

Universidade Estadual Paulista "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Departamento de Alimentos e Nutrição

COMPOSTOS VOLÁTEIS DA UVAIA

(Eugenia pyriformis cambess)

Tamara Miranda Miyazawa

Araraquara, São Paulo.

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Universidade Estadual Paulista “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Departamento de Alimentos e Nutrição

COMPOSTOS VOLÁTEIS DA UVAIA

(Eugenia pyriformis cambess)

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Alimentos e Nutrição, área de Ciências dos Alimentos, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, para a obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição, área de Ciências dos Alimentos.

Tamara Miranda Miyazawa

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti

Araraquara, São Paulo.

2009

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

M685c Miyazawa, Tamara Miranda
Compostos voláteis da uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess). / Tamara
Miranda Miyazawa – Araraquara, 2009.
xi, 97 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de
Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós
Graduação em Alimentos e Nutrição
Orientador: Natália Soares Janzantti

1.Uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess). 2.Compostos voláteis.
3.Cromatografia gasosa. 4.Olfatometria. 5.Aroma. I. Janzantti, Natália
Soares, orient. II. Título.

CAPES: 50700006

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzanti
ORIENTADORA

Prof^a. Dr^a. Magali C. Monteiro da Silva
MEMBRO

Prof. Dr. João Bosco Faria
MEMBRO

Prof^a. Dr^a. Maria Regina Bueno Franco
MEMBRO

Dr^a. Karina de Lemos Sampaio
MEMBRO

*Deus não escolhe os capacitados,
mas capacita os escolhidos. Fazer ou
não fazer algo só depende de nossa
vontade e perseverança.*

Dedico este trabalho aos meus pais, Alfredo e Rita, por me permitirem traçar meu próprio caminho. A minha irmã Talita e a todos aqueles que me apoiaram durante essa longa jornada.

Agradecimento

A Deus por me amparar e guiar nessa fase da vida.

A minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Natália Soares Janzantti, pela oportunidade oferecida no “mundo do aroma”, pelo incentivo, compreensão e apoio que me foi dado em todas as etapas desse trabalho, além do exemplo de determinação e ética na vida acadêmica.

A todo o Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara - UNESP, em especial ao Laboratório de Análise de Alimentos e seus responsáveis Prof^ª. Dr^ª Magali C. Monteiro da Silva, Prof^ª. Dr^ª. Célia Maria de Sylos e Prof. Dr. João Bosco Faria, por conceder o local, o equipamento, o material e a oportunidade para que esse trabalho fosse realizado, meus sinceros agradecimentos.

A todos os membros da banca examinadora Prof^ª. Dr^ª. Magali C. Monteiro da Silva, Prof. Dr. João Bosco Faria, Prof^ª. Dr^ª. Maria Regina Bueno Franco e Prof^ª. Dr^ª. Karina de Lemos Sampaio, pela atenção e pertinentes sugestões.

A Dr^ª. Deborah Garruti que disponibilizou o laboratório da Embrapa para as análises de CG-EM, além da ajuda e ótimas sugestões para o desenvolvimento dos artigos.

A Prof^ª. Dr^ª. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva que me concedeu a oportunidade de realizar o estágio de treinamento no Laboratório Central Instrumental do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

A Prof^ª. Dr^ª. Célia Maria de Sylos e Prof^ª. Dr^ª Magali C. Monteiro da Silva pela chance de mostrar, no estágio docência, o conhecimento que me foi transmitido pelas mesmas na disciplina de Análise de Alimentos.

A minha querida equipe sensorial, julgadores de OSME, que cederam preciosas horas dos seus dias para a realização dessa etapa.

A CAPES pela bolsa concedida.

Ao Sítio Bello pela grande contribuição ao fornecer as minhas deliciosas polpas de uvaia.

Aos amigos Mariana Toyota, Caira Brunelly e Juliana Talhati, entre muitos outros, que mesmo tomando caminhos diferentes na vida, sempre estiveram ao meu lado.

A Mariana Macoris, Suzana Stella, Juliana Felix e Eliziani Konta que conheci durante o mestrado e que muito me ajudaram e apoiaram durante as horas afins no laboratório.

A minha “família” de Araraquara, Andreia Silva, Taís Souza e Guilherme Neubern, que me alegraram com brincadeira e carinhos no final de um longo dia de trabalho, que muitas vezes me acolheram e me carregaram quando precisei e que sempre estiveram lá por mim.

A minha grande amiga Carolina Garcia que me acompanha desde a graduação, não sendo apenas amiga, mas irmã nas horas mais difíceis. Companheira de todas as horas e momentos, que sempre prestou atenção nas coisas não ditas. Com palavras não consigo expressar a alegria e satisfação em poder chamá-la de minha amiga.

Aos meus maravilhosos pais, Alfredo que desde o início sempre acreditou que um dia eu alcançaria meu objetivo de me tornar mestre e Rita, por me ajudar a acreditar que quando queremos tudo é possível. A Talita, minha querida irmã, que me fez rir nos momentos de tristeza e chorou de felicidade nos momentos de conquista. Agradeço por ter me tornado quem sou graças a vocês. Muito Obrigada.

E, finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xi
RESUMO GERAL	1
SUMMARY	3
INTRODUÇÃO GERAL	5
Capítulo 1: Revisão bibliográfica	7
1. METODOLOGIA DA PESQUISA DO SABOR	8
1.1. Isolamento dos Compostos Voláteis	8
1.2. Separação e Quantificação dos Compostos Voláteis	11
1.3. Identificação dos Compostos Voláteis	11
1.4. Análise Sensorial	12
2. COMPOSTOS VOLÁTEIS DE ALGUMAS FRUTAS DO GÊNERO <i>EUGENIA</i> ..	16
2.1. Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	16
2.2. Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.)	18
2.3. Araçá-boi (<i>Eugenia stipitata</i>)	20
2.4. Cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i>)	20
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
Capítulo 2: Padronização da metodologia para o isolamento dos compostos voláteis do headspace da polpa de uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	28
RESUMO	29
SUMMARY	29
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1. Material	31
2.2. Isolamento dos Compostos Voláteis da Uvaia	31
2.2.1. Escolha do Solvente de Eluição, do Tempo de Captura dos Compostos Voláteis e da Coluna Cromatográfica	32
2.3. Análise Sensorial dos Isolados de Uvaia	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1. Seleção dos Julgadores para Análise Sensorial do Aroma de Uvaia	36
3.2. Padronização das Condições de Captura dos Compostos Voláteis de Uvaia ..	37
4. CONCLUSÃO	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
Capítulo 3: Compostos voláteis da uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	46
RESUMO	47
SUMMARY	47
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1. Material	49
2.2. Análise dos Compostos Voláteis da Uvaia	49
2.2.1. Isolamento dos Compostos Voláteis	49
2.2.2. Separação dos Compostos Voláteis	50
2.2.3. Identificação dos Compostos Voláteis	50
2.3. Análise Físico-Química da Uvaia	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
3.1. Compostos Voláteis da Uvaia	52
3.2. Análise Físico-Química da Uvaia	56
4. CONCLUSÃO	58

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	62
Capítulo 4: Compostos voláteis importantes para o aroma da uvaia (<i>Eugenia</i>	66
<i>pyriformis</i> cambess)	
RESUMO	67
SUMMARY	67
1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	69
2.1. Material	69
2.2. Isolamento dos Compostos Voláteis da Uvaia	69
2.3. Separação dos Compostos Voláteis	69
2.4. Identificação dos Compostos Voláteis	70
2.5. Cromatografia Gasosa-Olfatometria (CG-O-OSME)	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
3.1. Cromatografia Gasosa-Olfatometria (CG-O-OSME)	73
3.2. Consenso dos julgadores sobre a importância odorífera dos voláteis da	78
uvaia	
4. CONCLUSÃO	81
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	85
CONCLUSÕES GERAIS	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2: Padronização da metodologia para o isolamento dos compostos voláteis do headspace da polpa de uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	28
Figura 1: Sistema de captura dos compostos voláteis da polpa de uvaia por sucção a vácuo	32
Figura 2: Apresentação das amostras e da escala em sessão de treinamento dos julgadores para avaliação do aroma de uvaia	34
Figura 3: Ficha de avaliação utilizada no treinamento dos julgadores para o aroma de uvaia	34
Figura 4: Ficha de avaliação sensorial da intensidade de aroma característico de uvaia	35
Figura 5: Análise sensorial dos isolados	36
Figura 6: Cromatograma da análise das colunas DB-5 (a) e DB-Wax (b)	38
Figura 7: Cromatograma do solvente hexano nas colunas DB-5 (a) e DB-Wax (b)	39
Figura 8: Cromatograma do solvente diclorometano nas colunas DB-5 (a) e DB-Wax (b)	39
Figura 9: Cromatograma do polímero após eluição com diclorometano e separação na coluna DB-5	40
Figura 10: Cromatograma dos compostos voláteis da uvaia capturados por 2 horas, eluídos com hexano (a) e com diclorometano (b), e separados na coluna DB-5	40
Figura 11: Cromatograma dos compostos voláteis da uvaia capturados por 2 horas, eluídos com hexano (a) e com diclorometano (b), e separados na coluna DB-Wax ...	41
Figura 12: Cromatograma dos compostos voláteis da uvaia capturados por 1 hora (a), 2 horas (b), 3 horas (c) e 4 horas (d), eluídos com hexano e separados na coluna DB-5	43
Capítulo 3: Compostos voláteis da uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	46
Figura 1: Cromatograma do perfil de voláteis da uvaia	53
Capítulo 4: Compostos voláteis importantes para o aroma da uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	66
Figura 1: Sistema cromatógrafo gasoso-olfatómetro	71
Figura 2: Escala híbrida de 10 pontos utilizada na análise CG-O com a técnica OSME para a avaliação do isolado de uvaia	72
Figura 3. Aromagrama consensual da equipe da análise CG-O-OSME (a) e cromatograma do perfil dos voláteis (b) da uvaia	74
Figura 4. Aromagrama individual médio dos cinco julgadores na análise CG-O-OSME do isolado de uvaia	79

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 2: Padronização da metodologia para o isolamento dos compostos voláteis do headspace da polpa de uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	28
Tabela 1. Valores individuais de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ dos julgadores obtidos no teste de seleção	36
Tabela 2. Médias ¹ da intensidade do aroma de uvaia percebido por cada julgador e pela equipe sensorial	37
Tabela 3. Intensidade ¹ do aroma característico de uvaia presente nos isolados eluídos com hexano e diclorometano (0 = fraco e 9 = forte)	42
Tabela 4. Intensidade ¹ de aroma característico de uvaia presente nos isolados de diferentes tempos de captura (0 = fraco e 9 = forte)	44
Capítulo 3: Compostos voláteis da uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	46
Tabela 1. Compostos voláteis do headspace da polpa de uvaia	53
Tabela 2. Médias ¹ , desvios padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) dos resultados da avaliação físico-química da polpa da uvaia	57
Capítulo 4: Compostos voláteis importantes para o aroma da uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> cambess)	66
Tabela 1. Compostos voláteis odoríferos do headspace de uvaia	76
Tabela 2. Média e desvios padrão da intensidade (entre parênteses) dos dez compostos voláteis de maior importância odorífera para a uvaia, atribuída por cada julgador e pela equipe	82

RESUMO GERAL

A uvaia (*Eugenia pyriformis cambess*) é uma fruta exótica que apresenta sabor adocicado e ácido, típica da Mata Atlântica.

A revisão da literatura mostrou que, até o presente momento, não existe estudo sobre a composição de voláteis de uvaia, assim como não se conhece os compostos voláteis odoríferos importantes para a sua qualidade sensorial.

Os parâmetros físico-químicos da polpa da uvaia foram avaliados. A polpa de uvaia apresentou teor de sólidos solúveis de 5,0 °Brix, pH 3,80, *ratio* de 4,65, teor de ácido ascórbico 54,06 mg/100 mL de polpa, teor de compostos fenólicos totais de 79,94 mg de ácido gálico/100 mL e foi caracterizada como uma fruta de baixa acidez (1,08 g de ácido cítrico/100 mL), conteúdo de açúcares predominantemente de açúcares redutores (açúcares redutores 2,81 g de glicose/100 mL, açúcares totais 2,81 g de glicose/100 mL) e elevada atividade antioxidante total (656,29 µmol de Trolox/100 mL de polpa).

Os compostos voláteis da uvaia foram isolados usando a técnica de *headspace* dinâmico. As condições para o isolamento dos compostos voláteis de uvaia foram a captura por 3 horas e eluição com hexano. O isolado obtido foi representativo da amostra original de uvaia.

Os compostos voláteis foram separados por cromatografia gasosa de alta resolução e identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas, índices de retenção e uso de padrões puros. Foram detectados 55 compostos voláteis, dos quais 43 foram identificados, compreendendo 19 terpenos, 16 ésteres, 3 álcoois, 1 cetona e 4 compostos pertencentes a outras classes químicas. Os compostos majoritários na uvaia foram butanoato de etila com 27,82% da área relativa total do cromatograma, hexanoato de etila com 20,04%, octanol com 8,56%, D-limoneno com 7,16% e vinilbenzeno com 6,57%.

Os compostos voláteis do *headspace* da uvaia foram avaliados por análise olfatométrica OSME por cinco julgadores treinados e selecionados. Foram detectados 49 compostos odoríferos, dos quais 28 foram identificados. Os compostos de maior importância

odorífera para o aroma de uvaia foram hexanoato de etila, butanoato de etila, hexanoato de metila, butanoato de metila, 2-butenato de etila e hexanoato de hexila, descritos como “uvaia, doce, frutal, cítrico, morango”, e beta-mirceno e beta-pineno, descritos como “plástico, borracha, queijo”. Estes compostos voláteis são os responsáveis pelo sabor adocicado e ácido desta fruta exótica.

SUMMARY

The uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) is a Brazilian exotic fruit that presents a sweet and sour flavor, native to the Mata Atlântica.

A review of the literature shows that no research has been conducted on the volatile composition of uvaia, as well as on its sensory quality.

The physicochemical parameters were analyzed in the uvaia pulp. The uvaia pulp showed 5,0 °Brix for soluble solids, pH 3,80, ratio 4,65, 54,06 mg ascorbic acid/100 mL pulp, 79,94 mg acid galic/100 mL pulp for phenolic compounds, and was characterized as a low acidic fruit (1,08 g citric acid/100 mL), sugar content predominantly of reducing sugars (2,81 g glucose/100 mL for reducing sugars, 2,81 g glucose/100 mL for total sugars), high antioxidant activity (656,29 µmol Trolox/100 mL pulp).

The volatile compounds from the headspace of the uvaia were isolated using the dynamic headspace technique. The conditions fixed for the isolation were three hours of trapping and elution with hexane. The isolate obtained was representative of the original uvaia sample.

The volatile compounds were separated by high resolution gas chromatography and identified by gas chromatography/mass spectrometry, retention indices and pure reference compounds. Fifty-five compounds were detected, from which forty-three were identified, comprising 19 terpenes, 16 esters, 3 alcohols, 1 ketone and 4 miscellaneous. Major compounds were ethyl butanoate (27,82% of the chromatogram's total area), ethyl hexanoate (20,04%), octanol (8,56%), D-limonene (7,16%) and vinylbenzene (6,57%).

The volatile compounds from the headspace of the uvaia pulp were evaluated by five trained judges using the OSME olfactometry technique. Forty-nine odorants were found in the sample, twenty-eight of which were identified. The most important odorant were ethyl hexanoate, ethyl butanoate, methyl butanoate, ethyl 2-butenate and hexyl hexanoate (described as uvaia, sweet, frutal, citric, strawberry), and beta-myrcene and beta-pinene

(described as plastic, rubber and cheese). These compounds were responsible for sweet and sour flavour in this exotic fruit.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil produziu 43 milhões de toneladas de frutas em 2008. O país foi o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás da China (175 milhões de toneladas) e da Índia (57 milhões de toneladas). Do total produzido, 20 milhões de toneladas de frutas foram destinados para o consumo *in natura*. O país cultiva frutas tropicais, subtropicais e temperadas ao longo de todo o ano, devido a sua extensão territorial, posição geográfica, solo e condições climáticas favoráveis (IBRAF, 2009).

O Brasil tem uma abundância de frutas exóticas que atraem consumidores do mundo todo. Tal fato vem despertando o interesse das indústrias para a produção de polpas e sucos de novos sabores. A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é considerada uma fruta exótica, de sabor adocicado e ácido, típica da Mata Atlântica, podendo ser encontrada desde São Paulo até o Rio Grande do Sul. Esta fruta é produzida de forma extrativista e pode ser consumida *in natura*, na forma de sucos, geléias e doce em pasta (LORENZI, 1998).

A aceitação das frutas está diretamente relacionada ao seu sabor. O sabor é formado principalmente pelas sensações que o aroma e o gosto provocam, os quais são atribuídos aos compostos voláteis e não voláteis presentes nos alimentos, respectivamente (FRANCO e JANZANTTI, 2004).

O aroma característico dos alimentos é geralmente o resultado de dezenas ou centenas de compostos voláteis, encontrados em nível de traços. Vários fatores influenciam a análise dos compostos voláteis das frutas exóticas e entre os principais estão a matriz e a presença de compostos voláteis de diferentes classes químicas e em diferentes concentrações (GARRUTI, 2001).

A pesquisa do sabor de frutas exóticas compreende as etapas de isolamento e concentração dos compostos voláteis, separação e quantificação dos compostos voláteis, identificação dos compostos voláteis e análise sensorial dos compostos voláteis (THOMAZINI e FRANCO, 2000).

Existem poucos estudos sobre a composição dos voláteis de frutas exóticas disponíveis na literatura. Não foi encontrado na literatura científica nenhum estudo sobre o perfil dos voláteis da uvaia e nem sobre os compostos de importância odorífera da fruta.

Os objetivos desta dissertação foram padronizar metodologia para o isolamento dos compostos voláteis da uvaia utilizando a técnica de *headspace* dinâmico, identificar os compostos voláteis da uvaia e determinar os compostos voláteis de importância odorífera para a formação do aroma desta fruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁCIAS

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.

GARRUTI, D. S. **Composição de Voláteis e Qualidade de Aroma do Vinho de Caju**. 2001. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

IBRAF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas**. Disponível em: www.ibraf.org. Acesso em setembro de 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352 p. 1998.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da SBCTA**, v. 34, p. 52-59, 2000.

Capítulo 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. METODOLOGIA DA PESQUISA DO SABOR

A aceitação dos alimentos está diretamente relacionada ao seu sabor. O sabor é formado principalmente pelas sensações que o aroma e o gosto provocam, os quais são atribuídos aos compostos voláteis e não voláteis presentes nos alimentos, respectivamente. Os compostos não voláteis contribuem para a sensação proveniente do gosto que pode ser doce, azedo, salgado, amargo e *umami*. Já os compostos voláteis, responsáveis pelo aroma, são de diferentes classes químicas, termolábeis e presentes em quantidades extremamente diminutas nos alimentos (FRANCO e JANZANTTI, 2004).

O aroma característico dos alimentos é geralmente o resultado de dezenas ou centenas de compostos voláteis, encontrados em nível de traços. Mesmo os compostos voláteis presentes em concentrações muito baixas, em nanograma ou picograma, influenciam na formação do aroma característico do alimento. Porém em alguns alimentos, existem os compostos voláteis considerados de impacto, que sozinhos são capazes de “lembrar” o aroma do alimento, enquanto os demais compostos voláteis são denominados contribuintes, que juntos formam o aroma pleno do alimento (GARRUTI, 2001).

A pesquisa do sabor compreende as etapas de isolamento e concentração dos compostos voláteis, separação e quantificação dos compostos voláteis, identificação dos compostos voláteis e análise sensorial dos compostos voláteis (THOMAZINI e FRANCO, 2000).

1.1. Isolamento dos Compostos Voláteis

A etapa de isolamento deve ser feita com mínima manipulação do alimento para não causar mudanças na composição original dos compostos voláteis. A presença de compostos não voláteis ou artefatos gera um isolado não representativo do verdadeiro aroma percebido pelo olfato, o que afeta a pesquisa do sabor (THOMAZINI e FRANCO, 2000; GARRUTI, 2001).

A etapa do isolamento é considerada crítica e as técnicas mais indicadas são aquelas que compreendem em uma única etapa, a separação dos compostos voláteis dos não voláteis e sua concentração (JANZANTTI, 2004).

As técnicas de isolamento utilizadas para alimentos baseiam-se na análise total ou na análise do *headspace*. A primeira baseia-se na análise de todos os componentes voláteis do alimento, já a segunda, analisa os compostos voláteis da fase gasosa em equilíbrio com a fase líquida ou sólida do alimento em um sistema fechado à determinada temperatura (THOMAZINI e FRANCO, 2000; FRANCO e JANZANTTI, 2004).

Na análise total, a técnica de destilação-extração simultânea realiza em uma única etapa a extração e a concentração dos compostos voláteis, porém emprega calor, o que pode causar perdas ou modificações na composição original do isolado, como também originar artefatos (NICKERSON e LIKENS, 1966; BLANCH et al, 1991).

A técnica de extração líquido-líquido utiliza grande quantidade de solvente orgânico para a extração dos compostos voláteis dos alimentos, sendo necessária posterior concentração do extrato por calor, podendo acarretar mudanças na composição de voláteis, além da extração de compostos não voláteis (LISKA et al, 1989).

Na técnica de extração em fase sólida, o alimento passa por um cartucho ou microcoluna cromatográfica revestida com polímero poroso, onde os compostos voláteis e não voláteis são adsorvidos e posteriormente eluídos com solvente (JANZANTTI, 2004).

Na análise total, a maior desvantagem é que as técnicas são considerados “sujos” para a análise de aroma, porque os compostos não voláteis podem ser eluídos junto com os compostos voláteis, contaminando ou se degradando no injetor do cromatógrafo gasoso, o que pode causar danos ao equipamento e originar artefatos (FRANCO e JANZANTTI, 2004). Essas técnicas foram utilizadas para a análise do aroma de alimentos como manga (ANDRADE, et al, 2000), cupuaçu (BOULANGER e CROUZET, 2000), caju (BICALHO et al, 2000; SAMPAIO, 2007), acerola (BOULANGER e CROUZET, 2001), maracujá (JORDÁN et al, 2002; CIAMPONE, 2007), mangaba (SAMPAIO e NOGUEIRA, 2005), jenipapo (PINTO et al, 2006), cachaça (JANZANTTI, 2004) e vinho (LÓPEZ et al, 2002), entre outros.

O aroma é melhor representado pela composição dos voláteis do *headspace* (JENNINGS e RAPP, 1983; FRANCO e JANZANTTI, 2004). A análise do *headspace* pode ser feita por *headspace* estático ou dinâmico. O *headspace* estático é a análise direta dos compostos voláteis que apresentam maior pressão de vapor em um sistema fechado. Essa técnica permite a detecção de poucos compostos voláteis, gerando cromatogramas muito “pobres” (THOMAZINI e FRANCO, 2000; FRANCO e JANZANTTI, 2004).

O *headspace* dinâmico é uma técnica que envolve a passagem dos compostos voláteis do alimento através de um polímero poroso (Tenax, Chromosorb, Porapak, entre outros), com o auxílio de um sistema a vácuo (FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA, 1983) ou pela passagem de um gás inerte (JENNINGS e RAPP, 1983). Os compostos voláteis retidos no polímero podem ser eluídos com solvente ou desorvidos diretamente no injetor do cromatógrafo. A técnica de *headspace* dinâmico, desde que padronizadas as condições de isolamento, permite a realização de análise qualitativa, quantitativa e sensorial dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma do alimento (BASTOS et al, 1998).

O isolamento dos compostos voláteis em polímero poroso tem sido largamente empregado na investigação de aroma de frutas como umbu (THOMAZINI, 1998), maçã (JANZANTTI et al, 2000), umbu-cajá, camu-camu, araçá-boi e cupuaçu (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), caju (GARRUTI et al, 2003), murici (ALVES e FRANCO, 2003), manga (FRANCO et al, 2004), pitanga (OLIVEIRA et al, 2006a) e maracujá (JALES et al, 2005; JANZANTTI et al, 2008).

A técnica de microextração em fase sólida (SPME), desenvolvida por Arthur e Pawliszyn, em 1990, consiste de uma seringa contendo uma fibra de sílica fundida, de diâmetro muito pequeno, podendo ser revestida com diferentes fases estacionárias de variadas espessuras. Na análise total, a fibra está imersa no alimento (amostra). Na análise do *headspace* a fibra está posicionada na fase gasosa em equilíbrio com o alimento (amostra). Após o isolamento, a fibra é recolhida e, posteriormente, os compostos voláteis são desorvidos termicamente por exposição da fibra no injetor do cromatógrafo gasoso. As condições das análises, desde a escolha da fibra, tempo de agitação e temperatura, entre

outras, devem ser padronizadas (GARCIA et al, 1996; GARCIA et al, 1997). Essa técnica tem sido utilizada para a caracterização de compostos voláteis de frutas como siriguela (CEVA-ANTUNES et al, 2006), abricó (GUILLOT et al, 2006), cagaita (CARVALHO et al, 2008a) e uva (CANUTI et al, 2009), entre outras, pois apresenta como vantagens a simplicidade, a rapidez e o fato de não utilizar solvente.

Baltusen et al (1999) desenvolveram a técnica de isolamento usando uma barra de sorção (*stir bar sorptive extraction*). A barra de agitação magnética revestida de um polímero possui o mesmo princípio do SPME. A barra pode ser inserida diretamente (análise total) na amostra ou no *headspace* e é mantida sob agitação até atingir o equilíbrio de partição. Essa técnica é considerada simples e de fácil aplicação, porém ainda existem poucos polímeros disponíveis comercialmente (BICCHI et al, 2002).

1.2. Separação e Quantificação dos Compostos Voláteis

A mistura complexa de compostos voláteis, obtida na etapa de isolamento, requer para a sua separação a aplicação da cromatografia gasosa de alta resolução.

O cromatógrafo gasoso permite a utilização de diferentes tipos de injetores, sendo os mais indicados para análise de traços os do tipo *splitless*, *on-column* e PTV (*programmed temperature vaporizer*) (GROB e ROMANN, 1981; FRANCO e JANZANTTI, 2004).

As colunas capilares de sílica fundida têm a função de separar os compostos voláteis presentes no alimento. Dependendo do tipo de fase estacionária, os compostos voláteis podem ter maior ou menor afinidade, sendo necessário, portanto, testar colunas de diferentes polaridades, para assegurar uma boa separação.

1.3. Identificação dos Compostos Voláteis

O espectrômetro de massas é o instrumento mais utilizado na identificação dos compostos voláteis presentes nos alimentos. Após a separação na coluna cromatográfica, o composto volátil é enviado à fonte de íons, onde é bombardeado por elétrons de alta energia

e são gerados íons positivos, que são acelerados em direção ao analisador de massas, cuja função é separar os íons, resultando no espectro de massas típico do composto.

As características dos espectros de massas são usadas na identificação de uma grande variedade de compostos orgânicos, nas quais as relações massa/carga obtidas podem ser transformadas em informação estrutural a partir de estudos sobre mecanismos de fragmentação dos compostos (LANÇAS, 1993) e também podem ser comparadas a espectros padrão, armazenados na memória do computador (FRANCO e JANZANTTI, 2004).

Os índices de retenção também são utilizados na identificação dos compostos voláteis, para comparar a ordem de eluição experimental com a ordem de eluição descrita na literatura na mesma fase estacionária (ETTRE, 1964), além do uso de padrões analíticos, que auxiliam e eliminam possibilidades equivocadas, aumentando a confiabilidade da identificação (FRANCO e JANZANTTI, 2004; MOLYNEUX e SCHIEBERLE, 2007).

1.4. Análise Sensorial

Os testes sensoriais são capazes de identificar e quantificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis e de definir características sensoriais importantes de um alimento. Estes testes vêm sendo aplicados no desenvolvimento e melhoramento de alimentos, controle de qualidade, estudos sobre armazenamento e desenvolvimento de processos (MUÑOZ et al, 1992).

Na pesquisa do sabor, a avaliação sensorial dos compostos voláteis após a separação cromatográfica é feita utilizando a técnica olfatométrica. A cromatografia gasosa-olfatometria (CG-O) é o termo usado para descrever as técnicas que utilizam julgadores para avaliar os compostos voláteis separados pela coluna cromatográfica. Essas técnicas possibilitam determinar quais compostos voláteis são odoríferos e importantes para a formação do aroma, e que contribuem para a qualidade dos alimentos. O ser humano tem a capacidade de detectar os compostos odoríferos que eluem do efluente cromatográfico, além de mensurar a duração (início ao fim) de cada odor, quantificar sua intensidade e

descrever sua qualidade, pois o nariz humano é muito mais sensível aos compostos odoríferos do que vários detectores (DELAHUNTY et al, 2006).

Guadagni et al (1964) propuseram a primeira técnica que envolvia cromatografia gasosa e a percepção olfativa, a *CG-sniffing*, na qual o julgador aspirava os compostos voláteis separados pela coluna cromatográfica e descrevia com suas próprias palavras o odor percebido. Essa técnica não permitia a quantificação dos compostos voláteis odoríferos.

Para avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis, várias técnicas são relatadas na literatura: técnica de diluição, técnica de frequência e técnica de tempo-intensidade (DELAHUNTY et al, 2006).

