99,8%), acetato de trans-2-hexenila (lote: S21383-076 , marca: aldrich, 98%), trans-crotonoato de metila (lote: A0194152001, marca: Acros organics, 98%) e crotonoato de etila (lote:A0221076001, marca: Acros organics, 98%). Os índices de retenção de Kovats foram obtidos através da co-injeção da amostra com uma mistura de padrões de alcanos (C<sub>7</sub>-C<sub>24</sub>). Os índices de retenção foram calculados de acordo com a equação de Van der Dool (1963).

O composto foi considerado “identificado”, quando a identificação foi baseada na análise do espectro de massas, índice de retenção de Kovats e injeção de padrões comerciais.

O composto foi considerado “positivamente identificado” quando a identificação foi baseada na análise do espectro de massas e índice de retenção de Kovats e “tentativamente identificado” quando empregado os dados de espectrometria de massas.

## 6. RESULTADOS e DISCUSSÃO

### 6.1. Rendimento do óleo das sementes de maracujá (*P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida*)

O rendimento de óleo obtido para as sementes de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida* foram de 25,6%, 26,1% e 20,1%, respectivamente (Tabela 1).

Os rendimentos obtidos para *P. edulis* e *P. nitida* são semelhantes ao observado por Ferrari *et. al* (2004) para *Passiflora edulis*, onde descreveram que as sementes, representam cerca de 6 a 12% do peso total do fruto de maracujá, com rendimento, que corresponde a 25,7% do peso do farelo seco obtido.

A análise comparativa dos resultados demonstra que não houve diferença estatística significativa no rendimento do óleo entre as espécies *P. edulis*, *P. nitida*, mas ambas diferiram significativamente da espécie *P. alata* que apresentou menor rendimento de óleo (Tabela 1).

**Tabela 1. Rendimento do óleo das sementes de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida***

<b>Espécie</b>	<b>Rendimento do óleo (%)</b>
<i>P. edulis</i>	25,62 a
<i>P. nitida</i>	26,10 a
<i>P. alata</i>	20,12 b

\*Médias com letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## 6.2. Composição química do óleo das sementes de maracujá

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2 os ácidos graxos que compõem o óleo das sementes não diferiram qualitativamente entre as espécies avaliadas, mas diferiram quanto à proporção relativa (%).

A partir da composição em ácidos graxos pode-se observar que *P. nitida* apresentou uma maior abundância de ácidos graxos saturados (33,43%) que *P. edulis* (17,35%) e *P. alata* (20,89%); e menor para os ácidos graxos insaturados: 64,39% (*P. nitida*), 82,62% (*P. edulis*) e 79,87% (*P. alata*).

A proporção relativa dos ácidos graxos majoritários (linoléico, oléico e palmítico) para *P. edulis* e *P. alata* foram semelhantes (*P. edulis*: 67,99%; 14,54% e 15,30%; *P. alata*: 63,16%; 15,02% e 18,75%) e divergentes de *P. nitida* (35,53%; 28,35% e 28,97%).

O ácido linoléico, também conhecido como ômega-6, corresponde ao composto mais abundante para as três espécies, porém para *P. nitida* a proporção relativa é aproximadamente 50% menor do que valor obtido para *P. edulis* e *P. alata*.

Observou-se ainda, a presença do ácido linolênico para a espécie *P. edulis* e *P. alata* e ausência em *P. nitida*.

A literatura vigente relata basicamente a composição química do óleo de sementes da *P. edulis*, não sendo encontrada até o momento, relato para a *P. alata* e *P. nitida*.

A proporção relativa de ácido linoléico (ômega-6) obtida para *P. edulis* e *P. alata* é similar à estudos relatados na literatura. Estudo efetuado por Ferrari *et. al* (2004), detectou 0,08% de ácidos mirístico; 12,04% de palmítico; 0,69% de linolênico, traço de esteárico, 18,06% de oléico e 68,79% de linoléico, para as sementes de *P. edulis*.

Couto (1996) avaliou o óleo fixo de sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* e obteve 10,41% de ácido palmítico; 3,10% de ácido esteárico; 0,38% de ácido linolênico; 17,31% de ácido oléico e 68,06% de ácido linoléico.

**Tabela 2. Composição química (% média) do óleo das sementes de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida*.**

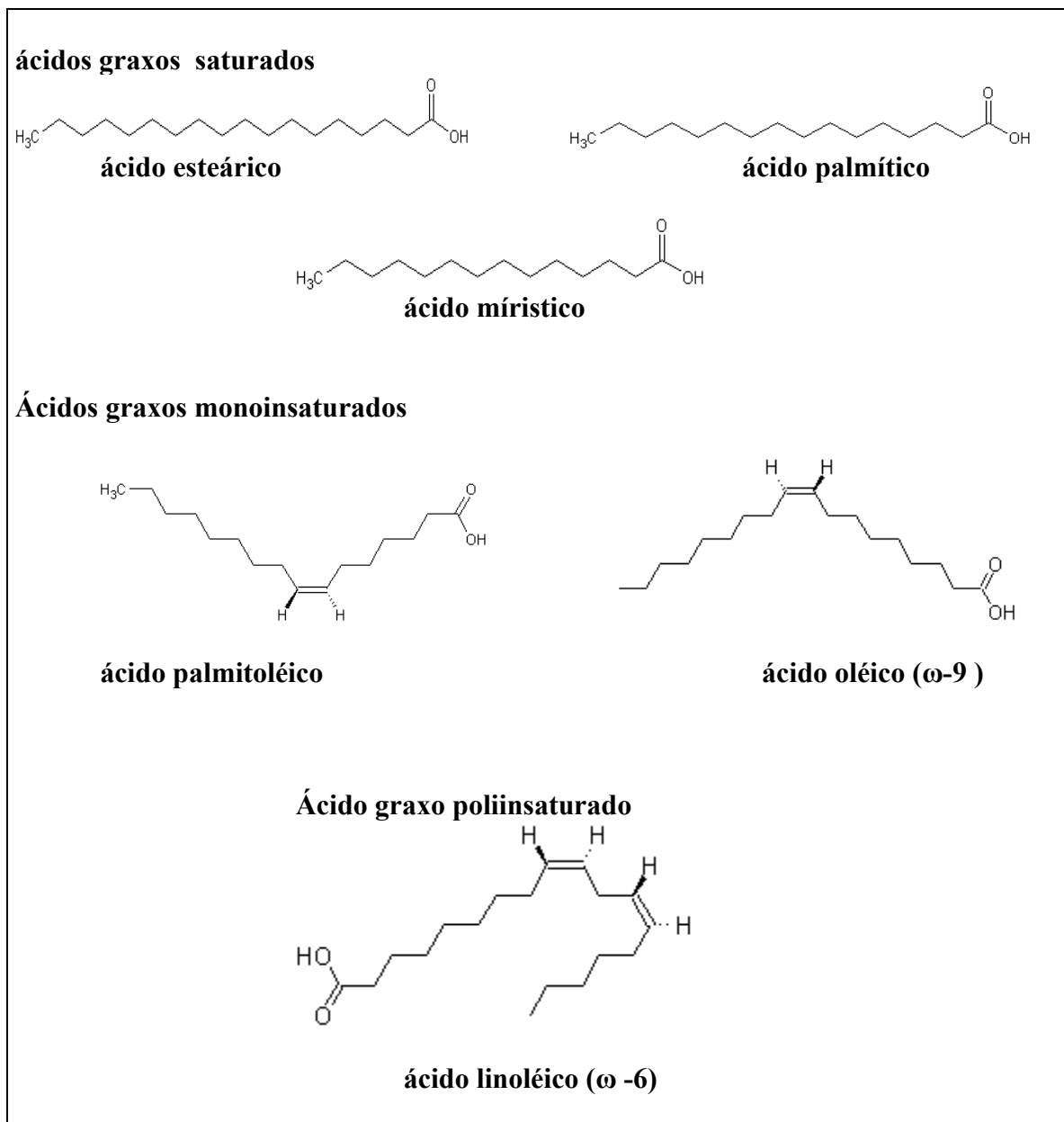
<b>ÁCIDOS GRAXOS</b>	<b>Estrutura</b>	<i>Passiflora edulis</i>	<i>Passiflora alata</i>	<i>Passiflora nitida</i>
<b>SATURADOS</b>				
ácido mirístico	(C14:0)	0,07	0,48	0,26
ácido palmítico	(C16:0)	15,30	18,75	28,97
ácido esteárico	(C18:0)	1,98	1,66	4,20
<b>MONOINSATURADOS</b>				
ácido palmitoleico	(C16:1)	0,09	1,69	0,51
ácido oléico	(C18:1)	14,54	15,02	28,35
<b>POLIINSATURADOS</b>				
ácido linoléico	(C18:2)	67,99	63,16	35,53
ácido linolênico	(C18:3)	tr	tr	nd

nd = não detectado ; tr = porcentagem  $\geq 0,05$

De acordo com a literatura, o ácido palmítico aumenta a estabilidade do óleo contra a peroxidação, sendo que o óleo contendo 15-25% de ácido palmítico é adequado para a produção de diversos tipos de margarinas (Saastamoinen, *et al.*, 1989; Zeitoun *et al.*, 1993). Comparando os dados de *P. edulis* obtidos com os estudos realizados por Couto, (1996) e Ferrari *et. al* (2004), a porcentagem relativa obtida para o ácido palmítico foi maior no presente estudo (*P. edulis*: 15,30%; *P.alata*: 18,75%; *P. nitida*: 28,97%), estando na faixa adequada para produção de margarinas.

Segundo estudo de Jorge, *et. al.*, (2005), o teor de ácido linoléico, nos óleo de girassol, milho e soja foi respectivamente de 67,78%; 52,20% e 55,26%, assemelhando-se aos resultados obtidos para *P. edulis* e *P. alata*.

A figura 5 apresenta as estruturas químicas dos ácidos graxos identificados para as sementes das três espécies de maracujá.



**Figura 5.** Estrutura química dos ácidos graxos majoritários de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida*

Os ácidos linoléico e linolênico são ácidos graxos essenciais na nutrição de mamíferos, estando o ácido linolênico relacionado com a instabilidade do óleo.

