

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**I. COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE MAÇÃS (*Malus domestica*)
CULTIVAR FUJI**
**II. EFEITO DO PROCESSAMENTO E DO ARMAZENAMENTO
NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE SUCO CLARIFICADO DE
MAÇÃS FUJI**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por NATÁLIA SOARES JANZANTTI e aprovada pela Comissão Julgadora em 20.12.96.

Campinas, 20 de dezembro de 1996.

Profa. Dra. MARIA REGINA B. FRANCO

Presidente da Banca

NATÁLIA SOARES JANZANTTI

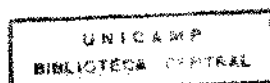
Farmacêutica Bioquímica

Dra. MARIA REGINA BUENO FRANCO

Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Campinas, S.P., 1996



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	J269c
W.	Ex.
TOMBO BC	31376
PROC.	281/97
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	14/02/97
Nº CPD	

CM-00099693-7

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

J269c

Janzantti, Natália Soares

I.Composição de voláteis de maçãs (*Malus domestica*) cultivar Fuji. II.Efeito do processamento e do armazenamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçãs Fuji / Natália Soares Janzantti. -- Campinas, SP: [s.n.], 1996.

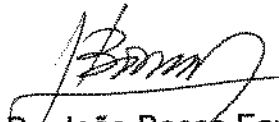
Orientador: Maria Regina Bueno Franco
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Cromatografia gasosa. 2.Suco de frutas - avaliação sensorial.
3.Maça. I.Franco, Maria Regina Bueno. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



Dra. Maria Regina Bueno Franco
(orientadora)



Dr. João Bosco Faria
(membro)



Dra. Maria Aparecida A. P. Da Silva
(membro)

Dra. Heloísa Máscia Cecchi
(membro)

Campinas, de dezembro de 1996.

*“Encorajar o desprendimento científico
porque ele é uma das forças vivas
do progresso na teoria, fonte de todo
progresso na aplicação.”*

Louis Pasteur

*“As conquistas da indústria que enriqueceram
tantos homens práticos nunca teriam
ocorrido se apenas esses homens práticos
tivessem existido, e se não tivessem sido
antecedidos por loucos desprendidos que
morreram pobres, que nunca pensavam no
útil e que no entanto, tinham outro guia
que não suas fantasias.”*

Henri Poincaré

*Creio em Deus Pai
Todo Poderoso, que me
deu saúde, força e
coragem para superar
as dificuldades deste desafio.*

*Ao meu avô Pedro (in memorian),
aos meus pais Naur e Maria José,
irmãs Náira e Niéle, irmão Naur e
sua esposa Fernanda e sobrinhos
Victor Luís, Clara e Pedro
Henrique,*

dedico.

AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Engenharia de Alimentos, em especial à Secretaria de Pós-Graduação e ao Setor de Compras, pelas oportunidades e facilidades concedidas,

Ao Prof. Dr. Gilvan Wosiacki, pelos ensinamentos de processamento de suco clarificado de maçã,

Ao Prof. Dr. Ramón, em especial ao Valdecir, pela ajuda no processamento do suco,

À Profa. Cida pelas sugestões dadas na análise sensorial,

Ao Prf. Dr. Fernando Lanças, da USP de São Carlos, na obtenção dos espectros de massas,

À Profa. Dra. Hilary pelo tempo dispensado na correção do Summary,

À banca do exame de qualificação pelas contribuições valiosas para a elaboração deste trabalho,

Aos componentes da banca examinadora pela participação e sugestões,

À secretaria do Departamento de Ciência de Alimentos, Jardete, Marquinhos e Marcão, pela competência e amizade,

À todos do laboratório, professores, funcionários e alunos, pela colaboração científica, apoio e companherismo,

À equipe sensorial pelo tempo precioso dispensado na análise do suco de maçã,

Aos colegas e amigos da pós-graduação, com os quais compartilhei as horas de estudo, pesquisa, esporte e "botequin",

À CEASA de Campinas, em especial aos boxes do Sr. Jerônimo e Sr. Benassi, pela obtenção das maçãs,

Ao CNPq e FAEP pela concessão das bolsas,

À FAPESP pelo auxílio pesquisa concedido para a realização deste trabalho,

À todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Profa. Dra. Maria Regina Bueno Franco pela orientação competente, paciência na redação da mesma e amizade nesses anos de trabalho,

Ao Prof. Bosco pelo incentivo que determinaram a minha ascendência a esta área,

À Magali pelo estímulo “acadêmico” que deu aos longos dos anos, carinho e amizade,

Em especial à Deborah, pelas sugestões e críticas, paciência, amizade e carinho,

À Regina e à Luciane, que cruzaram meu caminho graças à vida acadêmica e, para a minha alegria, tornaram-se tão queridas amigas,

Aos meus amigos Fabinho, Marjorie e Flávio, pela atenção com que me ouviram falar de “temas de aroma”, pelo companherismo nas noites intermináveis no laboratório e pela amizade,

À Fabiana pela cooperação e oferecimento do suporte computacional, que em muito facilitaram o desenvolvimento deste trabalho, além da amizade incondicional,

Às minhas irmãs Náira e Niéle pela compreensão, carinho e amizade,

Ao meu irmão Naur, que foi meu companheiro durante um bom tempo na “casinha” e que compartilhou comigo muitos bons e “não tão bons” momentos,

À minha cunhada Fernanda, pelo carinho, amizade e incentivo que sempre demonstrou,

Aos meus sobrinhos Victor Luís, Clara e Pedro Henrique, que fizeram meus dias mais “coloridos” e alegres,

Agradecimento todo especial aos meus pais, Naur e Maria José, que tiveram de suportar a curta e longa distância esta caminhada acadêmica. Meu reconhecimento pelo apoio e amor incondicional.

SUMÁRIO

Resumo.....	ix
Summary.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 HISTÓRICO DA MAÇÃ.....	3
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	5
2.3 DESCRIÇÃO E COMPORTAMENTO DA CULTIVAR FUJI NO SUL DO BRASIL.....	9
2.4 SUCO PROCESSADO DE MAÇÃS NACIONAIS.....	10
2.5 COMPOSTOS VOLÁTEIS DE MAÇÃS.....	15
2.6 COMPOSTOS VOLÁTEIS DE SUCO DE MAÇÃS.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 SELEÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	34
3.2 AMOSTRAGEM.....	34
3.3 PROCESSAMENTO DO SUCO CLARIFICADO DE MAÇÃ.....	34
3.4 ISOLAMENTO DOS VOLÁTEIS.....	36
3.5 PADRONIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CAPTURA DOS VOLÁTEIS.....	36
3.5.1 Otimização do Solvente de Eluição.....	36
3.5.2 Otimização do Tempo de Captura dos Voláteis.....	37
3.6 SEPARAÇÃO DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS POR CROMATOGRAFIA GASOSA.....	37
3.7 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES.....	38
3.7.1 Espectrometria de Massas.....	38
3.7.2 Índice de Kovats.....	38
3.8 ESTUDO DO ARMAZENAMENTO.....	39

3.9 AVALIAÇÃO SENSORIAL	39
3.9.1 Recrutamento e Pré-Seleção dos Provadores.....	39
3.9.2 Análise Sensorial dos Isolados do Suco de Maçã.....	41
3.9.3 Análise Descritiva Quantitativa.....	42
3.9.3.1 Apresentação das Amostras	42
3.9.3.2 Equipe Sensorial.....	42
3.9.3.3 Levantamento da Terminologia Descritiva	42
3.9.3.4 Treinamento e Seleção da Equipe Sensorial.....	44
3.9.3.5 Avaliação das Amostras	44
3.9.4 Teste de Aceitação	44
3.9.5 Análise Estatística.....	45
3.9.6 "Sniffing"	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 PADRONIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CAPTURA DOS VOLÁTEIS.....	47
4.1.1 Escolha do Solvente de Eluição e Coluna Cromatográfica	47
4.1.2 Padronização do Tempo de Captura dos Voláteis	51
4.2 COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE MAÇÃ FUJI.....	53
4.2.1 Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis de Maçã Fuji.....	53
4.2.2 Identificação dos Compostos Voláteis da Maçã Fuji.....	61
4.2.3 Compostos Voláteis da Maçã Fuji.....	67
4.3 EFEITO DO PROCESSAMENTO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE MAÇÃ FUJI.....	69
4.3.1 Efeito do Processamento nas Porcentagens Relativas dos Componetes Voláteis da Maçã Fuji.....	69
4.3.1.1 Prensagem	69
4.3.1.2 Clarificação	75
4.3.1.3 Pasteurização.....	75
4.3.2 Comparação das Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis em cada etapa do Processamento de acordo com a Safra	86
4.3.3 Efeito do Processamento na Composição de Voláteis e Comparação com a Literatura.....	91

4.4 EFEITO DO ARMAZENAMENTO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE SUCO DE MAÇÃ FUJI (SAFRA de 1995)	93
4.4.1 Efeito do Armazenamento em Geladeira e à Temperatura Ambiente na Porcentagem Relativa dos Compostos Voláteis de Suco de Maçã	93
4.4.2 Comparação das Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis Majoritários durante o Armazenamento	103
4.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL	105
4.5.1 Recrutamento e Pré-Seleção dos Provadores.....	105
4.5.2 Análise Descritiva Quantitativa.....	106
4.5.2.1 Terminologia Descritiva.....	106
4.5.2.2 Treinamento e Seleção de Provadores	110
4.5.2.3 Caracterização Sensorial das Amostras	113
4.5.3 Teste de Aceitação	119
4.5.4 " Sniffing"	126
4.6 Relação entre Análise Química e Análise Sensorial	129
5 CONCLUSÕES	131
6 ANEXOS	133
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160

LISTA DAS FICHAS

Ficha 1: Ficha de avaliação utilizada na pré-seleção de provadores	40
Ficha 2: Ficha de avaliação dos isolados para escolha de melhor solvente e melhor tempo de captura.	41
Ficha 3: Ficha para o Método Rede para as amostras de suco de maçã	43
Ficha 4: Ficha de avaliação do teste de aceitação	46

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1: Composição de voláteis de diferentes cultivares de maçãs.....	28
Tabela 2: Composição de compostos voláteis de sucos de maçãs	31
Tabela 3: Compostos voláteis identificados em maçãs e sucos de maçãs.....	32
Tabela 4: Intensidade de aroma característico de suco de maçã presente nos isolados com a eluição dos solventes hexano e metanol (0 = pouco característico, 9 = bastante característico).....	48
Tabela 5: Intensidade de aroma característico de suco de maçã presente nos isolados obtidos com tempos diferentes de coleta de voláteis (0 = pouco característico, 9 = bastante característico).	51
Tabela 6: Porcentagens relativas dos compostos voláteis da maçã Fuji (safra 94). 55	
Tabela 7: Porcentagens relativas dos compostos voláteis da maçã Fuji (safra 95). 57	
Tabela 8: Porcentagem relativa média dos componentes voláteis da maçã Fuji, das safras de 1994 e 1995.	59
Tabela 9: Íons majoritários obtidos da fragmentação por espectrometria de massa, de alguns compostos voláteis de maçã Fuji.....	62
Tabela 10: Índices de Kovats de alguns compostos voláteis na Maçã Fuji.	64
Tabela 11: Estrutura química, peso molecular e índices de Kovats dos componentes voláteis tentativamente identificados na maçã Fuji.....	65
Tabela 12: Componentes voláteis tentativamente identificados na maçã Fuji.....	68
Tabela 13: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco prensado (safra 94).....	71
Tabela 14: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco prensado (safra 95).....	73
Tabela 15: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco clarificado (safra 94).....	77
Tabela 16: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco clarificado (safra 95).....	79
Tabela 17: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco pasteurizado (safra 94).....	82
Tabela 18: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco pasteurizado (safra 95).....	84

Tabela 19: Efeito do processamento na área e na porcentagem relativa dos compostos voláteis (safra 94)	87
Tabela 20: Efeito do processamento na área e na porcentagem relativa dos compostos voláteis (safra 95)	89
Tabela 21: Efeito do processamento em relação aos compostos voláteis tentativamente identificados	92
Tabela 22: Porcentagem relativa dos compostos voláteis do suco de maçã armazenado em geladeira (safra 95).	96
Tabela 23: Porcentagem relativa dos compostos voláteis do suco de maçã armazenado em temperatura ambiente (safra 95).	98
Tabela 24: Estudo comparativo entre as porcentagens relativas dos sucos pasteurizado e armazenados em geladeira e à temperatura ambiente.	100
Tabela 25: Resultados do teste de ANOVA e teste de TUKEY, aplicados às porcentagens relativas de alguns picos dos sucos recém-pasteurizado, armazenados em geladeira e à temperatura ambiente.	102
Tabela 26: Valores de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ alcançados por cada provador no teste de pré-seleção da equipe sensorial, para Análise Descritiva Quantitativa.	105
Tabela 27: Médias individuais de cada provador com relação às amostras testadas na pré-seleção de provadores	106
Tabela 28: Termos listados pelos provadores no Método de Rede e o número de vezes em que foram citados.	107
Tabela 29: Definições e referências utilizadas para descrever os atributos de aroma de suco de maçã	108
Tabela 30: Valores de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ (entre parênteses) para cada provador em cada atributo julgado no teste de seleção da equipe descritiva quantitativa.	111
Tabela 31: Médias da equipe sensorial (ES) e de cada provador para os atributos de aroma de amostras de suco de maçã julgados na etapa de seleção de equipe descritiva quantitativa	112
Tabela 32: Médias da Equipe Sensorial (ES) e de cada provador para os atributos de aroma de suco de maçã na etapa de seleção, após eliminação dos provadores não consensuais	114

Tabela 33: Níveis de probabilidade (p) para F_{amostra} , F_{provador} , $F_{\text{Amostra x Provador}}$ e F_{amostra} recalculado como $SQM_{\text{amostra}} / SQM_{\text{interação Amostra x Provador}}$ para cada atributo conforme determinado por teste de ANOVA sobre o resultado obtido através da Análise Descritiva Quantitativa de amostras de suco de maçã.	116
Tabela 34 : Médias da equipe sensorial para a intensidade dos atributos de aroma de suco de maçã prensado e pasteurizado	117
Tabela 35: Médias de aceitação das amostras de suco de maçã obtidos em teste de consumidor.....	121
Tabela 36: Termos mais freqüentes, em parênteses termos similares que foram agrupados e quantas vezes foram citados pelos provadores nos itens mais gostou e menos gostou, em relação a aparência	124
Tabela 37: Termos mais freqüentes, em parênteses termos similares que foram agrupados e quantas vezes foram citados pelos provadores nos itens mais gostou e menos gostou, em relação ao aroma, sabor e textura.....	125
Tabela 38: Termos descritos pelos provadores para os compostos voláteis presentes na maçã e entre parênteses, a freqüência com que foram citados.....	126
Tabela 39: Termos descritos neste estudo e na literatura para os compostos tentativamente identificados	128

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1: Cromatogramas dos compostos voláteis de suco de maçã obtidos na coluna de fase ligada DB-20: a) eluição com metanol, b) eluição com hexano.....	49
Figura 2: Cromatogramas dos compostos voláteis de suco de maçã obtidos na coluna de fase líquida SE-54: a) eluição com metanol, b) eluição com hexano.....	50
Figura 3: Efeito do tempo de coleta dos compostos voláteis de suco de maçã em Porapak Q: a) 0,5hora, b) 1hora, c) 2horas	52
Figura 4: Cromatogramas dos compostos voláteis da maçã Fuji: a) safra de 1994, b) safra de 1995	54
Figura 5: Cromatogramas dos compostos voláteis do suco prensado: a) safra de 1994, b) safra de 1995.....	70
Figura 6: Cromatogramas dos compostos voláteis do suco clarificado: a) safra de 1994, b) safra de 1995.....	76
Figura 7: Cromatogramas dos compostos voláteis do suco pasteurizado: a) safra de 1994, b) safra de 1995.....	81
Figura 8: Cromatogramas dos compostos voláteis dos sucos de maçã armazenados: a) em geladeira, b) à temperatura ambiente	95
Figura 9: Ficha de avaliação dos atributos do suco de maçã.....	109
Figura 10: Representação gráfica dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa para o Aroma de Sucos de Maçã.....	115
Figura 11: Análise dos Componentes Principais (ACP).....	118
Figura 12: Representação gráfica dos resultados de aceitação de sucos de maçã com relação ao sabor, aroma e textura (1 = desgostei muitíssimo, 8 = gostei muitíssimo).....	119
Figura 13: Representação gráfica dos resultados de aceitação de sucos de maçã com relação à aparência (1 = desgostei muitíssimo, 8 = gostei muitíssimo).....	119
Figura 14: Representação gráfica dos resultados do teste de atitude de compra em relação ao sabor, aroma e textura	121
Figura 15: Representação gráfica dos resultados do teste de atitude de compra em relação à aparência	122

RESUMO

Os componentes voláteis da maçã, cultivar Fuji, foram estudadas durante duas safras consecutivas (1994 e 1995), enquanto foram verificadas as mudanças químicas que ocorreram nas diferentes etapas de processamento de suco clarificado, assim como as alterações no aroma do suco após o processamento, em relação ao suco fresco. Fez-se também o estudo do efeito do armazenamento, por três meses a duas temperaturas diferentes, sobre os compostos voláteis do suco.