Em 1984, a primeira técnica de diluição foi desenvolvida e intitulada de CHARM (*Combined Hedonic Response Measurement*), consistindo na avaliação do isolado em diferentes diluições, até que os julgadores não percebessem mais nenhum odor. Os julgadores treinados eram orientados a registrar o início e o fim da percepção de cada odor usando um *software*, além de informar ao analista sua descrição sensorial. Os dados registrados pelos julgadores geram um aromagrama, no qual cada composto odorífero é resultante da somatória de todas as diluições em que é percebido, em um determinado tempo de retenção. Compostos voláteis de maior área (somatória) representam os de maior importância odorífera para o alimento (ACREE et al, 1984).

Outra técnica de diluição, denominada AEDA (*Aroma Extract Dilution Analysis*), mede o máximo de diluições em que o odor ainda é percebido pelo julgador, sendo calculado para cada composto odorífero um fator de diluição. Quanto maior o fator de diluição, maior a importância odorífera do composto para o alimento (ULRICH e GROSCH, 1987).

A única diferença entre as técnicas CHARM e AEDA é a maneira de processar os dados. Enquanto a AEDA só reporta a unidade de diluição máxima em que um composto volátil pode ser percebido, em CHARM é possível verificar a duração da percepção do composto nas diluições.

Na técnica de frequência, seis a doze julgadores avaliam o isolado original. A importância dos compostos odoríferos é medida pelo número de julgadores que detectam o odor do composto. A proposta dessa técnica é detectar um mesmo odor em um tempo de retenção específico, sendo que, compostos que são detectados com maior frequência possuem maior importância odorífera (POLLIEN et al, 1997). A maior vantagem dessa técnica é não ser necessário treinar os julgadores.

No caso da técnica de frequência OGA (*Olfactometric Global Analysis*) são necessários julgadores selecionados e treinados, que avaliam o efluente da coluna cromatográfica, sem repetição. Os julgadores utilizam um *software* para registrar a duração do odor percebido ao mesmo tempo em que o descrevem para o analista. Com os dados do tempo de duração do odor e o número de julgadores que perceberam o odor é gerado o aromagrama da equipe. Quanto maior o número de julgadores que percebeu o aroma do composto, maior a contribuição odorífera desse composto para o alimento (LINSSEN et al, 1993).

As técnicas de diluição e frequência assumem uma relação linear entre a intensidade do odor percebido e a concentração do estímulo. Quanto maior esta relação, maior a importância atribuída ao composto, ou seja, quanto menor o *threshold* do composto, maior é o seu poder odorífero. Porém, de acordo com a psicofísica moderna esse conceito é considerado errôneo, pois, segundo a Lei de Stevens, se dois compostos apresentarem similaridades na concentração e no *threshold*, mas possuírem diferentes expoentes “n”, não contribuirão da mesma forma ao aroma e sabor do alimento, porque “n” é o expoente proporcional ao poder odorífero do composto segundo a equação:

$$I = k (C-T)^n, \text{ onde: explicar melhor e definição de } n$$

“I” é a intensidade do odor de um composto, “C” a concentração do composto, “T” seu *threshold* e “k” uma constante (Da SILVA et al 1994; Da SILVA et al, 2004).

Assim, as técnicas de diluição e frequência são muito úteis na identificação dos compostos de maior importância odorífera, porém são criticadas por não medirem a

intensidade do estímulo/odor percebido e não seguirem os princípios da psicofísica moderna (DELAHUNTY et al, 2006).

A técnica de tempo-intensidade OSME, da palavra grega que significa “cheiro”, é considerada uma das mais adequadas para se avaliar a importância odorífera de compostos voláteis, já que se fundamenta na Lei de Stevens (LE GUEN et al, 2000; VAN RUTH e O’CONNOR, 2001; DELAHUNTY et al, 2006). Nessa técnica, julgadores treinados e selecionados avaliam o isolado original, em repetições. O julgador avalia sensorialmente cada composto odorífero que sai do efluente cromatográfico e descreve a qualidade do odor ao mesmo tempo em que utiliza um programa de tempo-intensidade para registrar o tempo de duração do odor sentido e sua intensidade. Da Silva et al (1994) desenvolveram um programa nomeado de Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI), no qual o julgador utiliza um *mouse* para registrar em uma escala de 9 a 15 pontos, o tempo e a intensidade do odor percebido. As repetições de cada julgador são analisadas e integradas, formando um aromagrama individual médio para cada julgador, que são então analisados gerando um aromagrama consensual da equipe. Os compostos de maior importância odorífera são representados pelos picos mais altos (mais intensos) e/ou de maior área. O aromagrama consensual pode ser comparado ao cromatograma, permitindo assim, identificar os compostos importantes para a formação do aroma do alimento, mesmo que estes estejam em concentrações muito baixas no isolado (LOPEZ et al, 1992; GARRUTI, 2001).

Le Guen et al (2000) avaliaram a precisão, reprodutibilidade e facilidade da aplicação das técnicas olfatométricas AEDA, OGA e OSME e relataram que OGA é a técnica mais fácil de se obter resultados e AEDA, a técnica mais demorada, porém mais precisa do que OGA, além de necessitar de poucos julgadores. Mas, se o objetivo do estudo é obter resultados precisos, a técnica recomendada é OSME.

Delahunty et al (2006), ao comparar as técnicas olfatométricas, relataram que existem diferenças em seus princípios e a escolha da técnica deverá ser baseada no objetivo do estudo. Quando há necessidade de se obter resultados rapidamente, as técnicas

mais indicadas são as de frequência, seguidas das de tempo-intensidade e por último das técnicas de diluição, que demandam mais tempo para serem aplicadas. Já com relação à facilidade de aplicação, as técnicas de tempo-intensidade são consideradas mais complexas, enquanto que as de frequência e de diluição são mais facilmente empregadas. Vale ressaltar que a técnica de isolamento é de suma importância, não podendo ser negligenciada, pois se o isolado não for representativo do alimento, os resultados da análise olfatométrica não refletirão a importância dos compostos voláteis para o aroma do mesmo.

2. COMPOSTOS VOLÁTEIS DE ALGUMAS FRUTAS DO GÊNERO *EUGENIA*

O gênero *Eugenia* é um dos maiores da família das Myrtaceae, que tem aproximadamente 350 espécies nativas (LANDRUM e KAWASAKI, 1997). Várias espécies de *Eugenia* são apreciadas por apresentarem frutos comestíveis de sabores considerados exóticos.

2.1. Uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess)

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é considerada uma fruta exótica, de sabor adocicado e ácido, típica da Mata Atlântica, podendo ser encontrada desde São Paulo até o Rio Grande do Sul. Esta fruta é cultivada de forma extrativista e pode ser consumida *in natura*, na forma de sucos, geléias e doce em pasta.

A uvaieira é uma árvore de 6 a 13 metros de altura, de tronco castanho e ereto, copa arredondada, com folhas pequenas e avermelhadas quando novas e flores de cor branca que florescem no mês de agosto a setembro, quando começa a sua frutificação. A safra da uvaia ocorre entre setembro e novembro (SCALON et al, 2004).

A uvaia, cujo nome vem do Tupi e significa “fruta ácida”, é caracterizada como fruta do tipo baga, carnosa, arredondada, piriforme ou oval de 2-4 cm de diâmetro, com coloração variando entre o amarelo e o alaranjado (LORENZI, 1998). A polpa da uvaia apresenta as seguintes características nutricionais em 100 g: 37,6 calorias, 1,7 g de proteína, 0,4 g de lipídeos totais, 10,0 mg de cálcio, 15,0 mg de fósforo, 2,6 mg de ferro, 0,03 mg de vitamina

A e 0,04 mg de vitamina B1 e B2 (LORENZI et al, 2006). Apresenta ainda umidade em torno de 90,7%, teor de ácido ascórbico variando de 33 a 39,52 mg/100 g, 1,53% (m/m) de acidez titulável, sólidos solúveis de 7,5 °Brix e *ratio* de 4,90 (CARVALHO, 1988; DONADIO, 1997).

Stieven et al (2007) avaliaram o conteúdo de ácido ascórbico da polpa de uvaia congelada, usando diferentes métodos. Pelo método do iodato de potássio foi obtido conteúdo de 1,69 mg de ácido ascórbico/100 mL de polpa, enquanto pelo método de Tillmans, foi encontrado 3,99 mg de ácido ascórbico/100 mL de polpa. Segundo os autores, o método de Tillmans foi o que apresentou melhor resultado para a análise de ácido ascórbico da polpa de uvaia. A determinação de ácido ascórbico pelo método de iodato de potássio é recomendada para alimentos *in natura* ou enriquecidos com quantidade maior que 5 mg de ácido ascórbico enquanto o método de Tillmans é recomendado para alimentos com teores de ácido ascórbico inferiores a 5 mg segundo o ADOLFO LUTZ (2008).

Silva et al (2008a) determinaram a composição centesimal da uvaia proveniente do município de Goianópolis, GO. A uvaia apresentou sólidos solúveis de 9 °Brix, pH de 2,57, densidade de 1,029 g/mL, teor de proteína de 1,30%, 0,17% de gordura, 90,56% de umidade, 5,35% de carboidratos, 8,20 mg/100 g de sódio e valor calórico total de 28,13 Kcal/100 g.

Estela et al (2008) estudaram uvaia da cidade de Vieirópolis, Paraíba, em seis estádios de maturação. O teor de sólidos solúveis variou de 6,1 a 9,5 °Brix, a acidez titulável média foi de 2,19%, o pH médio de 5,63 e o teor de ácido ascórbico de 29,46 a 40,15 mg/100 g. Apesar de não ter havido diferença estatística ($p \leq 0,05$) nos parâmetros físico-químicos avaliados, os autores sugerem o consumo da uvaia em estádios mais próximo ao maduro, por apresentarem coloração mais atraente. O teor de compostos fenólicos totais da uvaia liofilizada, da região de Pelotas, RS, foi de 815,5 mg de ácido gálico/100 g de uvaia (RAMIRIZ et al, 2009).

2.2. Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)

A pitanga (*Eugenia uniflora* L.), fruta com aroma característico intenso e sabor adocicado e ácido, é nativa da Mata Atlântica brasileira, mas pode ser encontrada em diferentes países como a Argentina, Uruguai e Paraguai. Esta fruta é do tipo baga de 1,5 a 2,0 cm de diâmetro, de coloração avermelhada, rica em vitaminas e antioxidantes (VIZZOTO, 2008; LORENZI et al; 2006).

Lopes et al (2005) avaliaram a polpa de pitanga nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias de congelamento. Os valores de pH variaram de 3,27 a 3,40, acidez titulável de 1,24 a 1,25 g de ácido cítrico/100 g de polpa, sólidos solúveis de 10,73 a 11,47 °Brix, açúcares redutores de 7,42 a 7,73 g de glicose/100 g de polpa e açúcares totais de 7,77 a 7,99 g de glicose/100 g de polpa. Os autores concluíram que houve pequena variação nos parâmetros físico-químicos ao longo dos 90 dias de estocagem a -18 °C, e que a polpa de pitanga manteve-se dentro dos padrões de identidade e qualidade exigidos pela legislação brasileira durante todo o período de congelamento (BRASIL, 2000).

Oliveira et al (2006b) avaliaram as características físico-químicas da polpa de pitanga, da polpa de pitanga com adição de maltodextrina (polpa formulada) e da pitanga em pó. A polpa de pitanga apresentou sólidos solúveis de 7 °Brix, pH de 3,05, acidez titulável de 2,23 g de ácido cítrico/100 g de polpa, açúcares redutores de 3,82 g de glicose/100 g de polpa e 13,42 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa. A polpa de pitanga apresentou maiores valores de pH, acidez titulável, ácido ascórbico e açúcares redutores quando comparada às polpas formulada e em pó.

Lima et al (2002) avaliaram os teores de compostos fenólicos totais de pitangas vermelhas e roxas, do estado de Pernambuco, em diferentes estádios de maturação. Os frutos no mesmo estágio de maturação, semi-maduros e maduros, não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), sendo que a pitanga roxa madura apresentou 325 mg de catequina/100 g e a vermelha 257 mg de catequina/100 g, enquanto a pitanga roxa semi-madura apresentou 257 mg de catequina/100 g e a vermelha 252 mg de catequina/100 g. O teor de compostos fenólicos totais na pitanga roxa madura foi maior do que na vermelha do

mesmo estágio de maturação. Segundo os autores, a presença de antocianinas, compostos fenólicos totais e carotenóides fazem deste fruto uma fonte promissora de compostos antioxidantes cujo cultivo e consumo deveria ser estimulado.

Oliveira e Sawaya (2009) avaliaram a atividade antioxidante total, pelos métodos de DPPH e ABTS, nas pitangas *in natura* em dois estágios de maturação (verde e madura) e na polpa de pitanga congelada adquirida no comércio. As frutas e a polpa congelada foram liofilizadas e diluídas em água ou etanol. A vitamina C foi utilizada como padrão nos dois métodos e os resultados expressos em ED₅₀. No método DPPH, obteve-se os seguintes resultados para as pitangas diluídas em água: 0,584 mg na pitanga verde, 1,466 mg na pitanga madura e 7,626 mg na pitanga congelada, enquanto nas pitangas diluídas em etanol, 2,354 mg na pitanga verde, 0,446 mg na pitanga madura e 9,720 mg na pitanga congelada. Já pelo método ABTS, as pitangas diluídas em água, apresentaram 0,428 mg na pitanga verde, 1,258 mg na pitanga madura e 11,200 mg na pitanga congelada; enquanto que as pitangas diluídas em etanol, apresentaram valores de 1,197 mg na pitanga verde, 2,011 mg na pitanga madura e 8,658 mg na pitanga congelada. Os autores relatam que as substâncias com atividade antioxidante total presentes na pitanga foram solúveis tanto em água como em etanol.

Os compostos voláteis da pitanga madura cultivada no estado de Pernambuco foram capturados em polímero poroso, Porapak Q, e eluídos com acetato de etila. Dentre os 54 compostos voláteis detectados, 29 foram identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. A classe química predominante foi a dos terpenos. Os compostos majoritários foram *trans*-beta-ocimeno com 36,2% de área relativa, seguido do *cis*-ocimeno com 13,4%, do isômero beta-ocimeno com 15,4% e do beta-pineno com 10,3%. Segundo os autores deveria ser estimulado o consumo desta fruta, já que alguns compostos voláteis identificados na pitanga também estão presentes no óleo essencial das folhas de pitanga, usado para a fabricação de remédios populares (OLIVEIRA et al, 2006a).

2.3. Araçá-boi (*Eugenia stipitata*)

O araçá-boi (*Eugenia stipitata*) é uma fruta de aroma suave e sabor ácido, redonda, amarela, com 5 a 10 cm de diâmetro e aproximadamente 200 g, típica da floresta Amazônia (TODA FRUTA, 2006).

Sacramento et al (2008) avaliaram os parâmetros físico-químicos do araçá-boi produzido em Ituberá, região Sul da Bahia. O araçá-boi apresentou pH de 2,28, sólidos solúveis de 5,54 °Brix, acidez titulável de 2,38 g de ácido cítrico/100 g de polpa, açúcares redutores de 1,05 g de glicose/100 g de polpa, açúcares totais de 4,82 g de glicose/100 g de polpa e teor de ácido ascórbico de 0,53 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa.

Canuto et al (2008) analisaram a qualidade da polpa de araçá-boi procedente da Região Amazônica, que apresentou 0,20 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa, compostos fenólicos totais de 0,64 mM e atividade antioxidante total (determinado pelo método ABTS) de 2,98 µM de Trolox. Segundo os autores, a polpa de araçá-boi foi considerada como contendo baixo conteúdo de compostos fenólicos totais e elevada atividade antioxidante total.

Franco e Shibamoto (2000) estudaram os compostos voláteis no araçá-boi procedente de Manaus, pela técnica do *headspace* dinâmico, utilizando polímero poroso Porapak Q. Foram detectados 38 compostos voláteis, dos quais 30 foram identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas, compreendendo 24 terpenos, 4 ésteres, 1 álcool e 1 composto aromático. O germacreno D foi o composto majoritário com 38,3% de área relativa, seguido do beta-pineno com 15,2% e do alfa-pineno com 10,4%.

2.4. Cagaita (*Eugenia dysenterica*)

A cagaita (*Eugenia dysenterica*) é uma fruta de sabor doce e ácido, tipo baga, de 2 a 3 cm de diâmetro e de coloração amarelada. Típica do cerrado brasileiro, essa fruta é consumida *in natura* e na forma de suco, polpa, doces, geléias e sorvetes.

A polpa de cagaita apresenta pH de 3,06, sólidos solúveis de 6,73 °Brix e acidez titulável de 13,78 g de ácido cítrico/100 g (CARVALHO et al, 2008b).

Silva et al (2008a) estudaram a cagaita de Goiânia, GO, em diferentes estádios de maturação. A acidez titulável variou de 8,18 a 10,10 mL de ácido cítrico/g, pH de 3,04 a 3,18, sólidos solúveis de 6,5 a 7,0 °Brix e teor de ácido ascórbico de 13,44 a 26,97 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa.

Roesler et al (2007) avaliaram o teor de compostos fenólicos totais, pelo método de Folin-Ciocalteu, e a atividade antioxidante total, pelo método DPPH, na cagaita procedente de Goiânia. A polpa e a casca da cagaita foram homogeneizadas com água, filtrada e o extrato filtrado e o retido (resíduo) no filtro foram liofilizados para posterior análise. O mesmo procedimento foi realizado com a polpa e a casca da cagaita, porém a homogeneização desta vez foi feita com etanol. O teor de compostos fenólicos totais no extrato filtrado da polpa mais a casca de cagaita foi 16,23 g de ácido gálico/Kg de solução aquosa e 18,38 g de ácido gálico/Kg de solução etanólica. O resíduo apresentou 15,22 g de ácido gálico/Kg de solução etanólica e em solução aquosa a quantidade ficou abaixo do limite de quantificação. A atividade antioxidante total no extrato filtrado da polpa mais casca de cagaita foi 879,33 µg de ácido gálico/mL de solução aquosa e 387,47 µg de ácido gálico/mL de solução etanólica. O resíduo apresentou 1038,17 µg de ácido gálico/mL de solução etanólica e em solução aquosa a quantidade ficou abaixo do limite de quantificação. A polpa juntamente com a casca do fruto apresentou açúcares totais de 20,47% (m/m), pH de 2,8 e acidez titulável de 26,4% (m/m).

Carvalho et al (2008a) analisaram os compostos voláteis presentes na cagaita, do estado de Tocantins. Os compostos voláteis foram extraídos por microextração em fase sólida por análise do *headspace*. Foram detectados 56 compostos voláteis, sendo 37 compostos identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. As classes químicas predominantes foram a dos ésteres, terpenos e álcoois. O hexanoato de etila foi o composto volátil mais abundante na polpa de cagaita com 51,4% de área relativa, seguido pelo butanoato de etila com 14,7% e pelo hexanoato de metila com 6,5%. Os compostos voláteis da cagaita foram constituídos principalmente por ésteres, hexanoato de etila e butanoato de etila, responsáveis pelo aroma frutal e doce das frutas.

O estudo sobre a composição de voláteis de frutas exóticas juntamente com técnicas olfatométricas é considerado de grande importância para a química dos alimentos, pois permite indicar os compostos voláteis que contribuem efetivamente para o aroma característico da fruta.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACREE, T. E.; BARNARD, J.; CUNNINGHAM, D. G. A procedure for sensory analysis of gas-chromatographic effluents. **Food Chemistry**, v. 14, n. 4, p. 273-286, 1984.

ADOLFO LUTZ - Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEBON O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. 1020p. Versão eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ALVES, G. L.; FRANCO, M. R. B. Headspace gas chromatography-mass spectrometry of volatile compounds in murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). **Journal of Chromatography A**, v. 985, p. 297-301, 2003.

ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B. Aroma volatile constituents of Brazilian varieties of mango fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 13, p. 27-33, 2000.

ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. **Analytical Chemistry**, v. 62, p. 2145-2148, 1990.

BALTUSSEN, E. et al. Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE), a novel extraction technique for aqueous samples, theory and principles. **The Journal of Microcolumn Separations**, v. 11, p. 737-747, 1999.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P. Otimização da etapa de isolamento dos compostos voláteis de mel para análise por cromatografia gasosa. **Alimentos e Nutrição**, v. 9, p. 77-88, 1998.

BICALHO, B. et al. Application of high-temperature gas chromatography-mass spectrometry to the investigation of glycosidically bound components related to cashew apple (*Anacardium occidentale* L. Var. *nanum*) volatiles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 48. p. 1167-1174, 2000.

BICCHI, C. et al. Headspace sorptive extraction (HSSE), stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted Arabica coffee and coffee brew. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 449-459, 2002.

BLANCH, G. P. et al. A comparison of different extraction methods for the volatile components of grape juice. **Journal Chromatographic Science**, v. 29, p. 11-15, 1991.

BOULANGER, R.; CROUZET, J. Free and bound flavor components of Amazonian fruits: 2. Cupuaçu volatile compounds. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 15, p. 251-257. 2000.

BOULANGER, R.; CROUZET, J. identification of the aroma components of acerola (*Malpighia glabra* L.): free and bound flavor compounds. **Food Chemistry**, v. 74. p. 209-216. 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000.

CANUTI, V. et al. Headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry for profiling free volatile compounds in Cabernet Sauvignon grapes and wines. **Journal of Chromatography A**, v. 1216, p. 3012-3022, 2009.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; BENASSI, M. T. Caracterização de polpas de frutas da Região Amazônica através do potencial antioxidante. *In: XVI Encontro de Química da Região Sul*, 2008, Blumenau, SC. **Anais do XVI SBQ**, 2008. CD-ROM.

CARVALHO, L. M. J. et al. Substâncias voláteis na polpa de cagaita (*Eugenia dysebterica* D.C.). *In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2008, Belo Horizonte. **Anais do XXI CBCTA**, 2008a. CD-ROM.

CARVALHO, L. M. J. et al. Caracterização da polpa de cagaita (*Eugenia dysebterica* D.C.). *In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2008, Belo Horizonte. **Anais do XXI CBCTA**, 2008b. CD-ROM.

CARVALHO, P. R. N. **Análises de vitaminas em alimentos: manual técnico**. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos, p.108, 1988.

CEVA-ANTUNES, P. M. N. et al. Analysis of volatile composition of siriguela (*Spondias purpúrea* L.) by solid phase microextraction (SPME). **Lebensm. Wiss. Technol.**, v. 39, p. 436-442, 2006.

CIAMPONE, S. **Perfil de voláteis em water phase de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) e avaliação de seu potencial para a produção de essência natural**. 2007. 117 p. Tese de Doutorado em Alimentos e Nutrição. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

Da SILVA, M. A. A. P.; SAMPAIO, K. L.; BERTOLINI, A. C. C. CG-Olfatometria (CGO): uma revisão. *In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais*. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 2, p. 29-46.

Da SILVA, M. A. A. P.; LUNDHAL, D. S.; McDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfactometry technique. *In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D.G.(Eds). Trends in Flavor Research*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, p. 191-209, 1994.

DELAHUNTY, C. M.; EYRES, G.; DUFOUR, J. P. Review: Gas chromatography-olfactometry. **J. Sep. Sci.**, v. 29, p. 2107-2125, 2006.

DONADIO, L. C. Study of some Brazilian Myrtaceae in Jaboticabal-SP. **Acta Horticulturae**, v. 452, p.181-183, 1997.

ESTELA, F. A. et al. Mudanças durante a maturação de uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess). *In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 54th Annual meeting of the interamerican society for tropical horticulture*, 2008. Vitória, ES. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2008. CD-ROM.

ETTRE, L. S. The Kovats retention index system. **Analytical Chemistry**, v. 36, p. 31A-41A, 1964.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.

FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 293-299, 1983.

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

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitala*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1263-1265, 2000.

GARCIA, D. De La C. et al. Investigations on wine bouquet components by solid-phase microextraction-capillary gas chromatography (SPME-CGC) using different fibers. **J. High Resol. Chromatogr.**, v. 20, n. 12, p. 665-668, 1997.

GARCIA, D. De La C. et al. Systematic optimization of the analysis of wine bouquet components by solid-phase microextraction. **J. High Resol. Chrom.**, v. 19, p. 257-262, 1996.

GARRUTI, D. S. **Composição de Voláteis e Qualidade de Aroma do Vinho de Caju**. 2001. 218 p. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

GARRUTI, D. S. et al. Evaluation of volatile flavor compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the OSME gas chromatography-olfactometry technique. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.

GROB, K.; ROMANN, A. Sample transfer in splitless injections in capillary gas chromatographic. **J. Chromatogr.**, v. 214, p. 118-121, 1981.

GUADAGNI, D. G. et al. Correlation of sensory and gas-liquid chromatographic measurements of apple volatiles. **Food Techn.**, v. 18, n. 2, p. 166-169, 1964.

GUILLOT, S. et al. Aroma characterization of various apricot varieties using headspace-solid phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-olfactometry. **Food Chemistry**, v. 96, p. 147-155, 2006.

JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracuyá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Noticias Técnicas del Laboratorio** (Ed. en español), v. 13, n. 4, p. 12-14, 2005.

JANZANTTI, N. S. **Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça**. 2004. 179 p. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

JANZANTTI; N. S.; FRANCO; M. R. B.; LANÇAS, F. M. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus Domestica*) cultivar Fuji, por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 164-171, 2000.

JANZANTTI, N. S. et al. Passion fruit volatile composition: a comparison of organic and conventional cultivation. In: XII Weurman Flavour Research Symposium, 2008, Interlaken. Abstracts of the **XII Weurman Flavour Research Symposium**. Zurique: Swiss Federal Research Institute Zurich, 2008. p. 180-180.

JENNINGS, W. G.; RAPP, A. Sample preparation for gas chromatographic analysis. **Heidelberg: Hüthig**, v. 27-28, p. 89-90, 1983.

JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. *Flavicarpa degner*) by GC-MS and GC/O. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 1523-15288, 2002.

LANÇAS, F. M. **Cromatografia em Fase Gasosa**. 1. ed. São Carlos: Acta Eventos, v. 1, 240 p, 1993.

LANDRUM, L. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v.49, n. 4, p.508-536, 1997.

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.**, v. 48, n. 4, p. 1307-1314, 2000.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 447-450. 2002.

LINSSEN, J. P. H. et al. Combined gas chromatography and sniffing port analysis of volatile compounds of mineral water packed in polythylene laminated packages. **Food Chemistry**, v. 46, p. 367-371, 1993.

LISKA, I.; KRUPCIK, J.; LECLERCQ, P. A. The use of solid sorbents for direct accumulation of organic compounds from water matrices: A review of solid-phase extraction techniques. **Journal of High Resolution Chromatography & Chromatographic Communications**, v. 12, n. 9, p. 577-590, 1989.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R.A.; MENEZES, H.C. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 3, p. 553-559. 2005.

LÓPEZ, R. et al. Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. **Journal of Chromatography A**, v. 966, p. 167-177, 2002.

LOPEZ, R. et al. Identification of additional odor-active compounds in Pinot Noir wines. **Am. J. Enol. Viticul.**, v. 43, p. 90-92, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352 p. 1998.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo *in natura*)**. SP Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

MOLYNEUX, R. J.; SCHIEBERLE, P. Compounds identification: A journal of agricultural and food chemistry perspective. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 12, p. 4625-4629, 2007.

- MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in Quality Control**. New York: Van Reinhold, p. 23-51, 1992.
- NICKERSON, G. B.; LIKENS, S. T. Gas chromatographic evidence for the occurrence oil components in beer. **Journal of Chromatography**, v. 21, p. 1-5, 1966.
- OLIVEIRA, A. L. et al. Volatile compounds from pitanga fruit (*Eugenia uniflora* L.). **Food Chemistry**, v. 99, p. 1-5, 2006a.
- OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 25-33, 2006b.
- OLIVEIRA, E. A.; SAWAYA, A. C. H. F. Atividade antioxidante da pitanga. In: I Jornada de iniciação científica e tecnológica da UNIBAN, 2009. São Paulo, SP. **Anais I Jornada de iniciação científica e tecnológica da UNIBAN**, 2009. CD-ROM.
- PINTO, A. B. et al. Volatile constituents from headspace and aqueous solution of genipap (*Genipa Americana*) fruit isolated by the solid-phase extraction method. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, p. 488-491, 2006.
- POLLIEN, P. et al. Hyphenated headspace-gas chromatography-sniffing technique: screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 2630-2637, 1997.
- RAMIRIZ, M. R. et al. Estudo fotoquímico das frutas de *Psidium cattleianum* Sabine e *Eugenia pyriformis* Cambess. In: Sociedade Brasileira de Química. 32^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009. Fortaleza, CE. **Anais do 32^a RASBQ**, 2009. CD-ROM.
- ROESLER, R. et al. Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.
- SACRAMENTO, C. K.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Araçá-boi: uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agric.**, v. 8, n. 2, p. 22-24, 2008.
- SAMPAIO, K. L. **Identificação do perfil de voláteis e caracterização de seus impactos odoríferos em water phase e essências naturais de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2007. 157 p. Tese de Doutorado em Alimentos e Nutrição. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- SAMPAIO, T. S.; NOGUEIRA, P. C. L. Volatile components of mangaba fruit (*hancornia speciosa* Gomes) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 95, p. 606-610, 2005.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R. Armazenamento e germinação de sementes de uvaia *Eugenia uvalha* Cambess. **Ciênc. Agrotec.**, v. 28, n. 6, p. 1228-1234, 2004.
- SILVA, F. G. et al. Métodos analíticos para caracterização físico-química da uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess). In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, Belo Horizonte. **Anais do XXI CBCTA**, 2008a. CD-ROM.

SILVA, M. R.; SANTOS JÚNIOR, R. T. O.; FERREIRA, C. C. C. Estabilidade da vitamina C em cagaíta *in natura* e durante a estocagem da polpa e refresco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 53-58, 2008b.