A peroxidação natural do ácido linolênico resulta em hidroperóxidos que são tóxicos aos mamíferos e causa alteração no sabor e aroma do óleo. (Saastamoinen, *et al.*, 1989).

Segundo Medina *et al.* (1980) o óleo da semente de maracujá possui baixa estabilidade, sendo suscetível a rancidez oxidativa devido ao grande conteúdo de ácido linoléico.

Nesse sentido a menor proporção relativa do ácido linoléico para *P. nitida* em relação às outras espécies, pode conferir uma vantagem a este óleo em relação a *P. edulis* e *P. alata*.

### **6.3. Compostos voláteis da polpa dos frutos de maracujá-amarelo (*P. edulis*)**

Foram detectados 53 compostos voláteis do suco da polpa do fruto congelado de maracujá-amarelo (*P. edulis*), sendo quatro identificados, 21 positivamente identificados e 3 tentativamente identificados (Tabela 3).

Os compostos voláteis encontrados pertencem à classe química dos ésteres (89,1%), aldeídos (0,42 %), álcoois (0,31%), cetona (0,05 %) e monoterpenos (7,45%), estes últimos designados de outros compostos na Tabela 3, cujas estruturas químicas estão demonstradas na Figura 6.

Os estéres compreendem a classe química mais abundante, destacando-se o butanoato de etila (45,12%), hexanoato de etila (30,89%), butanoato de butila (5,49%) e 3-hexanoato de etila (3,31%). De acordo com Narain, (1992), o hexanoato de etila e o butanoato de etila são responsáveis pelo aroma doce das frutas.

Os principais ésteres (butanoato de etila e hexanoato de etila) obtidos no presente estudo correspondem ao detectado em *P. edulis* (maracujá-roxo e maracujá-amarelo) por Chen *et al.* (1982).



Chen *et al.* (1982) avaliaram o aroma do maracujá-amarelo, do roxo e do maracujá-amarelo híbrido. Obteve para o maracujá-amarelo 267 $\mu$ g de hexanoato de etila, 205 $\mu$ g de butanoato de etila e 160 $\mu$ g hexanoato de hexila, em 85g do suco, sendo que o butanoato de etila apresentou maior quantidade (307 $\mu$ g) para o maracujá-roxo, quando comparado com o hexanoato de etila (220 $\mu$ g).

Houve diferença entre os ésteres majoritários encontrados com os relatados por outros autores para o aroma de maracujá-amarelo (*P. edulis*), obtido por diferentes metodologias de captura e frutos procedentes de localidades diferentes. Narain (2004) identificou 48 compostos dos frutos de maracujá-amarelo, sendo que os principais componentes, obtidos por *heapspace*, foram o butanoato de hexila (14,8%), hexanoato de hexila (10,7%), 3-pentanona (10,3%), butanoato de etila (8,3%), benzaldeído (6,9%), propanoato de etila (5,9%), 1-hexanal (5,1%) e octanoato de etila (4,9%). No presente estudo a proporção relativa do hexanoato de hexila (0,39%) e o n-butanoato de hexila (0,50%) foi menor.

Hiu & Scheuer (1961), reportaram que os principais compostos do aroma de maracujá-amarelo, pertence à classe dos ésteres, destacando-se o butanoato de etila, hexanoato de etila, butanoato de hexila e hexanoato de hexila, sendo este último o principal constituinte (74%).

Tabela 3. Compostos voláteis da polpa de maracujá-amarelo (*P. edulis*)

SUBSTÂNCIA	(% média)	IK exp.	IK lit.*	Método de identificação
<b>ÉSTERES</b>				
propanoato de metila	0,10	-	714	a
butanoato de metila	0,80	-	724	c
butanoato de etila	45,12	779	800	c
acetato de butila	0,06	811	812	b
butanoato de propila	0,09	897	896	b
pentanoato de etila	0,03	900	898	b
hexanoato de metila	0,09	923	934	b
butanoato de butila	5,49	994	993	b
hexanoato de etila	30,89	1001	996	c
acetato de cis-3- hexenila	0,16	1005	1007	b
3-hexanoato de etila	3,31	1008	-	a
acetato de hexila	0,26	1011	1008	b
n-butanoato de hexila	2,31	1183	1186	b
hexanoato de hexila	0,39	1383	1383	b
<b>ALDEÍDOS</b>				
hexanal	0,42	790	800	c
<b>ALCOOIS</b>				
cis ou trans-3-hexenol	0,04	855	857/851	b
n-hexanol	0,27	871	867	b
<b>CETONA</b>				
3-heptanona	0,04	-	-	a
6-metil-5-hepten-2ona	0,01	985	986	b
<b>OUTROS COMPOSTOS</b>				
$\alpha$ -pineno	0,14	927	939	b
$\beta$ -pineno	0,05	968	980	b
mirreno	1,60	988	991	b
para-cimeno	0,03	1017	1026	b
limoneno	0,79	1023	1031	b
cis-ocimeno	0,09	1036	1040	b
trans-ocimeno	4,27	1037	1050	b
$\gamma$ -terpineno	0,09	1053	1062	b
isoterpinoleno	0,39	1082	1086	b

**a** – análise do espectro de massas

**b** – análise do espectro de massas e índice de retenção de Kovats;

**c** – análise do espectro de massas, índice de retenção de Kovats e injeção de padrões comerciais

\*– Adams, 1995

#### 6.4. Compostos voláteis da polpa dos frutos de maracujá-doce (*P. alata*)

No suco da polpa do fruto congelado de *P. alata*, foram detectados 25 compostos voláteis, sendo quatro identificados, seis positivamente identificados e quatro tentativamente identificados (Tabela 4).

De acordo com a análise da composição química os compostos voláteis encontrados no aroma da polpa de maracujá-doce pertencem à classe dos ésteres (94,97 %), cetona (0,40%) e outros compostos (2,95%).

A classe química majoritária é a dos ésteres, destacando-se o trans-crotonato de metila (40,78%), butanoato de metila (20,52%), crotonato de etila (11,64%), 2-hexenoato de metila (15,70%) e butanoato de etila (5,47%). A estruturas químicas estão demonstradas na Figura 6.

**Tabela 4. Composto voláteis da polpa de maracujá-doce (*P. alata*)**

SUBSTÂNCIA	(%média)	IK exp.	IK lit.*	Método de identificação
<b>ÉSTERES</b>				
butanoato de metila	20,52	713	724	c
trans-crotonato de metila	40,78	749	-	c
butanoato de etila	5,47	779	800	c
crotonato de etila	11,64	839	835**	c
2-pentenoato de metila	0,04	870	-	a
hexanoato de metila	0,23	922	-	a
2-hexenoato de metila	15,70	963	969	b
hexanoato de etila	0,04	1004	996	b
trans-2-octanoato de metila	0,55	1165	-	a
<b>CETONA</b>				
ciclopentanona	0,40	782	-	a
<b>OUTROS COMPOSTOS</b>				
mirreno	0,02	989	991	b
limoneno	0,25	1022	1031	b
cis-ocimeno	0,06	1036	1040	b
trans-ocimeno	2,62	1046	1050	b

**a** – análise do espectro de massas

**b** – análise do espectro de massas e índice de retenção de Kovats;

**c** – análise do espectro de massas, índice de retenção de Kovats e injeção de padrões comerciais

\* – Adams, 1995; \*\* – Jordan *et al.*, 2002

De acordo com Jordan (2002), o butanoato de metila é responsável pelo aroma frutal e floral e o crotonoato de etila responsável pelo aroma da fruta tropical.

Estudos envolvendo a composição química do aroma da polpa de maracujá referem-se principalmente a *P. edulis* (maracujá-amarelo e maracujá-roxo), não sendo relatado até o momento, informações a respeito de *P. alata* (maracujá-doce).

### 6.5. Compostos voláteis da polpa dos frutos de maracujá-suspiro (*P.nitida*)

Através da cromatografia gasosa foram detectados 14 compostos voláteis no suco da polpa do fruto de *P. nitida*. Do qual um foi identificado, seis positivamente identificados. A classe química majoritária foi a dos aldeídos (78,82%), representada pelo hexanal (63,09%) e seguido do nonanal (11,85%) (Tabela 5) e outros compostos (5,66%) (Figura. 6).

No presente estudo, o hexanal também foi detectado no aroma da polpa de *P. edulis* (0,42%, Tabela 3), o mesmo não ocorrendo para *P. alata*. A presença do hexanal no aroma da polpa de *P. edulis* já havia sido detectado por Chen *et al.*, (1982) e Narain *et al.*, (2004). 2,53% e 5,12%, respectivamente.

Estudos efetuados com o suco clarificado de maçã Fuji visando verificar o efeito do processamento na composição de voláteis demonstrou aumento desta substância de 2,5% na fruta para 41,1% no suco prensado. De acordo com os autores, os aldeídos C<sub>6</sub> são produzidos por reações enzimáticas, quando ocorre a ruptura na estrutura celular (Janzantti *et al.*, 2003).

O hexanal, produto da biodegradação dos lipídeos, apresenta aroma característico de "maçã verde" (Dimick & Horkin, 1983; Paillard, 1990).

O nonanal foi detectado por Bastos *et al.* (2002) em amostra de mel de eucalipto (11,2%). Na avaliação sensorial o nonanal é descrito como eucalipto, verde, cítrico e doce. A esta substância é atribuída características florais (Bauer & Carbe, 1985).

Apesar de não ter sido realizada análise sensorial da polpa para as três espécies, as diferenças obtidas na composição química dos aromas, pôde ser observada durante o manuseio das amostras. Nota-se um aroma diferenciado para cada uma das três

espécies, em especial a *P. nitida*, que possui uma polpa transparente com baixa atratividade e de cheiro menos intenso que as outras duas espécies, enquanto a *P. edulis*, possui polpa amarelada com aroma intenso e a polpa da *P. alata* é de cor alaranjada com aroma adocicado, porém com menor intensidade do que *P. edulis*.