O isolamento dos voláteis da fruta, suco prensado, suco clarificado e do suco pasteurizado foi feita utilizando-se uma técnica de enriquecimento dos voláteis do "headspace" em polímero poroso (Porapak Q) e eluição com hexano. A avaliação sensorial em conjunto com a análise cromatográfica dos extratos permitiu que condições fossem estabelecidas para a obtenção de um isolado com o aroma original do produto investigado.

Foram detectados 84 componentes voláteis na maçã Fuji, por cromatografia gasosa de alta resolução, dos quais vinte e seis foram tentativamente identificados, por cromatografia gasosa-espectrometria de massas, aliada aos índices de Kovats. Os compostos majoritários na fruta foram tentativamente identificados como acetato de butila, acetato de hexila e os compostos voláteis não identificados e numerados como 17 e 74.

A classe química predominante de compostos presente na maçã Fuji, dentre os tentativamente identificados, foi a dos ésteres, compreendendo butanoato de metila, acetato de isobutila, 2-metil butanoato de metila, butanoato de etila, propionato de propila, acetato de butila, 2-metil butanoato de etila, butanoato de propila, valerato de etila, propionato de butila, acetato de amila, hexanoato de metila, 2-metil butanoato de propila, butanoato de butila, hexanoato de etila, acetato de hexila, acetato de ciclo hexila, 2-metil butanoato de butila, hexanoato de propila, 2-metil butanoato de amila, hexanoato de butila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de isoamila, hexanoato de hexila e octanoato de isoamila.

A pasteurização a 80°C por 20 minutos foi a etapa do processamento que engendrou as maiores modificações na composição dos voláteis, ocorrendo diminuição da área de todos os componentes voláteis. No armazenamento, as principais modificações das porcentagens relativas de alguns compostos voláteis

ocorreram no suco estocado à temperatura ambiente, principalmente em relação ao acetato de hexila, que diminuiu significativamente quando comparado ao suco recém-pasteurizado.

O suco prensado e o suco pasteurizado foram avaliados sensorialmente pelo método de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e os dados analisados e interpretados mediante o uso de Análise de Variância (ANOVA), teste de média de TUKEY, gráfico aranha e Análise de Componentes Principais (ACP).

Os dois sucos diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) em relação a todos atributos sensoriais avaliados. Evidenciou-se uma diminuição na intensidade de todos os atributos sensoriais do aroma (suco característico, adocicado, perfume/floral, maçã, maçã verde, maçã estragada/passada/velha, suco fermentado e acidez) do suco pasteurizado, com exceção do atributo alcóolico, em relação ao suco prensado.

A técnica estatística multivariada, Análise do Componente Principal, mostrou que o aroma do suco pasteurizado foi basicamente caracterizado pelo atributo alcóolico e o aroma do suco prensado pelos atributos característico, maçã, maçã estragada/passada/velha e adocicado.

No teste de aceitação, o suco clarificado não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos sucos de procedência nacional e argentino, em relação o aroma, sabor e textura. Entretanto na avaliação da aparência, o suco nacional teve a menor média diferindo dos sucos clarificado e argentino, que não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Os compostos hexanal, acetato de butila, 2-metil butanoato de etila, 2-metil butanoato de propila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de hexila e os compostos não identificados numerados como 45 e 67 foram importantes compostos ao aroma de maçã Fuji, como descritos no "sniffing".

SUMMARY

Volatile compounds from the Fuji cultivar of apples were studied during two consecutive years (1994 and 1995). Changes in the volatile compounds were observed after some processing steps to get the clarified juice. Sensorial characteristics of the pasteurized juice aroma were determined and compared to the sensorial characteristics of the fresh juice aroma.

Headspace volatile compounds were isolated on Porapak Q traps and eluted using hexane. Eighty-four volatile compounds were detected in the Fuji apple by high resolution gas chromatography, of which twenty-six were tentatively identified by CG-MS and Kovats indices. Butyl acetate, hexyl acetate and the non-identified compounds 17 and 74 were the major volatiles in the fresh fruit.

The predominant class of compounds was that of the esters, of which methyl butanoate, isobutyl acetate, methyl 2-methyl butanoate, ethyl butanoate, propyl propanoate, butyl acetate, ethyl 2-methyl butanoate, propyl butanoate, ethyl heptanoate, butyl propionate, pentyl acetate, methyl hexanoate, propyl 2-methyl butanoate, butyl butanoate, ethyl hexanoate, hexyl acetate, cycle hexyl acetate, butyl 2-methyl butanoate, propyl hexanoate, pentyl 2-methyl butanoate, butyl hexanoate, hexyl 2-methyl butanoate, isopentyl hexanoate, hexyl hexanoate and isopentyl octanoate were identified.

Pasteurization of the clarified juice at 80°C for 20 minutes caused major modifications in the volatile composition, the peak areas of the volatiles diminished dramatically.

During storage, the main modifications observed in the relative percentages of some volatile compounds occurred in the juice stored at room temperature, and the compound hexyl acetate diminished significantly when compared to the recently pasteurized juices.

Sensorial analyses of the pasteurized and freshly pressed juices were performed using the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and the data obtained were analysed by ANOVA, Tukey's test, web graphic and Principal Component Analysis (PCA).

The two juices differed significantly ($p \leq 0.05$) in all the attributes judged. There was a reduction in the intensities of all sensorial aroma attributes (typical

juice, sweetness, perfume/floral, apple, green apple, spoiled apple/overripe apple, fermented juice and sourness) of the pasteurized juice as compared to the freshly pressed juice, with exception of the attribute alcoholic.

The multivariate statistical technique (PCA) showed that pasteurized juice aroma was mainly characterized by the attribute alcoholic, while the freshly pressed juice aroma was defined by the attributes typical juice, apple, spoiled apple/overripe apple and sweetness attributes.

In the acceptance test, the clarified juice did not differ significantly ($p \leq 0.05$) from the national and argentinian juices when judged for aroma, flavour and texture. However, the national juice received the lowest mean in appearance, so it does differ from the clarified and argentinian juices. These last two did not differ between each other ($p \leq 0.05$).

The volatile compounds hexanal, butyl acetate, ethyl 2-methyl butanoate, propyl 2-methyl butanoate, hexyl 2-methyl butanoate, hexyl hexanoate and the non-identified compounds 45 and 67 were important contributors to the aroma of Fuji apples, as described by "sniffing".

1 INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus domestica*) é uma das principais frutas comercializadas no Brasil, tendo grande importância no faturamento anual das vendas de frutas frescas brasileiras. A produção nacional em 1995 foi de 495 mil toneladas, segundo a Associação Brasileira de Produtores de Maçãs (ABPM).

Os estados da região sul são os principais produtores e a crescente produção nacional, aliada ao fato do consumidor brasileiro ser exigente em relação à aparência da fruta, geraram um excedente descartável cada vez mais economicamente significativo, de maçãs não comercializadas "in natura".

O setor industrial mobilizou-se para aproveitar o excedente de maçãs, o que resultou em grande variedade de produtos, entre eles o suco clarificado e concentrado de maçã. Por outro lado, o mercado externo é ávido por suco de maçã. Enquanto a demanda pelo suco de maçã concentrado e clarificado cresce na Europa, há uma preocupação em melhorar os sucos nacionais em termos de sabor, aparência e estabilidade.

Sucos clarificados de maçãs de diferentes variedades, obtidos em laboratório segundo o procedimento industrial, já foram avaliados quanto à estabilidade, à aceitação massal e às características sensoriais de aparência e sabor, além da avaliação microbiológica. No entanto, perdas ou modificações dos componentes do aroma do suco clarificado de maçãs, em consequência do processamento ainda não foram estudadas.

Os componentes voláteis são responsáveis pelo aroma e sabor característico os alimentos e facilmente perdidos ou modificados durante o processamento, já que termolábeis.

É importante verificar o efeito do processamento na composição de voláteis, associado à cultivar, já que a qualidade do suco depende das características do sabor da fruta, que varia com a cultivar.

Os objetivos deste trabalho foram:

- estudar os componentes voláteis da maçã Fuji, cultivada no Brasil;
- verificar as mudanças que ocorrem na composição de voláteis em todas as etapas do processamento de suco clarificado;
- estabelecer as características sensoriais do aroma do suco fresco (suco prensado) e do suco pasteurizado, relacionando as diferenças químicas às sensoriais;
- verificar o efeito do armazenamento, a duas temperaturas diferentes, sobre os compostos voláteis do suco de maçã Fuji.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO DA MAÇÃ

Pressupõe-se que as macieiras das espécies atuais tenha se originado na região entre o Cáucaso e o leste da China, no final da era glacial, portanto, há 20.000 anos. A migração dos povos euroasiáticos colaborou para a disseminação das formas primitivas das macieiras atuais (EMPASC, 1986).

O início da pomicultura brasileira ocorreu, provavelmente no município de Valinhos, Estado de São Paulo, com a introdução das plantas da cultivar Ohio Beauty (também conhecida como Valinhense, originária provavelmente de sementes de maçãs ácidas procedentes da França) pelo fruticultor Batista Bigneti, em 1926. A região citada perdeu importância na produção de maçãs, devido a susceptibilidade ao ataque do purgão lanígera (*Eriosoma laginerum* Haumann), o que determinou a erradicação de muitos pomares de macieiras pelos próprios produtores (EMPASC, 1986).

Com a criação em 1928 da Estação Experimental de São Roque, em São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas, foi dado o passo inicial na pesquisa da macieira no Brasil, com a introdução de uma coleção de 72 cultivares de macieiras, a maioria de procedência européia (EMPASC, 1986).

No Estado de Rio Grande do Sul, em 1948, já existiam lotes com cultivar Valinhense e com outras cultivares, no município de Caxias do Sul (EMPASC, 1986).

No Estado de Santa Catarina, provavelmente um dos primeiros pomares foi formado no município de Bom Jardim da Serra, em 1940, com a cultivar Reinette do Canadá. Na Estação Experimental de Videira a primeira coleção de macieiras foi iniciada em 1958 com as cultivares Rainha Catarina, Ohio Beauty, Rome Beauty, Wealthy, Red Delicious entre outras. A partir de 1963 foi implantada a pomicultura

nos moldes europeus, por intermédio da Sociedade Agrícola de Fraiburgo (SAFRA), no município de Fraiburgo (EMPASC, 1986).

Comprovada a adaptabilidade climática de cultivares nobres de maçã e de porta-enxertos de maçãs, provenientes da Europa, dos Estados Unidos e da Ásia, houve naturalmente a expansão do cultivo de maçãs nos estados sulinos. Atualmente, Santa Catarina comanda a produção nacional com 55% do total, seguido do Rio Grande do Sul (40%) e Paraná (5%) (QUEVEDO, 1995).

Em 1980 o governo instalou o Programa Nacional de Produção e Abastecimento de Maçã (PRONAMA) a fim de controlar o crescimento desordenado do cultivo de maçãs e auxiliar financeiramente esta cultura que exige altos investimentos iniciais. Este programa teve como objetivos aumentar a produção e a participação da maçã nacional no abastecimento interno, reduzindo progressivamente as importações; e assegurar o escoamento e a comercialização da produção nacional, ampliando sua presença no mercado em volume e em época. Os objetivos foram atingidos pois observou-se expressivos resultados econômicos, como a redução das importações e o aumento da produção durante estes anos (WOSIACKI et al., 1985).

Vários avanços foram realizados a fim de se melhorar a produtividade, tais como o controle de doenças e pragas às quais as maçãs são susceptíveis, a redução dos defeitos comuns externos causados por distúrbios fisiológicos, por efeitos mecânicos e por granizo e o desenvolvimento de técnicas de preservação para o transporte e armazenamento das maçãs.

Em 1986, o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) desenvolveu a variedade Dulcina, com alta produtividade, frutos doces, firmes e de pouca acidez, mas apresentando frutos pequenos de coloração arroxeada. O IAC lançou também outra variedade, a Michal, mais resistente às doenças e vigorosa em termos de produtividade, para substituir a variedade precoce Anna, que apresentou problemas fitossanitários e de conservação (REY, 1986).

Simultaneamente, a Embrapa, no campo experimental de Vacaria (RS), realizou pesquisas visando o controle biológico da podridão de raízes, que acarretavam perdas de até 20% nos pomares na região produtora de maçã no Rio Grande do Sul (REPORTAGEM LOCAL, 1986a).

A instalação de câmaras frigoríficas controladas por microprocessador na Randon Agro-Silvo Pastoril, uma das principais produtoras e distribuidoras nacionais de maçãs, com sede em Vacaria (RS), resultou em uma maior proteção ao produto, graças à menor oscilação da temperatura e umidade, fatores essenciais e determinantes da qualidade da maçã (REPORTAGEM LOCAL, 1986b).

Na cidade de Vacaria foram instalados radares e foguetes anti granizo, a fim de se detectar a formação de granizo, e disparar foguetes que descompactam o gelo e o transforma em chuva, iguais aos de Santa Catarina (MENCONI, 1990).

O Brasil e os EUA se uniram a fim de pesquisar os elementos causadores do envelhecimento precoce das variedades Gala e Fuji, na região de Fraiburgo (SC). Em troca, os pomares da variedade Red Delicious, nos EUA, foram substituídos por árvores das variedades Gala e Fuji, cujas maçãs são consideradas muito mais saborosas que a Red Delicious (NOGUEIRA, 1990).

Investimento inédito deverão ser repassados às universidades (EMBRAPA e EPAGRIA) para a pesquisa de maçãs no sul do Brasil, que deverão receber entre 96 e 97 recursos no valor de R\$ 770 mil do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). O objetivo é estimular estudos que promovam redução de custos (orientando o produtor a estimar o período ideal de armazenamento da safra), melhoria da aparência e elevação da produtividade da maçã brasileira e controle biológico de pragas (GONÇALVES, 1996).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O Brasil destacou-se como exportador de maçã a partir da quebra da safra européia de 1991. A Itália e a França, principais produtores, perderam quase

metade de suas safras em função de problemas climáticos. Desde então, as exportações de maçãs brasileiras têm aumentado, representando atualmente cerca de 8% da produção nacional. As maçãs brasileiras desembarcam na Europa, a partir de março, ocupando o período entre o fim da safra europeia e o início da safra da Nova Zelândia, em junho (GONÇALVES, 1994).

As variedades produzidas nos estados sulinos agradaram o paladar dos consumidores europeus e americanos (BLECHER, 1993). As variedades preferidas de maçãs são a Gala, seguida da Fuji, que faz muito sucesso na Inglaterra (ALVES, 1994). O maior importador da maçã brasileira é a Alemanha, responsável por 70% das exportações, seguida da Inglaterra e da Holanda (QUEVEDO, 1995).

Na América do Sul sobressaem-se, como produtores de maçãs, a Argentina, o Chile e o Brasil. As importações de maçã argentina não preocupam os plantadores nacionais, pois o produto só entra no mercado principalmente no segundo semestre, época de entressafra da maçã brasileira (SOUZA, 1994). Entretanto, até os tradicionais produtores argentinos, já experimentaram e aprovaram a maçã brasileira, importando 12,6 toneladas da fruta em 1992 (BLECHER, 1993).

A importância da maçã no contexto da fruticultura mundial é nítida quando se verifica o montante em dólares envolvidos no comércio internacional desta pomácea. As exportações brasileiras de frutas frescas ultrapassaram em 1992, U\$\$ 100 milhões, segundo a Associação Nacional dos Exportadores de Hortigranjeiros (HORTINEXA). O avanço das exportações ocorreu principalmente devido ao excepcional desempenho da maçã, cuja venda atingiu U\$\$ 20,836 milhões, valor próximo ao da laranja, o principal produto de pauta de exportações de frutas, com U\$\$ 21 milhões. As exportações brasileiras foram favorecidas pela quebra de 30% da safra da fruta na Nova Zelândia, atingida por granizo, além da ocorrência de fortes geadas nos pomares da região de Mendoza, na Argentina (BLECHER, 1993).