STIEVEN, A. C.; MAGESTI, E. E.; FERRAZ, C. Avaliação de vitamina C em uvaia, comparando três métodos distintos. In: VII Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos, 2007, Campinas, SP. **Anais do VII SLACA**, 2007. CD-ROM

THOMAZINI, M. **Compostos voláteis de sucos provenientes da fruta e da polpa congeladas de umbu (*Spondia tuberosa*, Anarcadinaceae)**. 1998. 100 p. Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1998.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da SBCTA**, v. 34, p. 52-59, 2000.

TODA FRUTA, 2006. **Araçá-boi**. Disponível em: www.todafruta.com.br. Acessado em fevereiro de 2009.

ULRICH, F.; GROSCH, W. Identification of the most intense volatile flavor compounds formed during autoxidation of linoleic acid. **Z. Lebensm. Unters. Forch.**, v. 184, p. 277-282, 1987.

VAN RUTH, S. M.; O'CONNOR, C. H. Evaluation of three gas chromatography-olfactometry methods: comparison of odour intensity-concentration relationships of eight volatile compounds with sensory headspace data. **Food Chemistry**, v. 74, p. 341-34, 2001.

VIZZOTO, M. Pitanga: uma fruta especial. **Toda Fruta**, 2008. Disponível em: www.todafruta.com.br. Acessado em junho de 2009.

Capítulo 2

PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA O ISOLAMENTO DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO *HEADSPACE* DA POLPA DE UVAIA (*Eugenia pyriformis cambess*)

MIYAZAWA, T. M.; JANZANTTI, N. S.

RESUMO

A uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess) é uma fruta exótica, típica da Mata Atlântica. Os compostos voláteis são os responsáveis pelo aroma e sabor das frutas. O objetivo deste trabalho foi padronizar a metodologia para o isolamento dos compostos voláteis da polpa de uvaia usando a técnica de *headspace* dinâmico. Foram testados diferentes solventes de eluição e tempos de captura. Os isolados obtidos foram avaliados por cromatografia gasosa de alta resolução e por uma equipe sensorial treinada e selecionada. As condições para o isolamento dos compostos voláteis de uvaia usando a técnica de *headspace* dinâmico foram a captura por 3 horas e eluição com hexano, além de separação por cromatografia gasosa de alta resolução, usando a coluna DB-5. A análise cromatográfica em conjunto com a avaliação sensorial permitiu estabelecer as condições para a obtenção de um isolado representativo do aroma original da uvaia.

SUMMARY

The uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess) is a brazilian exotic fruit, typical of the Mata Atlântica. The volatile compounds are responsible for the aroma and flavor of fruits. The aim of this work was to determine the methodology for isolation of volatile compounds in uvaia pulp using dynamic headspace technique. Experiments were conducted in order to choose the best solvent and trapping time. The isolates obtained were analyzed by high resolution gas chromatography and a trained and selected panel. The conditions fixed for the isolation were three hours of trapping, elution with hexane, besides separation by gas chromatography using DB-5 column. The chromatographic analysis and the sensorial evaluation established the conditions to obtain a representative isolate from the aroma of the original fruit.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma grande abundância de frutas com uma ampla diversidade de sabores considerados exóticos, que vem despertando o interesse das indústrias de aroma e de polpa para a exploração de novas frutas e produtos a base das mesmas. A uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess) é uma fruta exótica de sabor adocicado e ácido, cultivada de modo extrativista e típica da Mata Atlântica.

A aceitação das frutas está diretamente relacionada ao seu sabor característico. O sabor é formado pelas sensações que o aroma e o gosto provocam, os quais são atribuídos aos compostos voláteis e não voláteis presentes nos alimentos, respectivamente. Os compostos voláteis, responsáveis pelo aroma das frutas estão presentes em quantidade extremamente diminutas, além de possuírem diferentes estruturas químicas.

O isolamento dos compostos voláteis idealmente compreenderia uma única etapa, separando os compostos voláteis da matriz dos não voláteis e ao mesmo tempo concentrando-os, com mínima manipulação da amostra.

Os métodos de isolamento utilizados para compostos voláteis de frutas baseiam-se na análise total ou na análise do *headspace*. A análise total baseia-se na análise de todos os compostos voláteis presentes na fruta, já a análise do *headspace* envolve apenas a análise dos compostos voláteis da fase gasosa em equilíbrio com a fase líquida ou sólida da fruta em um sistema fechado à determinada temperatura (THOMAZINI e FRANCO, 2000; FRANCO e JANZANTTI, 2004).

O aroma original da fruta é melhor representado pela composição dos voláteis do *headspace* (JENNINGS e RAPP, 1983; FRANCO e JANZANTTI, 2004). A técnica de *headspace* dinâmico, desde que padronizadas as condições de captura, permite a análise qualitativa, quantitativa e sensorial dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico da fruta (BASTOS et al, 1998).

O isolamento dos compostos voláteis por *headspace* dinâmico usando polímero poroso tem sido largamente empregado na investigação do aroma de frutas como umbu (THOMAZINI, 1998), maçã (JANZANTTI et al, 2000), umbu-cajá, camu-camu, araçá-boi e

cupuaçu (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), caju (GARRUTI et al, 2003), murici e jenipapo (ALVES, 2004), manga (FRANCO et al, 2004) e maracujá (JALES et al, 2005; JANZANTTI et al, 2008), entre outras.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para o isolamento dos compostos voláteis presentes na uvaia utilizando a técnica de *headspace* dinâmico, visando a obtenção de um isolado representativo do aroma original da fruta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Polpa de uvaia congelada (*Eugenia pyriformis* cambess), embalada em sacos plásticos contendo 100 g de frutas, produzida e fornecida pelo Sítio Bello, localizado na cidade de Paraibuna, São Paulo, na safra de 2007, foi armazenada em freezer (-18°C) até o momento das análises.

2.2. Isolamento dos Compostos Voláteis da Uvaia

Os compostos voláteis da uvaia foram isolados usando a técnica de *headspace* dinâmico, segundo metodologia descrita por Franco e Rodriguez-Amaya (1983).

Trezentos gramas da polpa de uvaia foram colocados no balão do sistema de coleta com 30% de NaCl m/m para a inibição enzimática (FRANCO, 1980). O isolamento dos compostos voláteis do *headspace* da uvaia foi feito em polímero poroso Porapak Q (80-100 mesh), à temperatura ambiente, usando bomba de vácuo a 550 mmHg (Figura 1).

Inicialmente foi realizada a limpeza do polímero poroso Porapak Q, a 170°C por 48 horas, sob fluxo de nitrogênio ultra puro a 30 mL/min, para garantir a ausência de compostos interferentes provenientes do polímero. Após esta limpeza inicial, o polímero foi submetido à limpeza com solventes (hexano e diclorometano) e acondicionamento por 12 horas, entre as análises de isolamento dos compostos voláteis da uvaia.



Figura 1. Sistema de captura dos compostos voláteis da polpa de uvaia por sucção a vácuo.

2.2.1. Escolha do Solvente de Eluição, do Tempo de Captura dos Compostos Voláteis e da Coluna Cromatográfica

Os compostos voláteis da uvaia foram, inicialmente, capturados por 2 horas e eluídos com 300 μL de hexano e diclorometano, grau cromatográfico. Os isolados obtidos com os diferentes solventes foram injetados no cromatógrafo gasoso de alta resolução e os compostos voláteis separados nas colunas, DB-5 e DB-Wax.

O instrumento utilizado foi um cromatógrafo gasoso de alta resolução da marca Shimadzu, modelo 2010, equipado com injetor *split/splitless* e detector de ionização de chama.

As condições cromatográficas utilizadas para a separação dos compostos voláteis da uvaia foram:

- ❖ Coluna DB-5 (5% fenil, 95% dimetilsiloxano) de 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de filme. Gás de arraste, hidrogênio, com vazão de 1,0 mL/min. Temperatura do injetor de 250 $^{\circ}\text{C}$ e do detector de ionização de chama de 280 $^{\circ}\text{C}$. Programação da coluna: temperatura inicial de 50 $^{\circ}\text{C}$, com rampa de 2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ até 120 $^{\circ}\text{C}$, seguida de rampa de 4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ até 250 $^{\circ}\text{C}$ e permanência nesta temperatura por 10 min.
- ❖ Coluna DB-Wax (polietileno glicol) de 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de filme. Gás de arraste, hidrogênio, com vazão de 1,3 mL/min. Temperatura do injetor de 230 $^{\circ}\text{C}$ e do detector de ionização de chama de

250 °C. Programação da coluna: temperatura inicial de 40 °C por 10 min, com rampa de 4 °C/min até 220 °C e permanência nesta temperatura por 20 min.

Para ambas as colunas foram injetados 2 µL do isolado no modo de injeção *splitless*.

Após a escolha do solvente de eluição e da coluna cromatográfica para a separação dos compostos voláteis da uvaia, foi realizada a escolha do melhor tempo de captura. Os compostos voláteis da uvaia foram capturados no sistema de coleta por diferentes tempos: 1, 2, 3 e 4 horas. O solvente de eluição, a coluna de separação e as condições cromatográficas foram às escolhidas anteriormente.

2.3. Análise Sensorial dos Isolados de Uvaia

Os isolados provenientes dos diferentes solventes e diferentes tempos de captura também foram avaliados sensorialmente. Foram recrutados 7 alunos de graduação e pós-graduação da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, 6 do sexo feminino e 1 do sexo masculino, com idade entre 23 a 25 anos, interessados e com disponibilidade para participar dos testes sensoriais.

Inicialmente foi realizado um treinamento para a familiarização com o aroma de uvaia, já que se trata de uma fruta exótica e pouco conhecida. No treinamento, solicitou-se aos julgadores que, primeiramente, aspirassem as referências dos extremos “fraco” e “forte” de aroma de uvaia, correspondendo a polpa diluída com água na proporção 30% (v/v) e a polpa integral, respectivamente. Em seguida, foi solicitado que os julgadores ordenassem em uma escala não estruturada, ancorada nos extremos com os termos “fraco” e “forte”, as polpas de uvaia diluída com água nas proporções 35%, 50% e 80% de polpa (v/v), apresentadas em taças opacas codificadas com números de três dígitos, cobertas com vidro de relógio, segundo a intensidade do aroma de uvaia (Figura 2). Foi também solicitado aos julgadores que descrevessem com suas próprias palavras as percepções de cada polpa para adquirir uma memória sensorial do aroma da fruta (Figura 3).

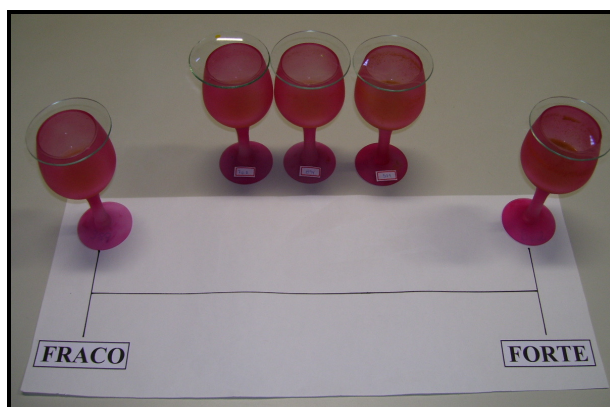


Figura 2. Apresentação das amostras e da escala em sessão de treinamento dos julgadores para avaliação do aroma de uvaia.

NOME: _____		DATA	___/___/___
Amostra		Descrição	
FRACO	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
FORTE	_____	_____	_____

Figura 3. Ficha de avaliação utilizada no treinamento dos julgadores para o aroma de uvaia.

Após a ordenação correta das polpas de uvaia diluídas e da familiarização do uso da escala não estruturada, foi realizada a seleção dos julgadores, com base na sua habilidade em reconhecer a intensidade do aroma de uvaia, na repetibilidade e consenso com a equipe.

Na etapa de seleção de julgadores, as polpas de uvaia diluídas com água nas proporções 35%, 50% e 80% (v/v) foram oferecidas aos julgadores em taças opacas codificadas com número de três dígitos, cobertas com vidro de relógio. Foi solicitado ao julgador que avaliasse a intensidade do aroma de uvaia em cada taça e indicasse a intensidade do aroma de uvaia usando uma escala não estruturada de 9 cm (Figura 4). As taças foram apresentadas de forma monádica. Cada julgador avaliou, em cabinas individuais, sob luz vermelha, para mascarar possíveis diferenças na aparência, as diferentes diluições, em quatro repetições. As polpas de uvaia diluídas com água nas

diferentes proporções foram apresentadas aos julgadores de forma balanceada segundo MacFie (1989).

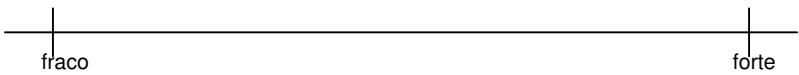
NOME: _____ DATA ____/____/____	
Por favor, avalie na amostra codificada a intensidade de aroma característico de uvaia utilizando a escala abaixo:	
Amostra _____	
Comentários: _____	

Figura 4. Ficha de avaliação sensorial da intensidade de aroma característico de uvaia.

Os resultados individuais de cada julgador foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação: amostra e repetição (ASTM, 1981). Adotou-se como critério de seleção, julgadores com p de $F_{amostra} \leq 0,3$ e p de $F_{repetição} \geq 0,05$, ou seja, julgadores com p de $F_{amostra} > 0,3$ e p de $F_{repetição} < 0,05$ foram dispensados por possuírem baixo poder de discriminação e baixo nível de repetibilidade, respectivamente.

Os julgadores selecionados avaliaram os diferentes isolados de uvaia em duas sessões. Na primeira sessão, em cabina individual, o julgador, treinado e selecionado, recebeu um pedaço de papel tipo borrão codificado com algarismos de três dígitos. Com o auxílio de uma seringa cromatográfica, 5 μ L do isolado eluído com os solventes, hexano e diclorometano, foram aplicados no papel tipo borrão (Figura 5). Solicitou-se ao julgador que aspirasse o isolado, após a evaporação do solvente, e avaliasse a intensidade do aroma característico de uvaia utilizando ficha de avaliação contendo escala não estruturada de 9 cm (Figura 4). Os isolados foram avaliados, em três repetições, pelos julgadores.

Em uma segunda sessão, os compostos voláteis capturados nos diferentes tempos (1, 2, 3, e 4 horas) e eluídos com o solvente escolhido, foram avaliados pelos julgadores, em três repetições, da mesma forma que na primeira sessão.

Os resultados foram avaliados usando análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, para verificar se havia diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os isolados eluídos com

diferentes solventes, bem como os isolados provenientes de diferentes tempos de captura (BASTOS et al, 1998).



Figura 5. Análise sensorial dos isolados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Seleção dos Julgadores para Análise Sensorial do Aroma de Uvaia

Dentre os 7 indivíduos recrutados, apenas 4 foram selecionados, por possuírem habilidade em reconhecer a intensidade do aroma de uvaia, por estarem em consenso com a equipe e por apresentarem repetibilidade, como mostrado nas Tabelas 1 e 2. Os julgadores 2 e 5 não foram selecionados por não possuírem repetibilidade, enquanto o julgador 7 não discriminou as amostras.

Tabela 1. Valores individuais de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ dos julgadores obtidos no teste de seleção.

Julgador	Amostra	Repetição
1	< 0,0001	0,3832
2	0,0006	0,0056*
3	< 0,0001	0,4098
4	0,0015	0,1807
5	< 0,0001	0,0168*
6	< 0,0001	0,0843
7	0,0897	0,2422

Valores desejáveis para seleção do julgador: p de $F_{amostra} \leq 0,3$ e p de $F_{repetição} \geq 0,05$.

*Não atingiram o nível de significância desejado para repetibilidade ($\geq 0,05$).

Tabela 2. Médias¹ da intensidade do aroma de uvaia percebido por cada julgador e pela equipe sensorial.

Julgador	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
1	7,4750a	5,8000b	2,9875c
2	6,3125a	3,9000b	3,6875b
3	7,6500a	4,9750b	1,1750c
4	5,3000a	3,3875a	0,8625b
5	7,0625a	4,0500b	1,7625c
6	8,4375a	4,9750b	0,5250c
7*	5,8750a	3,9750a	2,2380a
Média da equipe	6,8732a	4,4375b	1,8911c

¹ Letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de significância de $p \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. *Não distinguiu as amostras. Amostra 1 = polpa de uvaia diluída com água na proporção de 80% (v/v); Amostra 2 = polpa de uvaia diluída com água na proporção de 50% (v/v) e Amostra 3 = polpa de uvaia diluída com água na proporção de 35% (v/v).

A polpa de uvaia diluída com água na proporção de 35% (v/v) foi descrita pelos julgadores como “leve adocicado, floral, verde”. Aumentando a quantidade de polpa de uvaia ocorre um aumento da intensidade do aroma “doce, ácido e floral”. A polpa diluída com água na proporção de 80% (v/v) foi descrita com aroma “adocicado, doce, ácido, floral, rançoso e amanteigado” que se intensifica na polpa integral.

3.2. Padronização das Condições de Captura dos Compostos Voláteis de Uvaia

Anteriormente à análise dos compostos voláteis da uvaia usando cromatografia gasosa de alta resolução, foram realizados testes a fim de verificar o condicionamento das colunas cromatográficas (DB-Wax e DB-5), a presença de impurezas nos solventes e a limpeza do polímero.

Os cromatogramas referentes às análises dos brancos das colunas DB-5 e DB-Wax (Figura 6 a e b) não apresentaram nenhum tipo de interferente, indicando a eficiência no condicionamento das colunas cromatográficas.

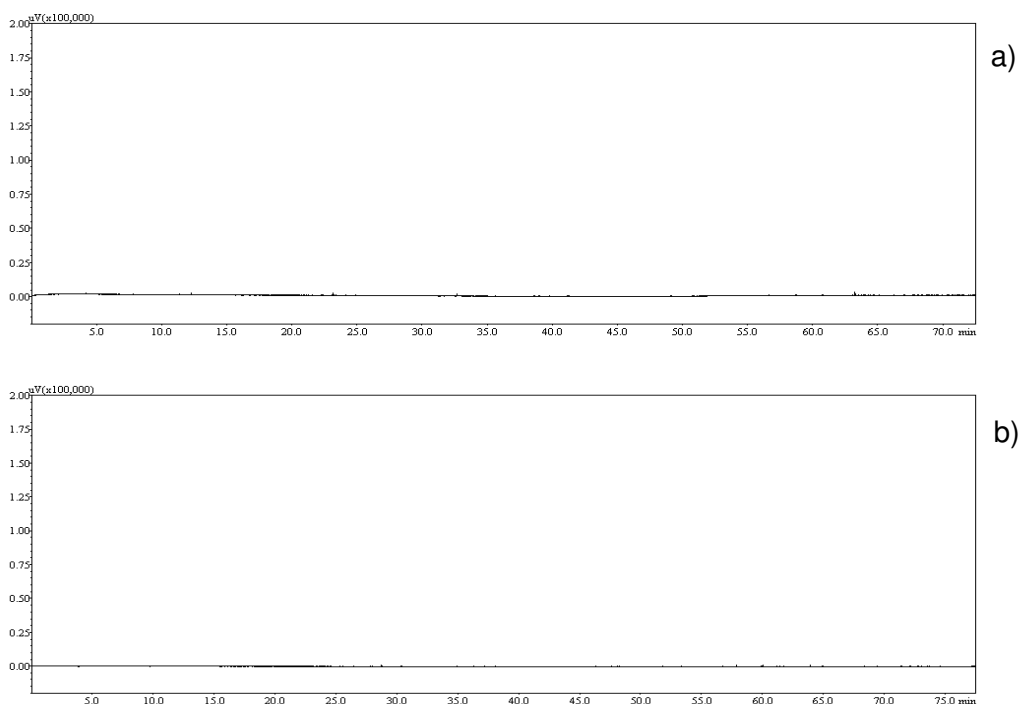


Figura 6. Cromatograma da análise das colunas DB-5 (a) e DB-Wax (b).

A Figura 7 (a e b) mostra os cromatogramas do solvente hexano nas colunas DB-5 e DB-Wax, respectivamente. O cromatograma do solvente hexano obtido na coluna DB-Wax não apresentou interferentes na faixa de tempo de retenção dos compostos voláteis da uvaia, enquanto para a coluna DB-5, apresentou impurezas no início do cromatograma. Na tentativa de se obter um cromatograma sem interferentes na faixa de tempo de retenção dos compostos voláteis da uvaia na coluna DB-5, foram testadas outras marcas e lotes de hexano, de grau cromatográfico, mas a presença de impurezas nestes foi ainda maior do que no solvente hexano cujo cromatograma é mostrado na Figura 7a. Portanto, decidiu-se utilizar o hexano que teve seu cromatograma apresentado na Figura 7a.

A Figura 8 (a e b) mostra os cromatogramas do solvente diclorometano nas colunas DB-5 e DB-Wax, que indicam a ausência de interferentes na faixa de tempo de retenção dos compostos voláteis da uvaia.

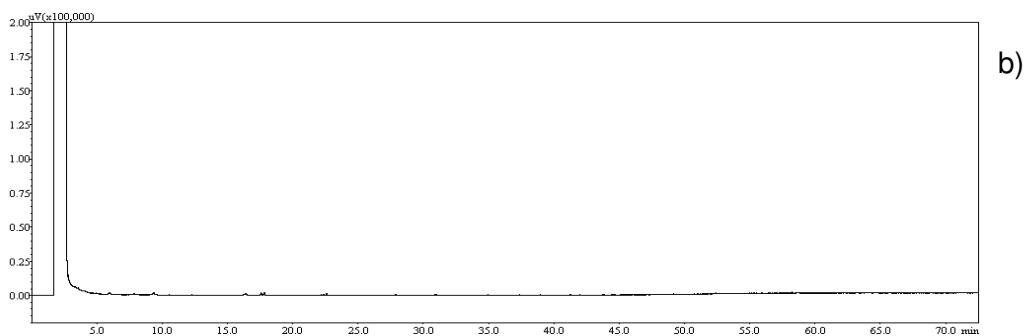
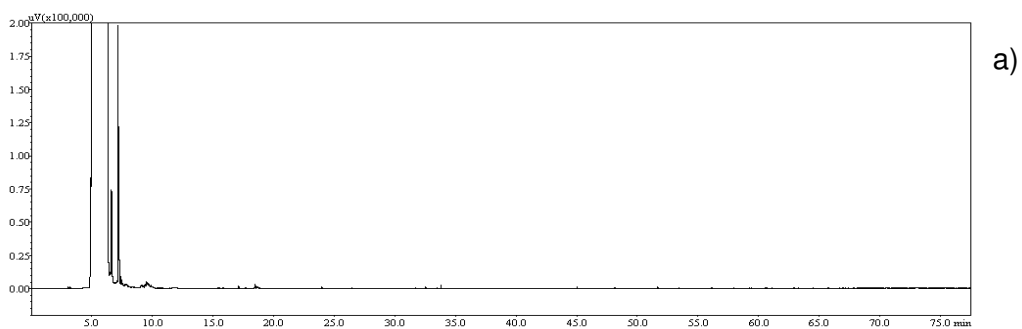


Figura 7. Cromatograma do solvente hexano nas colunas DB-5 (a) e DB-Wax (b).

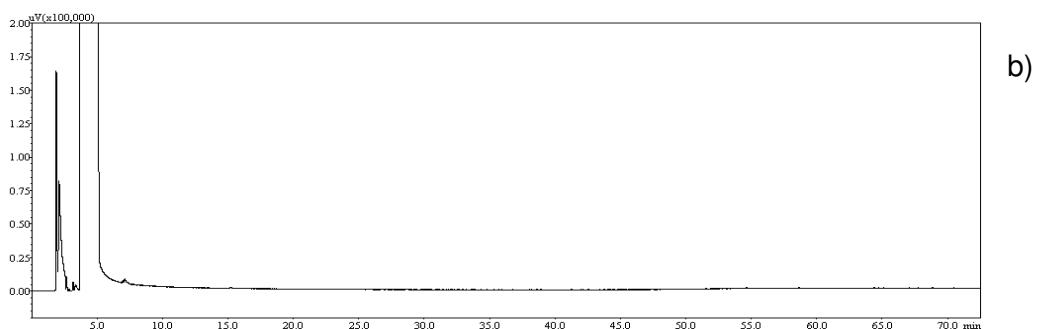
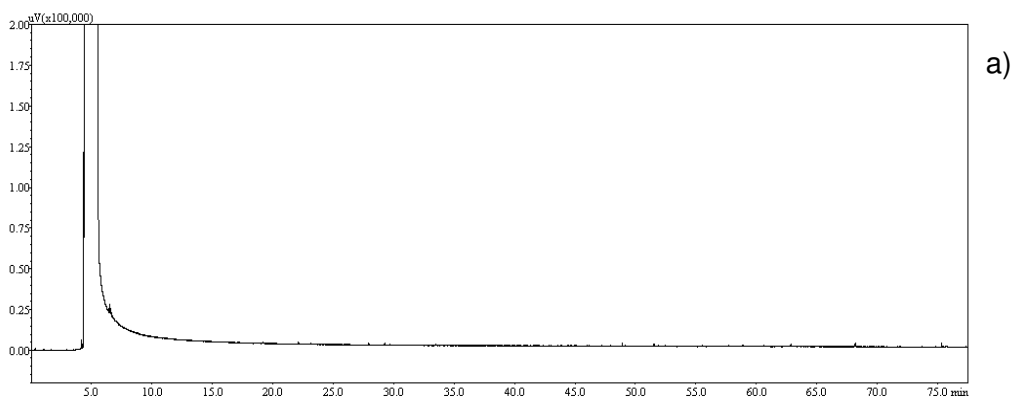


Figura 8. Cromatograma do solvente diclorometano nas colunas DB-5 (a) e DB-Wax (b).

O polímero utilizado para a captura dos compostos voláteis da uvaia foi testado após limpeza por 48 horas, eluição com 300 μ L de diclorometano e separação usando coluna DB-5 (Figura 9). A limpeza do polímero foi eficaz e o cromatograma mostrou ausência de interferentes, indicando que o polímero poderia ser utilizado para a análise dos compostos voláteis da uvaia.

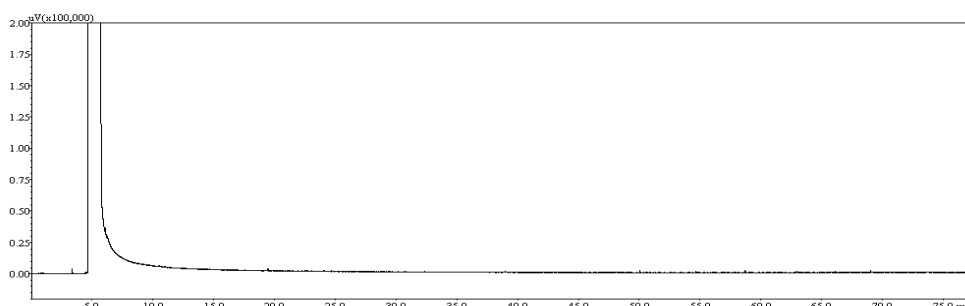


Figura 9. Cromatograma do polímero após eluição com diclorometano e separação na coluna DB-5.

Após a captura dos compostos voláteis da uvaia por 2 horas e eluição com hexano (a) e diclorometano (b), os isolados foram separados nas colunas DB-5 (Figura 10 a e b) e DB-Wax (Figura 11 a e b).

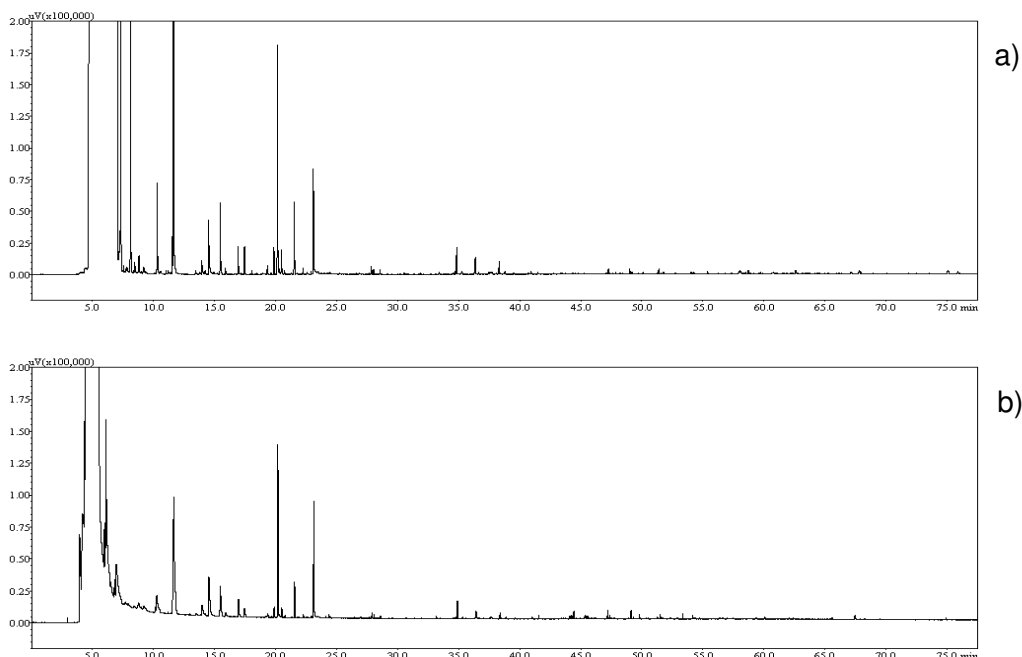


Figura 10. Cromatograma dos compostos voláteis da uvaia capturados por 2 horas, eluídos com hexano (a) e com diclorometano (b), e separados na coluna DB-5.