De acordo com levantamento bibliográfico efetuado a caracterização dos compostos voláteis de *P. nitida* não havia sido relatado até o momento.

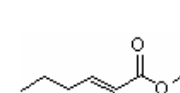
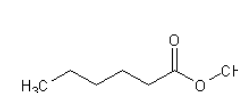
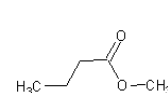
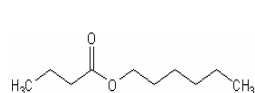
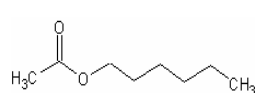
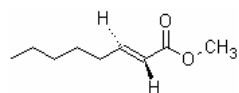
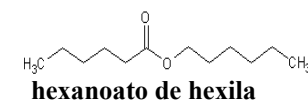
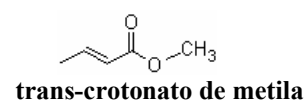
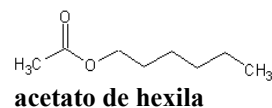
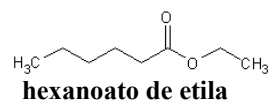
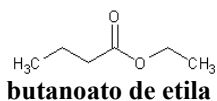
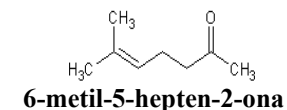
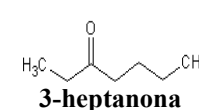
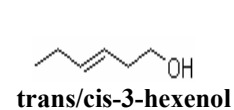
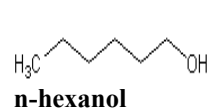
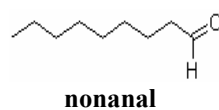
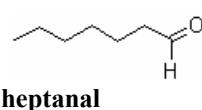
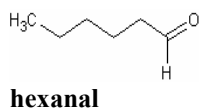
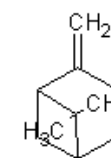
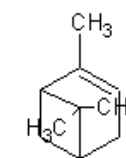
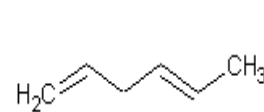
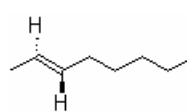
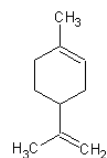
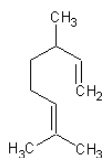
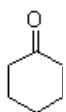
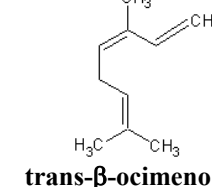
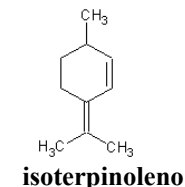
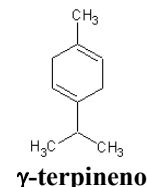
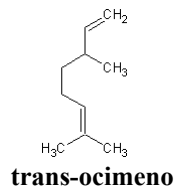
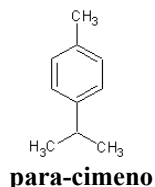
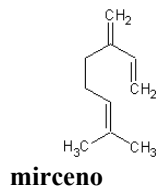
**Tabela 5. Composto voláteis da polpa de maracujá-suspiro (*P. nitida*)**

SUBSTÂNCIA	% (média)	IK exp.	IK lit.*	Método de identificação
<b>ALDEÍDOS</b>				
hexanal	63,09	792	800	b
heptanal	3,88	901	899	a
nonanal	11,85	1107	1102	a
<b>OUTROS COMPOSTOS</b>				
$\beta$ -trans-octeno	1,68	819	818	a
1,4- hexadieno	1,76	907	908	a
$\alpha$ -pineno	1,78	933	939	a
limoneno	0,44	1022	1031	a

**a** – análise do espectro de massas e índice de retenção de Kovats;

**b** – análise do espectro de massas, índice de retenção de Kovats e injeção de padrões comerciais

\* – Adams, 1995

**ÉSTERES****ALDEÍDOS****ÁLCOOL****CETONAS****OUTROS COMPOSTOS****ciclopentanona****cis-ocimeno****limoneno** **$\beta$ -trans-octeno****1,4- hexadieno** **$\alpha$ -pineno****pineno****Figura 6.** Estrutura química dos compostos voláteis de *P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida*.

## 7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos com as sementes de maracujá verifica-se que o rendimento de óleo para *P. alata* é inferior ao das duas outras espécies, enquanto a composição química dos ácidos graxos para *P. edulis* e *P. alata* foram semelhantes, divergindo de *P. nítida*.

A análise comparativa da composição química dos compostos voláteis dos aromas de maracujá-amarelo (*P. edulis*), maracujá-doce (*P. alata*) e maracujá-suspiro (*P. nítida*) mostraram divergências. A classe química predominante dos compostos voláteis de *P. edulis* e *P. alata* foi a dos ésteres, enquanto para *P. nítida* foi a dos aldeídos.

Para *P. edulis* os compostos majoritários foram o butanoato de etila seguido pelo hexanoato de etila, enquanto para *P. alata* foram o trans-crotonato de metila e butanoato de metila e *P. nítida* o nonanal e hexanal, esta última substância também presente na polpa de *P. edulis* em baixa concentração e ausente em *P. alata*.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferenças observadas entre as três espécies estudadas, (*P. edulis*, *P. alata* e *P. nitida*) poderão dar subsídios para o setor produtivo para o desenvolvimento e exploração de novos aromas e produtos derivados do óleo das sementes de maracujá, hoje centrado principalmente para a espécie *P. edulis*.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFITO, **Associação Brasileira da Indústria Fitoterápica**. Disponível em: <http://www2.visywork.com.br/Empresas/abifito/abifito.nsf>. Acesso em 11 Set. 2004.

Anvisa, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/manualpolitica\\_medicamentos.pdf](http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/manualpolitica_medicamentos.pdf). Acesso em 09 Jan. 2007.

Anvisa, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: [eurlex.europaeu/LexUriServ/site/pt/com/2006/com2006\\_0427pt01.pdf](http://eurlex.europaeu/LexUriServ/site/pt/com/2006/com2006_0427pt01.pdf). Acesso em: 09 Jan. 2007.

ABIHPEC, **Associação Brasileira de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos**, Disponível em: [www.abihpec.com.br](http://www.abihpec.com.br). Acesso em: 21 Set. 2006.

ACREE, T. E.; BARNARD, J.; CUNNINGHAM, D. G. A procedure for sensory analysis of gas-chromatographic effluents. **Food Chemistry**, 1984, 14, 273-286.

ADAMS, R. P.; *Identification of Essential Oil Components by Gás Cromatography mass spectroscopy*, Allured Publishing. Corp, Carol Stream, Illinois, U.S.A., 1995.

ALMEIDA, B. S. **Efeitos de aromas cítricos sobre a qualidade e estabilidade sensoriais de suco de laranja pronto para beber.** Campinas, 2006, 207 p. Tese (Doutorado) em tecnologia de alimento-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

ANESINI, C.; PEREZ, C. Screening of plants used in argentine folk medicine for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 39, p. 119-128, 1993.

ARAÚJO; LOPES. **Sistema brasileiro de resposta técnica CETEC.** Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. 5 p.

BASTOS, Deborah Helena Markowicz *et al.* Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 22, n. 2, 2002.

BAUER, K. & GARBE, D. **Common fragrance and flavor material:** preparation, properties and uses. Weihein: VHC, 1985.

BERNACCI, L. C. (Coord.). Passifloraceae. In: WANDERLEY, M.G. L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. (Ed.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** São Paulo; FAPESP, 2003. v. 3, p. 247-248.

BLOISE, M. I. Óleos vegetais e especialidades da floresta amazônica, **Cosmetics & Toiletries**, 15 (5), 46-49, 2003.

BRUMMITT, R. K. **Vascular plant families and genera.** Kew: Royal Botanic Gardens, 1992. 804 p.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. de. **Análise química de alimentos.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p. (Manual Técnico).

CAMPOS, M. A. ; BELDA, M.C.R. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada, **Ciênc.Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.11 (1), 1991 .

CASIMIR, D.; KEFFOR, J.; WHITFIELD, F. Technology and flavor, chemistry of passion fruit juices and concentrates. **Advances in Food Research**, v. 27, p. 243-295, 1981.

CERVI, A.C.. Passifloraceae do Brasil: estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. **Font.Queria** 45: 1-92, 1997.

CERVI, A. C. **Passifloraceae do Brasil**: estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Madrid: Fontqueria XLV, 1977.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Effects of the insoluble fiber derived from *Passiflora edulis* seed on plasma and hepatic lipids and fecal output. **Molecular Nutrition & Food Research**vol, v. 49, Issue 8, p. 786-790, 2005.

CHEN, C.C.; KUO, M.C.; HWANG, L.S.; WU, J.S.B.; WU, C.M. Headspace components of passion fruit juice. **J. Agric. Food Chem.**, v. 30, p. 1211-1215, 1982.

COSTA, A. M. TUPINAMBÁ, D. D. O maracujá e suas propriedades medicinais - estado da arte. In. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**, Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2005. Cap. 20 p. 475-493.

COUTO, P. G. **Óleo da Semente de Maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg): caracterização, estabilidade e análise sensorial**. Seropédica,1996. 77 p. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CRONQUIST, A. **A integrated system of classification of flowering plants**. New York; Columbia University Press, 1981. 519p.

Da SILVA M.A.A.P. CG-olfatometria: Uma Revisão. Ed. Franco M.R.B. **Aroma e Sabor de Alimentos**: temas atuais. Livraria Varela, p. 29-46, 2003.

Da SILVA M.A.A.P. **Flavor properties and stability of a corn-based snack: aroma profiles by gas-chromatography (GC), GC-olfatometry, mass espectrometry and descriptive sensory analysi.** Corvallis, O.R., 1992, 157 p. Thesis (PhD). Oregon State University.

DEMYTTENAERE J.C.R., VAN BELLEGHEM K. & DE KIMPE N. (2001) Biotransformation of (R)-(+)- and (S)-(-)-limonene by fungi and the use of solid phase microextraction for screening. **Phytochemistry** 57,199–208

DIMICK, P.S., HORKIN, J.C. Review of apple flavor — state of the art. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 18, n. 4, p.387-409, 1983

DHARMAN, K.; DHARMAN, S.; SHARMA, A. *Passiflora* a reiiiew aptdate. **Journal of Ethno-pharmacology**, v. 94, p. 1-12, 2004.