A safra de 1994 (456,8 mil toneladas) não foi maior por causa do excesso de chuvas, que provocou uma queda em torno de 10% na produção em relação ao ano

anterior. A safra de 1995 foi considerada regular, devido ao clima frio que causou chuvas de granizo atípicas, mas mesmo assim a produção nacional foi de 495 mil toneladas (GONÇALVES, 1996). As frutas desta safra foram consideradas doces, mais avermelhadas e suculentas, devido à queda da temperatura nas noites de verão (QUEVEDO, 1995). Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Maçã, a produção nacional da fruta deverá somar 500 mil toneladas este ano, menor que a previsão inicial de 550 mil toneladas, devido ao frio ameno durante a fase de brotação e às tempestades de granizo que atingiram as áreas produtoras de Santa Catarina e do Paraná (GONÇALVES, 1996).

Apesar da crescente produção nacional, o consumo de maçã é ainda de 3,3kg por habitante/ano no Brasil, valor muito baixo quando comparado ao dos países desenvolvidos, como por exemplo, a Alemanha, cujo consumo é de 32 kg por habitante/ano. Esta situação é reflexo do baixo poder aquisitivo de boa parte da população e do menor preço de venda das frutas tropicais, como banana e laranja (ALVES, 1994).

O consumidor brasileiro, acostumado ao padrão exportação das maçãs argentinas, é considerado exigente em relação à aparência das frutas. Inicialmente, o excedente de maçãs não comercializadas in natura, que representavam 30% da produção nacional, eram empregadas nas indústrias e resultaram em grande variedade de produtos e sub-produtos, como suco clarificado e concentrado de maçã, vinho de maçã, vinagre de maçã, aguardente de maçã, cidra de maçã, óleo e álcool de maçã (para aromatizar cosméticos), doce e geléia de maçã, chá de maçã, maçã em flocos ou desidratadas (própria para "baby food" e culinária) entre outros (WOSIACKI, 1989b). Atualmente, com a instalação de fábricas de alta tecnologia, as frutas de alta qualidade selecionadas para fins industriais representam 10% da produção nacional, o que significa 50 mil toneladas de maçãs por ano (WOSIACKI et al., 1995).

O mercado externo, notadamente o europeu, é ávido por sucos de frutas e o maior consumidor de suco de maçã. A demanda pelo suco concentrado e clarificado de maçã cresce na Europa e a preocupação pelo seu atendimento une indústrias,

cientistas e tecnólogos em busca do melhoramento da produção agrícola e do processamento tecnológico, visando obter sucos melhores em termos de sabor, de aparência e de estabilidade. Dentre os países processadores de suco de maçã, destacam-se os Estados Unidos, Alemanha e Argentina. Devido a importância deste fato, pesquisadores do instituto de pesquisa instalado em Caçador, S.C. (CTA-EPAGRIA), juntamente com a CTA-UEPG, estão avaliando diversas pomáceas para fins industriais, para substituir as variedades Gala, Fuji e Golden Delicious atualmente utilizadas (WOSIACKI et al., 1995).

A Yakult, indústria de suco de maçã do sul do país, triplicou sua safra para suprir a demanda de suco de maçã, devido ao aumento das vendas e assim aumentar o volume de exportações (REPORTAGEM LOCAL, 1990). Em 1995, foram vendidas 700 mil caixas de 200mL/mês, o que representa um aumento de 40% do número comercializado em 1994. Esta indústria espera faturar cerca de U\$\$ 4 bilhões com a comercialização de suco de maçãs em 1996, duplicando o valor total das vendas de 1995. Isto porque o mercado externo que absorve cerca de metade da produção do suco da empresa está aquecido, devido a diminuição do processamento desta fruta nas indústrias européias, por problemas climáticos e nas indústrias japonesas, devido ao acelerado êxodo rural (GONÇALVES, 1996).

Outra fábrica situada em Santa Catarina, tem processado em torno de 45 mil toneladas de frutas ao ano, para produzir suco concentrado, sendo que quase 99% da produção tem sido negociada com compradores dos Estados Unidos e o restante, reconstituído e vendido como suco pronto no mercado interno. As previsões são tão otimistas, que os proprietários deverão instalar outra fábrica no Rio Grande do Sul, pretendendo comercializar em 1996, 12 milhões de litros de suco reconstituído no mercado interno e aumentar para 20% a produção para fins industriais (WOSIACKI et al., 1995).

Outras duas fábricas de alta tecnologia deverão ser instaladas no sul do Brasil, para processamento de suco de maçãs, sendo portanto, esperada para os próximos anos, uma mudança no modo brasileiro de utilização das maçãs, pois haverá certamente mais suco pronto no mercado interno, mais suco concentrado

para exportar e novos pomares de maçãs destinados à produção de frutas industriais (WOSIACKI et al., 1995).

2.3 DESCRIÇÃO E COMPORTAMENTO DA CULTIVAR FUJI NO SUL DO BRASIL

A cultivar Fuji originária do Japão é resultante de melhoramento genético executado pela Estação Experimental de Marioka, através do cruzamento de Ralls Janet x Delicious. Inicialmente, a nova cultivar recebeu o nome de Tohoku 7 e em 1967, o nome de Fuji. Foi introduzida no Brasil no final da década de 60 (EMBASC, 1986).

É mais exigente em frio hibernar do que as cultivares Gala e Golden Delicious, com melhor adaptação nas regiões mais frias do sul do Brasil. Não apresenta queda prematura de frutos nem alternância de produção, desde que raleada adequadamente. É moderadamente susceptível à sarna e muito susceptível à podridão amarga, especialmente nas regiões menos frias e úmidas. A floração vai desde fins de setembro à segunda quinzena de outubro, dependendo das condições climáticas do ano. A maturação é tardia, estendendo-se até a primeira quinzena de abril.

O fruto é de epiderme rajada, com faixas vermelhas e fundo verde-amarelado, de tamanho médio a grande, forma arredondada, com cavidade peduncular média, pouco profunda, cálice grande, fechado e pedúnculo médio. Nas regiões hibernais mais amenas, o fruto tende a ser mais chato, assimétrico e de tamanho menor. A polpa é amarelo-claro, firme, quebradiça, muito suculenta, com alta incidência de "water core" (mancha de mel ou pingo de mel). É doce, com boa acidez e sabor excelente (EMBASC, 1986).

Sua conservação é muito boa, com pouca desidratação, mesmo à temperatura ambiente. Pode ser conservada por até 6 meses em câmaras frias convencionais e por períodos mais longos em câmaras com atmosfera controlada (EMBASC, 1986).

2.4 SUCO PROCESSADO DE MAÇÃS NACIONAIS

A fim de obter subsídios visando a utilização de maçãs comerciais nacionais para fins industriais de processamento do suco, além do levantamento bibliográficos das cultivares, pesquisas foram feitas visando determinar as características morfológicas e físico-química das frutas, a influência do sistema polifenoloxidase e de inibidores enzimáticos na cor do suco clarificado, aceitação massal de sucos clarificados e avaliação microbiológica (WOSIACKI et al., 1992a).

WOSIACKI (1989a) avaliou várias possibilidades de processamento de suco de maçãs, tendo verificado que o suco clarificado apresentava evidentes vantagens, preservando características sensoriais da matéria prima e conduzindo a um produto nobre, possível de aceitação nos mercados interno e europeu. O suco de maçã integral (não clarificado, de aparência desagradável) não foi aceito pelo consumidor brasileiro, enquanto o suco clarificado, que se apresentou como um líquido claro, límpido e brilhante, apresentou uma boa aceitação à nível laboratorial e excelente a nível de massa (98%).

WOSIACKI et al. (1985) avaliaram o potencial da maçã variedade Anna para o processamento do suco, considerando as etapas do processamento, análise química, sensorial e microbiológica do produto final. As amostras de maçã foram obtidas de dois diferentes pomares do Estado do Paraná. O procedimento para a obtenção do suco de maçã foi trituração seguida de centrifugação, clarificação com enzimas pectinolíticas (considerado o melhor tratamento enzimático) e pasteurização. Os sucos de maçã (dos dois diferentes pomares), juntamente com mais dois sucos de maçã obtidos no comércio foram avaliados microbiologicamente e apresentaram baixa contagem microbiana, o que de acordo com os autores indicava boa assepsia na produção e adequado processo de pasteurização.

A análise sensorial do atributo sabor mostrou diferença significativa a 1% entre os sucos, obtidos de maçãs de duas regiões, o que foi explicado pela diferença nos microclimas, na fertilidade dos solos e no estágio de maturação dos frutos, entre outros fatores. Os sucos de maçãs comerciais tiveram uma maior média

em comparação aos sucos de maçã obtidos no laboratório, porém de acordo com os autores, deve-se considerar que o suco obtido no laboratório é simplesmente o produto da extração da fruta enquanto os sucos comerciais contêm aditivos para a correção do sabor visando sua melhor aceitação e conservação.

O suco de maçã da região que obteve a maior média foi avaliado sensorialmente em relação a sua aceitação. O nível de aceitação foi de 88% e os termos mais citados foram "acidez" e "lembra maçã" (somando 70%) para a aceitação e para a rejeição, os termos "muito ácido" e "muito fraco" (somando 10%), portanto o produto final foi considerado de boa qualidade com sabor característico.

SATAQUE & WOSIACKI (1987) caracterizaram o sistema polifenoloxidase da maçã variedade Gala, a fim de determinar os parâmetros de processamento. A distribuição da enzima não foi uniforme na fruta, sendo mais intensa próxima da epiderme, na parte central e ao redor dos feixes vasculares, conforme constatado após teste com solução de catecol. O pH ótimo foi 5,0 e a temperatura ótima entre 30°C e 40°C. Abaixo desta faixa de temperatura a atividade diminuiu bruscamente e acima desta faixa ocorreu uma resistência da enzima, como por exemplo perda de somente 50% de atividade enzimática a 80°C por 1,5 min, sendo portanto caracterizada como tendo estabilidade relativamente alta ao calor.

A polifeniloxidase da maçã variedade Gala foi inibida com soluções de metabissulfito de sódio, ácido ascórbico e L-cisteína na concentração de 0,3mM. De acordo com os autores, o ácido ascórbico e o metabissulfito de sódio parecem inibir a polifeniloxidase pela redução das ortoquinonas formadas a ortodifenóis, enquanto a cisteína, pela complexação com as quinonas formadas e/ou por ser um agente redutor.

Procedendo a análise de preferência em relação às frutas "in natura" e aos sucos obtidos a partir das 3 principais variedades produzidas no Brasil (Gala, Fuji e Golden Delicious), WOSIACKI et al., 1987, constataram que, em relação ao sabor da fruta não houve diferença significativa a 5%, sendo conferido maior nota à cultivar Fuji (7) e em relação à aparência a variedade Gala obteve a maior média (7)

e a cultivar Fuji a menor média (6), havendo diferença significativa (5%) entre estas variedades. A variedade Golden Delicious teve média intermediária e não diferiu significativamente a 5% das outras variedades.

Na avaliação dos sucos de maçã, a maior média (7) foi conferida à cultivar Fuji em relação ao sabor, mas não houve diferença significativa a 5% e em relação à aparência, a cultivar Fuji obteve a menor média (6), diferindo significativamente (5%) das outras variedades. O suco de maçã, cultivar Fuji, apresentou diferença significativa nos atributos cor e adstringência, considerados mais intensos e sabor ácido menos pronunciado, em relação às demais variedades, que não diferiram entre si nos atributos avaliados. O suco da cultivar Fuji recebeu 96% de índice de aceitabilidade, calculada a nível da comunidade universitária, envolvendo 100 provadores.

WOSIACKI et al., 1989a observaram a estabilidade dos sucos clarificados de maçã de cinco variedades (Fuji, Gala, Golden Delicious, Granny Smith e Starkinson) num período de 6 meses, através de avaliações microbiológica e sensorial, a fim de estimar o tempo de prateleira do produto final isento de aditivos químicos de preservação. Os produtos acabados foram armazenados à temperatura ambiente (25°C) e à temperatura refrigerada (5°C) em prateleiras, num ambiente escuro. O processamento, a nível de laboratório do suco clarificado de maçãs, foi fundamentado na linha de produção industrial. Os resultados microbiológicos dos sucos de maçãs das diferentes variedades confirmaram a sanidade do produto após 6 meses e a eficiência do tratamento térmico ao qual foi submetido. Em relação à análise sensorial, os sucos de maçã foram considerados de ligeira aceitação após 6 meses, tanto em termos de aparência quanto de sabor, em uma escala de 0 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), por uma equipe de 10 provadores não treinados.

WOSIACKI et al., 1989b, avaliaram sensorialmente o suco de maçã da variedade Gala após processamento convencional e aqueles obtidos com atividade de polifenoloxidase controlada através de ácido ascórbico, cisteína, metabissulfito de sódio e por tratamento térmico. Os autores concluíram que o uso de agentes

químicos e físicos não melhorava a qualidade do produto final em comparação ao processamento convencional.

Amostras das maçãs das variedades Anna, Einshemer e Rainha, produzidas logo no início da safra (final de novembro), foram processadas em nível laboratorial, através do selecionamento das frutas, lavagem, cominuição e prensagem. O suco integral foi despectinizado enzimaticamente, filtrado e após engarrafamento, pasteurizado e armazenado no escuro à temperatura ambiente para posterior análise de aceitação (WOSIACKI et al., 1990).

A análise de aceitação foi realizada por 24 provadores que avaliaram as amostras de frutas "in natura" e os sucos de maçã despectinizado em relação aos atributos sabor e aparência. As variedades de maçã não diferiram significativamente a 5% entre si, quando avaliados os atributos sabor e aparência, embora a variedade Rainha tenha apresentado a maior média. Na avaliação de aceitação dos sucos de maçãs não houve diferença significativa (5%) em relação ao atributo aparência sendo a maior média conferida à variedade Anna e a menor média à variedade Einshemer. Em relação ao atributo sabor houve diferença significativa (5%) sendo a maior média atribuída ao suco da variedade Anna e a menor média à variedade Einshemer, que diferiu das demais variedades.

Amostras de maçãs das variedades Anna, Gala, Ohio Beauty, Pome 3 e Rainha foram processadas em laboratório visando a determinação de parâmetros da etapa de clarificação (com bentonita-gelatina-bentonita e com caseína) e avaliadas por técnicas físico-químicas, microbiológicas e sensoriais (WOSIACKI et al., 1992a). As frutas foram lavadas, trituradas, prensadas e o suco obtido foi despectinizado, filtrado, clarificado (bentonita-gelatina-bentonita), filtrado, engarrafado e pasteurizado. O sistema bentonita-gelatina-bentonita revelou-se adequado ao processo de clarificação.

A equipe sensorial constituída por 15 provadores não treinados avaliaram o padrão de aceitação dos sucos de maçãs em relação aos atributos aparência e sabor, através de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos. Os sucos das

diferentes variedades foram considerados de aceitação ligeira a regular, em relação ao atributo aparência, não havendo diferença significativa. As amostras também foram consideradas de aceitação ligeira a regular, em relação ao atributo sabor, mas houve diferença significativa, entre o suco de maior média (variedade Ohio Beauty) e o de menor média (variedade Anna), os demais sucos dessas variedades não diferiram.

A análise de componentes principais indicou que os quatro primeiros vetores explicavam toda a variação dos dados das análises físico-químicas e sensoriais. Os parâmetros mais importantes para diferenciar as amostras no primeiro componente principal foram teor de ácido málico e indicadores industriais; no segundo componente principal foram sabor, teor de açúcar redutor total e componentes da cor; no terceiro componente principal foram aceitação pela aparência e teor de sólidos solúveis totais e finalmente pelo quarto componente principal foram aparência e teor de açúcar invertido.

Os sucos varietais de maçãs nacionais, obtidos a partir de 13 variedades (Anna, Belgolden, Black John, Einshemer, Fuji, Gala, Golden Delicious, Granny Smith, Melrose, Mollies Delicious, Rainha, Red Delicious e Starkimson) foram avaliados microbiologicamente e sensorialmente para se identificar o padrão de qualidade e o grau de aceitação. Os sucos claros, límpidos e brilhantes apresentaram-se semelhantes entre si, independentemente da variedade de maçã utilizada para sua obtenção, que pode compreender maçãs de epiderme vermelha, rajada, amarela ou verde (WOSIACKI et al., 1992b).

A análise sensorial dos sucos de maçãs, obtidos das 13 variedades, compreendeu a avaliação dos atributos aparência e sabor, através de uma escala hedônica estruturada de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), por 15 provadores não treinados e não habituados ao consumo do produto. A avaliação dos sucos em relação ao atributo aparência, indicou um conjunto homogêneo, com aceitação entre ligeira e regular (valor médio de 6,59), não havendo diferença significativa (5%) entre os sucos. Com relação ao atributo sabor, os sucos de maçã apresentaram um valor médio de 5,93, o que classificou o conjunto como de

aceitação ligeira, mas houve diferença significativa a 5% entre os diferentes sucos. Os valores mais elevados, classificados como de aceitação regular, foram atribuídos aos sucos das variedades Belgone, Gala, Golden Delicious e Red Delicious e os valores inferiores, classificados como indiferente, para as variedades Einshemer, Melrose e Granny Smith. Aos sucos das demais variedades foram atribuídos valores de aceitação próximos da média do conjunto. A análise microbiológica dos sucos de maçãs indicou a ausência total de microrganismos.