Após comparação dos cromatogramas, verificou-se que o perfil de voláteis da uvaia foi semelhante nos dois solventes para uma mesma coluna (Figura 10 a e b e Figura 11 a e b). A separação na coluna DB-5 apresentou um maior número de picos e em maior área, com diferentes pontos de ebulição (Figura 10 a e b).

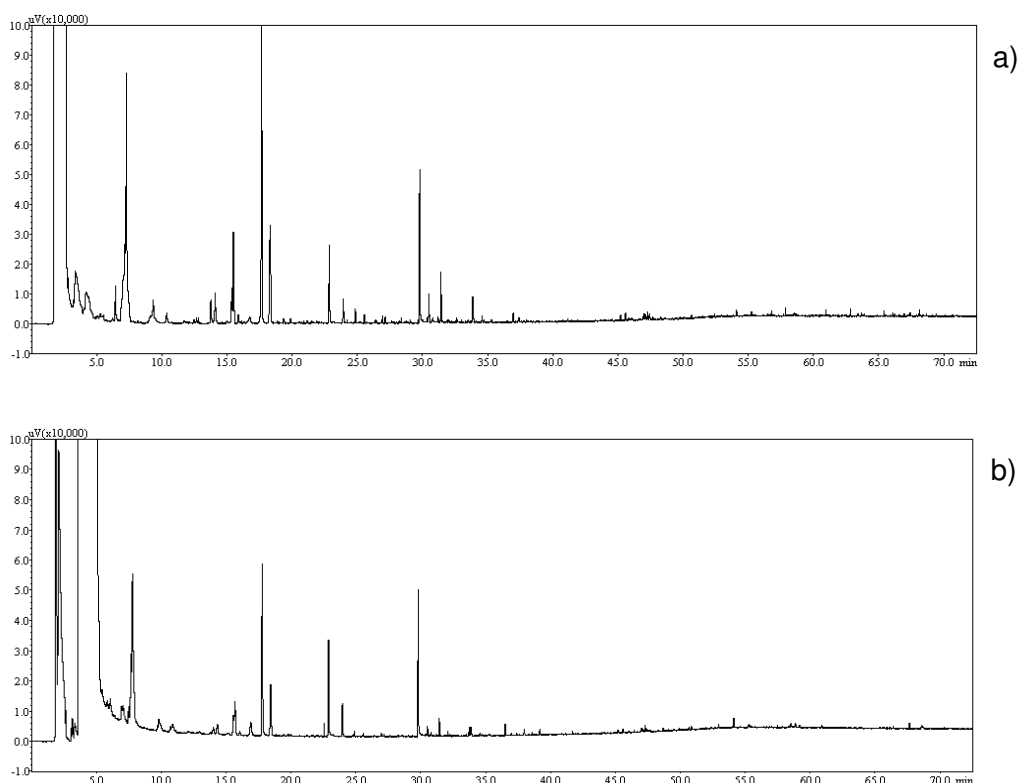


Figura 11. Cromatograma dos compostos voláteis da uvaia capturados por 2 horas, eluídos com hexano (a) e com diclorometano (b), e separados na coluna DB-Wax.

Os isolados provenientes da eluição com os solventes hexano e diclorometano foram submetidos à análise sensorial (Tabela 3). O isolado obtido com a eluição do polímero poroso Porapak Q com hexano apresentou maior intensidade de aroma característico de uvaia e diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) do isolado eluído com diclorometano.

Assim, de acordo com os resultados da análise instrumental e sensorial, o solvente escolhido para a eluição dos compostos voláteis do *headspace* da uvaia do polímero poroso Porapak Q foi o hexano, por ter apresentado maior eficiência na eluição e intensidade superior na avaliação sensorial. E para a separação dos compostos voláteis da uvaia foi

escolhida a coluna DB-5 por apresentar maior número de picos com diferentes pontos de ebulição.

Tabela 3. Intensidade¹ do aroma característico de uvaia presente nos isolados eluídos com hexano e diclorometano (0=fraco e 9=forte).

Solvente	Média
Hexano	5,65a
Diclorometano	3,10b

¹Médias com letras diferentes diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os compostos voláteis da polpa de uvaia foram capturados no sistema de coleta por 1, 2, 3 e 4 horas, eluídos com hexano e separados na coluna DB-5 (Figura 12 a, b, c e d). Os cromatogramas obtidos mostraram que houve um aumento das áreas dos picos com o aumento do tempo de captura de 1 para 2 horas e de 2 horas para 3 horas (Figura 12 a e b, e Figura 12 b e c), enquanto o cromatograma com o tempo de captura de 4 horas mostrou uma diminuição das áreas dos picos quando comparado ao cromatograma da captura de 3 horas (Figura 12 d e c).

Os resultados instrumentais foram confirmados pela análise sensorial dos isolados. O isolado capturado por 3 horas apresentou a maior intensidade de aroma característico de uvaia, porém não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos isolados capturados por 2 e 4 horas. O isolado capturado por 1 hora apresentou a menor intensidade de aroma característico de uvaia, mas não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) do isolado de 2 horas (Tabela 4).

Com base nos resultados cromatográficos e sensoriais foi escolhido para a captura dos compostos voláteis da uvaia pela técnica de *headspace* dinâmico o tempo de 3 horas.

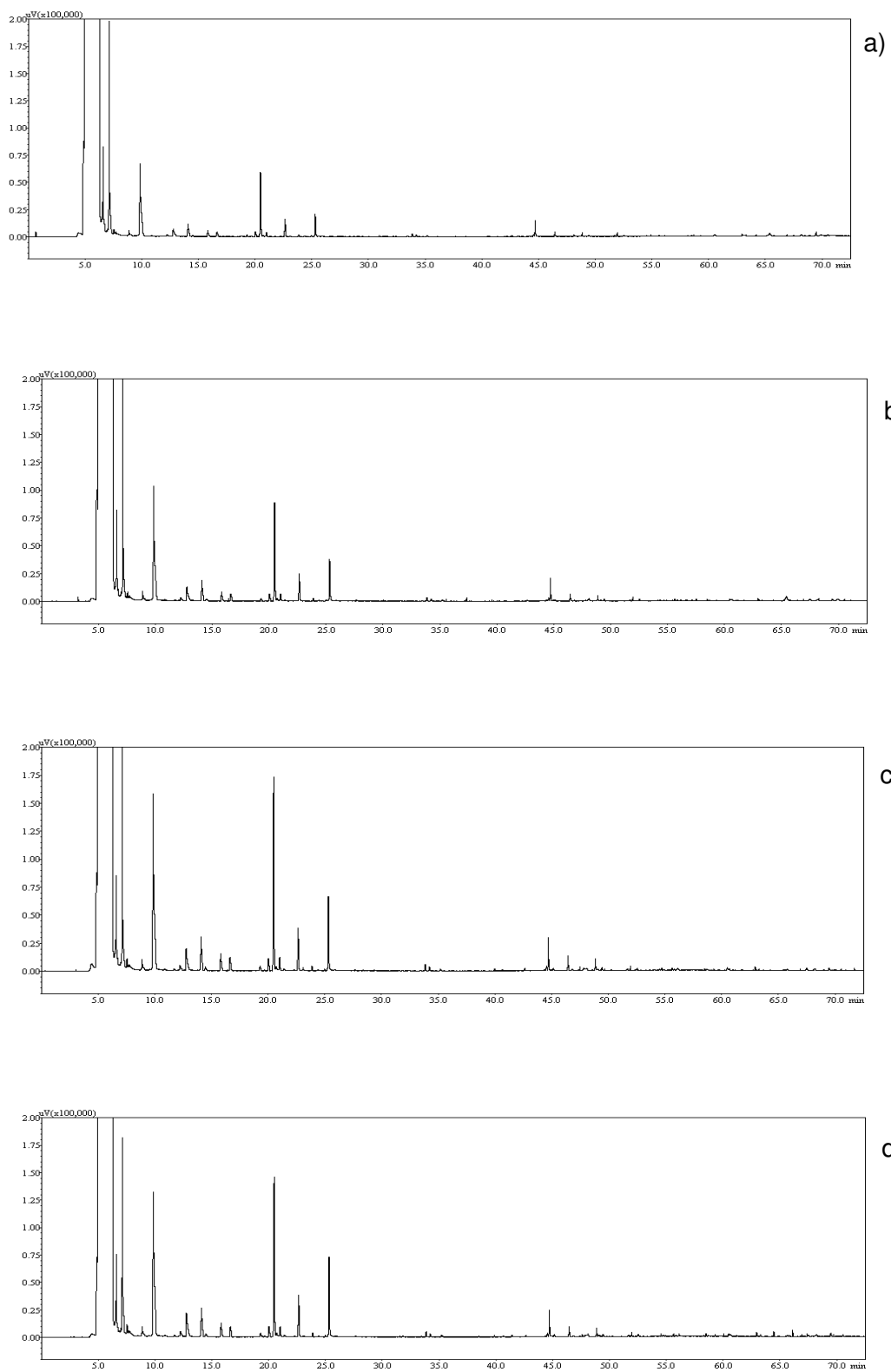


Figura 12. Cromatograma dos compostos voláteis da uvaia capturados por 1 hora (a), 2 horas (b), 3 horas (c) e 4 horas (d), eluídos com hexano e separados na coluna DB-5.

Tabela 4. Intensidade¹ de aroma característico de uvaia presente nos isolados de diferentes tempos de captura (0=fraco e 9=forte).

Tempo de Captura (horas)	Média
1	3,25b
2	5,32ab
3	6,89a
4	5,70a

¹Médias com letras diferentes diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$) no teste de Tukey.

A técnica de *headspace* dinâmico demonstrou-se simples para a análise dos compostos voláteis de uvaia, sem necessidade de posterior concentração, podendo ser utilizada na determinação dos compostos voláteis odoríferos importantes para o aroma da uvaia.

4. CONCLUSÃO

As condições para o isolamento dos compostos voláteis de uvaia usando a técnica de *headspace* dinâmico foram a captura por 3 horas, eluição com hexano e separação por cromatografia gasosa de alta resolução usando a coluna DB-5.

A análise cromatográfica em conjunto com a avaliação sensorial permitiu estabelecer as condições para a obtenção de um isolado com o aroma original de uvaia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. L. **Compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (*Genipa americana* L.) e murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich).** 2004. 136p. Tese de Doutorado em Ciências dos Alimentos. Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

ASTM - American Society for Testing and Materials. **Guidelines for the selection and training of sensory panel members.** Special Technical Publication, n. 758. Philadelphia, 1981. 35p.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P. Otimização da etapa de isolamento dos compostos voláteis de mel para análise por cromatografia gasosa. **Alimentos e Nutrição**, v. 9, p. 77-88, 1998.

FRANCO, M. R. B. **Isolamento e cromatografia gasosa dos voláteis de graviola e mamão.** Campinas, 1980. 110p. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos.

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.

FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 293-299, 1983.

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

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitala*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1263-1265, 2000.

GARRUTI, D. S. et al. Evaluation of volatile flavor compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the OSME gas chromatography–olfactometry technique. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.

JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracuyá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Noticias Técnicas del Laboratorio** (Ed. en español), v. 13, n. 4, p. 12-14, 2005.

JANZANTTI; N. S.; FRANCO; M. R. B.; LANÇAS, F. M. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus Domestica*) cultivar Fuji, por cromatografia gasosa–espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 164-171, 2000.

JANZANTTI, N. S. et al. Passion fruit volatile composition: a comparison of organic and conventional cultivation. In: XII Weurman Flavour Research Symposium, 2008, Interlaken. Abstracts of the **XII Weurman Flavour Research Symposium**. Zurique: Swiss Federal Research Institute Zurich, 2008. p. 180-180.

JENNINGS, W. G.; RAPP, A. Sample preparation for gas chromatographic analysis. **Heidelberg: Hüthig**, v. 27-28, p. 89-90, 1983.

MACFIE, H. J. H. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

THOMAZINI, M. **Compostos voláteis de sucos provenientes da fruta e da polpa congeladas de umbu (*Spondia tuberosa*, Anarcadinaceae)**. 1998. 100 p. Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1998.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da SBCTA**, v. 34, p. 52-59, 2000.

Capítulo 3

COMPOSTOS VOLÁTEIS DA UVAIA *(Eugenia pyriformis cambess)*

MIYAZAWA, T. M.; GARRUTI, D. S.; JANZANTTI, N. S.

RESUMO

O Brasil tem uma grande abundância de frutas exóticas que atraem consumidores do mundo todo. A uvaia (*Eugenia pyriformis cambess*) é uma fruta exótica que apresenta sabor adocicado e ácido. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de voláteis e as características físico-químicas da polpa de uvaia. Os compostos voláteis foram isolados pela técnica *headspace* dinâmico a vácuo, em polímero Porapak Q, e eluídos com hexano. Os compostos voláteis foram separados por cromatografia gasosa de alta resolução e identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas, índices de retenção e uso de padrões puros. Foram detectados 55 compostos voláteis, dos quais 43 foram identificados, compreendendo 19 terpenos, 16 ésteres, 3 álcoois, 1 cetona e 4 compostos pertencentes a outras classes químicas. Butanoato de etila (27,82% da área total do cromatograma), hexanoato de etila (20,04%), octanol (8,56%), D-limoneno (7,16%) e vinilbenzeno (6,57%) foram os compostos majoritários. A polpa de uvaia apresentou teor de sólidos solúveis de 5,0 °Brix, pH 3,80, *ratio* de 4,65, teor de ácido ascórbico 54,06 mg/100 mL de polpa, teor de compostos fenólicos totais de 79,94 mg de ácido gálico/100 mL e foi caracterizada como uma fruta de baixa acidez (1,08 g de ácido cítrico/100 mL), conteúdo de açúcares predominantemente de açúcares redutores (açúcares redutores de 2,81 g de glicose/100 mL, açúcares totais de 2,81 g de glicose/100 mL) e elevada atividade antioxidante total (656,29 µmol de Trolox/100 mL de polpa).

SUMMARY

Brazil has a great abundance of exotic fruits which attract consumers from all over the world. Uvaia (*Eugenia pyriformis cambess*) is a Brazilian exotic fruit that presents a sweet and sour flavor. The objectives of this work were to evaluate the volatile compounds and the physical-chemical properties of uvaia pulp. The volatile compounds from the pulp's headspace were stripped to a Porapak Q trap and eluted with hexane. The volatile compounds were separated by high resolution gas chromatography and identified by gas chromatography/mass spectrometry, retention indices and pure reference compounds. Fifty-

five compounds were detected, from which forty-three were identified, comprising 19 terpenes, 16 esters, 3 alcohols, 1 ketone and 4 miscellaneous. Major compounds were ethyl butanoate (27,82% of the chromatogram's total area), ethyl hexanoate (20,04%), octanol (8,56%), D-limonene (7,16%) and vinylbenzene (6,57%). The uvaia pulp showed 5,0 °Brix for soluble solids, pH 3,80, ratio 4,65, 54,06 mg ascorbic acid /100 mL pulp, 79,94 mg acid galic/100 mL pulp for phenolic compounds, and was characterized as a low acidic fruit (1,08 g citric acid/100 mL), sugar content predominantly of reducing sugars (2,81 g glucose/100 mL for reducing sugars, 2,81 g glucose/100 mL for total sugars), high antioxidant activity (656,29 µmol Trolox/100 mL pulp).

1. INTRODUÇÃO

O aroma característico da fruta é geralmente o resultado de dezenas ou centenas de compostos voláteis, encontrados em nível de traços (GARRUTI, 2001). O aroma é melhor representado pela composição dos voláteis do *headspace* (JENNINGS e RAPP, 1983; FRANCO e JANZANTTI, 2004), sendo que nesta análise avalia-se os compostos voláteis da fase gasosa em equilíbrio com a fase líquida ou sólida da fruta em um sistema fechado, a determinada temperatura.

A técnica de *headspace* dinâmico empregando polímero poroso tem sido largamente empregada na investigação de aroma de frutas, como umbu (THOMAZINI, 1998), maçã (JANZANTTI et al, 2000), umbu-cajá, camu-camu, araçá-boi e cupuaçu (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), caju (GARRUTI et al, 2003), murici e jenipapo (ALVES, 2004), manga (FRANCO et al, 2004) e maracujá (JALES et al, 2005; JANZANTTI et al, 2008).

O Brasil tem uma grande abundância de frutas consideradas exóticas, que atrai consumidores nacionais e internacionais. Tal fato vem despertando o interesse das indústrias de alimentos para a produção e desenvolvimento de polpas e sucos de novos sabores. A fruta exótica está ganhando popularidade no mundo principalmente pelo sabor característico e valor nutricional.

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), típica da Mata Atlântica, é uma fruta exótica que apresenta sabor adocicado e ácido. Esta fruta pode ser consumida *in natura*, na forma de sucos, geléias e doce em pasta.

As características físico-químicas da uvaia foram estudadas por diferentes pesquisadores (CARVALHO, 1988; DONADIO, 1997; LORENZI et al, 2006; STIEVEN et al, 2007; SILVA et al, 2008), mas não foi encontrado na literatura científica nenhum trabalho sobre a composição de voláteis da uvaia. Os objetivos deste trabalho foram determinar o perfil dos compostos voláteis e avaliar as características físico-químicas da polpa de uvaia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

Polpa de uvaia congelada (*Eugenia pyriformis* Cambess), embalada em sacos plásticos contendo 100 g de frutas, produzida e fornecida pelo Sítio Bello, localizado na cidade de Paraibuna, São Paulo, na safra de 2007, foi armazenada em freezer (-18 °C) até o momento das análises.

2.2. Análise dos Compostos Voláteis da Uvaia

2.2.1. Isolamento dos Compostos Voláteis

Os compostos voláteis da uvaia foram isolados usando a técnica de *headspace* dinâmico, segundo metodologia descrita por Franco e Rodriguez-Amaya (1983). Trezentos gramas da polpa de uvaia foram colocados no balão do sistema de coleta com 30% de NaCl m/m para a inibição enzimática (FRANCO, 1980). Os compostos voláteis do *headspace* da uvaia foram adsorvidos em polímero poroso Porapak Q e após 3 horas de captura foram eluídos com hexano, grau cromatográfico.

2.2.2. Separação dos Compostos Voláteis

Os compostos voláteis da uvaia foram separados usando cromatógrafo gasoso de alta resolução da marca Shimadzu, modelo 2010, equipado com injetor *split/splitless* e detector de ionização de chama (CG-DIC).

A coluna utilizada foi DB-5 (60 m x 0,25 mm x 0,25 μ m) e o gás de arraste foi H₂, com vazão de 1,0 mL/min. A temperatura do injetor foi 250 °C e do detector de ionização de chama 280 °C. A temperatura inicial da coluna foi 50 °C, com rampa de 2 °C/min até 120 °C, seguida de rampa de 4 °C/min até 250 °C e permanência nesta temperatura por 10 min. Foram injetados 2 μ L no modo *splitless*.

As análises foram feitas em triplicata. A quantificação foi feita por normalização.

2.2.3. Identificação dos Compostos Voláteis

Os compostos voláteis da uvaia foram identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas (CG-EM), índices de retenção (ACREE e ARN, 2009; JENNINGS e SHIBAMOTO, 1980) e padrões analíticos puros, quando possível.

Foi utilizado o cromatógrafo gasoso-espectrômetro de massas da marca Shimadzu, modelo QP 2010, com fonte de ionização por impacto de elétrons (70 eV), em modo *scan* e intervalo de massas de 35 a 350. Os compostos voláteis da uvaia foram separados nas colunas DB-5 e DB-Wax. Para a coluna DB-5, as condições cromatográficas foram as mesmas usadas no CG-DIC, porém com gás de arraste, hélio, a 1,0 mL/min e temperatura do injetor e do detector a 250 °C. Para a coluna DB-Wax, o gás de arraste, hélio, foi a uma vazão de 1,5 mL/min e a programação da coluna foi temperatura inicial de 40 °C por 15 min, com rampa de 4 °C/min até 220 °C e permanecendo nesta temperatura por 30 min. A temperatura do injetor a 230 °C e do detector a 240 °C. Os espectros de massas obtidos foram comparados com os da literatura.

Os índices de retenção dos compostos voláteis foram determinados a partir de uma solução de alcanos (C₈ a C₃₀, Sigma-Aldrich) preparada em diclorometano e injetada nas mesmas condições cromatográficas, nas duas colunas. A partir do tempo de eluição de cada

alcano foi possível calcular os índices de retenção de cada composto volátil do isolado da uvaia (ETTRE, 1964), que foram comparados com os índices de retenção da literatura.

Os padrões analíticos puros utilizados foram butanoato de etila, *cis*-3-hexenol, hexanol, hexanoato de metila, alfa-pineno, beta-pineno, beta-mirceno, hexanoato de etila, acetato de hexila, D-limoneno, octanol, octanoato de etila (Sigma-Aldrich). Os padrões foram cromatografados nas duas colunas no CG-DIC e nas duas colunas no CG-EM. Foram calculados os índices de retenção e também obtidos os espectros de massas dos padrões analíticos puros para posterior comparação com os compostos voláteis da uvaia.

O composto foi considerado “positivamente identificado” quando o espectro de massas obtido experimentalmente coincidia com aquele presente na base de dados da biblioteca do equipamento CG-EM (Nist 07) nas duas colunas, seu índice de retenção coincidia com aquele reportado na literatura nas duas colunas e quando os dados dos espectros de massas e índices de retenção coincidiam com os dos padrões analíticos puros.

Foi considerado “identificado” o composto cujo espectro de massas obtido experimentalmente coincidia com aquele presente na base de dados da biblioteca do equipamento (Nist 07) em pelo menos uma das colunas e cujo índice de retenção experimental coincidia com aquele reportado na literatura pelo menos em uma das colunas.

Os compostos “tentativamente identificados” foram àqueles identificados apenas pela comparação dos seus espectros de massas com os espectros apresentados pela biblioteca do CG-EM (Nist 07), devido a seu índice de retenção não ser relatado na literatura.

Composto com baixa similaridade ($\leq 85\%$) de espectro de massas e índice de retenção incompatível com a literatura foi considerado “não identificado”.

2.3. Análise Físico-Química da Uvaia

Os parâmetros físico-químicos analisados na polpa de uvaia foram sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, pH, ácido ascórbico, açúcares redutores e totais, de acordo com os métodos descritos na AOAC (1990).

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (FOLIN-CIOCALTEAU, 1927; ASAMI et al, 2003). Após extração, limpeza e reação, foi feita a leitura de absorvância a 698 nm. A curva de calibração foi construída com as concentrações 50, 110, 140, 170 e 220 µg de ácido gálico/mL de polpa.

A atividade antioxidante total foi determinada pelo método de ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)), descrito por Rufino et al (2007). Após extração e reação, a leitura da absorvância foi feita a 752 nm. A curva de calibração foi construída nas concentrações 100, 400, 600, 1000 e 1200 µM Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico).

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Compostos Voláteis da Uvaia

Foram detectados 55 compostos voláteis no *headspace* da uvaia, dos quais 43 foram identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas, compreendendo 97,9% da área relativa total do cromatograma (Figura 1).

A porcentagem de área relativa, a média dos compostos voláteis do *headspace* da uvaia de e os índices de retenção experimentais estão apresentados na Tabela 1. Na Tabela 1 também foi incluído os critérios para a identificação dos compostos voláteis da uvaia.

Dentre os 43 compostos voláteis identificados, 28 foram “positivamente identificados”, 11 “identificados” e 4 “tentativamente identificados” (Anexo 1).

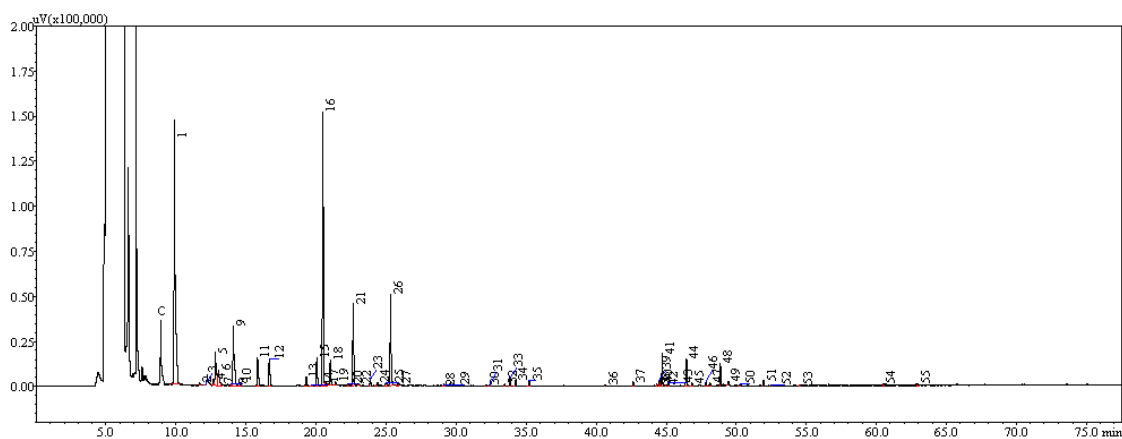


Figura 1. Cromatograma do perfil de voláteis da uvaia.

O perfil de compostos voláteis da polpa da uvaia foi constituído predominantemente de terpenos e ésteres. Foram identificados 19 terpenos, 16 ésteres, 3 álcoois, 1 cetona e 4 compostos pertencentes a outras classes químicas.

Os compostos voláteis majoritários na uvaia foram o butanoato de etila, com 27,82% da área relativa total do cromatograma, hexanoato de etila, com 20,04%, octanol, com 8,56%, D-limoneno, com 7,16% e vinilbenzeno, com 6,57% (Tabela 1 e Anexo 2).

Tabela 1. Compostos voláteis do *headspace* da polpa de uvaia.

Pico	IR Exp. DB5 ¹	IR Exp. DB-Wax ²	Composto	Área Relativa ³ (%)	Identificação
1	801	<1100	butanoato de etila	27,82	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
2	844	---	2-butenoato de etila	0,27	IR ^{a,b} , EM ^d
3	853	1389	<i>cis</i> -3-hexenol	tr	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
4	864	---	ni	0,46	---
5	868	1359	hexanol	4,64	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
6	872	---	acetato de pentila	1,49	IR ^{b,c} , EM ^d
7	876	---	ni	tr-0,16	---
8	890	---	cardeno	tr-0,18	EM ^d
9	893	1259	vinilbenzeno	6,57	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
10	899	1146	pentanoato de etila	0,54	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
11	925	1190	hexanoato de metila	2,72	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
12	940	<1100	alfa-pineno	3,00	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
13	983	<1100	beta-pineno	0,87	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
14	988	---	6-metil-5-heptan-2-ona	tr-0,17	IR ^{b,c} , EM ^d
15	994	1171	beta-mirceno	2,69	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
16	1000	1241	hexanoato de etila	20,04	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
17	1004	---	ni	0,47	---

continua...

...continuação

Pico	IR Exp. DB5 ¹	IR Exp. DB-Wax ²	Composto	Área Relativa ³ (%)	Identificação
18	1009	1165	alfa-felandreno	2,36	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
19	1015	1275	acetato de hexila	0,30	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
20	1029	1268	p-cimeno	tr-0,16	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
21	1034	1193	D-limoneno	7,16	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
22	1040	---	ni	tr-0,28	---
23	1052	1254	beta-ocimeno	0,52	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
24	1059	---	2,2,3,4-tetrametil-pentano	tr-0,26	EM ^d
25	1067	---	2,2,5-trimetil-hexano	0,33	EM ^d
26	1072	1564	octanol	8,56	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
27	1079	---	ni	tr-0,24	---
28	1124	---	3,3-dimetil-octano	tr	EM ^d
29	1126	---	ni	tr	---
30	1168	---	ni	tr	---
31	1172	---	ni	tr	---
32	1186	1463	butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	tr	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
33	1191	1416	butanoato de hexila	0,61	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
34	1196	1437	octanoato de etila	0,39	IR ^{a,b} , EM ^{d,e} , P
35	1211	1477	acetato de octila	0,40	IR ^{b,c} , EM ^{d,e}
36	1301	1599	gama-elemeno	tr	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
37	1345	1487	alfa-cubebeno	0,24	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
38	1382	1661	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	tr	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
39	1384	---	beta-elemeno	0,34	IR ^{a,b} , EM ^d
40	1385	1613	hexanoato de hexila	0,19	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
41	1389	1622	butanoato de octila	1,80	IR ^{b,c} , EM ^{d,e}
42	1394	---	decanoato de etila	tr	IR ^{a,b} , EM ^d
43	1398	---	ni	0,24	---
44	1431	1600	beta-cariofileno	1,84	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
45	1441	---	beta-copaeno	0,22	IR ^{b,c} , EM ^d
46	1466	---	alfa-cariofileno	tr-0,24	IR ^{b,c} , EM ^d
47	1474	---	allo-aromadendreno	0,25	IR ^{a,b} , EM ^d
48	1492	1715	germacreno D	1,20	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
49	1508	1562	germacreno B	0,29	IR ^{a,b} , EM ^d
50	1533	1519	delta-cadineno	tr	IR ^{a,b} , EM ^d
51	1582	1543	gama-cadineno	0,24	IR ^{a,b} , EM ^{d,e}
52	1599	---	ni	tr	---
53	1664	---	ni	tr	---
54	1864	---	hexanoato de octila	tr-0,14	IR ^b , EM ^{d,e}
55	1961	---	ni	tr	---

¹IR Exp. DB-5 = Índice de retenção experimental, calculado na coluna DB-5. ²IR Exp. DB-Wax = Índice de retenção experimental, calculado na coluna DB-Wax. ³Área Relativa = média ou amplitude de três repetições. ni = compostos não identificados. tr = pico com área menor que 5000.