ENGEL, K. H.; TRESS, R. Identification of new sùlfur-containing volaties in yellow passion fruits (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), **J. Agric. Food Chem.**, 1991, 39, 2249-2252.

FERRARI, R. AP.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Rev. Bras. Frutic.**, 26 (1), 101-102, 2004.

FRANCO, M. R. B.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volaties on porapak Q by suction. **J. of the Science of Food and Agricultural**, 34 (4), 293-299, 1983.

FRANCO, M.R.B.; JANZANTTI, N. S., Avanço na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In. **Aroma e sabor de Alimentos**: temas Atuais. São Paulo: Varela, 2003. v. 1.p17-27

FRANCO, M.R.B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; LANÇAS, F.M., Compostos voláteis de três cultivares de manga (*Mangifera indica L.*). **Cienc. Tecnol. Aliment.**, 2004, 24,165-169.

GAYDOU, EM; RAMANOELINA, ARP – Valorisation des sousproduits de l'industrie du jus des fruits de grenadille: composition en acides gras e em sterols de l'huile des graines. **Fruits**, 38(10): 1-10, 1983.

GAMARRA ROJAS, G.; MEDINA, V. M. Mudanças bioquímicas do suco do maracujá amarelo em função da idade do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.18.n.1, p. 75-83. 1996.

GÓMEZ , M. E. DE LOS D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa.** São Paulo, 2003. 149 f. Tese (Doutorado) em Ciência dos Alimentos/ Bromatologia. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

GROSCH, W. Evaluation of the key odorants of foods by dilution experiments, aroma models and omission. **Chemical Senses**, v. 26, p. 533-545, 2001.

HAENDLER, L. La passiflora: sa composition chimique et ses possibilités de transformation. **Fruits**, Paris, v.20, n.5, p.235-245, 1965

HIU, D.N.; SCHEUER, P.J. The volatile constituents of passion fruit juice. **J. Food Sci.**, v. 26, p. 557-563, 1961

HOLM-NIELSEN, L.B., JØRGENSEN, P.M. & LAWESSON, J.E.. Flora of Ecuador - Passifloraceae. **Nordic Journal of Botany, Copenhagen**. 31: 1-131, 1261988

ITI **Tropicals**. Disponível em: [www.passionfruitjuice.com](http://www.passionfruitjuice.com). Acesso em: 31 out. de 2005.

JANZANTTI, Natália S.; FRANCO, Maria Regina B.; WOSIACKI, Gilvan. Effect of processing on the volatile composition of the clarified Fuji apple juice. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 3, 2003.

JORDAN, M. J. ; GOODNER, K. L.; SHAW, P.E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice yellow passion fruit (*P. edulis* f. *flavicarpa* degner) by GC-MS and GC-O, **J. Agric. Food Chem.**, 50, 1523-1528, 2002.

JORGE, Neuza, Physico-chemical alterations of sunflower, corn and soybean oils in deep fat frying. **Quím. Nova.**, São Paulo, v. 28, n. 6, 2005.

JÚNIOR, F.L.C.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M. Aspectos econômicos da cultura do maracujá, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 21 (206), 10-17, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1990. v. 50, p. 3.33.25.

LE GUEN, S.; PROST C.; DEMAIMAY, M. Critical comparison of three olfactometric methods for the identification of the most potent odorants in cooked mussels (*Mytilus edulis*). **J. Agric. Food Chem.**, 2000, 48, 1307-1314.

LEHNINGER, A.L., NELSON, D.L., COX, M.M. **Principles of biochemistry**. 2.ed. New York: Worth Publishers, 1993. 1013p.

LUTOMSKI, J.; MALEK, B.; RYBAIKA, L. Pharmacochemical investigation of the raw materials from *Passiflora* genus 2. Pharmacochemical estimation of juices from the fruits of *P. edulis* and *P. edulis* forma *flavicarpa*. **Planta Medica**, v. 27, p. 112-121, 1975.

MAIA, E.L. **Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição química em ácidos graxos e aminoácidos de peixe em água**

**doce**. Campinas, 1992 242 p.. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

Maróstica, M. R. J. **Biotransformação de terpenos para a produção de compostos de aroma e funcionais**. Campinas, 2006 195 f Tese (Doutorado) em Ciência de Alimentos – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

MATOS, F. J. A. **Farmácia Vivas**. 4. ed. Fortaleza: Editora UFC, 2002. 267 p.

MCDANIEL, M.R.; MIRANDA-LOPEZ, R.; WATSON, B.T.; MICHEALS, N.J.; LIBBERY, L.M. (1990). In Charalambous, G. (Ed.) **Flavors and off-flavors**, Elsevier, N.Y., p. 23-36.

MCLAFFERTY, F. W. STAUFFER, D. **The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data**, v. 1 –6, John Wiley Sons, New York, 1989.

MEDINA, J.C. & TURATTI, JM.- Processamento: produtos, caracterização e utilização – subprodutos. In: **Maracujá: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1994.

MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; LARA, J. C. C.; TOCCHINI, R. P.; HASHIZUMI, T.; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L. **Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização**. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. cap. 3. (Série Frutas Tropicais, 9).

MELETTI, L.M.M. & MAIA, M.L. **Maracujá: Produção e Comercialização**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 62 p. (Boletim Técnico, 181).

MELO, H.C; ANDRADE, A.R.D. Caracterização do óleo da semente de maracujá para fins alimentícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 1996. **Anais...**, Poços de Caldas, 1996.

MIRANDA-LOPEZ, R.; LIBBERY, L.M.; WATSON, B.T.; MCDANIEL, M.R. Identification of additional odor-active compounds in Pinot Noir wines. **Am. J. Enol. Vitic.**, 1992, 43, 90-92.

MINATTI. Os Lipídios - as biomoléculas hidrofóbicas. **Revista eletrônica do Departamento de Química** Disponível em: <http://qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/lipidios/lipidios.html>). Acesso em: 21 Ago. 2006.

MOTTRAM, D.S. AROMA IN: MACRAE, R.; ROBINSON, R.; SADLER, M. (Eds) Encyclopaedia of Food Science. **Food Technology and Nutrition**, London Academic Press, 1993, p. 4065-4071.

NARAIN, N.; ALMEIDA, J.N.; GALVÃO, M.S.; MADRUGA, M.S.; BRITO, E.S. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 24, 212-216, 2004.

NARAIN, N. AND BORA, P. S. Post-harvest changes in some volatile flavour constituents of yellow passion fruit (*Passiflora edulis. flavicarpa*). **Journal of Science of Food and Agricultural**, 60, 529-530, 1992.

NWOSU, M. O. Herbs for mental disorders. **Fitoterapia**, v. 70, p. 58-63, 1999.

OGA, S.; FREITAS, P. C. D.; SILVA, A. C. G.; HANADA, S. Pharmacological trials of crude extracts of *Passiflora alata*. **Planta Medica**, v. 51, p. 303-306, 1984.

OLIVEIRA, J.C. et. al. Avaliação de Passifloráceas quanto à morte prematura de plantas. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador, BA. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. v. 3, p. 827.



OLIVEIRA, L. M., Benefícios comprovados de óleos brasileiros, **Cosmetics & Toiletries**, 15 (5), 50-55, 2003

OLIVEIRA, J. C. de; RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJÁ, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 291-314.

OLIVEIRA, J. C. DE & CARLOS RUGGIERO, Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In. **Maracujá** : Germoplasma e Melhoramento Genético , Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2005. cap. 6 p 143-156

PACHIONE, R.; Aromas. **Revista química** Disponível em: (<http://quimica.com.br/revista/qd424/aromas1.htm>). Acesso em: 15 Ago. 2006.

PAILLARD, N.M. The Flavour of Apples, Pears and Quinces. In: Morton ID, Macleod, AJ, editors. **The Favours of Fruits**. New York: Elsevier, Inc. p. 1-42, 1990.

PRASAD, J. Pectin and oil passion fruit waste. **Fiji Agricultural Journal**, v. 42, p. 4548, 1980.

PASSOS, I. R. da S. **Comportamento in vitro em Vitis spp. e em Passiflora nitida\_H.B.K.** Piracicaba, 1999, Tese (Doutorado) em melhoramento genético – Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PEIXOTO, MAURO, Problemas e perspectivas do maracujá ornamental, In. **Maracujá:** Germoplasma e Melhoramento Genético , Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2005. cap. 7 p. 161-183.

PEREIRA, C. A. M.; VILEGAS, J. H. Y. Constituintes Químicos e Farmacologia do Gênero *Passiflora* com Ênfase a *P. alata* Dryander., *P. edulis* Sims e *P. incarnata* L. **Revista Bras. Pl. Med.** v. 3, n. 1, p. 1-12, 2000.

PETRY R.D., REGINATTO F., PARIS F., GOSMANN G., SALGUEIRO J.B., QUEVEDO J., KAPCZINSKI F., ORTEGA G.G., SCHENKEL E.P. **Phytother Res.**, 15(2):162-4 (2001).

PONTES, M. A. N.; HOLANDA, L. F. F; ORIÃ, H. F.; BARROSO, M. A. T. Estudo dos subprodutos do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg): III. Obtenção do óleo e da torta. **Boletim CEPPA**. Curitiba. V. 7, nº1, p. 23-32, 1989.

PROENÇA DA CUNHA, A.; PEREIRA DA SILVA, A.; RODRIGUES ROQUE, O. **Plantas e produtos vegetais em fitoterapia**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 2003. p.510-511.

RIZZI, L. C.; RABELHO, L. R.; MOROZINI FILHO, W.; SAVAZAKI, E.T.; KAVATI, R. Cultura do maracujá azedo. **Boletim Técnico**, 235. Campinas: CATI, 1998. 54p.