2.5 COMPOSTOS VOLÁTEIS DE MAÇÃS

A primeira análise de compostos voláteis em maçã foi publicada em 1920, por POWER & CHENUST. Neste trabalho, entre outros, utilizou-se técnicas como cromatografia em papel e espectrofotometria. No decorrer dos anos, com os avanços analíticos foi possível a identificação de inúmeros compostos voláteis, particularmente utilizando-se colunas capilares na separação e o uso combinado de cromatografia gasosa e espectrometria de massas (CG-MS). Dezenove compostos voláteis de aroma de maçã foram relatados por STRACKENBROCK (1961), 56 foram identificados em essência de maçã por FLATH et al (1967) e DIMICK & HORKIN (1983) listaram 266 compostos voláteis de maçã (PAILLARD, 1990). A tabela 1 mostra os compostos voláteis identificados para as diferentes variedades de maçãs na literatura e na tabela 3 foram listados todos os compostos voláteis identificados na maçã e no suco de maçã.

Comparações entre cultivares, mudanças durante o amadurecimento e estocagem, significância sensorial dos constituintes e biossíntese dos voláteis tem sido os estudos mais focalizados pelos pesquisadores nos últimos anos.

Em relação à biossíntese do aroma, as classes dos álcoois, aldeídos e ésteres, formadas durante a fase de amadurecimento, tem sido relacionadas com o metabolismo de ácidos graxos e lipídeos. Os ésteres são os compostos voláteis predominantes na maçã e formados da combinação de álcoois e ácidos graxos.

Cadeias alifáticas curtas são facilmente degradadas durante o tratamento de sucos e essências (PAILLARD, 1990).

Compostos com o mesmo número de átomos de carbono na cadeia são encontrados em larga quantidade na forma de éster, sendo a combinação de ácidos acético, butanóico e hexanóico com os álcoois etílico, butílico e hexílico a mais freqüente. O acetato de butila representa mais de 50% do total de voláteis na cultivar Calville blanc.

Ácidos graxos freqüentemente estão na forma esterificada, mas já foram identificados na forma livre. O aparecimento de uma grande quantidade de ácidos graxos livres e em contrapartida uma pequena quantidade de ésteres, indica hidrólise enzimática. Durante o amadurecimento das maçãs, o metabolismo de lipídeos também libera ácidos graxos que podem servir como substratos, para a formação de ésteres, álcoois e aldeídos.

A segunda maior classe é a dos álcoois, principalmente os de cadeias lineares (butanol, hexanol) e de cadeias ramificadas (isopentanol). Cadeias lineares de álcoois são formadas a partir de ácidos graxos alifáticos com o mesmo número de átomos de carbono ou por ácidos graxos de cadeia longa após β -oxidação.

Aldeídos de cadeia linear ou alifática ramificada foram identificados em algumas cultivares de maçãs e geralmente acompanhados do correspondente álcool. O acetaldeído é considerado como um produto de fermentação, quando ocorre alterações fisiológicas na fruta (condições de estocagem) e quando a fruta é descascada ou sofre injúria. Vários autores tem identificado os aldeídos C_6 (hexanal, trans 2-hexenal e cis 3-hexenal), que seriam produzidos por reações enzimáticas, quando ocorre a ruptura da estrutura celular. Estes aldeídos estão presentes em larga quantidade em extratos e em pequena quantidade nas frutas intactas.

A presença de cetonas foi relatada por poucos autores enquanto a presença de éteres foi observada na essência de maçã.

Certos hidrocarbonetos identificados em maçãs foram considerados poluentes, como o nonano, benzeno e etil benzeno, ou então formados pela quebra de outros compostos como acetato de benzila, ácido benzóico, benzaldeído e acetofenona. Alguns alcanos e alcenos podem ser formados por microrganismos presentes na atmosfera de estocagem das maçãs. Os terpenos são raros e são representados por alguns hidrocarbonetos que com oxigenação formam álcoois, como o geraniol.

Vários compostos voláteis foram descritos com suas respectivas descrições sensoriais. Os ésteres foram essencialmente caracterizados como possuindo aroma de frutas, e especificamente, o 2-metil butanoato de etila como aroma de maçã. A importância do trans 2-hexenal no aroma de essências comerciais de maçã é bastante conhecido. É importante salientar que este composto é formado após a trituração das maçãs e descrito sensorialmente como fruta verde e pungente. Na maçã variedade McIntosh vários compostos de aldeídos C_6 foram descritos como possuindo aroma intenso, maduro, aromático e de fruta. O aroma típico de maçã, em particular, tem sido atribuído a 3 compostos, 2-metil butanoato de etila, 2-metil butanoato de hexila e 2-hexenal.

Para o aroma de essência comercial de maçã contribuem fortemente os compostos tipo aldeído C_6 (trans 2-hexenal, cis 3-hexenal), 2-metil propanol e acetato de 2-metil propila. Essências ruins são caracterizadas por altos níveis de álcoois e baixos níveis de compostos carbonílicos, por outro lado, essências boas contêm baixos níveis de álcoois e alta proporção de grupos carbonílicos, e em alguns casos de ésteres. Portanto os voláteis foram classificados em três grupos de acordo com sua contribuição sensorial: constituintes importantes (trans 2-hexenal, cis 3-hexenal, trans 2-hexenol, cis 3-hexenol, butanoato de etila, 2-metil butanoato de etila), constituintes desejáveis (hexenal, benzaldeído, butanoato de propila, acetato de pentila, 2-pentanona, acetato de 2-metil propila) e contituíntes indesejáveis (etanol, 2-metil propanol, 2-metil butanol, 3-metil butanol, 2-fenil etanol).

NURSTEN & WOOLFE (1972) relataram as mudanças na composição de voláteis, após o aquecimento e o congelamento de maçãs inteiras e descascadas da variedade Bramley's Seedling.

Os ésteres butanoato de etila, 2-metil butanoato de etila e 2-metil butanoato de hexila, anteriormente descritos como contribuintes para o aroma de maçãs, já desapareciam após 1,5 horas de aquecimento e o desaparecimento total da classe dos ésteres ocorreu após 6,5h. Somente o butanoato de etila e o hexanol (compostos responsáveis pelo aroma de maçã) estavam presentes após 4h de aquecimento. O aldeído 2-furfural, formado após 0,5h de aquecimento, se tornou o volátil predominante após 6,5 horas de aquecimento, enquanto o benzaldeído e o 5-metil furfural somente apareceram após 1,5h de aquecimento. A formação do 2-furfural foi relacionada à degradação de açúcares.

Em relação às maçãs congeladas, compostos de alta concentração como os ésteres e o hexanal, estavam ausentes após o longo tempo de estocagem. Em contrapartida, decadienal foi detectado em traços, sugerindo que a oxidação de lipídeos poderia ocorrer durante uma estocagem maior. Novos compostos foram observados na maçã congelada por 1 semana em comparação à maçã aquecida, como o acetato de etila e o 3-metil butanal.

Os autores utilizaram a técnica de Nickerson-Lickens para o isolamento dos voláteis, já que a técnica mais adequada na época ("direct headspace") para acompanhar as mudanças no processamento, não forneceu concentração suficiente para posterior identificação por espectrometria de massa. A separação cromatográfica foi feita em coluna empacotada de Carbowax e a extração com pentano.

WATADA et al. (1981) tentaram correlacionar os atributos sensoriais com os voláteis do headspace, sólidos solúveis e ácidos tituláveis (expressos em % de ácido málico) para maçãs das variedades Golden Delicious e York Imperial. As frutas foram colhidas, em intervalos de 3 semanas, no período máximo de crescimento, e divididas em 3 lotes (análise inicial, estocagem em 2,5 meses e 5

meses a 0°C). Para a análise dos voláteis do headspace de cada maçã, 65g de amostra foram macerados com 65mL de água por 45seg e transferidos para um frasco de 250mL, contendo 35g de NaCl. A mistura foi incubada a 45°C por 10min e uma alíquota de 5mL do headspace foi analisada por cromatografia gasosa, em coluna empacotada. Os componentes voláteis foram identificados pelos tempos de retenção e por espectrometria de massas.

Seis atributos sensoriais (doçura, acidez, floral-fruta, sabor de amido, sabor condimentado, sabor mofado e adstringência) foram selecionados para descrever o aroma e o sabor das amostras de maçãs. Houve mudança quantitativa somente no atributo acidez para a variedade Golden Delicious e para a variedade York Imperial, as mudanças ocorreram nos atributos doçura, acidez, sabor de amido e sabor de mofo durante as 3 colheitas. No período de armazenamento não houve diferença quantitativa nos atributos floral-fruta, sabor condimentado e sabor de mofo para a variedade Golden Delicious e nos atributos doçura e floral-fruta, para a variedade York Imperial.

O cromatograma dos voláteis do headspace apresentou 25 picos e 8 foram tentativamente identificados (acetato de etila, acetato de propila, butanoato de metila, butanoato de etila, acetato de butila, acetato de amila, butanol, 2-hexanal).

A análise de regressão linear indicou que cerca de metade das variações de acidez na Golden Delicious e a acidez e a doçura na York Imperial podiam ser explicadas por componentes químicos. Na Golden Delicious, 58% da variação da acidez podiam ser atribuídas aos ácidos tituláveis, sólidos solúveis e aos picos não identificados e numerados como 10 e 17. Na York Imperial, 63% das variações de acidez podiam ser atribuídas aos ácidos tituláveis, sólidos solúveis, ao composto volátil acetato de amila e ao pico não identificado e numerado como 4 e 50% das variações da doçura podiam ser atribuídas aos sólidos solúveis, ao composto volátil acetato de etila e aos picos não identificados e numerados como 5 e 6. A variação do atributo azedo, que mudou com a estocagem nas duas cultivares, não pode ser explicado por nenhum componente volátil, o mesmo ocorrendo com o atributo floral-fruta que mudou muito pouco com a maturação.

YAJIMA et al. (1984) compararam os compostos voláteis da casca da maçã e do suco de maçãs descascadas da variedade Golden Delicious. Para a obtenção do suco, as frutas foram descascadas, fez-se a adição de cloreto de sódio para inibição enzimática e prensagem. O suco obtido foi destilado e extraído com éter etílico. A obtenção do extrato da casca foi igual ao do suco e a identificação dos compostos voláteis foi feita por espectrometria de massas, infra vermelho e ressonância magnética nuclear.

Devido a complexidade do cromatograma, o extrato do suco foi dividido em uma fração ácida e outra neutra e esta última posteriormente separada em cinco frações em coluna de sílica gel. As frações consideradas mais importantes para o aroma característico de suco de maçã foram as que compreendiam principalmente os ésteres de etila, propila, butila, 2-metil butila e álcoois hexílicos. Os compostos voláteis da casca foram os mesmos do suco, diferindo principalmente na proporção. Entretanto compostos como 1-decanol, octano-1,3-diol, trans 5-octeno-1,3-diol, nonanal e decanal foram detectados somente no suco.

O único trabalho encontrado na literatura que identificou os compostos voláteis de maçã da variedade Fuji foi o de KAKIUCHI et al., 1987. Além da variedade Fuji foram também estudadas as variedades Hatsuaki, Kogyoku, Golden Delicious e Mutsu.

Dois quilos das amostras foram homogeneizados com 400mL de água contendo 20g de NaCl, para inibição da atividade enzimática. O método de isolamento dos voláteis empregado foi destilação à pressão reduzida a 35°C por 6 horas, seguida da extração do destilado aquoso com éter etílico, desidratação do extrato etéreo com $MgSO_4$, evaporação em rotoevaporador e dissolução do resíduo em hexano. O extrato de hexano foi analisado por cromatografia gasosa, em coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos compostos voláteis foi baseada nos tempos de retenção e nos espectros de massas.

Foram detectados entre 70 a 80 compostos voláteis, dos quais 39 foram identificados, dentre estes 27 ésteres, 6 álcoois, 2 aldeídos, 2 hidrocarbonetos, 1

fenol e 1 ácido. Os álcoois e os ésteres foram as principais classes de compostos encontradas na fruta por estes pesquisadores. Os compostos mais abundantes da classe dos álcoois foram o butanol e o hexanol e da classe dos ésteres, o acetato de hexila, o acetato de butila e o acetato de 2-metil butila.

CARELLI & LOZANO (1989) estudaram os compostos voláteis de maçãs das variedades Granny Smith e Red Delicious, que são comumente processadas na Argentina. A técnica utilizada foi a de NICKERSON-LICKENS, com algumas modificações. A separação foi realizada em coluna de sílica e foram identificados acetato de etila, etanol, isobutanoato de etila, propanol, butanoato de etila, acetato de butila, hexanal, acetato de amila, valerato de etila, butanol, 2-metil butanol, trans 2-hexenal, acetato de hexila, hexanol, trans 2-hexenol, benzanal, acetofenona e 4-metoxialilbenzeno. Compostos de baixos tempos de retenção como o acetato de etila e de altos tempos de retenção como a acetofenona possuíram reduzido impacto no aroma da maçã. Comparando a composição de voláteis da fruta e da essência comercial de maçã, os autores concluíram que vários compostos foram perdidos durante o processo industrial, entre eles isobutanoato de etila, acetato de amila e trans 2-hexenal.

RIZZOLO & POLESELLO (1989) relacionaram os compostos voláteis da maçãs Golden Delicious com a análise sensorial por sniffing, durante a maturação da fruta. A captura dos voláteis foi feita em polímero poroso, a eluição com dicloro metano e a separação em coluna de sílica fundida. A identificação foi feita por comparação do tempo de retenção com uma solução padrão (acetaldeído, propionato de etila, butanoato de etila, 2-metil butanoato de etila, hexanal, butanol, acetato de amila, trans 2-hexenal, acetato de hexila e hexanol). Os autores constataram que o cromatograma referente às maçãs maduras possuíam um maior número de picos com maior área, em relação aos cromatogramas obtidos da fruta verde e passada. Os aldeídos foram descritos como verde e os ésteres como fruta, doce. A maçã verde foi caracterizada por conter uma maior quantidade de trans 2-hexenal e acetato de hexila em comparação a maçã passada que teve uma maior quantidade de ésteres.

PÉREZ et al. (1993) utilizaram a técnica do headspace dinâmico e eluição com dissulfeto de carbono, para a análise dos componentes voláteis da maçã Golden Delicious. A separação foi realizada em coluna de sílica fundida, a identificação por espectrometria de massas e a análise sensorial por sniffing. Os autores observaram que os compostos mais significativos qualitativamente e quantitativamente foram os ésteres de hexila (acetato de hexila, propionato de hexila, butanoato de hexila, 2-metil butanoato de hexila, pentanoato de hexila e hexanoato de hexila). Os principais compostos para o aroma de maçã foram o butanoato de hexila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de butila e hexanoato de hexila.

2.6 COMPOSTOS VOLÁTEIS DE SUCO DE MAÇÃS

A tabela 2 mostra os compostos voláteis identificados no suco de maçã disponíveis na literatura e na tabela 3 foram listados todos os compostos voláteis identificados na maçã e no suco de maçã.

PÉREDI et al. (1981) estudaram perdas no sabor durante a manufatura do suco de maçãs em duas fábricas húngaras com diferentes tecnologias e equipamentos. Foram estudadas as mudanças que ocorriam na composição de voláteis durante as várias etapas do processamento, desde a matéria prima até o suco concentrado. As etapas que envolveram o processamento foram prensagem, clarificação por tratamento enzimático, filtração e concentração.

As altas porcentagens dos álcoois indicaram uma qualidade inferior da matéria prima de uma das unidades. Na prensagem houve a formação de novos compostos, devido a processos enzimáticos. Não houve grandes diferenças entre os sucos clarificados das duas unidades, embora em uma das fábricas os componentes voláteis tivessem sido removidos antes da clarificação para posterior recuperação do aroma. Surpreendentemente, os voláteis removidos foram substituídos por outros formados de precursores, como resultado da ação de enzimas presentes nos tecidos, durante as 8 horas de clarificação. Os sucos

concentrados mostraram uma dramática redução dos compostos voláteis e composição completamente distinta devido aos diferentes sistemas de evaporação.

O método de isolamento dos voláteis empregado foi destilação a vapor, seguida por extração com solvente e concentração sob fluxo de nitrogênio a 15-20°C. Foi usada coluna empacotada para a separação dos voláteis e para identificação foram empregados tempos de retenção relativos e alguns compostos padrões.