IR^a = Índice de retenção da literatura na coluna DB-5; ^b = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax; ^c = Índice de retenção da literatura na coluna DB-1.

EM^d = Espectro de massas na coluna DB-5; ^e = Espectro de massas na coluna DB-Wax. P = Padrão analítico cromatografado nas colunas DB-5 e DB-Wax, para obtenção do espectro de massas e índice de retenção.

Os terpenos são os principais responsáveis pelo sabor característico de várias frutas como laranja (BERGARA-ALMEIDA, 2006), araçá-boi, camu-camu (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000), pitanga (OLIVEIRA et al, 2006), manga (FRANCO et al, 2004). Esses

compostos são biossintetizados pela via isoprenóide, sendo o ácido mevalônico de cinco carbonos o precursor obrigatório deste caminho. Esse ácido é transformado e sofre rearranjo formando monoterpenos que contêm 10 carbonos e sesquiterpenos com 15 carbonos, os quais são importantes na formação do aroma da fruta.

Os ésteres são formados de outra maneira. Em frutas maduras os aminoácidos ramificados sofrem desaminação e descarboxilação, formando aldeídos, que podem ser convertidos em alcoóis e ácidos. Esses compostos quando esterificados formam compostos voláteis de importância odorífera para algumas frutas como o acetato de isoamila, para a banana, e o 3-metil-butirato de etila, para a maçã. Os aldeídos, os alcoóis e os ácidos contribuem diretamente ao sabor das frutas maduras, mas são os ésteres os compostos considerados de maior impacto para o aroma das frutas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004).

O composto 6-metil-5-hepten-2-ona foi descrito como proveniente da degradação de licopeno e apresenta uma nota floral (DRAWERT et al, 1981; KANASAWUD e CROUZET, 1990; WACHE et al, 2002).

Os compostos voláteis 2,2,3,4-tetrametil-pentano, 2,2,5-trimetil-hexano e 3,3-dimetil-octano provavelmente são formados pela degradação de carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004).

Não foram encontrados estudos científicos sobre a composição de voláteis da uvaia, porém algumas frutas do mesmo gênero, *Eugenia*, já foram pesquisadas como o araçá-boi, a pitanga e a cagaita.

No araçá-boi (*Eugenia stipitata*) os compostos majoritários foram germacreno D, com 38,3% de área relativa total, seguido do beta-pineno, com 15,2% e do alfa-pineno, com 10,4% (FRANCO e SHIBAMOTO, 2000). A classe química predominante foi a dos terpenos.

Nas pitangas (*Eugenia uniflora L.*) maduras, cultivadas no estado de Pernambuco, a classe química predominante também foi a dos terpenos, sendo os compostos majoritários o *trans*-beta-ocimeno, com 36,2% de área relativa, seguido do *cis*-ocimeno, com 13,4%, do isômero beta-ocimeno, com 15,4% e do beta-pineno, com 10,3% (OLIVEIRA et al, 2006).

Por outro lado, na cagaita (*Eugenia dysenterica*), os compostos voláteis majoritários foram constituídos principalmente dos ésteres, hexanoato de etila, com 51,4% de área relativa, butanoato de etila, com 14,7% e hexanoato de metila, com 6,5% (CARVALHO et al, 2008).

Comparando os compostos voláteis identificados na uvaia neste estudo com os de outras frutas do gênero *Eugenia*, verificamos que acetato de hexila, alfa-cariofileno, alfa-cubebeno, alfa-felandreno, alfa-pineno, beta-copaeno, butanoato de hexila, delta-cadineno, D-limoneno, germacreno B, germacreno D e hexanol também foram relatados no araçá-boi, enquanto beta-elemeno, gama-elemeno e p-cimeno, na pitanga. Butanoato de etila, *cis*-3-hexenol, hexanoato de etila, hexanoato de metila e octanoato de etila, foram também identificados na cagaita. Já os compostos beta-cariofileno, beta-mirceno, beta-ocimeno e germacreno D foram identificados tanto na pitanga como no araçá-boi. Vale destacar que o único composto volátil comum a todas essas frutas do gênero *Eugenia* foi o beta-pineno.

Os demais compostos, 2-butenato de etila, 6-metil-5-heptan-2-ona, acetato de pentila, butanoato de *cis*-3-hexenila, cardeno, decanoato de etila, gama-cadineno, hexanoato de *cis*-3-hexenila, hexanoato de hexila, octanol e pentanoato de etila, mesmo não sendo encontrados em algumas frutas do gênero *Eugenia*, já foram identificados em outras frutas como caju, murici, acerola e cupuaçu (FRANCO e JANZANTTI, 2005).

3.2. Análise Físico-Química da Uvaia

Os resultados obtidos na avaliação físico-química da polpa da uvaia estão na Tabela 2. A polpa da uvaia apresentou teor de sólidos solúveis de 5,0 °Brix, acidez titulável de 1,08 g de ácido cítrico/100 mL de polpa, *ratio* de 4,65, pH de 3,80, açúcares redutores de 2,81 g de glicose/100 mL de polpa, açúcares totais de 2,81 g de glicose/100 mL de polpa, teor de ácido ascórbico de 54,06 mg/100 mL de polpa, compostos fenólicos totais de 79,94 mg de ácido gálico/100 mL de polpa e atividade antioxidante total de 656,29 µmol de Trolox/100 mL de polpa. A uvaia foi caracterizada como uma fruta de baixa acidez e conteúdo de açúcares predominantemente constituído de açúcares redutores, rica em ácido

ascórbico e elevada atividade antioxidante total. Foram obtidos coeficientes de variação entre 0,3 e 4,0%, indicando boa precisão nas determinações analíticas.

Tabela 2. Média¹, desvios padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) dos resultados da avaliação físico-química da polpa da uvaia.

Parâmetros	Média±DP	CV (%)
Sólidos solúveis ¹ (expresso em °Brix)	5,0±0,2	4,0
Acidez titulável ¹ (g de ácido cítrico/100 mL de polpa)	1,08±0,01	0,9
ratio ¹	4,65±0,14	3,1
pH ¹	3,80±0,01	0,3
Açúcares redutores ¹ (g de glicose/100 mL de polpa)	2,81±0,05	1,7
Açúcares totais ¹ (g de glicose/100 mL de polpa)	2,81±0,02	0,6
Ácido ascórbico ¹ (mg de ácido ascórbico/100 mL de polpa)	54,06±0,77	1,4
Compostos fenólicos totais ¹ (mg de ácido gálico/100 mL de polpa)	79,94±0,40	0,5
Atividade antioxidante total (µmol de Trolox/100 mL de polpa)	656,29	---

¹Média das análises realizadas em triplicata.

Os resultados obtidos neste estudo foram semelhantes aos descrito por Carvalho (1988) e Donadio (1997), que relatam acidez titulável de 1,53%, sólidos solúveis de 7,5 °Brix e *ratio* de 4,90, para a uvaia.

Silva et al (2008) avaliaram a uvaia do município de Goianópolis, GO, e relataram valores de 9 °Brix para sólidos solúveis e pH 2,57. Estela et al (2008) analisaram a uvaia de Vieirópolis, Paraíba, em seis estádios de maturação e os resultados obtidos foram sólidos solúveis de 6,1 a 9,5 °Brix, acidez titulável de 2,19% (m/m) e pH de 5,63. Os valores de acidez titulável e sólidos solúveis foram maiores que os obtidos neste estudo.

Stieven et al (2007) avaliaram o teor de ácido ascórbico da polpa de uvaia empregando o método de Tillmans e relataram conteúdo de 3,99 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa. Carvalho (1988) e Donadio (1997) encontraram teor de ácido ascórbico variando de 33 a 39,52 mg/100 g de polpa, resultados muito semelhantes aos obtidos no estudo de Estela et al (2008), que relataram uma faixa de ácido ascórbico de 29,46 a 40,15 mg/100 g

de polpa. Estes valores foram inferiores aos resultados obtidos nesse estudo, 54,06 mg de ácido ascórbico/100 mL de polpa de uvaia.

Ramiriz et al (2009) avaliaram o teor de compostos fenólicos totais na uvaia da região de Pelotas, RS e relataram o teor de 815,5 mg de ácido gálico/100 g, conteúdo muito superior ao encontrado nesse estudo, de 79,94 mg de ácido gálico/100 mL de polpa.

Já com relação à atividade antioxidante total, não foram encontrados dados na literatura sobre a uvaia que possibilitassem a comparação com o resultado deste estudo. Porém, a atividade antioxidante total de frutas do mesmo gênero que a uvaia como a pitanga, cagaita e araçá-boi já foi analisada. Pelo método ABTS, foram avaliados o araçá-boi que apresentou atividade antioxidante total de 2,98 μ M de Trolox (CANUTO et al, 2008) e a pitanga madura que apresentou 2,011 mg de Trolox expressos em ED₅₀ em solução etanólica (OLIVEIRA e SAWAYA, 2008). A cagaita apresentou atividade antioxidante total de 387,47 μ g de ácido gálico/mL no extrato etanólico e 1038,17 μ g de ácido gálico/mL no resíduo da reextração, determinada pelo método DPPH (ROESLER et al, 2007).

Ainda não foram estabelecidos os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para a polpa de uvaia, não sendo possível a comparação dos resultados com a legislação brasileira.

4. CONCLUSÃO

Foram detectados 55 compostos voláteis no *headspace* da uvaia, dos quais 43 foram identificados compreendendo 97,9% da área relativa total do cromatograma. A classe química predominante foram a dos terpenos e dos ésteres. Os compostos majoritários foram butanoato de etila com 27,82% da área relativa total, hexanoato de etila com 20,04%, octanol com 8,56%, D-limoneno com 7,16% e vinilbenzeno com 6,57%. Os terpenos e ésteres identificados podem estar relacionados às notas frutal, doce, floral e cítrico da polpa de uvaia.

A polpa de uvaia foi caracterizada como uma fruta de baixa acidez, conteúdo de açúcares predominantemente constituído de açúcares redutores, rica em ácido ascórbico e elevada atividade antioxidante total.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACREE, T.; ARN, H. Flavornet. Disponível em <<http://www.flavornet.org/flavornet.html>>. Acessado em 23 de junho de 2009.

ALVES, G. L. **Compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (*Genipa americana* L.) e murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich)**. 2004. 136p. Tese de Doutorado em Ciências dos Alimentos. Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Washington, D.C., 1990. p. 910-928.

ASAMI, D. K et al. Comparison of the Total Phenolic and Ascorbic Acid Content of Freeze-Dried and Air-Dried Marion berry, Strawberry, and Corn Grown Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices. **J. Agric. Food Chem.**, v.51, n. 5, p. 1237 -1241, 2003.

BERGARA-ALMEIDA, S. B. **Efeito de diferentes aromas cítricos sobre a qualidade e estabilidade sensoriais de suco de laranja pronto para beber**. 2006. 189p. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; BENASSI, M. T. Caracterização de polpas de frutas da Região Amazônica através do potencial antioxidante. In: XVI Encontro de Química da Região Sul, 2008, Blumenau, SC. **Anais do XVI SBQ**, 2008. CD-ROM.

CARVALHO, L. M. J. et al. Substâncias voláteis na polpa de cagaita (*Eugenia dysebterica* D.C.). In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, Belo Horizonte. **Anais do XXI CBCTA**, 2008. CD-ROM.

CARVALHO, P. R. N. **Análises de vitaminas em alimentos: manual técnico**. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos, p.108, 1988.

DONADIO, L. C. Study of some Brazilian Myrtaceae in Jaboticabal-SP. **Acta Horticulturae**, v. 452, p. 181-183, 1997.

DRAWERT, F. et al. Chemical-technological aspects for concentration of plant aromas. In: P. Schreier (Ed.), **Flavour**'81, 1981, p. 649-663.

ESTELA, F. A. et al. Mudanças durante a maturação de uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 54th Annual meeting of the interamerican society for tropical horticulture, 2008. Vitória, ES. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2008. CD-ROM.

- ETTRE, L. S. The Kovats retention index system. **Analytical Chemistry**, v. 36, p. 31A-41A, 1964.
- FOLIN, O.; CIOCALTEAU, V. On tyrosine on triptophane determinations in proteins. **J. Biol. Chem.**, v. 73, n. 2, p. 627-651. 1927.
- FRANCO, M. R. B. **Isolamento e cromatografia gasosa dos voláteis de graviola e mamão**. Campinas, 1980. 110p. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.
- FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Aroma of minor tropical fruits. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 20, p. 358-371, 2005.
- FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 293-299, 1983.
- FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.; LANÇAS, F. M. Compostos voláteis de três cultivares de manga (*Mangifera indica* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 24, p. 165-169, 2004.
- FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitala*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1263-1265, 2000.
- GARRUTI, D. S. **Composição de Voláteis e Qualidade de Aroma do Vinho de Caju**. 2001. 218 p. Tese de Doutor em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.
- GARRUTI, D. S. et al. Evaluation of volatile flavor compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the OSME gas chromatography–olfactometry technique. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.
- JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracuyá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Noticias Técnicas del Laboratorio** (Ed. en español), v. 13, n. 4, p. 12-14, 2005.
- JANZANTTI; N. S.; FRANCO; M. R. B.; LANÇAS, F. M. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus Domestica*) cultivar Fuji, por cromatografia gasosa–espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 164-171, 2000.
- JANZANTTI, N. S. et al. Passion fruit volatile composition: a comparison of organic and conventional cultivation. In: XII Weurman Flavour Research Symposium, 2008, Interlaken. Abstracts of the **XII Weurman Flavour Research Symposium**. Zurique: Swiss Federal Research Institute Zurich, 2008. p. 180-180.
- JENNINGS, W. G.; RAPP, A. Sample preparation for gas chromatographic analysis. **Heidelberg: Hüthing**, v. 27-28, p. 89-90, 1983.

- JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative analysis off Flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography**. Ed Academic Press Inc. London, 1980. 472p.
- KANASAWUD, P.; CROUZET, J. Mechanism of formation of volatile compounds by thermal degradation of carotenoids in aqueous medium. 2. Lycopene degradation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, p. 1238–1242, 1990.
- LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo *in natura*)**. SP Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.
- OLIVEIRA, E. A.; SAWAYA, A. C. H. F. Atividade antioxidante da pitanga. In: I **Jornada de iniciação científica e tecnológica da UNIBAN**. São Paulo, v. 1, 2008.
- OLIVEIRA, A. L. et al. Volatile compounds from pitanga fruit (*Eugenia uniflora* L.). **Food Chemistry**, v. 99, p. 1-5, 2006.
- RAMIRIZ, M. R. et al. Estudo fotoquímico das frutas de *Psidium cattleianum* sabine e *Eugenia pyriformis* Cambess. In: Sociedade Brasileira de Química. 32^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009. Fortaleza, CE. **Anais do 32^a RASBQ**, 2009. CD-ROM.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos funcionais. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. v.1, p. 177-194.
- ROESLER, R. et al. Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.
- RUFINO, M. S. M. et al. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza, **Embrapa Agroindústria Tropical**, 4 p, 2007. (Comunicado Técnico on-line: 128).
- SILVA, F. G. et al. Métodos analíticos para caracterização físico-química da uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess). In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, Belo Horizonte. **Anais do XXI CBCTA**, 2008. CD-ROM.
- STIEVEN, A. C.; MAGESTI, E. E.; FERRAZ, C. Avaliação de vitamina C em uvaia, comparando três métodos distintos. In: VII Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos, 2007, Campinas, SP. **Anais do VII SLACA**, 2007. CD-ROM
- THOMAZINI, M. **Compostos voláteis de sucos provenientes da fruta e da polpa congeladas de umbu (*Spondia tuberosa*, Anarcadinaceae)**. 1998. Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1998.
- WACHE, Y.; BOSSET-DE RATULD, A.; BELIN, J. M. Production of aroma compounds by enzymatic co-oxidation of carotenoids. In: P. Winterhalter & R. L. Rouseff (Eds.), **Carotenoids-derived aroma compounds**. p. 102–113. Washington, DC: American Chemical Society, 2002.

Anexo 1. Identificação dos compostos voláteis de uvaia nas colunas DB-5 e DB-Wax.

Composto	Coluna DB-5		Coluna DB-Wax		Referências ⁵
	IR Exp. ¹	IR Lit. ²	IR Exp. ³	IR Lit. ⁴	
butanoato de etila	801	804	<1100	1028	Acree e Arn, 2009
2-butenoato de etila	844	863	---	1169	Bicalho et al, 2000; Garrutil, 2001
<i>cis</i> -3-hexenol	853	858	1389	1391	Acree e Arn, 2009
ni	864	---	---	---	---
hexanol	868	851	1359	1360	Acree e Arn, 2009
acetato de pentila	872	895	---	1161	Jennings e Shibamoto, 1980
ni	876	---	---	---	---
cardeno	890	---	---	---	---
vinilbenzeno	893	893	1259	1241	Acree e Arn, 2009
pentanoato de etila	899	900	1146	1133	Acree e Arn, 2009
hexanoato de metila	925	1000	1190	1188	Acree e Arn, 2009
alfa-pineno	940	939	<1100	1032	Acree e Arn, 2009
beta-pineno	983	981	<1100	1116	Acree e Arn, 2009
6-metil-5-heptan-2-ona	988	980	---	1136	Bastos et al, 2002; Guillot et al, 2006
beta-mirceno	994	992	1171	1156	Acree e Arn, 2009; Jennings e Shibamoto, 1980
hexanoato de etila	1000	1002	1241	1220	Acree e Arn, 2009
ni	1004	---	---	---	---
alfa-felandreno	1009	1007	1165	1166	Acree e Arn, 2009
acetato de hexila	1015	1014	1275	1270	Acree e Arn, 2009
p-cimeno	1029	1027	1268	1261	Acree e Arn, 2009
D-limoneno	1034	1030	1193	1201	Acree e Arn, 2009
ni	1040	---	---	---	---
beta-ocimeno	1052	1038	1254	1242	Acree e Arn, 2009
2,2,3,4-tetrametil-pentano	1059	---	---	---	---
2,2,5-trimetil-hexano	1067	---	---	---	---
octanol	1072	1072	1564	1553	Acree e Arn, 2009
ni	1079	---	---	---	---
3,3-dimetil-octano	1124	---	---	---	---
ni	1126	---	---	---	---
ni	1168	---	---	---	---
ni	1172	---	---	---	---
butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	1186	1178	1463	1450	Acree e Arn, 2009; Jennings e Shibamoto, 1980
butanoato de hexila	1191	1185	1416	1398	Acree e Arn, 2009; Jennings e Shibamoto, 1980
octanoato de etila	1196	1198	1437	1436	Acree e Arn, 2009
acetato de octila	1211	1196	1477	1474	Jennings e Shibamoto, 1980
gama-elemeno	1301	1340	1599	1688	Acree e Arn, 2009
alfa-cubebeno	1345	1345	1487	1463	Acree e Arn, 2009
hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	1382	1381	1661	1729	Acree e Arn, 2009
beta-elemeno	1384	1393	---	1595	Acree e Arn, 2009
hexanoato de hexila	1385	1379	1613	1606	Acree e Arn, 2009; Jennings e Shibamoto, 1980
butanoato de octila	1389	1373	1622	1597	Jennings e Shibamoto, 1980
decanoato de etila	1394	1398	---	1636	Acree e Arn, 2009
ni	1398	---	---	---	---
beta-cariofileno	1431	1467	1600	1594	Acree e Arn, 2009
beta-copaeno	1441	1445	---	1626	Jennings e Shibamoto, 1980
alfa-cariofileno	1466	1464	---	1705	Jennings e Shibamoto, 1980
allo-aromadendreno	1474	1496	---	1639	Acree e Arn, 2009
germacreno D	1492	1487	1715	1705	Acree e Arn, 2009

continua...

...continuação

Composto	Coluna DB-5		Coluna DB-Wax		Referências ⁵
	IR Exp. ¹	IR Lit. ²	IR Exp. ³	IR Lit. ⁴	
germacreno B	1508	1562	---	1864	Acree e Arn, 2009
delta-cadineno	1533	1519	---	1749	Acree e Arn, 2009
gama-cadineno	1582	1543	1764	1752	Acree e Arn, 2009
ni	1599	---	---	---	---
ni	1664	---	---	---	---
hexanoato de octila	1864	---	1815	1829	Ozek et al, 2007
ni	1961	---	---	---	---

ni = composto não identificado.

¹IR Exp. = Índice de retenção experimental, calculado na coluna DB-5.

²IR Lit. = Índice de retenção da literatura na coluna DB-5.

³IR Exp. = Índice de retenção experimental, calculado na coluna DB-Wax.

⁴IR Lit. = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

⁵ ACREE, T.; ARN, H. **Flavornet**. Disponível em <<http://www.flavornet.org/flavornet.html>>. Acessado em 23 de junho de 2009. BASTOS, D. H. M. et al. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 122-129, 2002. BICALHO, B. et al. Application of high-temperature gas chromatography-mass spectrometry to the investigation of glycosidically bound components related to cashew apple (*Anacardium occidentale* L. Var. *nanum*) volatiles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 48, p. 1167-1174, 2000. GARRUTI, D. S. **Composição de Voláteis e Qualidade de Aroma do Vinho de Caju**. 2001. Tese de Doutor em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001. GUILLOT, S. et al. Aroma characterization of various apricot varieties using headspace-solid phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-olfactometry. **Food Chemistry**, v. 96, p. 147-155, 2006. JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative analysis off flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography**. Ed Academic press inc. London, 1980. 472p. OZEK, T. et al. Composition of the essential oils of *Tordylium trachycarpum* (boiss.) al-eisawi et jury and *Tordylium hasselquistiae* DC. Growing in Turkey. **Journal of Essential Oil Research**, v. 19, n. 5, p. 410-412, 2007.

Anexo 2. Tempo de retenção (TR), média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) dos compostos voláteis da uvaia.

Pico	TR (min.)	Composto	Repetição (%)			Média ¹	DP	CV (%)
			1	2	3			
1	9,88	butanoato de etila	27,34	27,52	28,59	27,82	0,68	2,43
2	11,68	2-butenoato de etila	0,25	0,26	0,28	0,27	0,01	4,57
3	12,1	<i>cis</i> -3-hexenol	tr	tr	tr	tr	*	*
4	12,64	ni	0,54	0,49	0,34	0,46	0,11	22,86
5	12,79	hexanol	4,39	4,80	4,72	4,64	0,22	4,73
6	13,01	acetato de pentila	1,57	1,68	1,21	1,49	0,24	16,42
7	13,23	ni	0,16	tr	tr	tr-0,16	*	*
8	13,95	cardeno	tr	0,17	0,18	tr-0,18	*	*
9	14,1	vinilbenzeno	6,49	6,89	6,33	6,57	0,29	4,38
10	14,48	pentanoato de etila	0,52	0,60	0,50	0,54	0,06	10,30
11	15,82	hexanoato de metila	2,98	2,68	2,52	2,72	0,24	8,69
12	16,65	alfa-pineno	2,71	3,18	3,11	3,00	0,25	8,49
13	19,3	beta-pineno	0,82	0,89	0,89	0,87	0,04	4,52
14	19,68	6-metil-5-heptan-2-ona	tr	tr	0,17	tr-0,17	*	*
15	20,04	beta-mirceno	2,51	2,76	2,80	2,69	0,16	5,79
16	20,48	hexanoato de etila	22,26	19,46	18,40	20,04	2,00	9,97
17	20,71	ni	0,33	0,58	0,49	0,47	0,13	27,74
18	21,02	alfa-felandreno	2,20	2,45	2,42	2,36	0,14	5,74
19	21,4	acetato de hexila	0,32	0,31	0,28	0,30	0,02	6,45
20	22,3	p-cimeno	tr	tr	0,16	tr-0,16	*	*
21	22,65	D-limoneno	6,97	7,44	7,08	7,16	0,25	3,49
22	23,05	ni	tr	0,19	0,28	tr-0,28	*	*
23	23,86	beta-ocimeno	0,53	0,48	0,56	0,52	0,04	6,97
24	24,38	2,2,3,4-tetrametil-pentano	0,24	tr	0,26	tr-0,26	*	*
25	25	2,2,5-trimetil-hexano	0,30	0,35	0,32	0,33	0,03	7,81
26	25,31	octanol	7,58	9,28	8,82	8,56	0,88	10,28
27	25,87	ni	0,19	tr	0,24	tr-0,24	*	*
28	29,09	3,3-dimetil-octano	tr	tr	tr	tr	*	*
29	29,22	ni	tr	tr	tr	tr	*	*
30	32,16	ni	tr	tr	tr	tr	*	*
31	32,4	ni	tr	tr	tr	tr	*	*
32	33,47	butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	tr	tr	tr	tr	*	*
33	33,86	butanoato de hexila	0,63	0,63	0,59	0,61	0,02	3,27
34	34,22	octanoato de etila	0,41	0,39	0,36	0,39	0,02	5,80
35	35,21	acetato de octila	0,41	0,37	0,41	0,40	0,02	5,57
36	40,64	gama-elemeno	tr	tr	tr	tr	*	*
37	42,65	alfa-cubebeno	0,26	0,19	0,28	0,24	0,04	18,01
38	44,37	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	tr	tr	tr	tr	*	*
39	44,51	beta-elemeno	0,34	0,30	0,39	0,34	0,05	14,00
40	44,56	hexanoato de hexila	0,20	0,21	0,18	0,19	0,01	7,24
41	44,72	butanoato de octila	1,84	1,79	1,79	1,80	0,03	1,66
42	44,96	decanoato de etila	tr	tr	tr	tr	*	*
43	45,15	ni	0,24	0,19	0,28	0,24	0,05	21,05
44	46,45	beta-cariofileno	1,92	1,59	2,01	1,84	0,22	11,86
45	46,82	beta-copaeno	0,25	0,17	0,25	0,22	0,04	18,91
46	47,82	alfa-cariofileno	0,23	tr	0,24	tr-0,24	*	*

continua...

...continuação

Pico	TR (min.)	Composto	Repetição (%)			Média ¹	DP	CV (%)
			1	2	3			
47	48,13	allo-aromadendreno	0,26	0,23	0,24	0,25	0,02	6,73
48	48,85	germacreno D	1,27	1,00	1,32	1,20	0,17	14,11
49	49,44	germacreno B	0,30	0,24	0,32	0,29	0,04	14,17
50	50,28	delta-cadineno	tr	tr	tr	tr	*	*
51	51,96	gama-cadineno	0,27	0,22	0,24	0,24	0,03	11,74
52	52,54	ni	tr	tr	tr	tr	*	*
53	54,55	ni	tr	tr	tr	tr	*	*
54	60,5	hexanoato de octila	tr	tr	0,14	tr-0,14	*	*
55	62,95	ni	tr	tr	tr	tr	*	*

¹Média = média ou amplitude de três repetições; * Valor não calculado; ni = composto não identificado; tr = pico com área menor que 5000.

Capítulo 4

COMPOSTOS VOLÁTEIS IMPORTANTES PARA O AROMA DA UVAIA (*Eugenia pyriformis cambess*)

MIYAZAWA, T. M.; GARRUTI, D. S.; JANZANTTI, N. S.

RESUMO

Na pesquisa do sabor, os compostos voláteis são avaliados por técnicas olfatométricas que permitem determinar quais os compostos voláteis são odoríferos e importantes para o aroma característico das frutas. A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), fruta típica da Mata Atlântica, apresenta sabor adocicado e ácido. Os compostos voláteis da uvaia foram avaliados através de técnica olfatométrica OSME, por cinco julgadores treinados e selecionados. Foram detectados 49 compostos odoríferos, dos quais 28 foram identificados. Os compostos de maior importância odorífera para o aroma de uvaia foram hexanoato de etila, butanoato de etila, hexanoato de metila, butanoato de metila, 2-butenoato de etila e hexanoato de hexila, descritos como “uvaia, doce, frutal, cítrico, morango”, e beta-mirceno e beta-pineno, descritos como “plástico, borracha, queijo”. Estes compostos voláteis são os responsáveis pelo sabor adocicado e ácido desta fruta exótica.

SUMMARY

In the flavor chemistry, volatile compounds are analyzed using gas chromatography-olfactometry techniques, allowing for identifying which volatile compounds are odoriferous and contribute to the fruit flavor. Uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), a Brazilian fruit native to Mata Atlântica, has a sweet and sour flavor. The volatile compounds from the headspace of the uvaia pulp were evaluated by five trained judges, using the OSME olfactometry technique. Forty-nine odorant compounds were found in the sample, twenty-eight of which were identified. The most important odorant compounds were ethyl hexanoate, ethyl butanoate, methyl butanoate, ethyl 2-butenoate and hexyl hexanoate (described as uvaia, sweet, frutal, citric, strawberry), and beta-myrcene and beta-pinene (described as plastic, rubber, cheese). These compounds are responsible for the sweet and sour flavour in this exotic fruit.

1. INTRODUÇÃO

Na pesquisa do sabor, a avaliação sensorial dos compostos voláteis após a separação cromatográfica é feita utilizando-se técnicas olfatométricas. A cromatografia gasosa-olfatometria (CG-O) permite a determinação dos compostos voláteis que são odoríferos e importantes para a formação do aroma, e que contribuem para a qualidade da fruta.

Várias técnicas podem ser usadas para avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis: técnica de diluição, técnica de frequência e técnica de tempo-intensidade (DELAHUNTY et al, 2006).