ROOS, K.B.; GODSHALL, M.A.; Widder, S.; Fisher, N.; Blumenthal, M.M.; Leland, J.V. The chemistry of flavor interactions. **Food Technology**, 5 (1), 59-80, 1997.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C. de; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, MAARA, Secretaria de Desenvolvimento Rural, EMBRAPA-SPI, 1996. 64p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 19).

SILVA, J.R. Situação da cultura do maracujazeiro na Região Central do Brasil. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujá, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...**, p.18-19.

SAASTAMOINEN, M.; KUMPULAINEN, J.; Nummela, S. Genetic and environmental variation in oil content and fatty acid composition of oats. **Cereal Chem.**, 66(4):269-300, 1989.

SALEM Jr., N. Introduction to polyunsaturated fatty acids. **Backgrounder**, v.3, n.1, p.1-8, 1999.

SALEM Jr., N., SIMOPOULOS, A.P., GALLI, C., LAGARDE, M., KNAPP, H.R. Fatty acids and lipids from cell biology to human disease. **Lipids**, Champaign, v.31, suppl., p.S1-S326, 1996.

SANDI, Delcio . Correlation between physico-chemical and sensory characteristics of yellow passion fruit juice over storing time. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 3, 2003.

SANT'ANNA, ES; TORRES, RCO; PORTO, ACS. Avaliação de diferentes métodos cromatográficos na determinação de ácidos graxos em sementes de maracujá ( *Passiflora edulis f. flavicarpa*). **B.CEPPA**, v.19(1):85-94, 2001.

SANTOS, K. C.; SANTOS, C. A. M; OLIVEIRA, R. M. W. *Passiflora actinia* Hooker extracts and fractions induce catalepsy in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 100, p. 306-309, 2005.

SANTOS, K. C.; MÜLLER, S. D.; BIAVATTI, M. W.; DE OLIVEIRA, R. M. W.; SANTOS, C. A. M. Sedative effect of *Passiflora actinia* Hooker fractions. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 39, (S2), p. 240, 2003.

SCHIEBERLE, P.; GROSCH, W. Evaluation of the flavor of wheat and bread by aroma extract dilution analysis. **Zeitschrift Lebensmittel Unters Forschung**, 1987, 182, 111-113.

SIMOPOULOS, A.P. symposium: role of poultry products in enriching the human diet with N-3 PUFA: human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. **Poult. Sci.**, Savoy, v.79, p.961-970, 2000.

SINGLETON, J.A.; PATTEE, H.E. Charalambous, G. (Ed.). **Analysis of Food and Beverages**, Academic Press, N.Y., p. 359, 1978.

STARLING, J. M. C.; RODRIGUEZ N. M.; MOURÃO, G. B. Avaliação nutricional da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) em ensaio de digestibilidade aparente com ovinos. 2002. In. XXXV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Fortaleza, **Resumo...** Sociedade Brasileira de Zootecnia 2002

STEPHAN, A.; BUCKING, M.; STEINHART, H. Novel analytical tools for food flavours. **Food Research International**, v. 33, 199-209, 2000.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179 p.

SOUZA, A.C.G.de & SANDI, D. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p.305-344.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, p. 849-855, 2002.

TEIXEIRA, C. G.; I Cultura: In: **Maracujá: cultura, matéria-prima e aspectos econômicos**. 2. ed. Revista e ampliada. Campinas: Ital, 1994. p. 161-175.

TOCCHINI, R. P. III Processamento: produtos, Caracterização e Utilização. In: **Maracujá: cultura, matéria-prima e aspectos econômicos**. 2. ed. Revista e ampliada. Campinas: Ital, 1994. p. 161-175.

THOMAZINI, M. **Compostos voláteis de sucos provenientes da fruta e da polpa congeladas de umbu (*Spondias tuberosa*, Anacardiacae)**. Campinas, 1998, 91 p.

Dissertação (Mestrado) em Ciência de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimento, Universidade Estadual de Campinas, SP.

UAUY, R., VALENZUELA, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. **Nutrition**, New York, v.16, n.7/8, p.680-684, 2000.

VALE N.B., LEITE J.R. **Cienc. Cult.**, 35, 11-24 (1983).

VAN DEN DOOL, H. & KRATZ, D. J. **A generalization of the retention index system including liner temperature programmed gas-liquid partition chromatography**, *J. Chromatography*, 11, 463-467, 1963.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. 2th ed. Cambridge: MIT, 1996. p. 45-46.

VOELKER , TONI ; KINNEY , ANTHONY J.; VARIATIONS IN THE BIOSYNTHESIS OF SEED-STORAGE LIPIDS **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** 2001 52:335–61.

ZEITOUN, M. A. M.; NEFF, W.E., G.R.; MOUNTS, T. L. Physical properties of interesterified fat blend. **Journal of American Oil Chemists' Society**, 1993, 62, 372-376.

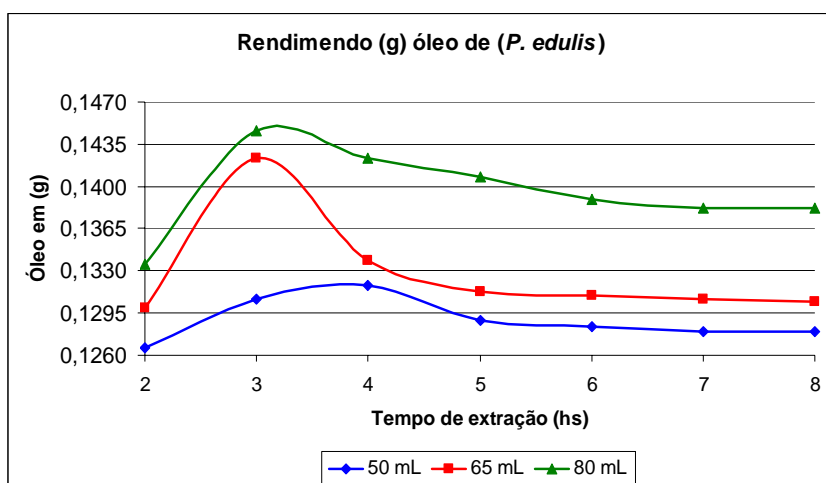
## APÊNDICE

## APÊNDICE 1

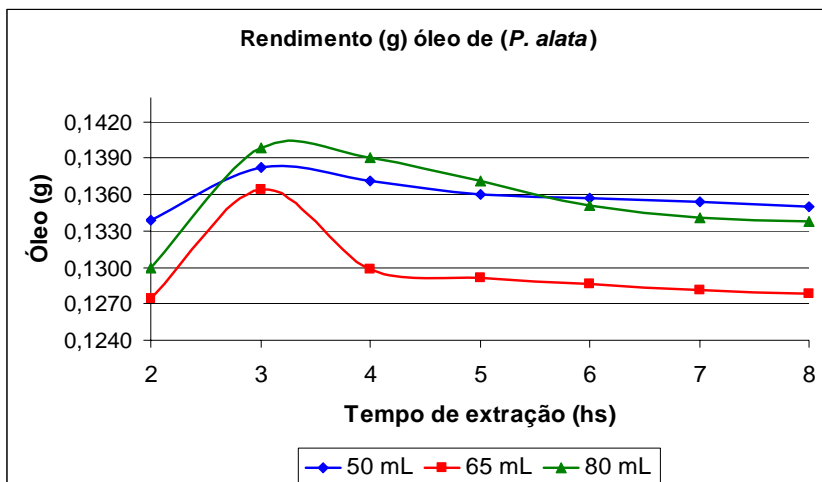
### 1 Otimização das condições de extração do óleo fixo das sementes de maracujá

Os resultados obtidos no experimento para a avaliação dos tempos de extração (2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 horas) e volume de hexano (50, 65 e 80mL). Figura 1 (*P. edulis*), 2 (*P. alata*) e 3 (*P. nitida*).

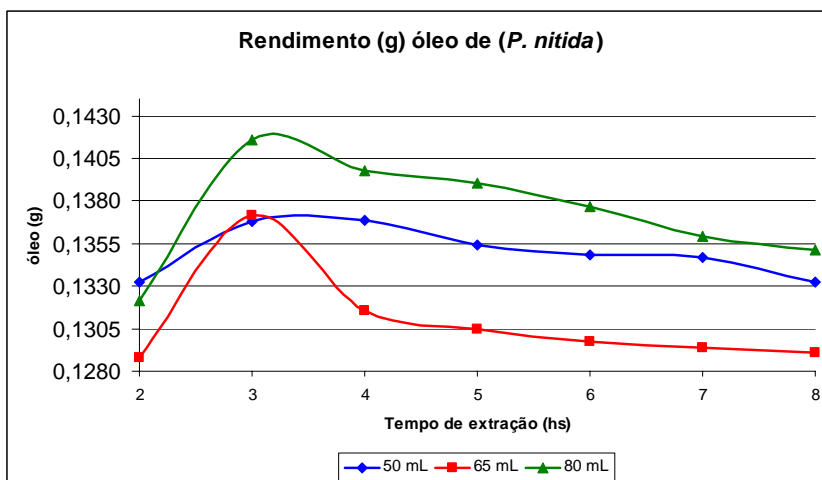
De acordo com as figuras 1, 2 e 3, observou-se maior rendimento de extração para o tempo de três horas e volume de solvente de 80mL, sendo que o ganho nas próximas horas foi muito pequeno, não justificando um maior período de extração, cujas condições foram adotadas para os experimentos.



**Figura 1.** Rendimento de extração do óleo das sementes de *P. edulis*: tempo de extração versus volume de solvente (hexano)



**Figura 2.** Rendimento de extração do óleo das sementes de *P. alata*: tempo de extração *versus* volume de solvente (hexano)



**Figura 3.** Rendimento de extração do óleo das sementes de *P. nitida*: tempo de extração *versus* volume de solvente (hexano)



## **APÊNDICE 2**

### **1 Otimização da forma de armazenamento da matéria-prima e condições de captura dos compostos voláteis da polpa de maracujá**

#### **1.1 Testes para a padronização da forma de armazenamento da matéria-prima**

Após a captura dos compostos voláteis para os tratamentos 1 ( polpa fresca), tratamento 2 (polpa congelada) e tratamento 3 (polpa do fruto congelado), conforme procedimento descrito no item 5.2.4., o eluído foi submetido a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas.