KAKIUCHI et al. (1987) estudaram as mudanças na composição de voláteis após o processamento térmico de sucos de maçãs, avaliando a adequação ao processamento de cinco cultivares principais do Japão (Hatsuaki, Kogyoku, Golden Delicious, Mutsu e Fuji), já que para se definir a qualidade do suco de maçã é importante analisar as mudanças dos compostos voláteis que podem ocorrer durante o processo térmico do suco, que tinham sido reportadas em algumas cultivares.

Os sucos processados não foram clarificados e após a prensagem e a filtração, foram submetidos à pasteurização rápida à alta temperatura (93°C/ 30 seg). Os sucos de maçã obtidos foram estocados à 5°C para posterior análise. O método de isolamento dos voláteis empregou destilação à pressão reduzida a 35°C por 6 horas, seguida da extração do destilado aquoso com éter etílico, desidratação do extrato etéreo com $MgSO_4$, evaporação em rotoevaporador e dissolução do resíduo em hexano. O extrato de hexano foi analisado por cromatografia gasosa, em coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos compostos voláteis foi baseada nos tempos de retenção e nos espectros de massas.

Comparando-se os componentes voláteis encontrados na fruta, os autores observaram de uma maneira geral, diminuição de todas as classes químicas e perda total dos hidrocarbonetos após a pasteurização. A modificação do sabor resultou principalmente da diminuição no teor de aldeídos, ésteres e álcoois.

Todas as cultivares mostraram alta percentagem de retenção dos compostos voláteis após a pasteurização, excetuando-se a Golden Delicious, devido ao alto teor de ésteres e de aldeídos que se decompuseram mais facilmente durante o processamento térmico.

Os sucos processados a partir das variedades Matsu e Fuji, que apresentaram menor teor de voláteis, foram considerados de qualidade inferior em relação àqueles das variedades Hokyoku e Hatsuaki.

DI CESARE et al. (1988) testaram a utilização de resinas apolares para a recuperação de aroma de suco de maçã, variedade Golden Delicious. Após a prensagem das maçãs, o suco obtido era submetido à extração e concentração dos compostos voláteis. A extração do aroma do suco foi feita em evaporador com colunas de vidro ascendentes, a 40-50°C. Os tipos de adsorventes foram variados, a fim de se estabelecer qual seria o melhor adsorvente apolar para a recuperação do aroma, em comparação com métodos convencionais de destilação. O aroma concentrado foi avaliado por cromatografia gasosa.

O uso da destilação causou a perda de vários compostos voláteis, além de alterar a característica sensorial do produto final. De acordo com os autores, o uso de adsorventes foi mais eficaz, com total recuperação, sem modificar a composição original do aroma.

No intervalo entre a cominuição e a prensagem ocorreram modificações dos compostos voláteis. A produção de aldeído C_6 a partir de ácidos graxos e a redução de aldeídos para álcoois ocorrem rapidamente após a cominuição, além da redução da concentração de acetato, butanoato e ésteres hexílicos por ação de enzimas naturais da fruta. A adição de enzimas pectinolíticas e celulolíticas no suco provoca ainda a redução destes compostos, principalmente os acetatos. As diferentes etapas (cominuição, prensagem, tratamento enzimático, destilação, etc.) do processamento de sucos de frutas podem causar mudanças no perfil dos compostos voláteis do produto final, quando comparado ao da fruta "in natura" (DI CESARE et al., 1991a). Os autores compararam os compostos voláteis presentes no suco

prensado de maçã Golden Delicious obtidos em laboratório com sucos obtidos da linha de produção.

As maçãs variedade Golden Delicious foram prensadas na indústria e o resíduo obtido adicionado de água foi prensado para a obtenção de suco. Novamente o resíduo obtido após adição de água e enzimas pectinolíticas foi prensado para obtenção de suco. Os sucos assim obtidos foram misturados e destilados, para recuperação do aroma. A extração do aroma do suco foi feita por concentração em evaporador, a 40-50°C e adsorção dos compostos voláteis, em resina para posterior eluição com éter etílico. A análise cromatográfica foi realizada em coluna capilar e a identificação dos picos por comparação dos tempos de retenção com uma solução de padrão de compostos voláteis, característicos da variedade Golden Delicious (butanoato de etila, 2-metil butanoato de etila, hexanal, acetato de pentila, trans-2-hexanal, acetato de hexila e hexanol).

Os compostos voláteis do suco obtido da primeira prensagem diminuíram em comparação ao suco obtido em laboratório, com exceção do trans-2-hexanal. Nos sucos obtidos na segunda e na terceira prensagem, a proporção dos componentes voláteis foi semelhante à da primeira, com exceção do hexanol que diminuiu 50% após a terceira prensagem. No suco destilado o butanoato de etila e o hexanol diminuíram significativamente em comparação ao suco prensado obtido em laboratório, o mesmo ocorrendo com o butanoato de etila no suco estocado. Por outro lado, no suco estocado, a porcentagem do 2-metil butanoato de etila se mostrou maior que no suco prensado no laboratório e no suco destilado, enquanto, em contraste, a porcentagem do acetato de hexila diminuiu. A porcentagem do hexanol no suco estocado foi quase metade da presente no suco prensado em laboratório e igual a do suco destilado. O acetato de pentila não estava presente nos sucos destilado e estocado. Estas variações foram explicadas por reações naturais de oxidação que podem ocorrer nos processos de trituração e prensagem. As diferentes composições de voláteis entre os sucos destilado e estocado poderiam ter sido causadas pelo tratamento do suco, por decomposição térmica e pelo tipo de recuperação de aroma, de acordo com os autores.

LEA & FORD (1991) caracterizaram instrumental e sensorialmente diferentes sucos comerciais de maçãs (suco tipo natural obtido após prensagem e rápida pasteurização, suco clarificado obtido após concentração e adição de essência e suco misto obtido da mistura de suco concentrado e suco fresco). Os voláteis do headspace dos sucos foram capturados em polímero e sua desorção foi feita utilizando-se CS₂, a separação realizada em coluna capilar e a identificação por espectrometria de massas, tendo sido utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP) para os dados químicos e sensoriais.

Foram identificados 26 compostos voláteis nos diferentes sucos e ocorreu uma diminuição da classe de aldeídos no suco originado do concentrado, enquanto que os voláteis formados durante o processo, furfural e metil heptanol, aumentaram.

A técnica estatística multivariada, Análise de Componente Principais, aplicada aos dados químicos para cada tipo de suco, mostrou que os aldeídos C₆, característicos dos sucos recém prensados, estavam associados com o suco tipo natural; os ésteres com os sucos mistos, devido a adição de maior quantidade de fruta Red Delicious (alta em ésteres) e os álcoois com o suco obtido do concentrado. Os aldeídos apresentaram um comportamento instável tendo desaparecido nos sucos obtidos a partir do concentrado.

Os dados sensoriais mostraram que os atributos textura e gosto na boca foram importantes para a diferenciação dos tipos de sucos. O suco tipo natural diferenciou-se por ser mais encorpado, devido à presença de sólidos suspensos e pectina, do que pelos atributos de sabor e aroma. Os sucos podiam ser também facilmente diferenciados pela análise química.

Nove compostos (2-metil butanoato de etila, butanoato de etila, acetato de butila, trans 2-hexenal, acetato de isoamila, acetato de hexila, hexanol, hexanal e damascenona) foram os que mais contribuíram para o aroma típico de suco de maçã e foram responsáveis por 99% do aroma do suco de maçã perceptível.

DI CESARE et al. (1991b) pesquisando os compostos voláteis do suco de maçã, variedade Golden Delicious, identificaram os compostos que causam "off tones", capazes de mudar as características organolépticas do suco e diminuem o seu valor comercial. A recuperação do aroma foi realizada em resina apolar e a eluição feita com diferentes proporções de etanol e éter etílico puro, para posterior diluição com dicloro metano. A melhor resposta obtida foi a que utilizou eluição com 60% de etanol, resultado comparável à fruta fresca, tanto cromatografica como sensorialmente. A análise CG-MS revelou que as substâncias responsáveis pelas notas estranhas ("off tones") foram os aldeídos insaturados C₉-C₁₂, ácidos graxos C₈-C₁₀ e derivados do benzeno.

Tabela 1: Composição de voláteis de diferentes cultivares de maçã.

REFERÊNCIA	CULTIVAR	ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO	COMPONENTES VOLÁTEIS IDENTIFICADOS
POWER & CHESNUT (1920)	diferentes variedades	reações destilação	58, 68, 145, 158, 180
POWER & CHESNUT (1922)	MacIntosh	reações	323
FIDLER (1950)	King Edward VII	filtros	300
WHITE (1950)	MacIntosh	reações	1, 2, 3, 4, 7, 20, 53, 62, 85, 100, 141, 194,
	Stayman Wines	destilação	195, 207, 208, 235, 236, 241
STRACKENBROCK (1961a)	Golden Delicious	CG (adsorção)	3, 7, 10, 20, 61, 62, 65, 68, 70, 71, 85, 98, 131, 141, 145, 194, 208, 340
GREVERS & DOESBURG (1962)	diferentes variedades	CG (adsorção)	5, 7, 13, 52, 61, 62, 64, 68, 70, 71, 91, 93, 94, 96, 100, 103, 104, 109, 141, 143, 152, 180, 181, 186, 192, 194, 235, 339
VON WUCHERPFENNING & BRETTHAUER (1962)	diferentes variedades	cromatografia em papel (destilação)	1, 2, 3, 7, 10, 20, 234, 235, 244
NISHIMURA & HIROSE (1964)	Kogyoku	CG (extração, destilação)	2, 3, 5, 7, 10, 11, 20, 22, 63, 65, 68, 71, 141, 180, 181, 186, 201, 195, 244, 240, 239, 274
PAILLARD (1965)	Calville blanc	CG (adsorção)	2, 3, 5, 7, 62, 63, 65, 71, 85, 93, 100, 103, 131, 141
ANGELINI & PFLUG (1967)	MacIntosh	CG, MS (adsorção)	4, 5, 6, 11, 12, 13, 20, 55, 56, 65, 73, 100, 112, 189, 198, 200, 201, 202, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 311, 313, 343, 344, 352
FLATH et al. (1967)	Golden Delicious essência comercial	CG	2, 3, 5, 7, 11, 13, 20, 22, 23, 62, 63, 64, 68, 69, 71, 77, 85, 90, 93, 98, 99, 100, 102, 103, 105, 112, 122, 124, 128, 131, 141, 143, 165, 180, 186, 188, 192, 194, 195, 213, 282, 283, 286, 293, 298, 314, 315, 348, 349
PAILLARD (1967a)	Calville blanc	CG, IV (adsorção)	2, 7, 10, 20, 40, 52, 54, 56, 61, 62, 63, 65, 68, 71, 84, 93, 100, 103, 131, 133, 235
SHULTZ et al. (1967)	Golden Delicious essência comercial	CG	2, 3, 5, 7, 11, 20, 23, 62, 63, 65, 69, 71, 76, 85, 100, 180, 194, 195
BROWN et al. (1968)	Royal Red Delicious, Starkrimson	CG (headspace)	2, 3, 7, 10, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 70, 85, 90, 92, 99, 100, 141, 196

continua...

... continuação

REFERÊNCIA	CULTIVAR	ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO	COMPONENTES VOLÁTEIS IDENTIFICADOS
HUELIN & COGGIOLA (1968)	Ganny Smith	coluna, espectroscopia (extração)	3, 6, 71
PAILLARD (1968)	Calville Blanc	coluna capilar CG (adsorção)	2, 3, 5, 7, 8, 10, 13, 20, 28, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 605, 70, 71, 84, 85, 87, 90, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 110, 112, 131, 132, 133, 140, 141, 143, 152, 181, 194, 195, 208, 312, 313, 355, 356
POMPÉI (1968)	Aroma Industrial	CG (concentração, extração)	1, 2, 3, 7, 10, 13, 20, 23, 61, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 85, 96, 97, 99, 100, 131, 132, 141, 143, 180, 181, 182, 186, 194, 195, 208
FLATH et al. (1969)	Gravenstein essência	CG - MS	2, 5, 7, 11, 12, 18, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 77, 85, 93, 100, 102, 103, 112, 131, 141, 152, 180, 186, 188, 189, 192, 194, 195, 207, 209, 211, 212, 213, 216, 222, 282, 286, 298, 349, 350
GUADAGNI et al. (1971)	Gravenstein	CG (headspace, essência)	20, 63, 64, 65, 68, 69, 71, 85, 87, 93, 100, 102, 103, 194, 195
NURSTEN & WOOLFE (1972)	Bramley's Seedling	Nickerson-Lickens	7, 10, 11, 20, 21, 85, 100, 112, 103, 123, 129, 194, 206, 328, 329, 318, 336, 337, 338
DIRINCK et al. (1977)	Golden Delicious	CG - MS (adsorção)	5, 7, 13, 17, 20, 62, 64, 65, 68, 70, 72, 73, 90, 93, 98, 103, 110, 112, 125, 128, 129, 133, 145, 146, 148, 191, 195, 196, 205, 219, 303, 306, 312, 316, 324, 331, 352, 353, 354
WILLIAMS et al. (1977)	diferentes variedades	CG - MS, IV (headspace)	71, 331
WATADA et al. (1981)	Golden Delicious York Imperial	CG-MS (headspace)	7, 62, 63, 65, 68, 100, 333
SHAMP & DIRINCK (1982)	Golden Delicious	CG - MS (headspace, adsorção)	3, 7, 62, 63, 64, 65, 68, 71, 93, 98, 103, 110, 112, 125, 129, 143, 194, 198, 308, 309, 331
BERGER et al. (1984)	Red Delicious	CG - MS (extração líquida-líquida)	153, 164, 351

continua...

... continuação

REFERÊNCIA	CULTIVAR	ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO	COMPONENTES VOLÁTEIS IDENTIFICADOS
YAJIMA et al. (1984)	Kogyoku	CG - MS, RMN, IV (destilação)	2, 3, 5, 7, 10, 11, 20, 22, 23, 27, 28, 31, 36, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 63, 64, 65, 68, 69, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 90, 112, 115, 125, 129, 148, 180, 186, 195, 196, 194, 201, 202, 220, 223, 309, 310, 316, 320, 325, 326, 327, 330, 332, 333, 334
KAKIUCHI et al. (1987)	diversas variedades	CG-MS (destilação)	7, 9, 10, 11, 20, 23, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 93, 96, 98, 100, 106, 107, 112, 123, 125, 126, 129, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 160, 194, 195, 239, 328, 329, 333
CARELLI et al. (1989)	Granny Smith Red Delicious	CG (Lickens - Nickerson)	2, 3, 7, 11, 20, 23, 33, 62, 65, 68, 71, 100, 117, 171, 194, 195, 205, 223, 295
RIZOLO & POLEZZELLO (1989)	Golden Delicious	CG (headspace, adsorção)	7, 10, 68, 71, 85, 100, 123, 180, 194, 195
PÉREZ et al. (1993)	Golden Delicious	CG-MS headspace dinâmico	20, 65, 68, 69, 71, 85, 98, 106, 110, 112, 125, 128, 129, 143, 148, 295, 316, 352

Componentes voláteis: ver tabela 3

Tabela 2: Composição de compostos voláteis de sucos de maçã.

REFERÊNCIA/ CULTIVAR	ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO	SUCO	COMPONENTES VOLÁTEIS IDENTIFICADOS
MACGREGOR et al. (1964) MacIntosh	CG	suco concentrado	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 20, 52, 53, 62, 65, 70, 93, 100, 140, 141, 208, 234, 235, 236, 244
PÉREDI (1981) variedade não relatada	CG (extração, concentração)	sucos obtidos na linha de produção	1, 2, 3, 7, 10, 20, 28, 62, 65, 71, 85, 93, 100, 103, 194, 195, 208,
KAKIUCHI et al. (1987) Hatsuaki, Hokyoku, Delicious, Fuji, Mutsu	CG-MS (destilação)	suco pasteurizado	7, 9, 10, 11, 20, 23, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 93, 96, 98, 100, 106, 107, 112, 123, 125, 126, 129, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 160, 194, 195, 239, 328, 329, 333
DI CESARE et al. (1991a) Golden Delicious	CG destilação adsorção polímero	sucos obtidos na linha de com produção em	20, 68, 71, 100, 123, 194, 195
DI CESARE et al. (1991b) Golden Delicious	CG destilação adsorção polímero	suco concentrado com em	20, 28, 68, 71, 77, 100, 105, 112, 194, 195, 231, 248, 252, 338
LEA & FORD (1991) Red Delicious	CG - MS (headspace)	suco tipo natural, suco clarificado, suco blendado	7, 11, 20, 27, 30, 40, 65, 68, 69, 71, 100, 112, 123, 141, 194, 195, 205, 207, 220, 316, 335, 357, 358, 359, 360

Componentes voláteis: ver tabela 3

Tabela 3: Componentes voláteis identificados em maçãs e sucos de maçãs.