As técnicas de diluição e frequência assumem uma relação linear entre a intensidade percebida e a concentração do estímulo. Quanto maior esta relação, maior a importância odorífera do composto. Técnicas de diluição não mostram sólida fundamentação psicofísica, diferentemente da técnica de tempo-intensidade OSME (Da SILVA et al, 1994).

A técnica CG-O-OSME permite quantificar a intensidade de um aroma percebido com o tempo percorrido, ou seja, a velocidade, a duração e a intensidade do aroma, usando uma escala tempo-intensidade (GARRUTI et al, 2003; MIRANDA-LOPEZ et al, 2002). Os dados obtidos são integrados usando recursos computacionais e um aromagrama representativo da importância odorífera dos compostos do aroma é obtido. Esta técnica é a mais apropriada para se avaliar a importância odorífera de compostos voláteis, já que permite obter resultados mais precisos e fundamenta-se na Lei de Stevens (DELAHUNTY et al, 2006; VAN RUTH e O'CONNOR, 2001; LE GUEN et al, 2000).

O número de artigos científicos ainda é pequeno e restrito na pesquisa do sabor de frutas exóticas brasileiras. A uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess) é uma fruta considerada exótica que apresenta sabor adocicado e ácido. Fruto do tipo baga, carnosas, arredondadas, piriformes ou ovais de 2-4 cm de diâmetro, com coloração variando entre o amarelo e o alaranjado (LORENZI, 2006), podendo ser encontrada desde São Paulo até o Rio Grande do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Polpa de uvaia congelada (*Eugenia pyriformis* cambess), embalada em sacos plásticos contendo 100 g de frutas, produzida e fornecida pelo Sítio Bello, localizado na cidade de Paraibuna, São Paulo, na safra de 2007, foi armazenada em freezer (-18 °C) até o momento das análises.

2.2. Isolamento dos Compostos Voláteis da Uvaia

Os compostos voláteis da uvaia foram isolados usando a técnica de *headspace* dinâmico, segundo metodologia descrita por Franco e Rodriguez-Amaya (1983). Trezentos gramas da polpa de uvaia foram colocados no balão do sistema de coleta com 30% de NaCl p/p para a inibição enzimática (FRANCO, 1980). Os compostos voláteis do *headspace* da uvaia foram adsorvidos em polímero poroso Porapak Q por 3 horas e depois eluídos com hexano, grau cromatográfico, dando origem a um isolado.

2.3. Separação dos Compostos Voláteis

Os compostos voláteis da uvaia foram separados usando cromatógrafo gasoso de alta resolução da marca Shimadzu, modelo 2010, equipado com injetor *split/splitless* e detector de ionização de chama (CG-DIC). A coluna utilizada foi DB-5 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm), gás de arraste, H₂, com vazão de 1,0 mL/min. A temperatura do injetor foi 250 °C e do detector de ionização de chama 280 °C. A temperatura inicial da coluna foi de 50 °C, com rampa de 2 °C/min até 120 °C, seguida de rampa de 4 °C/min até 250 °C e permanência nesta temperatura por 10 min. Foram injetados 2 µL no modo *splitless*. As análises foram feitas em triplicata e a quantificação foi feita por normalização.

2.4. Identificação dos Compostos Voláteis

Os compostos voláteis da uvaia foram identificados por comparação dos espectros de massas e dos índices de retenção obtidos experimentalmente com os da literatura (ACREE e ARN, 2009; JENNINGS e SHIBAMOTO, 1980), além do uso de padrões analíticos puros, quando disponível. Foi também feita a comparação do aroma descrito experimentalmente com os dos padrões puros, cromatografados nas mesmas condições analíticas e com as descrições da literatura.

Foi utilizado o cromatógrafo gasoso-espectrômetro de massas da marca Shimadzu, modelo QP 2010, com fonte de ionização por impacto de elétrons (70 eV), em modo *scan* e intervalo de massas de 35 a 350. Os compostos voláteis da uvaia foram separados na coluna DB-5 e as condições cromatográficas foram as mesmas usadas no CG-DIC. Gás de arraste, hélio, a 1,0 mL/min. A temperatura do injetor e do detector foi 250 °C.

Os índices de retenção dos compostos voláteis foram determinados a partir de uma solução de alcanos (C₈ a C₃₀, Sigma-Aldrich) preparada em diclorometano e injetada nas mesmas condições cromatográficas, nas colunas DB-5 e DB-Wax (ETTRE, 1964).

Os padrões analíticos puros utilizados foram butanoato de etila, *cis*-3-hexenol, hexanol, hexanoato de metila, alfa-pineno, beta-pineno, beta-mirceno, hexanoato de etila, acetato de hexila, D-limoneno, octanol, octanoato de etila (Sigma-Aldrich). Os padrões foram cromatografados nas duas colunas no CG-DIC e nas duas colunas no CG-EM. Foram calculados os índices de retenção e também obtidos os espectros de massas dos padrões analíticos puros para posterior comparação com os compostos voláteis da uvaia.

2.5. Cromatografia Gasosa-Olfatometria (CG-O-OSME)

O isolado de uvaia foi submetido à avaliação olfatométrica usando a técnica OSME (MacDANIEL et al, 1990).

Foi utilizado o cromatógrafo gasoso da marca Shimadzu, modelo 2010, para a separação dos compostos voláteis da uvaia. As condições cromatográficas foram as mesmas empregadas para a análise do perfil dos voláteis da uvaia. Porém, a coluna cromatográfica ao invés de estar conectada ao detector de ionização de chama, estava

conectada a um divisor de fluxo, que direciona o efluente da coluna para uma coluna desativada e em seguida para o nariz do julgador. O sistema ODO II, marca SGE, foi o responsável por direcionar o efluente da coluna até o nariz do julgador, além de umidificar e aquecer o tubo por onde passava a coluna desativada (Figura 1).

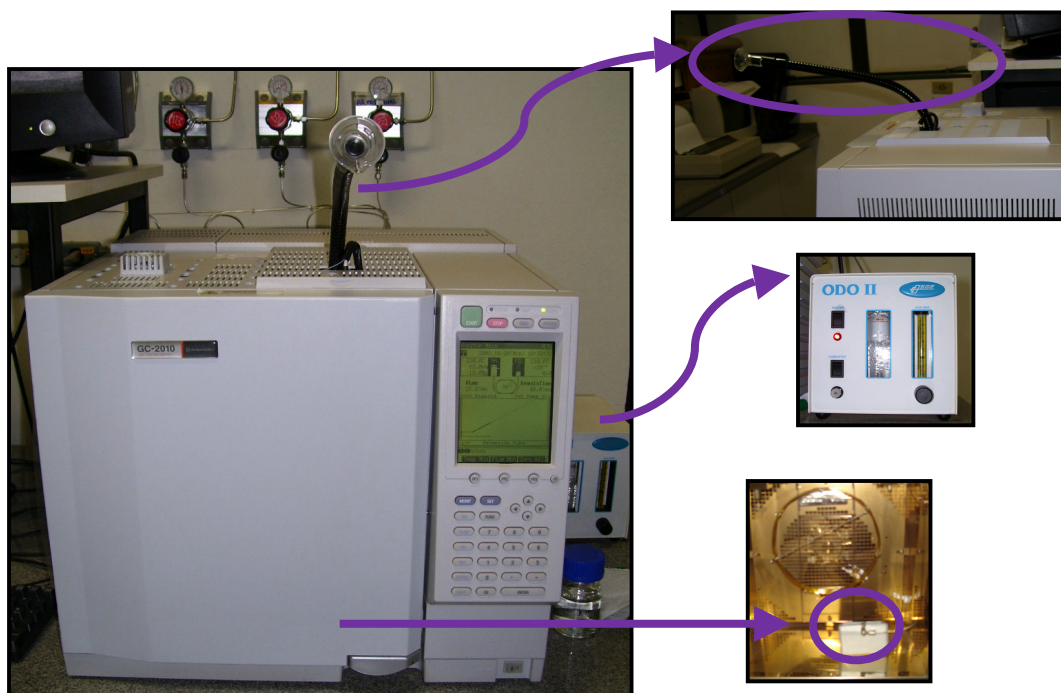


Figura 1. Sistema cromatógrafo gasoso-olfatómetro.

Os julgadores inicialmente foram submetidos a um treinamento com o isolado de uvaia, além da familiarização com a técnica OSME e com o programa SCDTI (Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade) (CARDELLO e DAMÁSIO, 1996).

Antes de iniciar as sessões de treinamento, os julgadores receberam informações sobre o princípio da análise e explicações sobre o programa SCDTI. O treinamento foi constituído de duas sessões de 35 minutos. Foi solicitado que quando o julgador percebesse um odor, registrasse com o auxílio do *mouse* do computador, o tempo e a intensidade do aroma na escala híbrida de 10 pontos, demarcada nos extremos esquerdo e direito com os termos “nenhum” e “forte” e no meio com o termo “moderado” (Figura 2), e que também descrevesse a qualidade do aroma para o analista.

O isolado de uvaia foi analisado por cinco julgadores, do sexo feminino, dos quais três participaram da avaliação sensorial dos isolados da uvaia e os outros dois possuíam experiência prévia em técnica olfatométrica. As análises olfatométricas foram feitas em quatro repetições pelos julgadores e cada corrida cromatográfica foi dividida em duas sessões de 35 minutos, para não fatigar o julgador.

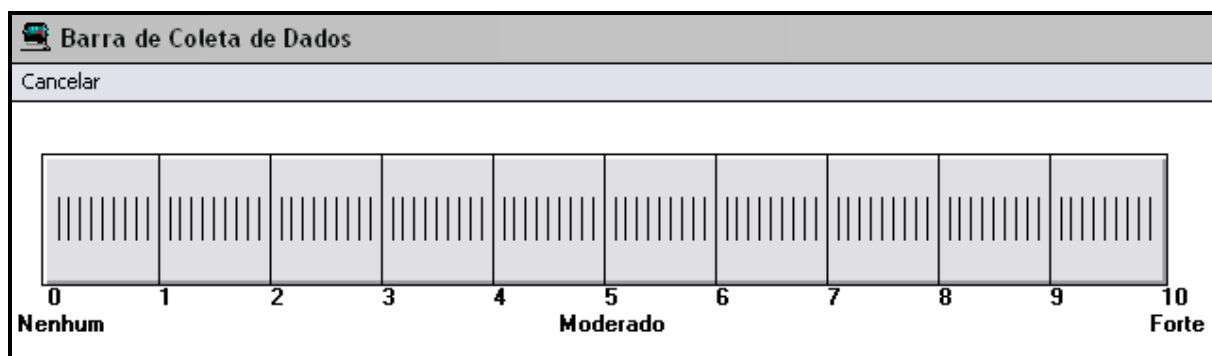


Figura 2. Escala híbrida de 10 pontos utilizada na análise CG-O com a técnica OSME para a avaliação do isolado de uvaia.

Após a coleta de dados do programa SCDTI de cada julgador, em cada repetição, e com o auxílio do programa Excel, foi inicialmente gerado para cada julgador, um aromagrama individual médio, que teve como critério incluir os picos detectados em duas das quatro repetições realizadas pelo julgador. Para gerar o aromagrama consensual, o critério escolhido foi incluir os picos detectados por pelo menos 3 julgadores.

Foi calculado o índice de retenção para cada composto volátil odorífero do aromagrama consensual do isolado de uvaia a fim de se correlacionar os dados do cromatograma e dos compostos identificados. Além disso, verificou-se a qualidade dos compostos odoríferos descritos pelos julgadores com os da literatura (ACREE e ARN, 2009; JALES et al, 2005; JORDÁN, GOODNER e SHAW, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Cromatografia Gasosa-Olfatometria (CG-O-OSME)

A equipe sensorial detectou 49 compostos odoríferos, dos quais 28 foram identificados (Figura 3 e Tabela 1). A importância odorífera de cada composto volátil do isolado de uvaia pode ser observada no aromagrama consensual da análise CG-O do isolado de uvaia (Figura 3 e Tabela 1). A Tabela 1 apresenta os compostos voláteis de importância odorífera para o aroma da uvaia, os termos utilizados pelos julgadores para descrever a qualidade do odor, a área ($\text{Área} \pm \text{DP}$) e a intensidade máxima ($I \text{ max} \pm \text{DP}$). Foram também incluídos na Tabela 1, o índice de retenção experimental calculado a partir dos dados fornecidos pelo aromagrama consensual da equipe (IR OSME), o índice de retenção experimental calculado a partir dos dados fornecidos pelo DIC (IR DIC) e a área do composto no cromatograma ($\text{Área} \pm \text{DP DIC}$). Compostos voláteis odoríferos não detectados pelo CG-DIC foram denominados com letras.

Na análise CG-O-OSME os compostos voláteis de maior importância odorífera são aqueles apresentados no aromagrama com os picos de maior intensidade odorífera (picos mais altos) e/ou de maior área. Foram considerados compostos voláteis de maior poder odorífero para a uvaia aqueles que apresentaram intensidade maior que 5, que representa o meio da escala híbrida de dez pontos, demarcado como “moderado” a “forte”.

Os compostos voláteis importantes para a formação do aroma da uvaia apresentaram intensidades que variam entre 0,58 para o acetato de octila (pico 35), descrito como “doce, verde, cítrico”, até 9,67 para o hexanoato de etila (pico 16), descrito como “morango, doce, guaraná, framboesa” (Tabela 1).

Na região inicial do aromagrama (0 a 8 min) não foi possível a análise dos compostos voláteis da uvaia de menor peso molecular devido a presença do solvente de eluição (Figura 3).

Durante os primeiros 22 minutos (até o composto hexanoato de etila, pico 16) do aromagrama é possível observar que foi percebido a maioria dos compostos voláteis majoritários importantes para o aroma da uvaia, não estando presente nesse intervalo de

tempo apenas o hexanoato de hexila (intensidade 5,62, pico 40). A partir deste tempo (23 a 43 minutos e 45 a 70 minutos) a maioria dos compostos apresentou menor importância odorífera. Isto pode estar relacionado com a presença de compostos voláteis em menor área e com seu *threshold* (Figura 3b).

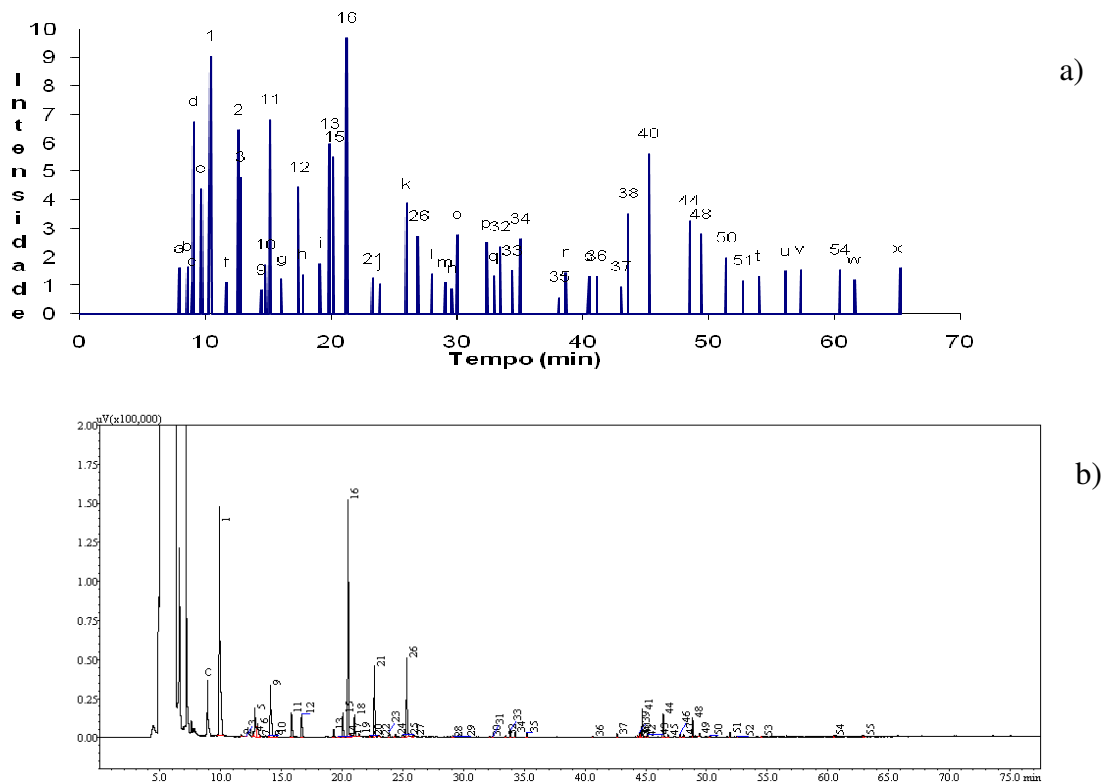


Figura 3. Aromagrama consensual da equipe da análise CG-O-OSME (a) e cromatograma do perfil dos voláteis (b) da uvaia.

Os compostos hexanoato de etila (intensidade 9,67, descrito como “morango, doce, guaraná, framboesa”), butanoato de etila (intensidade 9,03, descrito como “doce, frutal, ácido, morango, guaraná, uvaia”), hexanoato de metila (intensidade 6,80, descrito como “morango, uvaia, doce, manga, guaraná, frutal”), butanoato de metila (intensidade 6,75, descrito como “doce, frutal, morango, guaraná, uvaia, cítrico”), 2-butenato de etila (intensidade 6,44, descrito como “morango, doce, frutal, ácido, uvaia, guaraná, cítrico, maracujá”), beta-pineno (intensidade 5,95, descrito como “sintético, plástico, borracha, maria-fedida”), hexanoato de hexila (intensidade 5,62, descrito como “ácido, uvaia, doce, guaraná, framboesa, fruta cítrica”) e beta-mirceno (intensidade 5,50, descrito como

“borracha, sintético, plástico, maria-fedida, fermentado, queijo”), foram os de maior intensidade para a formação do aroma da uvaia, com intensidade maior que 5 em uma escala de 0 a 10 pontos, sendo classificados como de intensidade “moderada” a “forte”.

Dentre os oito compostos de maior importância odorífera para o aroma de uvaia, seis (hexanoato de etila, butanoato de etila, hexanoato de metila, butanoato de metila, 2-butenato de etila e hexanoato de hexila) foram descritos como “uvaia, doce, frutal, cítrico, morango” e dois (beta-mirceno e beta-pineno) foram descritos como “plástico, borracha, queijo”. Vale ressaltar que estes compostos são considerados de grande importância para o impacto do aroma da uvaia, pois caracterizam o aroma “doce, ácido, floral, amanteigado e rançoso”, percebidos pelos julgadores durante a etapa de padronização da metodologia de isolamento dos compostos voláteis da uvaia.

Vale destacar que os compostos hexanoato de etila e butanoato de etila além de serem os compostos com maior intensidade odorífera (9,67 e 9,03, respectivamente), também apresentaram a maior área no aromagrama (70,31 e 82,93, respectivamente) e no cromatograma (20,04% e 27,82%, respectivamente) (Figura 3).

Já os compostos *cis*-3-hexen-1-ol (intensidade 4,80, descrito como “morango, doce, uvaia, verde, ácido, cítrico, guaraná”), alfa-pineno (intensidade 4,44, descrito como “estragado, fedido, verde, cítrico, hortelã, eucalipto”), pico “e” (intensidade 4,39, descrito como “frescor, lavanda, doce, frutal, uvaia, ácido, morango”), beta-ocimeno (intensidade 3,86, descrito como “maria-fedida, floral, verde, cítrico, grama, eucalipto”), hexanoato de *cis*-3-hexenila (intensidade 3,51, descrito como “mel, uvaia, ranço, doce”) e beta-cariofileno (intensidade 3,26, descrito como “limão, morango, ácido, uvaia, doce”) apresentaram intensidade entre 3 e 5, sendo classificados como de intensidade “intermediária”.

Tabela 1. Compostos voláteis odoríferos do *headspace* de uvaia.

Pico	IR OSME ¹	IR DIC ²	Composto	Descrição	OSME		DIC
					I max.±DP	Área ³ ±DP	Área ⁴ ±DP
a	< 800	nc	ni	cítrico, ácido, doce, frutal, uvaia (2)	1,60±1,00	4,39±3,11	nd
b	< 800	nc	ni	ranço, sintético, plástico, borracha	1,65±0,95	6,30±5,57	nd
c	< 800	nc	ni	frutal, doce, morango	1,13±1,07	2,24±2,20	nd
d	< 800	nc	butanoato de metila	doce, frutal, morango, guaraná, uvaia (2), cítrico	6,75±1,47	36,90±12,64	nd
e	< 800	nc	ni	frescor, lavanda, doce, frutal, uvaia (2), ácido, morango	4,39±0,69	20,65±5,88	nd
1	816	801	butanoato de etila	doce, frutal, ácido, morango, guaraná, uvaia (2)	9,03±0,86	82,93±11,43	27,82±0,68
f	844	nc	ni	tostado, fumaça	1,09±1,10	2,81±3,39	nd
2	865	844	2-butenoato de etila	morango, doce, frutal, ácido, uvaia, guaraná, cítrico, maracujá	6,44±2,06	35,82±21,50	0,27±0,01
3	868	853	<i>cis</i> -3-hexen-1-ol	morango, doce, uvaia (2), verde, ácido, cítrico, guaraná	4,80±2,33	18,22±10,35	tr
9	899	893	vinilbenzeno	terra, queimado, cloro, chulé, borracha	0,84±0,82	1,81±1,95	6,57±0,29
10	906	899	pentanoato de etila	verde, plástico, sintético, fermentado	1,72±1,74	4,89±4,65	0,54±0,06
11	913	925	hexanoato de metila	morango, uvaia, doce, manga, guaraná, frutal	6,80±1,43	38,74±17,11	2,72±0,24
g	930	nc	ni	doce, frutal, ácido	1,21±1,14	2,55±2,35	nd
12	953	940	alfa-pineno	estragado, fedido, verde, cítrico, hortelã, eucalipto	4,44±2,03	16,65±11,26	3,00±0,25
h	959	nc	ni	mentolado, maria-fedida, grama	1,37±1,29	4,49±4,11	nd
i	980	nc	ni	doce, frutal, sintético, fumaça, limão, tostado, borracha	1,78±1,26	6,16±6,52	nd
13	991	983	beta-pineno	sintético, plástico, borracha, maria-fedida	5,95±1,30	29,55±10,95	0,87±0,04
15	996	994	beta-mirceno	borracha, sintético, plástico, maria-fedida, fermentado, queijo	5,50±1,97	28,94±14,36	2,69±0,16
16	1012	1000	hexanoato de etila	morango, doce, guaraná, framboesa	9,67±0,33	70,31±13,60	20,04±2,00
21	1044	1034	D-limoneno	floral, frutal, lavanda, frescor, verde	1,24±1,61	4,08±6,88	7,16±0,25
j	1052	nc	octanoato de metila	floral, semente, fruta passada	1,04±1,05	3,68±3,96	nd
k	1082	1052	beta-ocimeno	maria-fedida, floral, verde, cítrico, grama, eucalipto	3,86±1,53	14,24±6,97	0,52±0,04
26	1093	1072	octanol	queimado, tostado, fumaça, borracha queimada	2,72±2,01	10,19±8,69	8,56±0,88
l	1108	nc	ni	leite azedo, fruta passada, amendoim	1,39±1,63	7,00±12,72	nd
m	1124	nc	ni	frutal, frescor, mentolado, hortelã, verde, cítrico	1,11±1,07	2,61±2,39	nd
n	1132	nc	ni	sintético, erva cidreira, lavanda	0,89±0,93	2,65±3,36	nd
o	1138	nc	ni	doce, cítrico, uvaia (2), ranço	2,78±1,84	9,86±8,01	nd
p	1172	nc	ni	queijo, maria-fedida, floral	2,49±2,43	12,07±15,64	nd
q	1179	nc	ni	framboesa, doce, frutal, erva cidreira	1,33±1,42	3,80±5,07	nd
32	1185	1186	butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	tutti-frutti, frutal, doce, mentolado, hortelã, frescor	2,36±1,77	8,53±8,34	tr
33	1198	1191	butanoato de hexila	frutal, doce, morango, sintético, borracha, verde	1,51±1,56	4,96±6,05	0,61±0,02
34	1207	1196	octanoato de etila	frutal, ranço, doce, passado	2,62±2,73	9,00±10,93	0,39±0,02
35	1260	1211	acetato de octila	doce, verde, cítrico	0,58±0,56	0,94±0,87	0,40±0,02
r	1269	nc	ni	cítrico, verde, doce, algodão doce, morango	1,45±1,25	3,56±3,20	nd
s	1298	nc	ni	maria-fedida, verde, doce, cítrico	1,32±1,61	4,80±8,13	nd
36	1311	1301	gama-elemeno	doce, fumaça, plástico, cítrico	1,32±1,27	3,97±5,24	tr
37	1354	1345	alfa-cubebeno	frutal, floral, cítrico, borracha, sintético	0,95±0,61	2,87±3,66	0,24±0,04
38	1364	1382	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	mel, uvaia (2), ranço, doce	3,51±2,82	12,89±11,93	tr
40	1400	1385	hexanoato de hexila	ácido, uvaia, doce, guaraná, framboesa, fruta cítrica	5,62±1,36	21,33±8,26	0,19±0,01

continua...

...continuação

Pico	IR OSME ¹	IR DIC ²	Composto	Descrição	OSME		DIC
					I max.±DP	Área ³ ±DP	Área ⁴ ±DP
44	1481	1431	beta-cariofileno	limão, morango, ácido, uvaia, doce	3,26±4,06	12,54±16,01	1,84±0,22
48	1506	1492	germacreno D	floral, morango, doce, frutal, ácido, sintético, borracha	2,79±2,13	11,90±10,22	1,20±0,17
50	1564	1533	delta-cadineno	adocicado, floral, frutal, erva doce, uvaia, tostado	1,94±1,38	8,78±6,14	tr
51	1604	1582	gama-cadineno	ranço, doce, fermentado, queijo, cítrico, tostado	1,17±1,18	2,77±2,78	0,24±0,03
t	1646	nc	ni	plástico, sintético, mato, verde	1,32±1,36	4,25±5,44	nd
u	1714	nc	ni	ranço, sintético, fermentado, limão, verde	1,49±1,44	4,16±4,32	nd
v	1756	nc	ni	ranço, sintético, borracha, floral, fermentado	1,57±1,52	3,58±3,52	nd
54	1868	1864	hexanoato de octila	sintético, doce, floral, queimado, mato	1,54±0,50	5,01±2,96	tr-0,14
w	1913	nc	ni	ranço, uvaia, limão, cítrico	1,19±1,39	4,09±5,56	nd
x	2056	nc	ni	frutal, doce, refrescante, hortelã, floral	1,61±0,61	4,86±3,88	nd

¹ IR OSME = índice de retenção calculado a partir dos dados da análise olfatométrica, na coluna DB-5; ² IR DIC = índice de retenção calculado a partir dos dados na análise cromatográfica, na coluna DB-5; ³ Médias das áreas na análise olfatométrica ⁴ Médias das áreas na análise cromatográfica; I max. = média da intensidade máxima obtida no aromagrama consensual (0 = "nenhum", 5 = "moderado", 10 = "forte"); DP = desvio padrão; nc = não calculado; ni = não identificado; nd = não detectado.

O D-limoneno e o vinilbenzeno, compostos também considerados majoritários no cromatograma (7,16% e 6,57%, respectivamente), apresentaram intensidade de 1,24 e 0,84, respectivamente, classificados como de intensidade “fraca”.

Dos 49 compostos odoríferos detectados pela equipe sensorial, 13 compostos foram descritos, entre outros termos, como “uvaia”, sendo os de maior importância odorífera em ordem decrescente o butanoato de etila (intensidade 9,03), hexanoato de metila (intensidade 6,80), butanoato de metila (intensidade 6,75), 2-butenato de etila (intensidade 6,44), hexanoato de hexila (intensidade 5,62), *cis*-3-hexen-1-ol (intensidade 4,80), pico “e” (intensidade 4,39), hexanoato de *cis*-3-hexenila (intensidade 3,51), beta-cariofileno (intensidade 3,26), pico “o” (intensidade 2,78), delta-cadineno (intensidade 1,94), pico “a” (intensidade 1,60) e pico “w” (intensidade 1,19). Esses compostos possivelmente estão associados ao sabor característico desta fruta, que é descrita como uma fruta adocicada e ácida.

Vários compostos não foram detectados pelo DIC, no entanto, apresentaram contribuição para o aroma da uvaia. Ao se comparar o aromagrama consensual com o cromatograma é possível observar que os julgadores perceberam odores importantes para a formação do aroma da uvaia em regiões do cromatograma que o DIC não detectou compostos voláteis (Figura 3). Em outros estudos que utilizaram a técnica OSME para avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis, como em caju (GARRUTI, 2001), murici e jenipapo (ALVES, 2004), suco de laranja (BERGARA-ALMEIDA, 2006), *water phase* de maracujá (CIAMPONE, 2007), os julgadores também detectaram a presença de odores em regiões do cromatograma que o DIC não detectou compostos voláteis, o que pode ser explicado pela maior sensibilidade que o nariz humano apresenta em comparação aos detectores eletrônicos.

3.2. Consenso dos Julgadores sobre a importância odorífera dos voláteis da uvaia

A Figura 4 apresenta os aromagramas médios individuais dos cinco julgadores. Houve uma variação no número de picos odoríferos detectados pela equipe sensorial

(Anexos 1 a 5), sendo que o julgador 3, detectou o menor número de picos odoríferos (31) e o julgador 5, o maior número de picos odoríferos (90).