Para os três tratamentos o perfil cromatográfico (Figuras 1, 2 e 3 ) e a composição química ( Tabela 1) do aroma da polpa foram semelhantes, apresentando como substâncias majoritárias: hexanoato de etila (40,18%; 41,75% e 45,45%) e butanoato de etila (44,22%; 44,95% e 38,57%),sendo que estes números representam a média obtida nas duplicatas do experimento. Observa-se que após 63 dias de armazenamento da polpa do fruto congelado e da polpa congelada, não houve redução na concentração do butanoato de etila e hexanoato de etila (Tabela 1).

**Tabela 1. Composição química (% média) do aroma de *P. edulis* (maracujá amarelo) da polpa fresca, polpa congelada e da polpa do fruto congelado.**

COMPOSTOS VOLÁTEIS	T1	T2	T3
	Fruto fresco $\bar{X} \pm DV$	Polpa congelada $\bar{X} \pm DV$	Fruto congelado $\bar{X} \pm DV$
<b>ÉSTERES</b>			
butanoato de etila **	44,22 ± 0,62 a	44,95 ± 2,78 a	38,57 ± 1,22 a
acetato de butila *	0,16 ± 0,01 a	0,14 ± 0,03 a	0,78 ± 0,03 b
pentanoato de etila *	0,10 ± 0,00 a	0,18 ± 0,06 a	0,14 ± 0,01 a
hexanoato de metila *	0,16 ± 0,03 a	0,40 ± 0,09 a	0,28 ± 0,03 a
hexanoato de etila **	40,18 ± 0,65 a	41,75 ± 0,74 a	45,45 ± 5,36 a
3-hexanoato de etila *	4,96 ± 0,29 a	4,89 ± 0,37 a	2,75 ± 0,37 b
acetato de hexila *	1,38 ± 1,51 a	3,57 ± 0,37 a	1,97 ± 0,33 a
n-butanoato de hexila *	1,75 ± 0,08 a	0,28 ± 0,21 b	0,16 ± 0,10 b
hexanoato de hexila *	1,29 ± 0,12 a	0,66 ± 0,71 a	0,07 ± 0,04 a
<b>ALDEÍDOS</b>			
hexanal **	0,14 ± 0,06 a	0,13 ± 0,04 a	0,06 ± 0,01 a
<b>ÁLCOOIS</b>			
n-hexanol *	0,14 ± 0,04 a	0,26 ± 0,14 a	0,11 ± 0,04 a
<b>OUTROS COMPOSTOS</b>			
alfa-pineno *	0,04 ± 0,01 a	0,05 ± 0,00 a	0,13 ± 0,04 b
mirceno *	0,95 ± 0,15 a	0,37 ± 0,18 a	1,07 ± 0,18 a
limoneno *	0,37 ± 0,06 a	0,26 ± 0,02 a	0,53 ± 0,18 b
cis-ocimeno *	0,03 ± 0,01 a	0,02 ± 0,00 a	0,02 ± 0,08 a
trans-ocimeno *	0,77 ± 0,04 a	0,39 ± 0,33 a	0,46 ± 0,12 a
gama-terpineno *	0,06 ± 0,01 a	0,01 ± 0,01 b	0,05 ± 0,00 a

$\bar{X}$  = média duplicata

\* análise do espectro de massas e índice de retenção de Kovats.

\*\*análise do espectro de massas, índice de retenção de Kovats e injeção de padrões comerciais

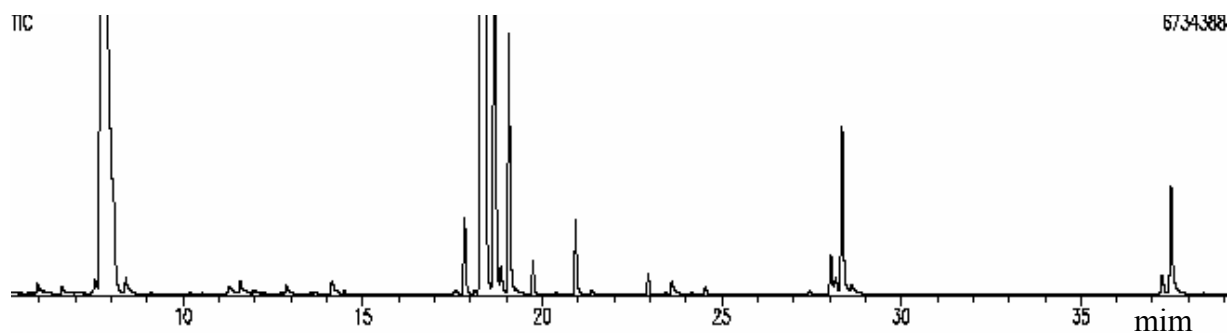


FIGURA 1 . Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 1 (polpa fresca)** de *P. edulis* eluido com 300  $\mu$ L de hexano, 2horas de captura

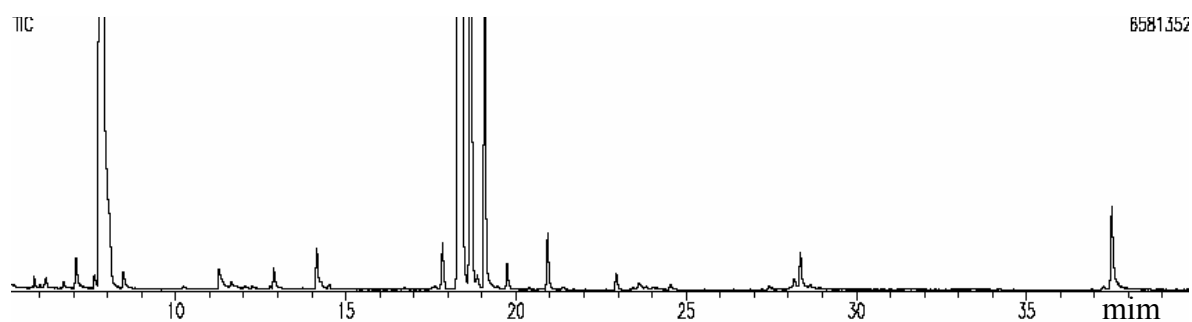


FIGURA 2 . Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 2 (polpa congelada)** de *P. edulis* eluido com 300  $\mu$ L de hexano, 2horas de captura

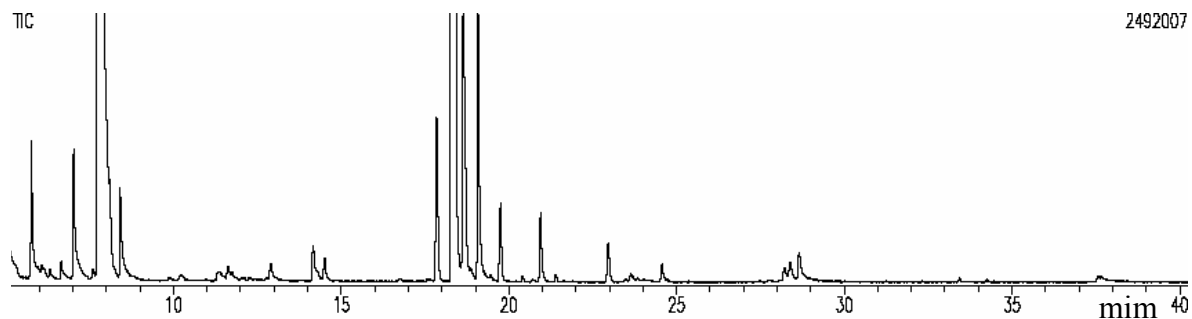


FIGURA 3 . Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluido com 300  $\mu$ L de hexano, 2horas de captura

Diante dos resultados apresentados optou-se por congelar os frutos até o momento da captura dos compostos voláteis.

### 1.2 Tempo de captura e volume de solvente

Estes experimentos foram conduzidos com aroma da polpa congelada (tratamento 2) e da polpa do fruto congelado (tratamento3) e eluição das armadilhas com 300 $\mu$ L e 600 $\mu$ L, para tempos de captura de duas até seis horas.

No experimento de tempo de captura com volume de eluição das armadilhas com 300 $\mu$ L de hexano observou-se após duas horas de extração, para os dois tratamentos, a diminuição da proporção relativa dos compostos minoritários, em alguns casos estes não foram detectados, conforme demonstrado nos cromatogramas (Figuras 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11). Conseqüentemente escolheu-se o tempo de duas horas para a captura dos compostos voláteis.

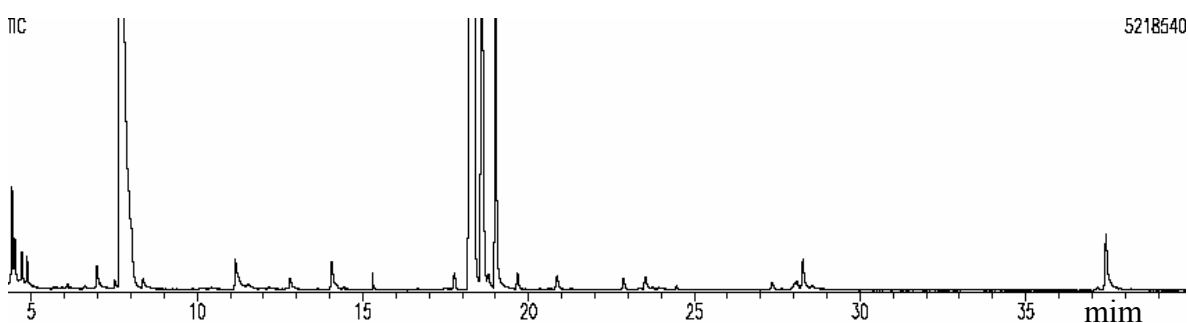


FIGURA 4. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 2 (polpa congelado)** de *P. edulis* eluído com 300  $\mu$ L de hexano, 3 horas de captura