(1)metanol, (2)etanol, (3)propanol, (4)isopropanol, (5)2-metil propanol, (6)2-metil 2-propenol, (7)butanol, (8)2-butanol, (9)isobutanol, (10)pentanol, (11)2-metil butanol, (12)2-metil 2-butenol, (13)3-metil butanol, (14)2-pentanol, (15)3-pentanol, (16)4-pentanol, (17)2-metil pentanol, (18)2-metil 2-pentenol, (19)3-metil-pentanol, (20)hexanol, (21)cis-2-hexenol, (22)cis-3-hexenol, (23)trans-2-hexenol, (24)trans 3-hexenol, (25)1-hexen-3-ol, (26)5-hexanol, (27)heptanol, (28)octanol, (29)2-octanol, (30)3-octanol, (31)cis 5-octenol, (32)an etilhexanol, (33)nonanol, (34)2-nonanol, (35)6-metil-5-heptenol, (36)decanol, (37)3-octenol, (38)álcool benzílico, (39)2-fenetanol, (40)6-metil hept-5-en-2-ol, (41)cis,trans-octa-3,5-dien-1-ol, (42)cis,cis-octa-3,5-dien-1-ol, (43)octane-1,3-diol, (44)trans-oct-5-ene-1,3-diol, (45)2-fenil etanol, (46)6-metilhept-5-en-2-ol, (47)(E,Z) octa-3,5-dien-1-ol, (48)(Z,Z) octa-3,5-dien-1-ol, (49)octane-1,3-diol, (50)(E) oct-5-ene-1,3-diol, (51)2-feniletanol, (52)formato de metila, (53)formato de etila, (54)formato de propila, (55)formato de 2-metil propila, (56)formato de butila, (57)formato de 2 ou 3 metil butila, (58)formato de pentila, (59)i-formato de pentila, (60)formato de hexila, (61)acetato de metila, (62)acetato de etila, (63)acetato de propila, (64)acetato de 2-metil propila, (65)acetato de butila, (66)acetato de isobutila, (67)t-acetato de butila, (68)acetato de pentila, (69)acetato de 2-metil butila, (70)acetato de 3-metil butila, (71)acetato de hexila, (72)acetato de heptila, (73)acetato de octila, (74)acetato de benzila, (75)cis-acetato de 3-hexenila, (76)trans-acetato de 2-hexenila, (77)acetato de 2-fenil etila, (78)(E,Z) octa-3,5-dien-1-il acetato, (79)(Z,Z) octa-3,5-dien-1-il acetato, (80)3-hidrixiacetato, (81)3-hidroxi-(Z)-oct-5-en-1-il acetato, (82)acetato de nonila, (83)acetato de decila, (84)propanoato de metila, (85)propanoato de etila, (86)metil propanoato de etila, (87)2-metil propanoato de etila, (88)3-metil propanoato de etila, (89)hidroxi propanoato de etila, (90)propanoato de propila, (91)metil propanoato de propila, (92)propanoato de 2-metil propila, (93)propanoato de butila, (94)metil propanoato de butila, (95)propanoato de isobutila, (96)propanoato de 2-e/ou 3-metil butila, (97)propanoato de pentila, (98)propanoato de hexila, (99)butanoato de metila, (100)butanoato de etila, (101)3-metil butanoato de etila, (102)trans-2-metil butanoato de etila, (103)butanoato de propila, (104)butanoato de isopropila, (105)butanoato de 2-metil propila, (106)butanoato de butila, (107)butanoato de 2-metil butila, (108)butanoato de isobutila, (109)3-metil butanoato de 3-metil butila, (110)butanoato de pentila, (111)butanoato de isopentila, (112)butanoato de hexila, (113)butanoato de cinamila, (114)crotonato de etila, (115)3-hidroxibutanoato de butila, (116)isobutanoato de metila, (117)isobutanoatode etila, (118)isobutanoato de butila, (119)isobutanoato de isobutila, (120)isobutanoato de pentila, (121)isobutanoato de hexila, (122)2-metil butanoato de metila, (123)2-metil butanoato de etila, (124)2-metil butanoato de propila, (125)2-metil butanoato de butila, (126)2-metil butanoato de 2-metil butila, (127)2-metil butanoato de isobutila, (128)2-metil butanoato de pentila, (129)2-metil butanoato de hexila, (130)pentanoato de metila, (131)pentanoato de etila, (132)pentanoato de propila, (133)pentanoato de butila, (134)pentanoato de 3-metil butila, (135)pentanoato de amila, (136)pentanoato de isoamila, (137)isopentanoato de metila, (138)isopentanoato de etila, (139)isopentanoato de isopentila, (140)hexanoato de metila, (141)hexanoato de etila, (142)hexanoato de propila, (143)hexanoato de butila, (144)hexanoato de isobutila, (145)hexanoato de pentila, (146)hexanoato de 2-e/ou 3-metil butila, (147)trans 2-hexanoato de butila, (148)hexanoato de hexila, (149)heptanoato de etila, (150)heptanoato de propila, (151)heptanoato de butila, (152)octanoato de etila, (153)(E) 2-octenoato de etila, (154)octanoato de propila, (155)octanoato de butila, (156)octanoato de 3-metil butila, (157)octanoato de isobutila, (158)octanoato de pentila, (159)octanoato de isopentila, (160)octanoato de hexila, (161)nonanoato de etila, (162)decanoato de etila, (163)4-decenoato de etila, (164)(E,Z) deca-2,4-dienato de etila, (165)decanoato de butila, (166)decanoato de 3-metil butila, (167)decanoato de isobutila, (168)decanoato de pentila, (169)decanoato de isopentila, (170)decanoato de hexila, (171)dodecanoato de etila, (172)dodecanoato de butila, (173)dodecanoato de hexila, (174)succinato de dietila, (175)2-fenilacetato de etila, (176)ftalato de dimetila, (177)ftalato de dietila, (178)ftalato de

dipropila, (179)formaldeído, (180)acetaldeído, (181)propanal, (182)metil propanal, (183)2-propenal, (184)metil propenal, (185)2-oxopropanal, (186)butanal, (187)isobutanal, (188)2-metil butanal, (189)3-metil butanal, (190)2-metil 2-butenal, (191)trans-2-butenal, (192)pentanal, (193)isopentanal, (194)hexanal, (195)trans-2-hexenal, (196)cis-3-hexenal, (197)trans-3-hexenal, (198)heptanal, (199)trans-2-heptenal, (200)octanal, (201)nonanal, (202)decanal, (203)undecanal, (204)dodecanal, (205)benzaldeído, (206)fenilacetaldéido, (207)furfural, (208)2-propanona, (209)2-butanona, (210)3-hidroxibutan-2-ona, (211)2,3-butanediona, (212)2-pentanona, (213)3-pentanona, (214)4-metilpentan-2-ona, (215)2-hexanona, (216)2-heptanona, (217)3-heptanona, (218)4-heptanona, (219)2-metil hept-2-en-6-ona, (220)6-metil hept-5-en-2-ona, (221)2-octanona, (222)7-metil 4-octanona, (223)acetofenona, (224)acetoina, (225)diel éter, (226)metil propil éter, (227)dibutil éter, (228)2 e/ou 3-metil butil éter, (229)dihexil éter, (230)metilfenil éter, (231)4-metoxialilbenzeno, (232)cis-linalool óxido, (233)trans-linalool óxido, (234)ácido fórmico, (235)ácido acético, (236)ácido propanóico, (237)ácido butanóico, (238)ácido isobutanóico, (239)ácido 2-metil butanóico, (240)ácido 3-metil butanóico, (241)ácido pentanóico, (242)ácido pentenóico, (243)ácido 4-metil pentanóico, (244)ácido hexanóico, (245)ácido trans-2-hexenóico, (246)ácido heptanóico, (247)ácido cis-3-heptenóico, (248)ácido octanóico, (249)ácido cis-3-octenóico, (250)ácido nonanóico, (251)ácido cis-3-nonenóico, (252)ácido decanóico, (253)ácido undecanóico, (254)ácido undecenóico, (255)ácido dodecanóico, (256)ácido dodecenóico, (257)ácido tridecanóico, (258)ácido tridecenóico, (259)ácido tetradecanóico, (260)ácido tetradecenóico, (261)ácido pentadecanóico, (262)ácido pentadecenóico, (263)ácido hexadecanóico, (264)ácido hexadecenóico, (265)ácido heptadecanóico, (266)ácido heptadecenóico, (267)ácido octadecanóico, (268)ácido 9-octadecenóico, (269)ácido 9,12-octadecadienóico, (270)ácido 9,12-15-octadecatrienóico, (271)ácido nonadecanóico, (272)ácido nonadecenóico, (273)ácido eicosanóico, (274)ácido benzoico, (275)etilamina, (276)butilamina, (277)isoamilamina, (278)hexilamina, (279)dietoximetano, (280)dibutiximetano, (281)dihexoximetano, (282)1-etoxi-1-propoxietano, (283)1-butoxi-1-etoxietano, (284)1-etoxi-1-hexoxietano, (285)1-etoxi-1-octoxietano, (286)1,1-dietoxietano, (287)1,1-dibutoxietano, (288)1-butoxi 1-2-metil butoxi etano, (289)butoxi-1-hexoxietano, (290)1,1-di-2-metil butoxietano, (291)1,2-metil butoxi-1-hexoxi etano, (292)1,1-di-hexoxietano, (293)1,1-dietoxipropano, (294)1,1-di-2-metil butoxipentano, (295)4-metoxialil benzeno, (296)furano, (297)5-hidroxi-2-furfural, (298)2,4,5-trimetil-1,3-dioxolano, (299)etano, (300)etileno, (301)hexano, (302)heptano, (303)1-hepteno, (304)octano, (305)1-octeno, (306)nonano, (307)decano, (308)undecano, (309)tridecano, (310)tetradecano, (311)tolueno, (312)benzeno, (313)etil benzeno, (314)1-metil naftaleno, (315)2-metil naftaleno, (316) α -farneseno, (317) β -farneseno, (318)damasceno, (319)terpinen-4-ol, (320) α -terpineol, (321)isobareol, (322)citronelol, (323)geraniol, (324) α -pineno, (325)canfor, (326)linalool, (327)óxido de linalool, (328)cis trans α -farneseno, (329)trans trans α -farneseno, (330) γ -hexalactona, (331)4-metoxialilbenzeno, (332)metileugenol, (333)metilchavicol, (334)benzotiazole, (335)2-hexenol, (336)5-metil 2-furfuraldeído, (337)trans,cis 2,4-decadieno, (338)trans,trans 2,4-decadieno, (339)metil propanoato de metila, (340)3-metil butanoato de metila, (341)undecanol, (342)dodecanol, (343)3-metil 2-butenol, (344)metil propenal, (345)metil propanóico, (346)cis óxido linalool, (347)trans óxido linalool, (348)etoxi 1-metoxietano, (349)1-etoxi 1-(2-metilbutoxi) etano, (350)trans 2-butenato de etila, (351)cis 4-decenoato de etila, (352)pentanoato de hexila, (353)metil propanoato de hexila, (354)2-metil butanoato de heptila, (355)acetato de 1-metil propila, (356)butanoato de 3-metil butila, (357)acetato de 2-hexenila, (358)2-heptanol, (359)damascenona e (360)dioxolana.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

Foram utilizadas maçãs da cultivar Fuji procedentes do Estado de Santa Catarina, região de Fraiburgo, adquiridas na CEASA de Campinas, em caixas de 18Kg e com graduação entre 130 e 165, o que significa o número de frutas por caixa. As maçãs estavam em estágio adequado de maturação, de acordo com a aparência.

Estudou-se as safras referentes aos anos de 1994 e 1995. A primeira safra foi analisada em julho de 1994 e a segunda em maio de 1995.

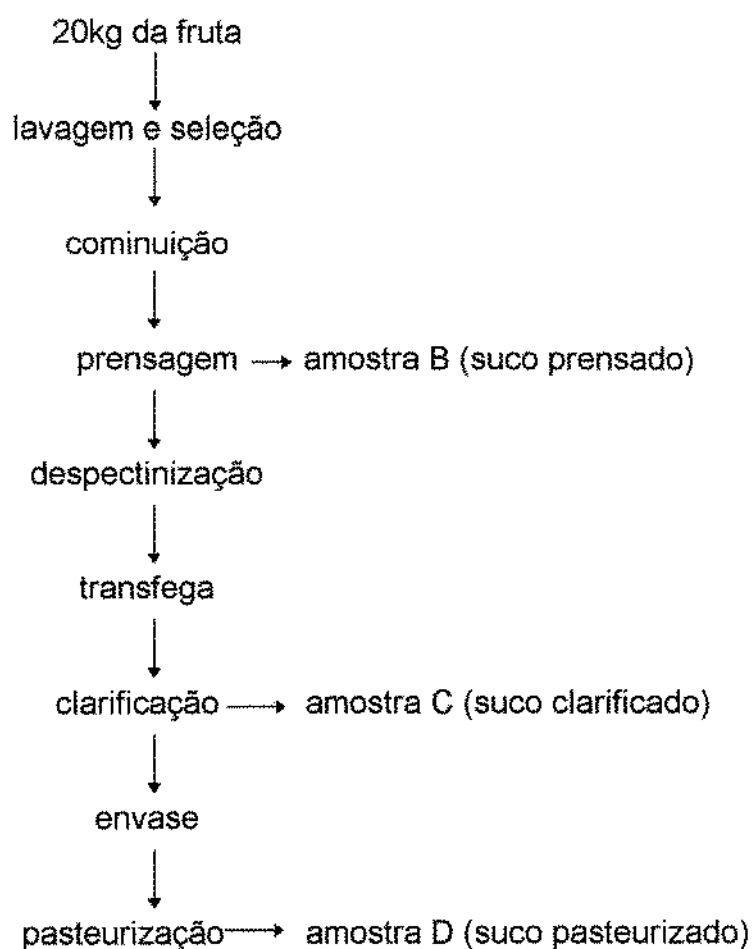
3.2 AMOSTRAGEM

Para cada safra empregou-se 72kg de maçãs, que após homogeneização, foram divididas em 4 lotes, sendo 3 lotes de 20kg empregados para o processamento do suco (em triplicata) e os 12kg restantes empregados para a análise dos voláteis da fruta "in natura", também em triplicata.

3.3 PROCESSAMENTO DO SUCO CLARIFICADO DE MAÇÃ

Para cada safra, os 3 lotes foram processados em 3 dias consecutivos.

O suco de maçã foi processado por procedimento estabelecido anteriormente e descrito na literatura (WOSIACKI, 1989b), de acordo com o fluxograma abaixo:



Descrição do processamento:

Após lavagem em água corrente, as maçãs foram selecionadas, retirando-se o pêndulo, miolo (região carpelar) e partes injuriadas. A cominuição foi feita em multi processador com o acessório ralador. A prensagem foi realizada em prensa de rosca sem fim, modelo BERTUZZI, com peneira de extração de 0,5mm. O suco prensado foi transferido para balões de 3L e adicionou-se enzimas pectinolíticas (Enzima OVO NORDISK FERMENT LTD, PECTINEM ULTRA SPL), à proporção de 1mL/hL de suco, de acordo com a recomendação do fabricante. Os balões permaneceram por 1h em banho-maria a 40°C. Após despectinização, fez-se uma transfega. Ao suco obtido adicionou-se bentonita, à proporção de 50g/hL de suco e este permaneceu por 2h em geladeira. Em seguida procedeu-se uma filtração e ao suco obtido adicionou-se solução de gelatina, à proporção de 7g/hL de suco, deixando-se por 2h em geladeira. Após esta etapa foi realizada uma nova fitração, o suco assim obtido foi envasado em garrafas âmbar de 600mL e após vedação, foi submetido a um tratamento térmico em banho-maria por 20min a 80°C, para pasteurização. As garrafas foram armazenadas à temperatura ambiente e em geladeira.

3.4 ISOLAMENTO DOS VOLÁTEIS

O isolamento dos voláteis foi realizado pelo método de enriquecimento dos vapores do "headspace" em polímero poroso por sucção (FRANCO & RODRIGUES-AMAYA, 1983). O polímero usado foi Porapak Q, 80-100 mesh (Waters-Associates), cujo condicionamento foi feito a 180°C por no mínimo 8h, sob fluxo de nitrogênio ultra puro de 30mL/min.