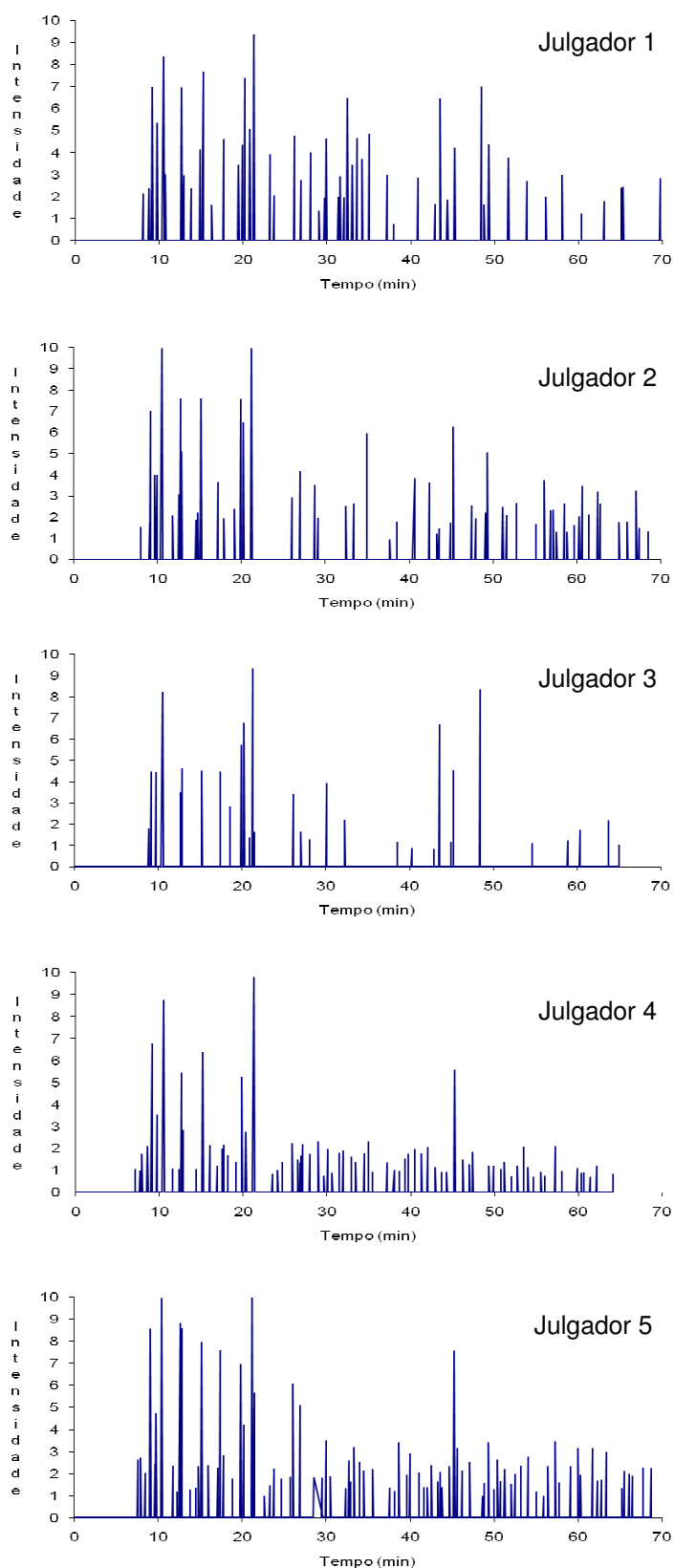


Figura 4. Aromagrama individual médio dos cinco julgadores na análise CG-O-OSME do isolado de uvaia.

Goldstein (1989) classifica os julgadores em três tipos: conservador, liberal e neutro. O julgador conservador é aquele que só reporta os estímulos que realmente sentiu, ou seja, só registra o pico odorífero que tem certeza absoluta que percebeu. O julgador liberal reporta todos os estímulos percebidos, registrando todo e qualquer odor percebido no efluente cromatográfico, mesmo quando não tem muita certeza desse estímulo. Já o julgador neutro é aquele que não adota um critério fixo para reportar um estímulo, não se caracterizando como conservador, nem como liberal, é um “intermediário” entre os dois tipos.

Em nosso estudo, o julgador 3 foi considerado conservador, apresentou o menor desvio padrão e o menor número de picos odoríferos detectados (31), enquanto que os julgadores 2 e 5 foram considerados liberais, e apresentaram os maiores desvios padrão. O julgador 2 detectou 59 picos odoríferos e o julgador 5, 90 picos odoríferos. Os julgadores 1 e 4 foram considerados neutros, pois apresentaram desvios padrão intermediário, sendo que o julgador 1 detectou 54 picos odoríferos e o julgador 4, 76 picos odoríferos.

Brand e Millot (2001) sugerem ainda que a sensibilidade olfativa de cada julgador se deve a fatores genéticos, idade, sexo, familiaridade com a substância analisada, entre outros fatores.

Na comparação dos cromatogramas individuais médios (Figura 4), é possível verificar algumas diferenças na percepção dos odores pelos julgadores. Nos primeiros 25 minutos (até o pico “j”), foram percebidos quase todos os picos odoríferos importantes para o aroma da uvaia por todos os julgadores. Enquanto que nos últimos 20 minutos (50 a 70 minutos) da avaliação olfatométrica, os julgadores detectaram os picos de menor importância odorífera, no caso dos julgadores 1 e 3, nesta região, foram detectados somente 9 e 5 picos odoríferos, respectivamente. Esse fato pode ser explicado pelo reduzido número de picos cromatográficos nesta região (Figura 3), cujos compostos correspondentes estão presentes em pequenas quantidades, além da sensibilidade dos julgadores para a percepção de picos odoríferos próximo ao seu *threshold* (limiar de percepção). Os julgadores utilizaram toda a escala de intensidade para registrar os picos odoríferos (Figura 4).

Sampaio (2007) relatou em estudo com *water phase* de caju, também utilizando a técnica CG-O-OSME, que o número de picos detectados por cada julgador dependia principalmente do tipo de julgador, ou seja, a variação dos números de picos detectados pelo julgador poderia estar relacionada ao critério de reportar o estímulo olfativo percebido e não em relação à sensibilidade do mesmo.

A Tabela 2 mostra os dez compostos odoríferos de maior intensidade para a uvaia, detectados pelos cinco julgadores. Houve uma boa concordância da equipe sensorial em relação aos picos de maior importância odorífera.

Indivíduos treinados e selecionados utilizam diferentes porções da escala de intensidade para a percepção do odor. Diferenças na intensidade de percepção são esperadas nas técnicas sensoriais, principalmente nas técnicas olfatométricas, pois a avaliação de um odor é realizada em poucos segundos (POLLIEN, 1997). A intensidade de um estímulo odorífero é influenciada por diversos fatores como memória sensorial, sensibilidade ao composto, expectativa individual e limiar de detecção (*threshold*), entre outros (CIAMPONE, 2007). Diferenças na ordenação da intensidade odorífera dos compostos voláteis por cada julgador foram relatadas em outros trabalhos (ALVES, 2004; BERGARA-ALMEIDA, 2006; CIAMPONE, 2007; SAMPAIO, 2007).

4. CONCLUSÕES

Os compostos de maior importância odorífera para o aroma de uvaia foram hexanoato de etila, butanoato de etila, hexanoato de metila, butanoato de metila, 2-butenato de etila e hexanoato de hexila, descritos como “uvaia, doce, frutal, cítrico, morango”, e beta-mirceno e beta-pineno, descritos como “plástico, borracha, queijo”. Estes compostos voláteis são os responsáveis pelo sabor adocicado e ácido desta fruta exótica.

Tabela 2. Média e desvios padrão da intensidade (entre parênteses) dos dez compostos voláteis de maior importância odorífera para a uvaia, atribuída por cada julgador e pela equipe.

Julgador 1	Julgador 2	Julgador 3	Julgador 4	Julgador 5	Consensual da equipe
hexanoato de etila (9,37±0,56)	butanoato de etila (9,95±0,10)	hexanoato de etila (9,29±0,20)	hexanoato de etila (9,74±0,44)	hexanoato de etila (10,00±0,00)	hexanoato de etila (9,67±0,33)
butanoato de etila (8,36±1,62)	hexanoato de etila (9,94±0,12)	beta-cariofileno (8,32±0,58)	butanoato de etila (8,72±1,45)	butanoato de etila (9,96±0,10)	butanoato de etila (9,03±0,86)
hexanoato de metila (7,66±1,02)	2-butenato de etila (7,58±1,58)	butanoato de etila (8,19±0,64)	butanoato de metila (6,75±3,80)	2-butenato de etila (8,80±1,12)	hexanoato de metila (6,80±1,43)
beta-mirceno (7,40±1,10)	hexanoato de metila (7,58±0,72)	beta-mirceno (6,73±1,20)	hexanoato de metila (6,35±2,18)	cis-3-hexen-1-ol (8,58±1,72)	butanoato de metila (6,75±1,47)
beta-cariofileno (7,00±0,52)	beta-pineno (7,56±1,22)	hexanoato de cis-3-hexenila (6,68±1,32)	hexanoato de hexila (5,54±1,15)	butanoato de metila (8,57±1,50)	2-butenato de etila (6,44±2,06)
butanoato de metila (6,98±1,36)	butanoato de metila (7,02±1,86)	beta-pineno (5,69±0,98)	2-butenato de etila (5,40±2,06)	hexanoato de metila (7,93±0,62)	beta-pineno (5,95±1,30)
2-butenato de etila (6,95±0,71)	beta-mirceno (6,46±4,31)	cis-3-hexen-1-ol (4,61±3,12)	beta-pineno (5,23±1,55)	alfa-pineno (7,57±1,49)	hexanoato de hexila (5,62±1,36)
Pico "p" (6,48±1,88)	hexanoato de hexila (6,27±1,05)	hexanoato de metila (4,49±0,94)	Pico "e" (3,51±2,10)	hexanoato de hexila (7,55±0,11)	beta-mirceno (5,50±1,97)
hexanoato de cis-3-hexenila (6,44±0,57)	octanoato de etila (5,93±0,82)	hexanoato de hexila (4,51±1,63)	cis-3-hexen-1-ol (2,82±1,88)	beta-pineno (6,94±1,55)	cis-3-hexen-1-ol (4,80±2,33)
Pico "e" (5,32±1,32)	cis-3-hexen-1-ol (5,06±3,59)	butanoato de metila (4,46±1,71)	beta-mirceno (2,72±1,11)	beta-ocimeno (6,04±4,21)	alfa-pineno (4,44±2,03)

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACREE, T.; ARN, H. Flavornet. Disponível em <<http://www.flavornet.org/flavornet.html>>. Acessado em 23 de junho de 2009.

BERGARA-ALMEIDA, S. **Efeito de diferentes aromas cítricos sobre a qualidade e estabilidade sensoriais de suco de laranja pronto para beber**. 2006. 189p. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

ALVES, G. L. **Compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (*Genipa americana* L.) e murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich)**. 2004. 136p. Tese de Doutorado

- em Ciências dos Alimentos. Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.
- BRAND, G.; MILLOT, J. L. Sex differences in human olfaction: between evidence and enigma. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 54, n. 3, p. 259-270, 2001.
- CARDELLO, H. M.; DAMÁSIO, M. H. Análise tempo-intensidade. **Bol. SBCTA**, v. 30, n. 2, p. 156-165, 1996.
- CIAMPONE, S. **Perfil de voláteis em water phase de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) e avaliação de seu potencial para a produção de essência natural**. 2007. 117 p. Tese de Doutorado em Alimentos e Nutrição. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- Da SILVA, M. A. A. P.; LUNDHAL, D. S.; McDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfactometry technique. In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D.G.(Eds). **Trends in Flavor Research**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, p. 191-209, 1994.
- DELAHUNTY, C. M.; EYRES, G.; DUFOUR, J. P. Review: Gas chromatography-olfactometry. **J. Sep. Sci.**, v. 29, p. 2107-2125, 2006.
- ETTRE, L. S. The Kovats retention index system. **Analytical Chemistry**, v. 36, p. 31A-41A, 1964.
- FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 293-299, 1983.
- FRANCO, M. R. B. **Isolamento e cromatografia gasosa dos voláteis de graviola e mamão**. Campinas, 1980. 110p. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.
- GARRUTI, D. S. **Composição de Voláteis e Qualidade de Aroma do Vinho de Caju**. 2001. 218 p. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.
- GARRUTI, D. S. et al. Evaluation of volatile flavor compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the OSME gas chromatography-olfactometry technique. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.
- GOLDSTEIN, E. B. **Sensation and Perception**. 3a ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1989, 598p.
- JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracuyá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Noticias Técnicas del Laboratorio** (Ed. en español), v. 13, n. 4, p. 12-14, 2005.
- JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative analysis off Flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography**. Ed Academic Press Inc. London, 1980. 472p.
- JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. *Flavicarpa degner*) by GC-MS and GC/O. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 1523-15288, 2002.

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.**, v. 48, n. 4, p. 1307-1314, 2000.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo *in natura*)**. SP Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

McDANIEL, M.R. et al. Pinot noir aroma: a sensory/gas chromatographic approach. In: CHARALAMBOUS, G. (Ed.). **Flavors and Off-Flavors**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, p. 23-36, 1990.

MIRANDA-LOPEZ, R. et al. Identification of additional odor-active compounds in Pinot Noir wines. **Am. J. Enol. Viticult.**, v. 43, p. 90-92, 1992.

POLLIEN, P.; et al. Hyphenated headspace-gas chromatography-sniffing technique: screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 2630-2637, 1997.

SAMPAIO, K. L. **Identificação do perfil de voláteis e caracterização de seus impactos odoríferos em *water phase* e essências naturais de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2007. 157 p. Tese de Doutorado em Alimentos e Nutrição. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

VAN RUTH, S. M.; O'CONNOR, C. H. Evaluation of three gas chromatography-olfactometry methods: comparison of odour intensity-concentration relationships of eight volatile compounds with sensory headspace data. **Food Chemistry**, v. 74, p. 341-34, 2001.

Anexo 1. Média e desvio padrão de tempo inicial, tempo de intensidade máxima, intensidade máxima, tempo final e área dos picos odoríferos detectados pelo julgador 1.

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
< 800	cítrico, ácido	8,00	0,12	8,07	0,15	8,10	0,14	2,11	2,51	7,41	8,70
< 800	ranço	8,65	0,15	8,72	0,13	8,76	0,15	2,37	2,93	8,42	10,14
< 800	frutal	8,96	0,08	9,02	0,05	9,07	0,04	2,31	3,40	2,51	2,99
< 800	doce, frutal	9,05	0,04	9,14	0,03	9,20	0,03	6,98	1,36	37,07	16,60
< 800	frescor, lavanda	9,64	0,05	9,74	0,04	9,79	0,03	5,32	1,32	30,77	17,58
816	fedido, doce, frutal	10,32	0,02	10,5	0,07	10,56	0,10	8,36	1,62	85,13	42,84
822	floral, açúcar queimado	10,62	0,23	10,72	0,22	10,77	0,22	2,99	3,53	16,34	19,36
865	morango, doce, frutal, amora	12,51	0,04	12,65	0,02	12,72	0,03	6,95	0,71	54,10	17,93
868	morango, doce	12,84	0,04	12,89	0,04	12,93	0,03	2,94	2,25	9,26	7,69
886	limão, fedido	13,69	0,24	13,76	0,24	13,8	0,23	2,35	2,79	11,08	13,24
906	verde, estranho	14,72	0,08	14,82	0,04	14,87	0,03	4,10	3,43	10,24	11,72
913	uva, framboesa, amora, morango artificial	15,10	0,04	15,24	0,05	15,3	0,06	7,66	1,02	55,70	10,86
933	doce	16,20	0,19	16,25	0,21	16,28	0,22	1,59	2,07	4,80	7,10
953	estragado, fedido	17,56	0,08	17,64	0,10	17,7	0,11	4,58	2,26	25,70	19,61
985	floral, doce, frutal	19,37	0,30	19,45	0,28	19,51	0,27	3,43	2,65	16,75	18,68
991	fedido, alcoólico	19,84	0,06	19,90	0,05	19,95	0,04	4,34	1,11	18,51	8,24
996	borracha, sintético	20,08	0,06	20,18	0,05	20,24	0,06	7,40	1,10	44,09	10,15
1005	sintético	20,71	0,04	20,81	0,03	20,86	0,03	5,06	3,98	25,69	22,85
1012	groselha, uva, morango, doce	21,13	0,06	21,27	0,05	21,34	0,07	9,37	0,56	56,91	32,79
1042	floral, frutal, fedido, lavanda	23,12	0,11	23,20	0,11	23,23	0,11	3,90	1,73	16,16	10,22
1049	estranho, fedido	23,62	0,41	23,69	0,43	23,74	0,41	2,02	2,36	9,05	10,99
1082	maria-fedida, floral, sintético	26,01	0,18	26,10	0,16	26,14	0,16	4,75	1,03	21,64	12,45
1092	queimado, ranço, goiaba	26,84	0,23	26,89	0,20	26,92	0,19	2,73	2,16	8,16	9,62
1109	sintético, uva, leite azedo	27,96	0,26	28,07	0,19	28,12	0,18	3,96	3,87	29,58	39,70
1124	frutal, frescor	29,01	0,17	29,07	0,16	29,11	0,15	1,32	1,58	4,10	5,17
1133	fedido, sintético	29,62	0,06	29,68	0,03	29,72	0,03	1,91	2,37	7,95	11,35
1137	cerveja, doce, cítrico	29,85	0,07	29,93	0,05	29,97	0,05	4,60	1,82	22,34	15,32
1157	amora, frescor	31,30	0,01	31,36	0,02	31,39	0,05	1,96	2,27	6,95	8,78
1160	sintético, mentolado	31,52	0,01	31,59	0,03	31,63	0,02	2,89	3,58	11,35	14,72
1166	framboesa, mentolado	31,94	0,13	32,01	0,14	32,05	0,14	1,94	2,56	7,11	8,77
1172	queijo, remédio	32,33	0,08	32,44	0,06	32,49	0,06	6,48	1,88	39,18	16,45

continua ...

continuação ...

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
1180	framboesa, doce, frutal	32,98	0,15	33,03	0,16	33,08	0,18	3,41	3,51	12,34	15,04
1187	tutti-frutti, frutal, sintético	33,51	0,17	33,59	0,16	33,64	0,19	4,64	3,24	21,13	15,86
1196	frutal, doce, morango	34,15	0,11	34,22	0,11	34,26	0,11	3,70	2,50	14,50	10,01
1207	doce, frutal, ranço	34,94	0,08	35,02	0,07	35,08	0,07	4,84	0,51	23,72	8,76
1245	hortelã	37,10	0,09	37,19	0,09	37,23	0,08	2,96	3,43	14,69	16,99
1259	sintético, doce	37,94	0,12	37,98	0,13	38,01	0,13	0,74	0,90	1,52	1,79
1307	terra, doce	40,82	0,09	40,89	0,06	40,93	0,05	2,84	2,39	12,81	15,10
1351	frutal, floral	42,81	0,20	42,90	0,25	42,94	0,26	1,63	2,19	9,17	14,87
1364	mel	43,47	0,07	43,54	0,06	43,58	0,06	6,44	0,57	28,27	7,49
1383	doce	44,33	0,06	44,42	0,04	44,46	0,04	1,83	2,24	9,10	12,31
1400	hortelã, frutal, adocicado, ácido	45,21	0,08	45,28	0,06	45,32	0,05	4,21	0,97	17,25	12,95
1481	adocicado, limão, morango	48,35	0,07	48,42	0,05	48,47	0,06	7,00	0,52	30,53	4,59
1490	adocicado, tutti-frutti	48,73	0,03	48,78	0,03	48,81	0,06	1,63	2,01	4,77	6,68
1505	floral, morango, doce, estranho	49,28	0,06	49,37	0,07	49,41	0,08	4,37	0,54	22,03	10,24
1574	adocicado, floral, frutal, erva doce	51,62	0,10	51,68	0,11	51,73	0,09	3,74	0,72	15,97	7,60
1642	plástico	53,78	0,11	53,86	0,14	53,91	0,14	2,69	3,12	12,73	14,74
1717	ranço, sintético	56,13	0,38	56,18	0,37	56,24	0,37	1,98	2,58	7,92	10,88
1784	maria-fedida, frutal	58,06	0,08	58,12	0,09	58,16	0,10	2,97	3,49	11,09	13,47
1869	sintético, doce	60,37	0,15	60,41	0,13	60,45	0,13	1,19	1,40	3,79	4,75
1973	queijo, frutal	63,06	0,12	63,12	0,13	63,17	0,14	1,75	2,03	6,94	8,21
2058	frutal, doce, fedido	65,14	0,13	65,20	0,11	65,25	0,08	2,40	2,87	10,33	14,25
2066	fedido, azedo, mentolado	65,33	0,02	65,40	0,01	65,44	0,02	2,41	3,13	10,10	15,73
2246	framboesa, fedido, azedo	69,72	0,02	69,79	0,00	69,84	0,03	2,80	3,78	13,34	21,00

¹ Média de 4 repetições; ² IR= índice de retenção calculado na coluna DB-5; T Inicial = tempo inicial; T I max. = tempo de intensidade máxima; T Final = tempo final; I max. = média da intensidade máxima obtida no aromagrama (0 = "nenhum", 5 = "moderado", 10 = "forte"); DP = desvio padrão.

Anexo 2. Média e desvio padrão de tempo inicial, tempo de intensidade máxima, intensidade máxima, tempo final e área dos picos odoríferos detectados pelo julgador 2.

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
< 800	doce, frutal	7,94	0,01	7,97	0,03	7,98	0,02	1,49	1,73	2,52	2,91
< 800	doce, morango	8,98	0,01	9,02	0,04	9,04	0,05	1,71	2,06	4,80	7,64
< 800	doce, morango	9,04	0,08	9,12	0,07	9,17	0,07	7,02	1,86	36,71	20,62
< 800	borracha, sintético, doce	9,59	0,05	9,66	0,04	9,7	0,02	3,97	2,70	16,15	12,17
802	morango, doce, sintético	9,85	0,14	9,93	0,12	9,95	0,12	3,97	3,10	18,50	16,78
816	doce, ácido, morango	10,31	0,07	10,46	0,07	10,59	0,11	9,95	0,10	89,47	24,08
846	tostado, fumaça	11,73	0,03	11,78	0,02	11,81	0,03	2,06	2,45	6,47	7,57
863	doce	12,47	0,02	12,55	0,01	12,59	0,02	3,05	3,53	14,85	17,41
865	doce, frutal, morango	12,61	0,03	12,69	0,02	12,73	0,03	7,58	1,58	35,46	13,96
868	doce, uvaia, verde	12,77	0,02	12,86	0,03	12,89	0,03	5,06	3,59	21,55	14,53
901	terra, queimado	14,50	0,09	14,54	0,09	14,57	0,09	1,83	2,22	4,55	5,59
906	plástico, sintético	14,81	0,16	14,80	0,12	14,84	0,11	2,20	2,66	7,29	8,95
913	morango, uvaia, uva	15,09	0,08	15,18	0,07	15,25	0,08	7,58	0,72	48,04	12,00
953	chulé, sintético, verde	17,12	0,14	17,18	0,15	17,20	0,15	3,62	1,06	12,24	6,12
961	sintético	17,87	0,07	17,91	0,06	17,95	0,03	1,89	2,43	7,61	12,02
981	enxofre, verde	19,10	0,17	19,16	0,17	19,19	0,17	2,36	2,79	7,70	8,99
991	estranho, sintético, terra	19,77	0,10	19,88	0,10	19,93	0,09	7,56	1,22	46,50	8,57
996	sintético, plástico	20,10	0,10	20,21	0,08	20,27	0,09	6,46	4,31	41,94	28,57
1012	doce, guaraná	21,12	0,08	21,22	0,11	21,31	0,12	9,94	0,12	86,52	30,61
1082	verde, estranho	25,94	0,22	25,99	0,22	26,04	0,24	2,91	3,48	12,24	15,69
1093	queimado, tostado	26,88	0,08	26,96	0,07	27,00	0,07	4,150	2,82	20,12	16,50
1119	sintético, plástico	28,65	0,09	28,71	0,08	28,73	0,07	3,50	2,39	11,59	8,73
1125	mentolado, hortelã	29,08	0,34	29,12	0,32	29,13	0,31	1,93	2,58	4,44	7,16
1172	maria-fedida, queijo	32,41	0,26	32,46	0,22	32,49	0,21	2,51	3,39	10,57	17,70
1185	doce, sintético	33,33	0,04	33,37	0,04	33,39	0,04	2,63	3,08	5,81	7,09
1207	estranho, doce, ruim, ranço	34,92	0,10	34,97	0,09	35,00	0,09	5,93	0,82	17,48	3,79
1254	terra, verde	37,68	0,10	37,72	0,08	37,76	0,04	0,91	1,06	2,65	3,45
1268	cítrico, verde, terra	38,51	0,31	38,54	0,31	38,58	0,32	1,76	1,38	4,15	2,96
1301	maria-fedida	40,35	0,10	40,65	0,16	40,68	0,16	3,82	2,55	19,06	12,89
1341	uvaia, doce, mato	42,39	0,10	42,45	0,08	42,48	0,08	3,59	2,81	12,68	12,79
1360	terra	43,30	0,20	43,34	0,17	43,36	0,18	1,17	1,46	2,81	3,79

continua ...

continuação ...

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
1364	uvaia, ranço, doce	43,54	0,01	43,58	0,04	43,6	0,03	1,44	1,82	3,61	5,52
1393	sintético, folha	44,91	0,10	44,94	0,12	44,96	0,12	1,69	2,34	3,95	6,35
1400	uva, uvaia, doce	45,21	0,04	45,28	0,06	45,32	0,06	6,27	1,05	24,49	4,58
1458	ácido, queijo, queimado, maria-fedida	47,44	0,03	47,49	0,05	47,52	0,06	2,55	1,74	7,81	5,99
1469	uvaia, doce, azedo	47,90	0,07	47,95	0,07	47,97	0,06	1,90	2,28	5,10	5,98
1498	doce, banana	49,06	0,09	49,12	0,06	49,13	0,06	2,18	2,55	6,55	8,51
1506	floral, doce, frutal	49,30	0,03	49,38	0,04	49,41	0,04	5,00	3,38	20,94	15,38
1559	terra, uvaia	51,08	0,14	51,17	0,22	51,23	0,27	2,46	2,85	12,36	19,62
1572	verde, terra	51,59	0,15	51,62	0,16	51,66	0,16	2,08	1,74	6,09	6,30
1608	ranço, chulé, doce, uva	52,80	0,09	52,84	0,08	52,86	0,08	2,64	1,82	6,12	4,11
1684	sintético, verde, frutal	55,14	0,35	55,18	0,35	55,20	0,31	1,65	1,91	3,83	4,51
1717	verdura cozida, fedido, doce, sintético	56,11	0,13	56,16	0,13	56,20	0,10	3,73	0,67	9,61	3,94
1741	terra, tostado	56,81	0,10	56,87	0,11	56,90	0,11	2,32	2,69	7,95	9,26
1754	ranço, sintético, verdura cozida	57,21	0,18	57,24	0,17	57,26	0,16	2,32	1,56	5,23	3,69
1768	suor, azedo	57,60	0,06	57,64	0,05	57,67	0,05	1,27	1,51	3,82	4,90
1798	queimado, chulé	58,47	0,07	58,52	0,07	58,56	0,08	2,64	2,21	7,40	6,08
1812	verde	58,85	0,01	58,90	0,01	58,92	0,01	1,27	1,58	3,35	4,20
1844	seco, terra	59,69	0,11	59,73	0,10	59,76	0,14	1,59	1,84	3,96	4,69
1865	sintético, poeira	60,25	0,36	60,31	0,34	60,37	0,29	2,02	2,53	9,55	14,49
1880	plástico, refrescante, estranho	60,65	0,03	60,70	0,03	60,72	0,03	3,45	2,33	10,13	7,84
1910	ranço, uvaia, sintético	61,44	0,08	61,50	0,11	61,52	0,11	2,11	3,00	6,79	11,14
1950	tostado, frutal	62,47	0,00	62,51	0,01	62,54	0,01	3,16	3,92	10,07	12,27
1961	tostado, uvaia, torrado, fedido	62,76	0,01	62,80	0,01	62,82	0,01	2,64	3,32	6,73	8,86
2054	solvente	65,07	0,14	65,11	0,13	65,13	0,13	1,73	2,05	3,85	4,75
2094	fedido, maria-fedida, mato	66,03	0,12	66,08	0,14	66,10	0,15	1,76	2,13	4,45	6,00
2139	solvente, sintético	67,08	0,10	67,13	0,12	67,19	0,11	3,22	2,81	11,54	11,51
2154	plástico	67,42	0,05	67,49	0,03	67,53	0,01	1,46	1,82	4,24	4,90
2198	doce, terra	68,52	0,02	68,55	0,02	68,57	0,01	1,30	1,57	2,64	3,34

¹ Média de 4 repetições; ² IR= índice de retenção calculado na coluna DB-5; T Inicial = tempo inicial; T I max. = tempo de intensidade máxima; T Final = tempo final; I max. = média da intensidade máxima obtida no aromagrama (0 = "nenhum", 5 = "moderado", 10 = "forte"); DP = desvio padrão.

Anexo 3. Média e desvio padrão de tempo inicial, tempo de intensidade máxima, intensidade máxima, tempo final e área dos picos odoríferos detectados pelo julgador 3.