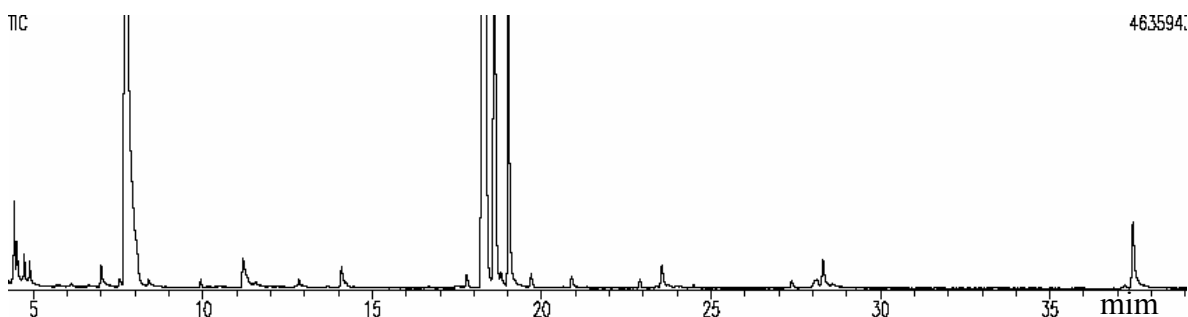


FIGURA 5. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 2 (polpa congelado)** de *P. edulis* eluído com 300  $\mu$ L de hexano, 4 horas de captura

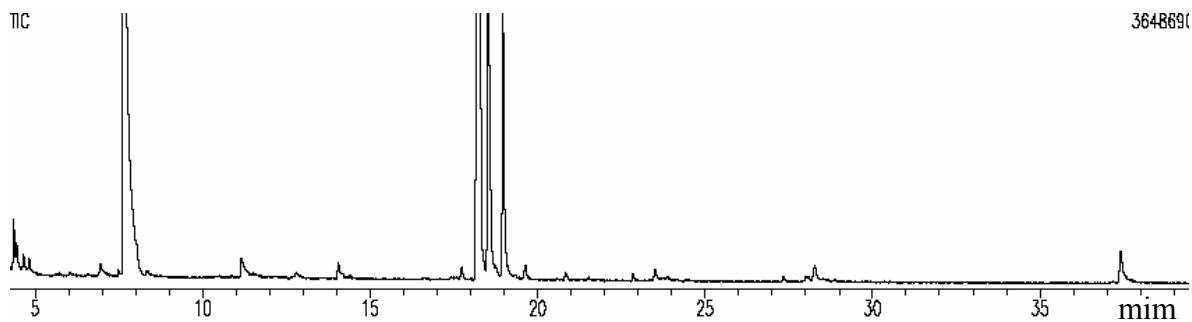


FIGURA 6. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 2 (polpa congelado)** de *P. edulis* eluído com 300 µL de hexano, 5 horas de captura

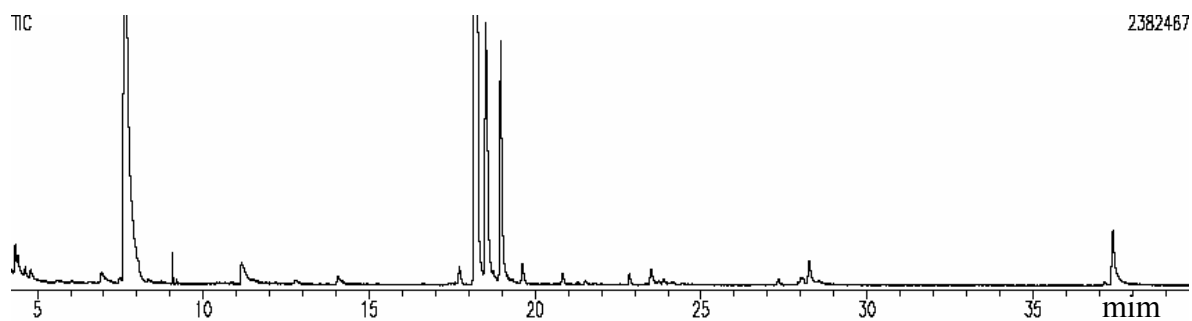


FIGURA 7. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 2 (polpa congelado)** de *P. edulis* eluído com 300 µL de hexano, 6 horas de captura

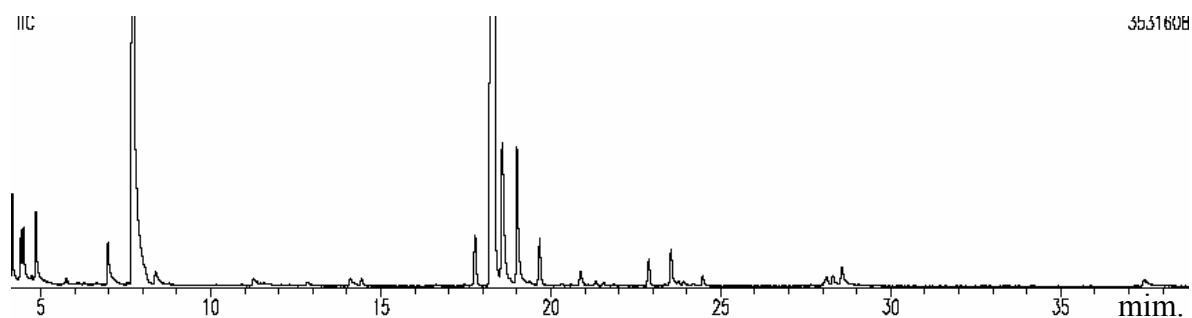


FIGURA 8. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com 300 µL de hexano, 3 horas de captura

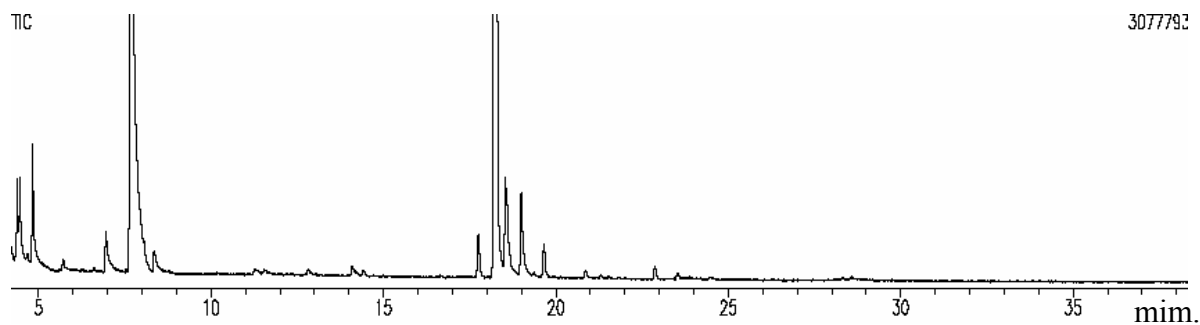


FIGURA 9. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com 300 µL de hexano, 4 horas de captura

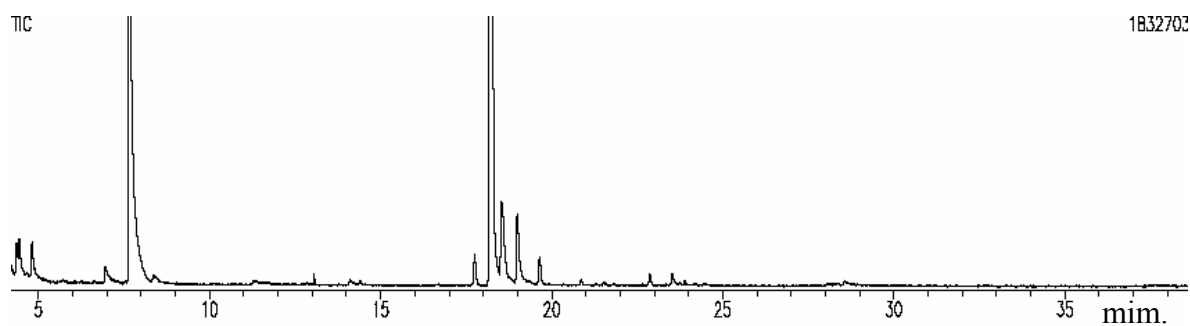


FIGURA 10. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com 300 µL de hexano, 5 horas de captura

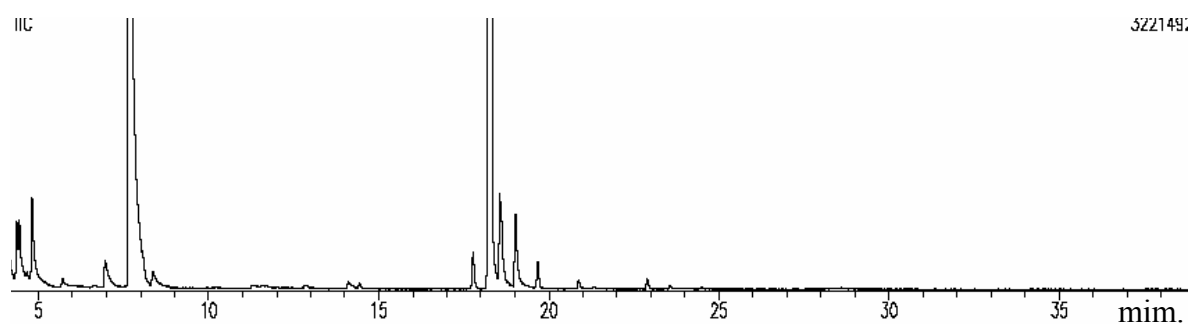


FIGURA 11. Cromatograma dos compostos do aroma **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com 300 µL de hexano, 6 horas de captura

### 1.3 Volume de solvente

Os experimentos visando o esgotamento dos compostos voláteis das armadilhas foram conduzidos com a polpa do fruto congelado (tratamento 3).

Através dos cromatogramas, Figuras 13, 14, 15, 16, 17, observou-se a diminuição na proporção dos compostos minoritários, em alguns casos à ausência destes, como por exemplo, para o tempo de duas horas de captura, Figuras 3 e 13. Conseqüentemente fixou-se a dessorção das armadilhas com 300 $\mu$ L de hexano.