Para o isolamento de voláteis das frutas "in natura" partiu-se de 15 maçãs (aproximadamente 1,5kg) que, após eliminação do miolo e pêndulo, sofreram quarteamento com casca e as partes opostas foram cortadas em cubos de aproximadamente 1cm³. Trezentas gramas da amostra foram colocadas no balão do sistema de coleta de voláteis e misturadas com NaCl p.a. 30% p/p, para inibição enzimática (FRANCO, 1980). Esta amostra foi denominada amostra A. Para o isolamento dos voláteis, nas diferentes etapas do processamento, empregou-se 300g de amostra acondicionada no balão do sistema de coleta de voláteis. As amostras retiradas durante o processamento foram designadas de B, C e D, de acordo com o item 3.2. Nas amostras B e C também adicionou-se NaCl p.a. 30% p/p.

3.5 PADRONIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CAPTURA DOS VOLÁTEIS

3.5.1 Otimização do Solvente de Eluição

Estudou-se o isolado obtido a partir da eluição da armadilha com dois solventes de diferentes polaridades: hexano e metanol, da marca Carlo Erba grau cromatográfico. Para isto, os voláteis do suco de maçã (300g) foram capturados por 2h, eluídos com 300µL de solvente e 2µL deste isolado foram injetados no cromatógrafo. Os isolados obtidos também foram analisados sensorialmente.

3.5.2 Otimização do Tempo de Captura dos Voláteis

Os voláteis do suco de maçã Fuji (300g) foram capturados no sistema de coleta por 0,5h, 1h e 2h. A eluição foi feita com 300 μ L de hexano, dando origem a três isolados que foram analisados por cromatografia e sensorialmente.

3.6 SEPARAÇÃO DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS POR CROMATOGRAFIA GASOSA

O instrumento usado foi um cromatógrafo a gás Varian, modelo 3300, com detector de ionização de chama e integrador Varian, modelo 4290.

As condições cromatográficas foram:

gás de arraste: hidrogênio a 44cm/s

“make-up”: nitrogênio com fluxo de 30mL/min

fluxo de hidrogênio e de ar no detector: 30mL/min e 300mL/min, respectivamente

temperatura do detector: 250°C

temperatura do injetor: 200°C

período “splitless”: 0,50min

programação da coluna: 50°C por 10min, 2°C/min até 75°C, 3°C/min até 150°C e 5°C/min até 200°C

Para a escolha da melhor coluna os compostos voláteis dos isolados eluídos com os solventes hexano e metanol foram separados em:

- coluna de 30m de comprimento por 0,3mm de diâmetro interno a 4psi com velocidade linear de 50cm/s e fase ligada (DB-20);
- coluna de 50m de comprimento, 0,21mm de diâmetro interno, a 20psi com velocidade linear de 44cm/s e fase líquida (SE-54). Esta coluna foi a utilizada para padronização do tempo de captura dos voláteis, composição de voláteis, efeito do processamento e armazenamento.

3.7 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES

Os voláteis foram identificados por espectrometria de massas e índice de Kovats.

3.7.1 Espectrometria de Massas

Foi utilizado cromatógrafo a gás Hewlett-Packard modelo 5890 equipado com detector de massa HP-MSD-5970 nas seguintes condições:

coluna: sílica fundida LM-5, de 50m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e espessura do filme, 0,62 μ

gás de arraste: He ultra puro com velocidade linear de 32cm/seg

temperatura injetor: 250°C

temperatura detector: 280°C

fonte de impacto de elétrons: 70eV

analisador: quadrupolar

integrador: HP 9133

injetor: split

volume injetado: 3 μ L

temperatura da linha de transferência: 280°C

A programação de temperatura foi a mesma utilizada no item 3.6.

Os espectros de massa obtidos foram comparados com os da literatura.

3.7.2 Índice de Kovats

Foi empregado uma mistura de padrões de alcanos C₈ - C₁₆ adicionada à solução dos voláteis, para aplicação da fórmula:

$$I^a_b = 100N + 100n \frac{\log t'_R(A) - \log t'_R(N)}{\log t'_R(N+n) - \log t'_R(N)}$$

onde I é o índice de retenção na fase líquida a na temperatura b , e $t'_R(N)$ e $t'_R(N+n)$ são os tempos de retenção corrigidos dos hidrocarbonetos de números de átomos de carbono (N) e ($N+n$) que são respectivamente, menor e maior do que o tempo de retenção corrigido do composto desconhecido, $t'_R(A)$.

Os índices de Kovats obtidos foram comparados aos descritos na literatura em uma mesma temperatura.

3.8 ESTUDO DO ARMAZENAMENTO

O suco pasteurizado (processado), referente a safra de 1995, foi armazenado em garrafas âmbar de 600mL por 3 meses em duas diferentes temperaturas, em refrigerador e à temperatura ambiente, simulando as condições de prateleira, sofrendo alterações de temperatura. O isolamento dos voláteis do suco foi realizado como descrito no item 3.4 e a separação dos compostos voláteis de acordo com o item 3.6.

3.9 AVALIAÇÃO SENSORIAL

3.9.1 Recrutamento e Pré-seleção dos Provadores

Os provadores foram recrutados dentre os alunos de pós graduação e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Dentre os 14 provadores que apresentaram disponibilidade e interesse para participar dos testes sensoriais, fez-se uma pré-seleção com base no poder discriminativo e reprodutibilidade de cada indivíduo com relação ao aroma de suco de maçã.

As amostras utilizadas para julgar o poder discriminativo e reprodutibilidade de cada indivíduo foram o suco de maçã pasteurizado e o suco de maçã pasteurizado diluído a 50%. Serviu-se 50mL de cada amostra em cálice tipo tulipa coberto com vidro de relógio. Após familiarização com as características sensoriais

do aroma do suco, os provadores foram solicitados a avaliar em cabines individuais, sob luz vermelha, a intensidade de aroma característico de suco de maçã em cada amostra, utilizando a **Ficha 1**. Cada um dos 14 voluntários avaliou as duas amostras em 4 repetições.

Os resultados individuais de cada provador foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação: amostra e repetição. Os níveis de significância de cada voluntário para $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ foram computados. Provadores com p de $F_{amostra} \geq 0,3$ foram descartados por possuírem baixo poder de discriminação. Provadores com p de $F_{repetição} \leq 0,05$ foram também descartados devido ao baixo nível de reprodutibilidade dos julgamentos sensoriais, conforme sugerido pelo ASTM (1981).

Ficha 1: Ficha de avaliação utilizada na pré-seleção de provadores.

Nome: _____ Data: _____

Avalie em cada uma das amostras codificadas, a intensidade do odor característico de suco de maçã e indique sua resposta na escala correspondente. Comente a presença de odores estranhos, caso venha a percebê-los.

Amostra		
_____	pouco característico	bastante característico
_____	pouco característico	bastante característico

Comentários: _____

3.9.2 Análise Sensorial dos Isolados do Suco de Maçã

Os isolados provenientes da eluição do polímero com diferentes solventes (hexano e metanol) e por diferentes tempos de captura (0,5h, 1h e 2h) foram avaliados por quatro provadores previamente selecionados, em 4 repetições. Para a avaliação, 5µL de cada isolado foram transferidos por meio de uma seringa para um papel apropriado cedido pela IFF Essências e Fragrâncias Ltda. Em seguida os provadores eram solicitados a avaliar a intensidade de aroma característico de suco de maçã presente no papel, utilizando escala não estruturada de 9 cm (**Ficha 2**). Os resultados foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) e teste de TUKEY para verificar se havia diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos empregados, com relação à intensidade de aroma característico de suco de maçã.

Ficha 2: Ficha de avaliação dos isolados para escolha de melhor solvente e melhor tempo de captura.

Nome: _____ Data: _____

Avalie em cada uma das amostras codificadas, a intensidade do odor característico de suco de maçã e indique sua resposta na escala correspondente. Comente a presença de odores estranhos, caso venha a percebê-los.

Amostra		
_____	pouco característico	bastante característico
_____	pouco característico	bastante característico
_____	pouco característico	bastante característico

Comentários: _____

3.9.3 Análise Descritiva Quantitativa

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do aroma dos dois sucos de maçã (o suco pasteurizado e o suco prensado obtidos de acordo com o item 3.3, no ano de 1995), foi realizada conforme metodologia proposta por STONE & SIDEL (1985). Adicionou-se 30% p/p de NaCl no suco prensado para inibição enzimática.

3.9.3.1 Apresentação das Amostras

Cinquenta mL de cada amostra foram servidos em cálice tipo tulipa envoltos em papel alumínio e cobertos por vidro de relógio. As amostras foram codificadas com números de três dígitos, servidas à temperatura ambiente e avaliadas em cabines individuais, sob luz vermelha, para mascarar qualquer variação com relação a aparência.

3.9.3.2 Equipe Sensorial

A equipe de provadores foi constituída de 10 julgadores selecionados de acordo com o item 3.9.1, sendo 8 indivíduos do sexo feminino e 2 do sexo masculino.

3.9.3.3 Levantamento da Terminologia Descritiva

Para o desenvolvimento da terminologia descritiva utilizou-se o Método de Rede descrito por KELLY (1955), citado por MOSKOWITZ (1983).

Nesta etapa, as 2 amostras (suco prensado e suco pasteurizado) foram apresentadas aos provadores em cabines individuais, com luz vermelha, em 2 sessões, sendo solicitado ao provador que descrevesse as similaridades e as diferenças entre as amostras, quanto ao aroma (**Ficha 3**).

Ficha 3: Ficha para o Método Rede para as amostras de suco de maçã.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, aspire as amostras de **SUCO DE MAÇÃ** e descreva suas similaridades e diferenças, quanto ao **AROMA**.

Amostras

e

similaridades

diferenças

Após esta avaliação, os provadores reuniram-se em mesa redonda e sob orientação de um líder, foram listados os descritores individuais gerados por cada um dos provadores. Após discussão, selecionou-se de forma consensual os termos mais frequentes e importantes para descrever o aroma das amostras, eliminando-se os sinônimos e os termos menos frequentemente citados.

Em sessões subsequentes, amostras referências exemplificando a qualidade de odor de cada descritor foram consensualmente gerados pelos provadores.

Uma ficha de avaliação das amostras foi também elaborada, listando-se os descritores gerados e adicionando-se ao lado de cada descritor, uma escala de intensidade não estruturada de 9cm, ancorada nos extremos esquerdo e direito com os termos “nenhum”/“fraco” e “forte”, respectivamente. Finalmente, a definição de cada descritor foi elaborada de forma consensual pela equipe de provadores.

3.9.3.4 Treinamento e Seleção da Equipe Sensorial

O treinamento da equipe foi realizado em 8 sessões, onde os provadores eram solicitados a avaliar a intensidade dos atributos de aroma de diferentes amostras representativas de suco de maçã, utilizando a ficha de avaliação previamente desenvolvida. Em cada sessão foram também apresentadas as amostras referências relativas aos diferentes descritores.

Após treinamento, procedeu-se a seleção de provadores, considerando-se a capacidade discriminativa, repetibilidade e consenso de cada indivíduo com a equipe sensorial, conforme sugerido por DAMÁSIO & COSTELL (1991). Para tanto, cada um dos 10 voluntários avaliou as duas amostras em 4 repetições.

Os resultados individuais de cada provador foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação: amostra e repetição. Os níveis de significância (p) de cada voluntário para $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ foram computados. Provadores com p de $F_{amostra} \geq 0,5$ foram descartados por possuírem baixo poder de discriminação e provadores com p de $F_{repetição} \leq 0,05$ foram também descartados devido ao baixo nível de reprodutibilidade dos julgamentos sensoriais.

3.9.3.5 Avaliação das Amostras

Para definição do perfil sensorial, as amostras foram avaliadas por todos os provadores em triplica, em 6 sessões, referentes aos três dias consecutivos de processamento. Em cada sessão foi servida apenas uma amostra (monádica), em cabines individuais sob luz vermelha, para a análise sensorial descritiva do aroma. Utilizou-se a ficha de avaliação previamente desenvolvida.

3.9.4 Teste de Aceitação

Um teste de aceitação a nível de laboratório (STONE & SIDEL, 1985) foi realizado por trinta provadores, consumidores potenciais do produto. Foram avaliados 3 (três) sucos de maçãs: um suco proveniente do mercado nacional, um

suco proveniente do mercado argentino e o suco clarificado elaborado neste estudo.

A ficha empregada (**Ficha 4**) continha uma escala hedônica estruturada de 8 pontos, ancoradas nos seus extremos com os termos “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo”. A ficha continha ainda uma escala de atitude de compra e solicitação para que o provador descrevesse o que mais gostou e o que menos gostou em cada amostra.

As amostras (50mL) foram servidas monadicamente em cálices tipo tulipa, encapados com papel alumínio e codificados com números de 3 dígitos. As amostras foram avaliadas em cabines individuais, sob luz vermelha, para a avaliação dos atributos sabor, aroma e textura. A aparência foi avaliada sob luz natural indireta, em bancada fora das cabines.

3.9.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com fontes de variação (provador, amostra, provador x amostra), gráfico aranha, Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando-se do programa SAS (SAS Use's Guide: Basics Version 5 Edition 1985, Institute Inc, N.C. USA).

3.9.6 “Sniffing”

A avaliação sensorial de cada componente foi feita após separação em coluna capilar. O efluente cromatográfico foi dividido por um “splitter” colocado entre a coluna e o detector, permitindo uma saída de acesso aos provadores previamente selecionados de acordo com o item 3.9.1. Foi solicitado aos provadores que descrevessem com suas próprias palavras o aroma percebido.

Ficha 4: Ficha de avaliação do teste de aceitação.

Nome: _____ Data: _____

Avalie, por favor, a amostra de Suco de Maçã e indique o quanto gostou ou desgostou de acordo com a escala abaixo.

	gostei muitíssimo
—	
—	
—	
—	
—	
—	
—	
—	
	desgostei muitíssimo

Se este suco estivesse a venda, você:

- () certamente compraria
- () provavelmente compraria
- () talvez compraria / talvez não compraria
- () provavelmente não compraria
- () certamente não compraria

Indique o que mais gostou e que menos gostou neste produto:

mais gostou _____

menos gostou _____

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PADRONIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CAPTURA DOS VOLÁTEIS

4.1.1 Escolha do Solvente de Eluição e Coluna Cromatográfica

Inicialmente tentou-se trabalhar com os solventes hexano (apolar) e acetona (polar), mas a acetona Lichrosorb Merck redestilada foi substituída por metanol devido a presença de impurezas, que interferiam na análise dos compostos voláteis.

A **Figura 1** mostra os cromatogramas dos compostos voláteis de suco de maçã obtidos na coluna de fase ligada DB-20 e a **Figura 2** os cromatogramas obtidos com a coluna de fase líquida SE-54, após eluição dos voláteis com os solventes hexano e metanol, respectivamente. Após comparação dos cromatogramas, verificou-se que a coluna DB-20 apresentou melhor separação dos compostos voláteis eluídos com metanol (**Figuras 1a e 2a**), enquanto a coluna SE-54 apresentou melhor desempenho para os isolados eluídos com hexano (**Figuras 1b e 2b**).

Comparando-se os dois cromatogramas otimizados, quanto à escolha da coluna e quanto à programação (**Figuras 1a e 2b**), observou-se que a eluição com hexano forneceu um número maior de compostos separados, com diferentes pontos de ebulição. O solvente metanol apresentou melhor dessorção para os compostos de baixo peso molecular e alta volatilidade, pois eluíram no início do cromatograma. Esses resultados sugerem que o solvente hexano mostrou-se mais eficiente na eluição dos voláteis do polímero poroso Porapak Q e a coluna de fase líquida SE-54 para sua separação.

Os resultados da análise sensorial encontram-se na **Tabela 4**, a qual mostra que apesar do isolado eluído com metanol apresentar uma maior intensidade de aroma característico do que o eluído com hexano, ambas as médias obtidas foram

altas, mostrando que os dois solventes eluíram os compostos voláteis importantes ao aroma de maçã e não modificaram o aroma original da amostra. Assim, de acordo com os resultados da análise sensorial, ambos os solventes poderiam ser utilizados. O hexano foi então escolhido como solvente de eluição dos voláteis da maçã do polímero poroso Porapak, uma vez que, de acordo com os resultados instrumentais, apresentou maior eficiência de extração.

Tabela 4: Intensidade de aroma característico de suco de maçã presente nos isolados com a eluição dos solventes hexano e metanol (0 = pouco característico, 9 = bastante característico).