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
< 800	borracha, doce	8,78	0,12	8,82	0,13	8,83	0,13	1,77	2,07	3,52	4,09
< 800	cítrico, morango, frutal, xarope	9,06	0,03	9,12	0,06	9,15	0,06	4,46	1,71	16,40	11,90
< 800	sintético, borracha, açúcar queimado, morango	9,64	0,07	9,71	0,09	9,74	0,11	4,43	0,73	16,94	8,84
816	doce, morango, guaraná, uvaia	10,34	0,07	10,49	0,05	10,53	0,08	8,19	0,64	62,72	12,52
865	verde, cítrico, maracujá, doce	12,59	0,08	12,65	0,08	12,66	0,09	3,48	0,57	9,87	5,07
868	verde, doce, morango, guaraná	12,71	0,08	12,77	0,08	12,80	0,08	4,61	3,12	15,36	10,43
913	doce, frutal, framboesa	15,13	0,09	15,18	0,11	15,20	0,11	4,49	0,94	12,83	5,81
953	hortelã, eucalipto, verde, frescor	17,35	0,10	17,39	0,10	17,41	0,11	4,45	0,94	11,08	3,81
971	ruim, açúcar queimado	18,52	0,17	18,56	0,16	18,58	0,16	2,83	1,90	6,60	5,30
991	queimado, borracha	19,79	0,10	19,86	0,11	19,89	0,10	5,69	0,98	22,15	6,91
996	borracha, queimada	20,11	0,08	20,17	0,08	20,26	0,11	6,73	1,20	29,92	19,92
1006	sintético, queimado	20,84	0,08	20,86	0,10	20,88	0,10	1,35	1,60	1,92	2,67
1012	doce, guaraná, framboesa, morango	21,13	0,09	21,24	0,07	21,28	0,08	9,29	0,20	58,51	7,45
1015	mato, eucalipto, maria-fedida	21,37	0,00	21,41	0,01	21,43	0,01	1,61	1,93	3,56	4,13
1082	eucalipto	26,04	0,09	26,09	0,09	26,11	0,10	3,39	2,51	11,08	10,18
1094	queijo, fermentação	27,01	0,01	27,03	0,01	27,06	0,00	1,62	1,90	2,87	3,60
1108	amendoim	28,01	0,04	28,03	0,03	28,05	0,03	1,26	1,59	1,67	2,20
1139	ranço, doce, uvaia	30,04	0,11	30,10	0,09	30,12	0,09	3,92	2,79	8,28	8,73
1172	floral	32,23	0,08	32,28	0,13	32,30	0,13	2,17	3,04	6,81	12,29
1268	doce, algodão doce, morango	38,50	0,40	38,54	0,41	38,58	0,43	1,16	1,34	3,27	4,38
1295	borracha, sintético	40,24	0,06	40,25	0,05	40,27	0,05	0,86	1,08	1,09	1,57
1351	borracha, sintético	42,91	0,29	42,93	0,28	42,95	0,28	0,80	1,01	0,99	1,49
1364	doce, uvaia, ranço	43,48	0,06	43,55	0,07	43,58	0,08	6,68	1,32	22,64	1,37
1394	fumaça, frutal	44,96	0,10	44,98	0,10	44,99	0,11	1,15	1,43	1,38	1,94
1400	framboesa, morango, ameixa, fruta cítrico	45,23	0,05	45,26	0,05	45,28	0,05	4,51	1,63	8,83	5,30
1481	uvaia, doce, guaraná	48,35	0,04	48,42	0,03	48,45	0,04	8,32	0,58	29,52	3,23
1667	erva, mato	54,62	0,11	54,65	0,12	54,67	0,09	1,08	1,25	1,73	2,00
1813	doce, caramelo	58,87	0,06	58,91	0,08	58,94	0,06	1,21	1,46	2,48	2,92
1867	doce, mato	60,30	0,18	60,36	0,15	60,38	0,16	1,70	1,97	4,68	5,47
1998	mato, refrescante, doce, floral	63,75	0,15	63,78	0,15	63,80	0,14	2,17	1,56	3,34	2,26
2051	floral, queimado	65,02	0,01	65,04	0,00	65,05	0,00	1,00	1,22	1,17	1,72

¹ Média de 4 repetições; ² IR= índice de retenção calculado na coluna DB-5; T Inicial = tempo inicial; T I max. = tempo de intensidade máxima; T Final = tempo final; I max. = média da intensidade máxima obtida no aromagrama (0 = "nenhum", 5 = "moderado", 10 = "forte"); DP = desvio padrão.

Anexo 4. Média e desvio padrão de tempo inicial, tempo de intensidade máxima, intensidade máxima, tempo final e área dos picos odoríferos detectados pelo julgador 4.

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
< 800	verde	7,06	0,10	7,08	0,10	7,10	0,11	1,03	0,83	1,49	1,18
< 800	doce, uvaia	7,61	0,07	7,65	0,06	7,69	0,03	0,96	1,12	2,55	3,41
< 800	uvaia, doce, frutal	7,87	0,06	7,91	0,03	7,94	0,02	1,72	1,47	5,14	7,54
< 800	borracha, cítrico	8,50	0,13	8,55	0,09	8,63	0,10	2,08	2,15	14,67	27,14
< 800	doce, guaraná, uvaia, frutal	8,97	0,06	9,09	0,05	9,15	0,07	6,75	3,80	45,14	32,21
< 800	doce, uvaia, ácido	9,62	0,03	9,71	0,05	9,74	0,06	3,51	2,10	19,5	23,60
816	morango, doce, guaraná	10,30	0,04	10,50	0,02	10,58	0,04	8,72	1,45	88,15	21,40
841	queijo, tostado	11,54	0,27	11,55	0,28	11,56	0,28	1,06	0,74	1,07	0,86
858	frutal, mato	12,31	0,00	12,33	0,00	12,37	0,01	1,02	1,18	3,04	2,87
865	doce, morango, guaraná, hortelã	12,52	0,05	12,58	0,06	12,62	0,06	5,40	2,06	19,72	9,47
868	verde, mato, cítrico	12,71	0,08	12,78	0,09	12,81	0,08	2,82	1,88	10,37	7,70
898	doce, borracha	14,34	0,11	14,37	0,11	14,39	0,10	1,04	1,40	1,64	2,15
913	plástico, morango, guaraná, queijo	15,08	0,04	15,15	0,01	15,21	0,02	6,35	2,18	30,61	9,43
928	frutal, ácido, doce	15,98	0,23	16,00	0,23	16,02	0,24	2,11	0,37	3,96	2,08
944	ácido, cítrico	16,83	0,26	16,86	0,27	16,87	0,26	1,20	0,89	2,10	2,45
953	verdura cozida, verde, doce	17,47	0,10	17,49	0,10	17,52	0,11	1,98	0,46	3,44	1,68
957	maria-fedida, grama	17,62	0,03	17,67	0,02	17,71	0,02	2,14	1,50	7,76	7,25
966	tutti-frutti, doce, frutal	18,17	0,23	18,20	0,23	18,21	0,23	1,66	1,31	2,47	2,39
980	limão, tostado, borracha	19,10	0,11	19,13	0,12	19,15	0,12	1,37	1,01	3,01	2,50
991	borracha, fármaco, maria-fedida	19,77	0,04	19,85	0,03	19,92	0,08	5,23	1,55	27,62	14,40
996	fermentado, queijo, maria-fedida	20,25	0,25	20,31	0,22	20,36	0,25	2,72	1,11	13,43	8,38
1012	guaraná, doce	21,09	0,03	21,25	0,04	21,33	0,05	9,74	0,44	82,47	9,87
1046	borracha, verde	23,45	0,13	23,47	0,12	23,49	0,13	0,84	0,99	1,07	1,29
1056	fedido, fruta passada	24,11	0,26	24,14	0,25	24,22	0,27	1	1,19	3,12	4,19
1063	verde	24,64	0,20	24,66	0,19	24,68	0,20	1,37	0,94	2,15	1,83
1082	cítrico, verde, grama	25,83	0,20	25,88	0,22	25,89	0,22	2,22	1,59	5,26	4,24
1088	verde	26,51	0,08	26,54	0,08	26,57	0,09	1,47	0,98	2,41	1,84
1091	doce	26,80	0,00	26,82	0,00	26,84	0,00	1,32	1,57	2,25	2,68
1093	tostado, borracha queimada	26,91	0,02	26,96	0,01	26,98	0,01	1,65	1,91	4,51	5,36
1095	verde, banana, hortelã	27,05	0,12	27,09	0,11	27,12	0,11	2,17	1,55	4,94	3,71
1107	fruta passada, ruim	27,92	0,25	27,96	0,26	27,97	0,26	1,72	1,27	3,77	3,32
1123	verde, cítrico	28,96	0,21	28,98	0,21	29,01	0,21	2,29	0,53	4,53	1,72
1133	leite, queimado	29,63	0,21	29,66	0,21	29,68	0,21	0,76	0,88	1,43	1,66
1139	cítrico, uvaia	30,02	0,04	30,10	0,06	30,14	0,05	1,93	2,28	8,72	10,47

continua ...

continuação ...

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
1147	ruim, verde	30,61	0,24	30,63	0,24	30,66	0,27	0,86	1,03	1,08	1,26
1159	refrescante, mentolado, eucalipto	31,44	0,06	31,47	0,06	31,50	0,06	1,78	1,27	4,37	3,63
1165	tostado	31,86	0,19	31,95	0,16	31,99	0,17	1,89	2,19	8,84	10,49
1179	doce	32,92	0,11	32,94	0,13	32,96	0,12	1,62	1,12	2,87	2,13
1186	hortelã, borracha	33,42	0,06	33,46	0,07	33,54	0,16	1,35	1,57	3,47	4,00
1198	borracha, doce, verde	34,41	0,07	34,45	0,08	34,46	0,07	1,74	1,33	3,45	2,84
1207	verde, passado, verdura cozido	34,97	0,10	34,99	0,09	35,01	0,09	2,31	0,28	3,80	2,74
1216	hortelã, cítrico	35,45	0,40	35,47	0,40	35,50	0,42	0,92	1,12	1,01	1,26
1245	borracha, cítrico	37,11	0,02	37,16	0,02	37,19	0,01	1,35	1,57	4,38	5,14
1260	verde, cítrico	37,91	0,02	38,07	0,22	38,08	0,22	0,99	1,14	1,42	1,72
1270	doce, tostado	38,66	0,16	38,68	0,17	38,70	0,18	0,95	1,24	1,83	2,82
1280	plástico, borracha	39,31	0,08	39,33	0,08	39,37	0,06	1,54	1,08	3,50	2,55
1286	borracha, cítrico	39,69	0,17	39,72	0,17	39,74	0,17	1,71	1,38	4,02	4,81
1298	verde, doce, cítrico	40,48	0,15	40,5	0,15	40,54	0,12	1,94	0,16	3,87	2,08
1316	cítrico, estranho	41,29	0,21	41,31	0,22	41,34	0,22	1,75	0,44	3,44	2,92
1332	queimado, tostado, borracha	41,98	0,21	42,03	0,19	42,05	0,18	2,02	1,86	6,15	8,43
1352	cítrico, tostado	42,95	0,19	42,97	0,19	42,99	0,19	1,13	0,86	1,37	1,04
1364	doce	43,69	0,14	43,72	0,14	43,74	0,15	0,93	1,12	1,38	1,60
1380	limão, cítrico	44,26	0,01	44,28	0,00	44,35	0,06	0,93	1,07	1,85	2,14
1400	lavanda, madeira, floral	45,16	0,06	45,24	0,07	45,33	0,07	5,54	1,15	28,21	7,15
1426	tostado, alho	46,24	0,25	46,27	0,24	46,29	0,23	1,46	1,03	2,39	2,11
1446	verde, doce	47,02	0,02	47,05	0,01	47,07	0,01	1,26	1,53	2,28	2,89
1456	plástico, fruta passada	47,42	0,07	47,44	0,07	47,47	0,08	1,84	0,63	3,75	1,81
1506	doce, borracha, floral	49,36	0,22	49,39	0,21	49,45	0,22	1,20	0,82	2,54	2,57
1521	borracha, cítrico	49,86	0,01	49,89	0,03	49,91	0,04	1,19	1,46	2,36	3,45
1548	plástico, cítrico, queijo	50,77	0,05	50,80	0,06	50,81	0,06	1,02	0,83	1,59	1,56
1561	poeira, tostado	51,18	0,21	51,23	0,20	51,29	0,15	1,35	1,56	5,87	7,80
1585	cítrico, borracha	52,04	0,13	52,05	0,13	52,07	0,12	0,71	0,93	0,72	0,94
1606	tostado, plástico	52,75	0,26	52,78	0,26	52,81	0,25	1,21	1,44	2,89	3,71
1630	verde, borracha	53,48	0,14	53,51	0,14	53,53	0,14	2,06	0,67	4,04	2,32
1647	verde	54,01	0,09	54,03	0,08	54,06	0,08	1,15	1,33	1,98	2,28
1668	tostado, doce, frutal	54,66	0,00	54,67	0,00	54,69	0,00	0,68	0,81	0,77	0,92
1696	verde, tostado	55,53	0,12	55,56	0,11	55,63	0,18	0,92	1,15	2,08	2,56
1713	limão, verde	56,03	0,13	56,05	0,12	56,07	0,12	0,76	0,89	1,06	1,31
1756	borracha, ruim, fermentado	57,25	0,16	57,28	0,15	57,30	0,15	2,08	0,36	4,62	1,93
1784	tostado, borracha	58,07	0,04	58,10	0,05	58,12	0,06	0,96	1,12	1,77	2,24
1850	cítrico	59,88	0,09	59,91	0,09	59,93	0,10	1,08	1,36	2,05	2,73
1871	doce, queimado	60,42	0,06	60,45	0,05	60,46	0,04	0,86	1,16	1,48	2,32
1881	borracha, cítrico	60,72	0,03	60,74	0,02	60,76	0,02	0,90	1,15	1,41	1,97
1908	limão, cítrico	61,42	0,10	61,44	0,11	61,46	0,12	0,71	0,89	1,00	1,36

continua ...

continuação ...

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
1939	verde, queimado	62,21	0,02	62,23	0,02	62,26	0,01	1,19	1,37	2,06	2,49
2016	doce, frutal	64,17	0,03	64,19	0,03	64,21	0,05	0,84	1,06	1,37	1,89

¹ Média de 4 repetições; ² IR= índice de retenção calculado na coluna DB-5; T Inicial = tempo inicial; T I max. = tempo de intensidade máxima; T Final = tempo final; I max. = média da intensidade máxima obtida no aromagrama (0 = “nenhum”, 5 = “moderado”, 10 = “forte”); DP = desvio padrão.

Anexo 5. Média e desvio padrão de tempo inicial, tempo de intensidade máxima, intensidade máxima, tempo final e área dos picos odoríferos detectados pelo julgador 5.

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
< 800	ruim, estranho	7,52	0,14	7,57	0,11	7,60	0,11	2,60	2,40	7,46	8,12
< 800	doce, ácido, uvaia	7,86	0,05	7,91	0,05	7,93	0,05	2,68	2,52	6,89	6,81
< 800	sintético, plástico, doce	8,38	0,11	8,42	0,12	8,47	0,11	2,01	2,28	4,91	6,22
< 800	doce, artificial	8,97	0,01	9,01	0,03	9,04	0,03	1,66	2,28	3,90	5,72
< 800	doce, frutal, guaraná, uvaia	8,97	0,09	9,07	0,05	9,13	0,05	8,57	1,50	49,18	28,63
< 800	gás, ácido	9,56	0,02	9,62	0,02	9,65	0,04	2,41	3,88	9,23	17,95
< 800	frutal, doce, uvaia	9,65	0,04	9,72	0,03	9,78	0,03	4,71	2,64	19,91	12,20
816	ácido, doce, uvaia, uva	10,29	0,04	10,41	0,07	10,52	0,07	9,96	0,10	89,18	21,49
845	poeira, fumaça, queijo	11,67	0,09	11,72	0,12	11,74	0,12	2,33	2,75	6,50	10,51
857	fermentado	12,23	0,03	12,26	0,03	12,28	0,04	1,15	1,59	2,22	3,19
865	ácido, uvaia, guaraná, doce	12,48	0,05	12,60	0,07	12,67	0,06	8,80	1,12	59,94	23,07
866	morango, guaraná	12,65	0,00	12,71	0,03	12,74	0,03	3,05	4,38	10,45	16,75
868	doce, uvaia, ácido, verde	12,73	0,04	12,80	0,02	12,84	0,02	8,58	1,72	34,56	14,94
887	limão, frutal	13,75	0,04	13,79	0,02	13,80	0,01	1,25	1,72	2,63	3,95
900	cloro, chulé	14,45	0,14	14,49	0,15	14,51	0,15	1,34	1,99	2,87	4,45
906	fermentado, sintético	14,74	0,07	14,79	0,08	14,82	0,09	2,30	3,19	6,92	9,48
913	doce, manga madura, morango, guaraná	15,04	0,06	15,14	0,06	15,23	0,06	7,93	0,62	46,51	5,35
928	ácido, estranho, terra	15,94	0,15	15,97	0,16	15,98	0,16	2,36	1,63	4,00	3,41
947	chulé, queijo, cozido	17,03	0,06	17,07	0,07	17,10	0,07	2,24	2,11	5,12	5,70
953	cítrico, limão, verde	17,27	0,04	17,35	0,05	17,39	0,06	7,57	1,49	30,81	6,99
958	estranho, mentolado, fedido	17,68	0,18	17,73	0,17	17,75	0,16	2,80	2,89	7,08	9,00
976	sintético, fedido, fumaça	18,81	0,15	18,84	0,16	18,86	0,16	1,75	1,69	3,36	4,19
991	fedido, plástico, ruim, queimado	19,75	0,06	19,83	0,06	19,90	0,05	6,94	1,55	32,97	9,19
996	sintético, plástico, maria-fedida	20,11	0,00	20,18	0,01	20,20	0,02	4,20	4,03	15,33	16,28
1012	guaraná	21,08	0,05	21,17	0,06	21,29	0,05	10,00	0,00	67,15	9,43
1016	maria-fedida	21,40	0,05	21,46	0,05	21,51	0,04	5,64	1,85	19,53	11,43
1035	hortelã, doce de bala	22,65	0,08	22,68	0,08	22,69	0,08	0,97	1,33	1,59	2,21
1044	frescor, floral, borracha	23,24	0,20	23,29	0,20	23,31	0,20	1,44	1,97	3,15	4,33
1051	flor, semente	23,74	0,15	23,78	0,13	23,81	0,12	2,19	2,30	6,24	8,87
1063	frescor, hortelã, ácido	24,63	0,22	24,66	0,23	24,68	0,23	1,75	1,62	2,93	2,81
1078	floral, azeitona, verde	25,70	0,19	25,75	0,19	25,78	0,20	1,83	2,53	5,41	7,75
1082	maria-fedida, mato	26,00	0,07	26,06	0,07	26,12	0,08	6,04	4,21	20,96	15,99
1092	fedido, queimado, fumaça	26,83	0,08	26,90	0,08	26,93	0,07	5,08	4,72	18,16	16,66
1116	mato, terra	28,48	0,18	28,52	0,17	29,65	1,78	1,81	1,69	3,91	3,61

continua ...

continuação ...

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
1131	erva-cidreira, lavanda	29,47	0,14	29,51	0,14	29,57	0,09	1,78	2,48	3,88	5,57
1138	torrado, gergelim	29,94	0,08	29,98	0,09	30,01	0,10	3,46	2,21	9,93	8,63
1146	hortelã, frescor, fermentado	30,50	0,04	30,53	0,04	30,56	0,05	1,86	2,56	3,97	5,44
1172	queijo	32,29	0,08	32,33	0,11	32,37	0,14	1,30	1,87	3,81	7,04
1176	azedo, borracha	32,66	0,03	32,73	0,02	32,76	0,01	2,58	3,54	8,88	13,04
1178	verde, cidreira	32,86	0,07	32,89	0,08	32,92	0,08	1,60	2,32	3,77	5,99
1184	menta, hortelã, frescor	33,28	0,15	33,34	0,15	33,39	0,12	3,17	3,22	12,23	14,23
1193	mato, hortelã, menta	33,95	0,06	34,00	0,07	34,03	0,07	2,51	2,53	7,73	9,03
1199	sintético, estranho	34,47	0,06	34,52	0,06	34,56	0,06	2,12	3,00	6,87	9,73
1218	doce, estranho	35,51	0,33	35,57	0,32	35,61	0,30	2,15	3,09	6,69	10,62
1251	poeira	37,50	0,06	37,55	0,10	37,56	0,11	1,34	1,83	3,37	5,71
1261	poeira	38,13	0,13	38,16	0,13	38,18	0,12	1,19	1,69	1,78	2,74
1270	sintético, doce, terra	38,64	0,18	38,68	0,18	38,71	0,18	3,38	0,89	8,54	4,59
1285	queimado, terra	39,58	0,20	39,63	0,18	39,66	0,16	1,92	2,65	5,67	8,69
1291	doce, fedido, ácido	39,95	0,14	40,00	0,13	40,05	0,12	2,88	3,27	10,95	16,71
1311	fumaça, plástico, terra	41,06	0,18	41,09	0,18	41,11	0,18	2,02	1,89	3,58	3,54
1323	maria-fedida	41,62	0,11	41,65	0,11	41,66	0,10	1,36	1,89	2,29	3,31
1333	sintético, borracha queimada	42,05	0,01	42,09	0,01	42,12	0,00	1,36	1,87	3,26	4,47
1344	sintético, lavanda, floral	42,54	0,34	42,58	0,34	42,61	0,32	2,35	2,33	6,29	7,88
1360	fumaça, fedido	43,29	0,01	43,33	0,02	43,35	0,02	1,60	2,42	3,51	5,48
1364	doce	43,53	0,05	43,59	0,04	43,64	0,02	2,07	2,94	8,52	13,29
1370	cítrico, queimado	43,77	0,03	43,81	0,03	43,86	0,09	1,35	1,86	3,01	4,34
1389	plástico, verde	44,68	0,06	44,72	0,06	44,76	0,04	2,32	2,27	6,62	7,14
1400	doce, guaraná, melão	45,17	0,06	45,23	0,06	45,32	0,06	7,55	0,11	27,88	5,02
1409	groselha, doce	45,58	0,12	45,62	0,11	45,64	0,10	3,15	1,92	7,53	6,16
1425	doce, terra, fedido	46,18	0,09	46,23	0,09	46,27	0,11	2,11	2,00	7,65	8,40
1448	doce, estranho, terra	47,08	0,18	47,13	0,18	47,16	0,17	2,51	2,33	7,43	7,47
1481	ácido, limão	48,59	0,07	48,63	0,08	48,65	0,09	0,97	1,33	2,63	3,91
1492	ruim	48,82	0,00	48,85	0,00	48,88	0,00	1,55	2,22	2,86	4,33
1506	doce, ácido, sintético, floral	49,33	0,11	49,39	0,10	49,44	0,11	3,40	3,18	13,98	13,39
1525	chulé, doce	49,98	0,20	50,01	0,21	50,03	0,20	1,29	1,79	2,16	2,97
1537	maria-fedida, doce, verde, uvaia	50,39	0,09	50,42	0,12	50,46	0,13	2,60	2,39	7,47	7,61
1548	alcoólico, terra, ácido	50,74	0,08	50,78	0,06	50,81	0,06	1,65	2,38	4,19	6,55
1562	chá de erva, fermento, assado	51,22	0,01	51,28	0,02	51,34	0,08	2,17	3,61	9,69	19,58
1586	plástico, sintético, frescor	52,07	0,01	52,11	0,01	52,13	0,02	1,49	2,08	3,44	4,72
1598	fermentado, queijo, cítrico	52,48	0,05	52,52	0,06	52,54	0,05	1,98	2,76	4,82	6,73
1620	limão, cítrico, fermentado	53,18	0,16	53,21	0,17	53,24	0,18	2,34	1,50	5,69	5,43
1649	sintético, mato, fedido	54,05	0,08	54,08	0,09	54,12	0,09	2,75	1,83	6,54	5,16
1680	refrescante, verde, alcoólico	55,04	0,16	55,07	0,15	55,09	0,12	1,16	1,59	2,38	3,96
1707	fermentado, fedido	55,87	0,06	55,90	0,06	55,93	0,08	0,99	1,44	2,20	3,64

continua ...

continuação ...

IR ²	Descrição	Média ¹									
		T Inicial		T I max.		T Final		I max.		Área	
		min	DP	min	DP	min	DP	pontos	DP	cm ²	DP
1727	estranho, terra, floral	56,41	0,13	56,46	0,13	56,48	0,14	2,31	2,49	5,63	6,07
1758	sintético, borracha, floral	57,31	0,18	57,35	0,18	57,38	0,16	3,44	1,26	8,07	4,29
1773	mato, queimado	57,76	0,06	57,78	0,05	57,80	0,04	1,59	2,20	2,17	3,05
1821	fumaça, floral	59,1	0,03	59,13	0,03	59,15	0,03	2,31	2,35	4,63	4,65
1855	queimado, tostado, ruim, fedido	60,01	0,13	60,04	0,13	60,08	0,16	3,15	1,84	7,92	6,62
1867	floral, poeira	60,33	0,20	60,36	0,18	60,40	0,13	1,93	2,68	5,55	10,38
1921	azedo, estranho	61,71	0,17	61,77	0,17	61,81	0,16	3,14	3,20	12,65	18,58
1942	verde, capim cidreira, cozido, estranho	62,28	0,03	62,32	0,04	62,35	0,05	1,65	2,47	4,14	6,84
1961	fumaça, sintético, plástico	62,76	0,18	62,81	0,18	62,85	0,21	1,70	2,39	4,81	6,68
1984	erva, verde, hortelã	63,37	0,12	63,41	0,11	63,43	0,10	2,97	3,27	6,61	8,41
2061	refrescante, hortelã, fermentado	65,22	0,10	65,27	0,08	65,31	0,07	1,30	1,99	4,11	6,91
2071	sintético, borracha queimada	65,47	0,06	65,52	0,06	65,54	0,06	2,07	2,85	5,52	7,59
2096	verde, queimado	66,09	0,13	66,13	0,14	66,15	0,16	1,97	2,76	4,32	6,93
2112	doce, frutal, queimado	66,48	0,07	66,52	0,08	66,55	0,08	1,89	2,63	4,27	5,86
2167	sintético, poeira	67,76	0,09	67,81	0,11	67,84	0,13	2,25	3,36	7,76	13,88
2206	queijo, tostado	68,70	0,06	68,74	0,05	68,76	0,05	2,23	3,06	5,25	7,19

¹ Média de 4 repetições; ² IR= índice de retenção calculado na coluna DB-5; T Inicial = tempo inicial; T I max. = tempo de intensidade máxima; T Final = tempo final; I max. = média da intensidade máxima obtida no aromagrama (0 = "nenhum", 5 = "moderado", 10 = "forte"); DP = desvio padrão.

CONCLUSÕES GERAIS

A polpa de uvaia apresentou sólidos solúveis de 5,0 °Brix, acidez titulável de 1,08 g de ácido cítrico/100 mL de polpa, *ratio* de 4,65, pH de 3,80, açúcares redutores de 2,81 g de glicose/100 mL de polpa, açúcares totais de 2,81 g de glicose/100 mL de polpa, teor ácido ascórbico de 54,06 mg/100 mL de polpa, compostos fenólicos totais de 79,94 mg de ácido gálico/100 mL de polpa e atividade antioxidante total de 656,29 µmol de Trolox/100 mL de polpa. A polpa de uvaia foi caracterizada como uma fruta de baixa acidez, conteúdo de açúcares predominantemente constituído de açúcares redutores, rica em ácido ascórbico e elevada atividade antioxidante total.

A análise cromatográfica em conjunto com a avaliação sensorial permitiu estabelecer as condições para a obtenção de um isolado com o aroma original de uvaia. As condições para o isolamento dos compostos voláteis de uvaia usando a técnica de *headspace* dinâmico foram a captura por 3 horas em polímero Porapak Q e eluição com hexano, além de separação por cromatografia gasosa de alta resolução, usando a coluna DB-5.

Foram detectados 55 compostos voláteis no *headspace* da uvaia, dos quais 43 foram identificados, compreendendo 97,9% da área relativa total do cromatograma. A classe química predominante foi a de terpenos e a de ésteres. Foram identificados 19 terpenos, 16 ésteres, 3 alcoóis, 1 cetona e 4 compostos pertencentes a outras classes químicas. Os compostos voláteis majoritários foram butanoato de etila com 27,82% da área relativa total, hexanoato de etila com 20,04%, octanol com 8,56%, D-limoneno com 7,16% e vinilbenzeno com 6,57%.

Na análise olfatométrica OSME foram detectados 49 picos odoríferos no isolado de uvaia pela técnica olfatométrica, por uma equipe de cinco julgadores treinados e selecionados. Os compostos hexanoato de etila, descrito como “morango, doce, guaraná, framboesa”, butanoato de etila, descrito como “doce, frutal, ácido, morango, guaraná, uvaia”, hexanoato de metila, descrito como “morango, uvaia, doce, manga, guaraná, frutal”, butanoato de metila, descrito como “doce, frutal, guaraná, uvaia, cítrico, morango”, 2-

butenoato de etila, descrito como “morango, doce, frutal, ácido, uvaia, guaraná, cítrico, maracujá”, beta-pineno, descrito como “sintético, plástico, borracha, maria-fedida”, hexanoato de hexila, descrito como “ácido, uvaia, doce, guaraná, framboesa, fruta cítrica” e beta-mirceno, descrito como “borracha, sintético, plástico, maria-fedida, fermentado, queijo”, foram os compostos de maior intensidade para a formação do aroma da uvaia. Estes compostos voláteis são os responsáveis pelo sabor adocicado e ácido desta fruta exótica.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)