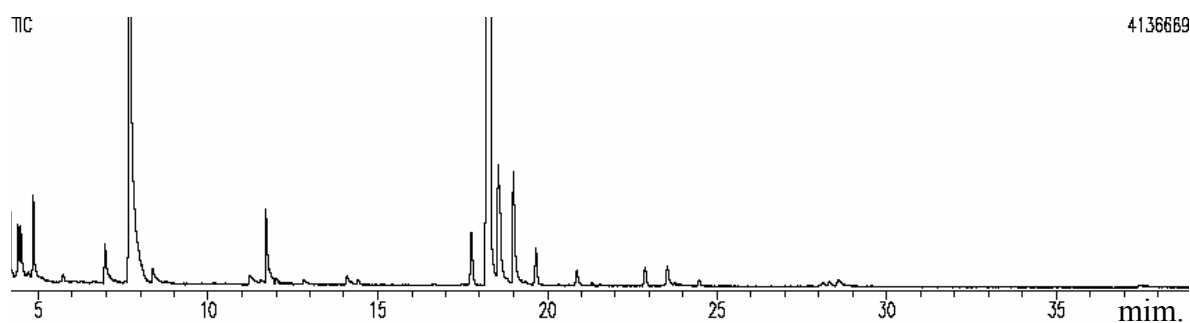


FIGURA 13. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com mais 300  $\mu$ L de hexano, 2 horas de captura

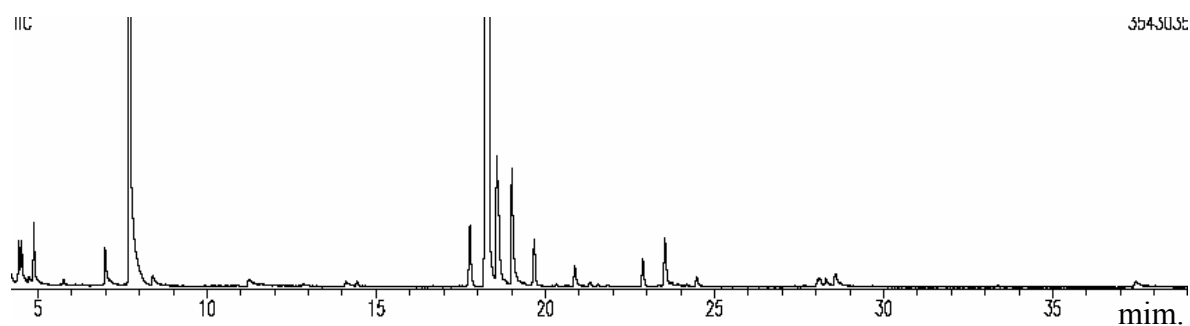


FIGURA 14. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com mais 300  $\mu$ L de hexano, 3 horas de captura

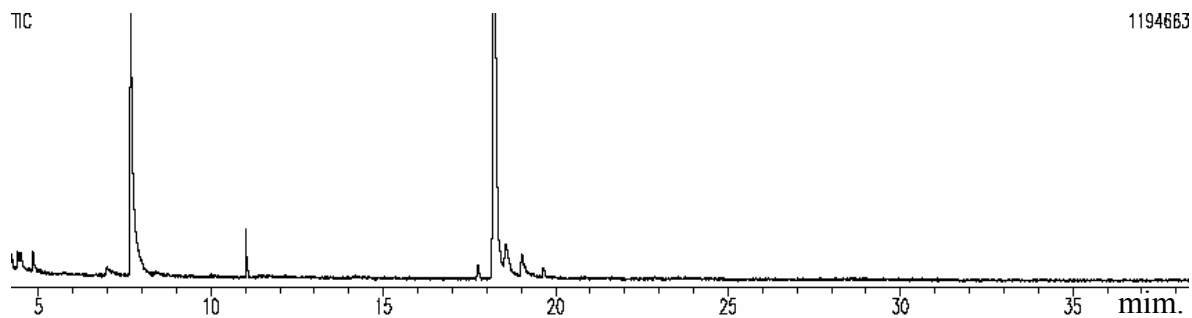


FIGURA 15. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com mais 300  $\mu$ L de hexano, 4horas de captura

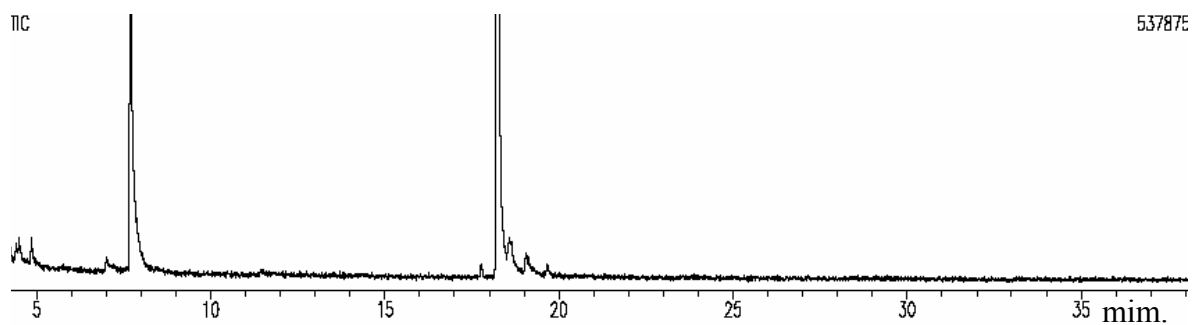


FIGURA 16. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com mais 300  $\mu$ L de hexano, 5horas de captura

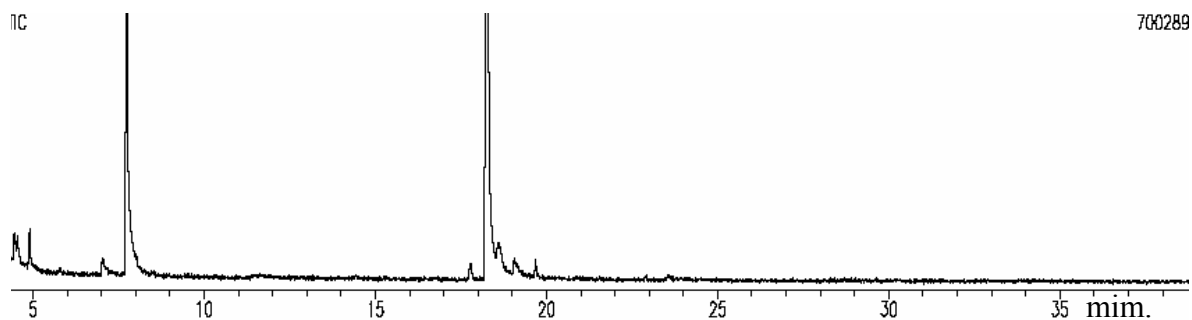


FIGURA 17. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com mais 300  $\mu$ L de hexano, 6horas de captura



#### 1.4 Escolha do solvente

Ao comparar os cromatogramas dos compostos voláteis após dessorção das armadilhas com 300 $\mu$ L de acetona e hexano (Figuras 18 e 19) observou-se equivalência no número de picos dos aromas obtidos com hexano e a acetona. Desta maneira, selecionou-se o hexano como solvente para a dessorção dos compostos voláteis das armadilhas.

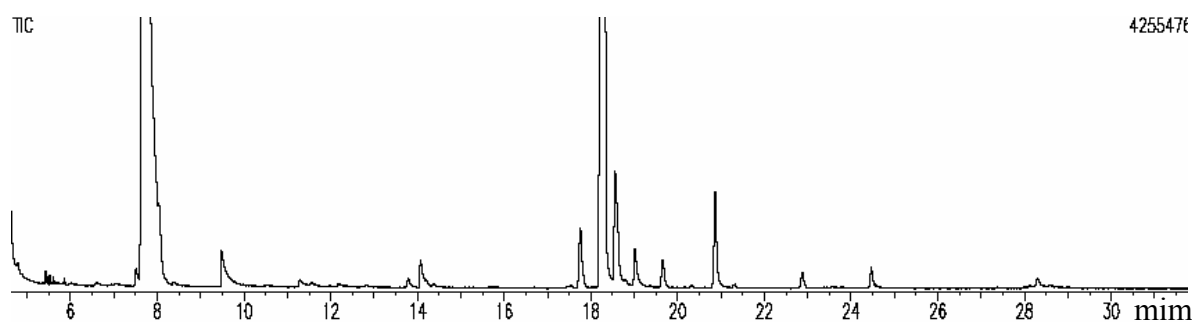


FIGURA 18. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis*, eluído com 300  $\mu$ L de acetona, 2 horas de captura

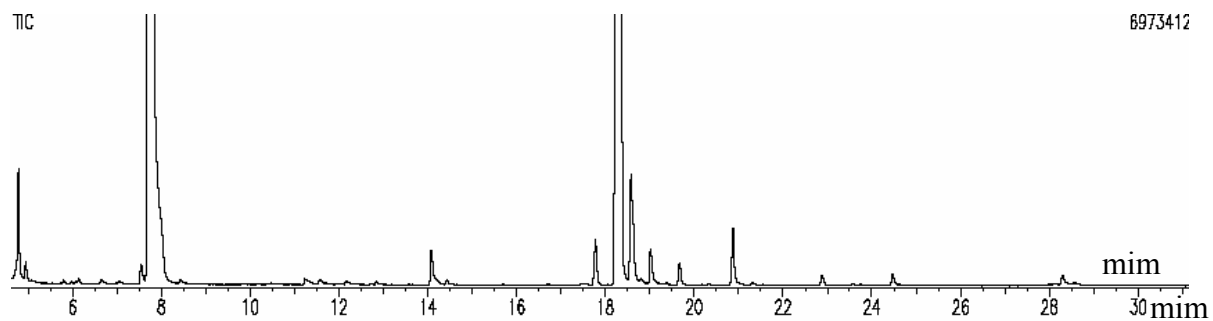


FIGURA 19. Cromatograma dos compostos do aroma: **tratamento 3 (polpa do fruto congelado)** de *P. edulis* eluído com 300  $\mu$ L de hexano, 2 horas de captura