SOLVENTE	MÉDIA
hexano	6,512b
metanol	7,731a

Amostras com a mesma letra não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$)

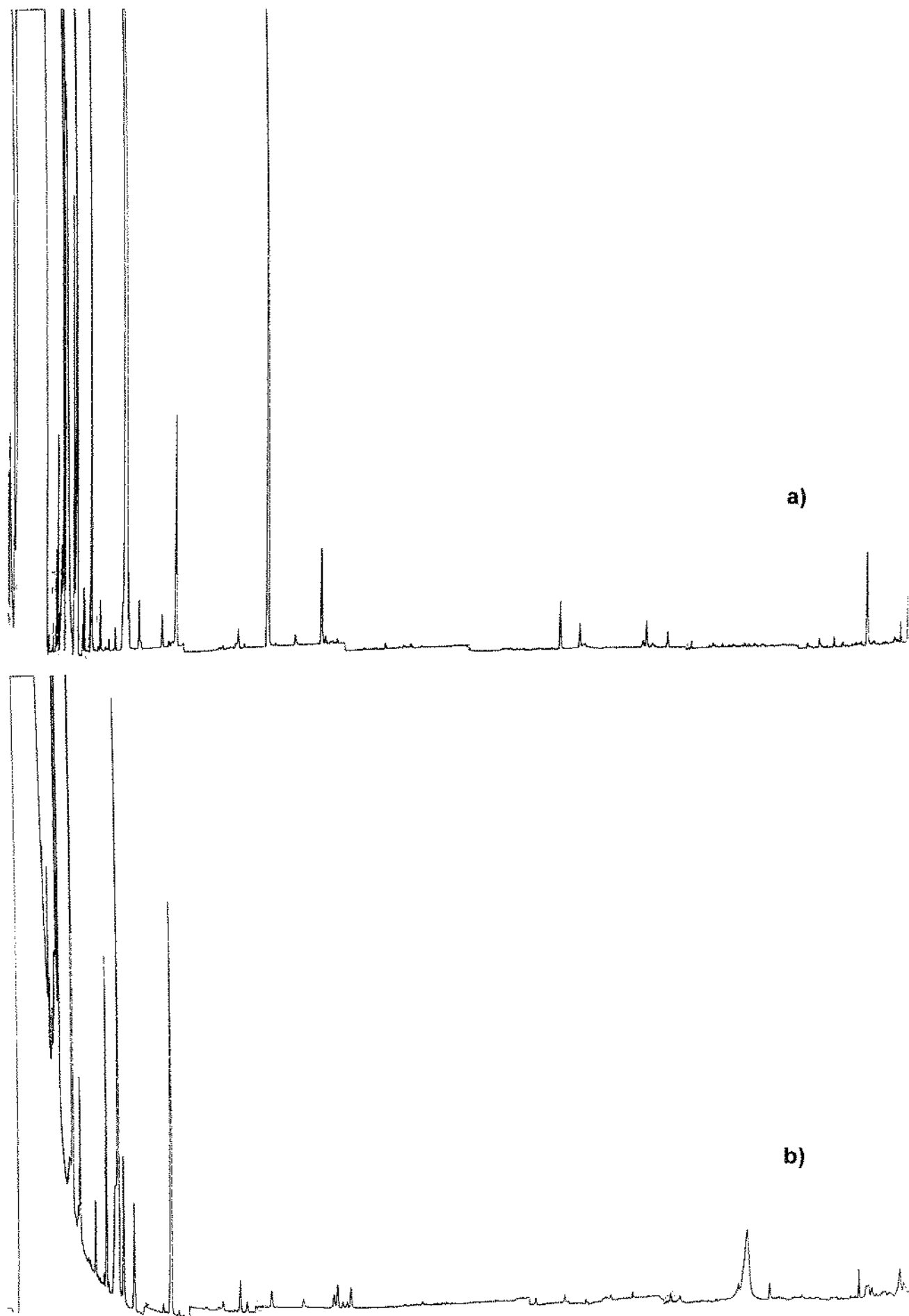


Figura 1: Cromatogramas dos compostos voláteis de suco de maçã obtidos na coluna de fase ligada DB-20: a) eluição com metanol, b) eluição com hexano

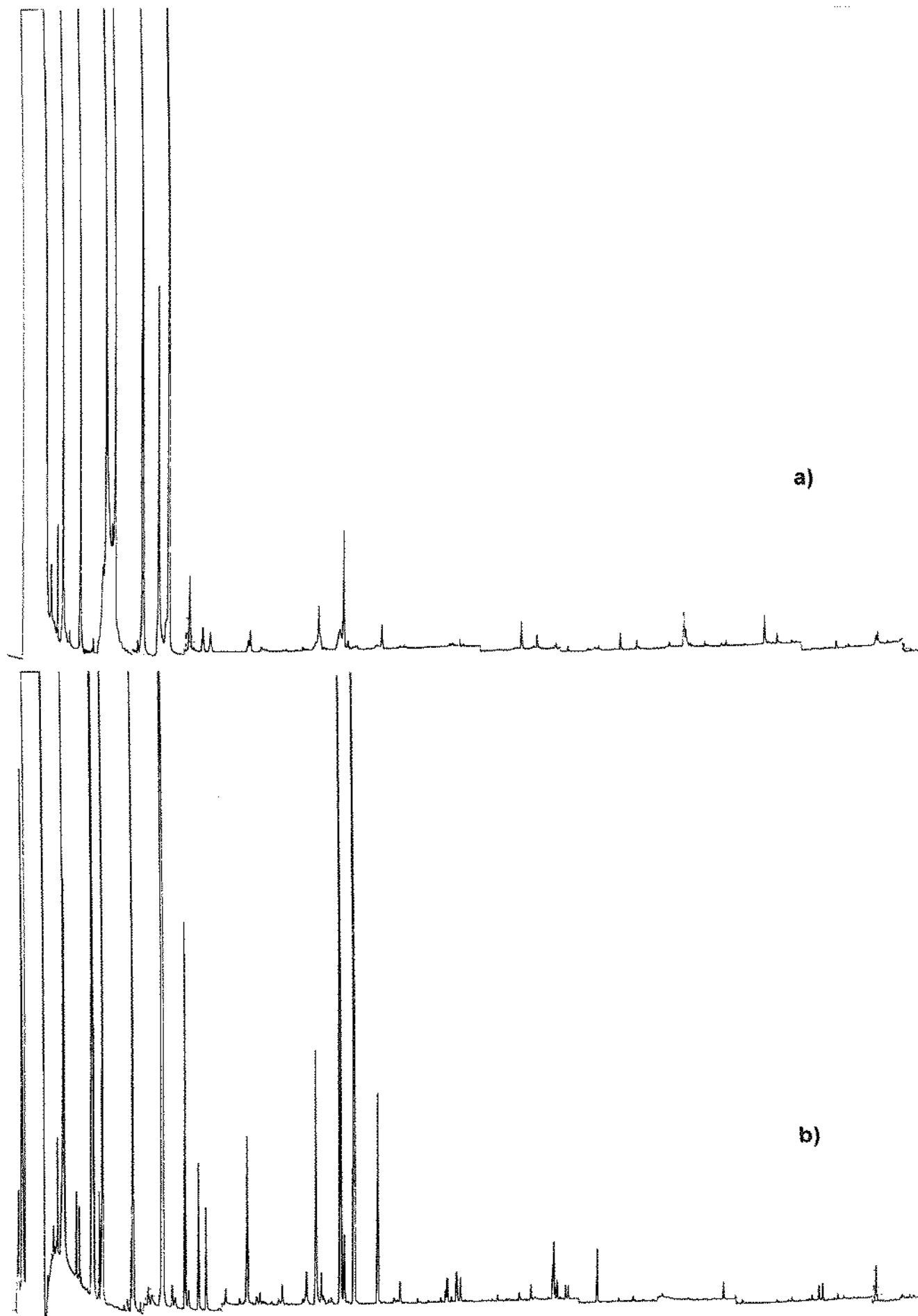


Figura 2: Cromatogramas dos compostos voláteis de suco de maçã obtidos na coluna de fase líquida SE-54: a) eluição com metanol, b) eluição com hexano

4.1.2 Padronização do Tempo de Captura dos Voláteis

Os cromatogramas obtidos (**Figura 3**) mostraram que houve um aumento das áreas dos picos com o tempo de captura, concordando com os dados sensoriais (**Tabela 5**) pois o isolado obtido com tempo de coleta de 2 horas recebeu uma maior média para o aroma característico de suco de maçã e diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos tempos de coleta de 0,5 e 1 hora. Deve ser ressaltado que o resultado sensorial para o isolado obtido após 2h de captura foi excelente. Em uma escala de 9 pontos, a média 8 demonstrou que o isolado apresentou o aroma característico de suco de maçã.

Portanto, baseado nos resultados cromatográficos e sensoriais, o tempo de 2 horas foi o escolhido para a captura dos voláteis em estudo.

Tabela 5: Intensidade de aroma característico de suco de maçã presente nos isolados obtidos com tempos diferentes de coleta de voláteis (0 = pouco característico, 9 = bastante característico).

TEMPO DE COLETA (HORAS)	MÉDIA
0,5	5,587c
1	6,575b
2	8,031a

Amostras com a mesma letra não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$)

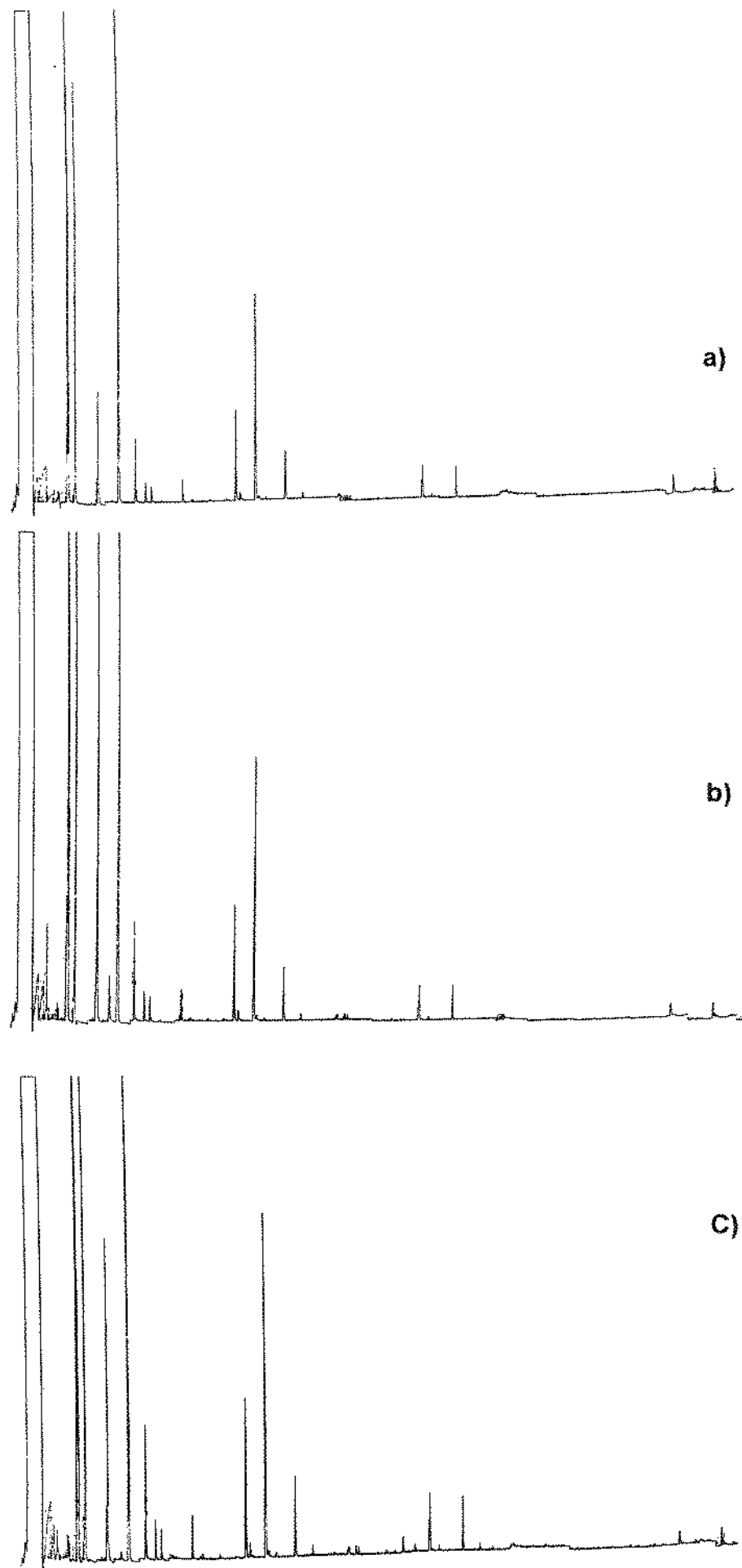


Figura 3: Efeito do tempo de coleta dos compostos voláteis de suco de maçã em Porapak Q: a) 0,5hora, b) 1hora, c) 2horas

4.2 COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DA MAÇÃ FUJI

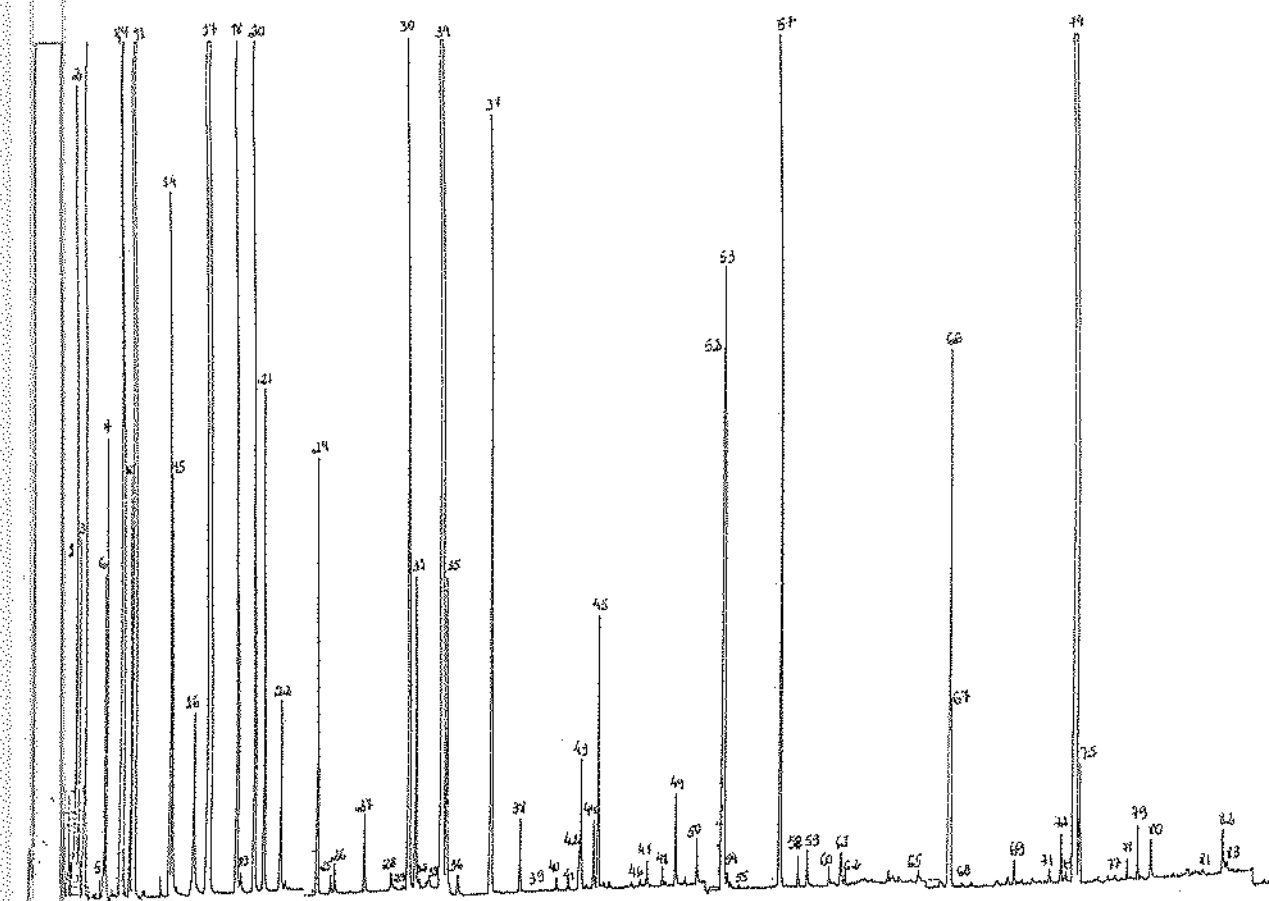
4.2.1 Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis de Maçã Fuji

O uso de coluna capilar de sílica fundida de alta eficiência para a separação dos compostos voláteis e de injeção "splitless de Grob" para a análise de traços, permitiu a detecção de 84 componentes voláteis na maçã Fuji.

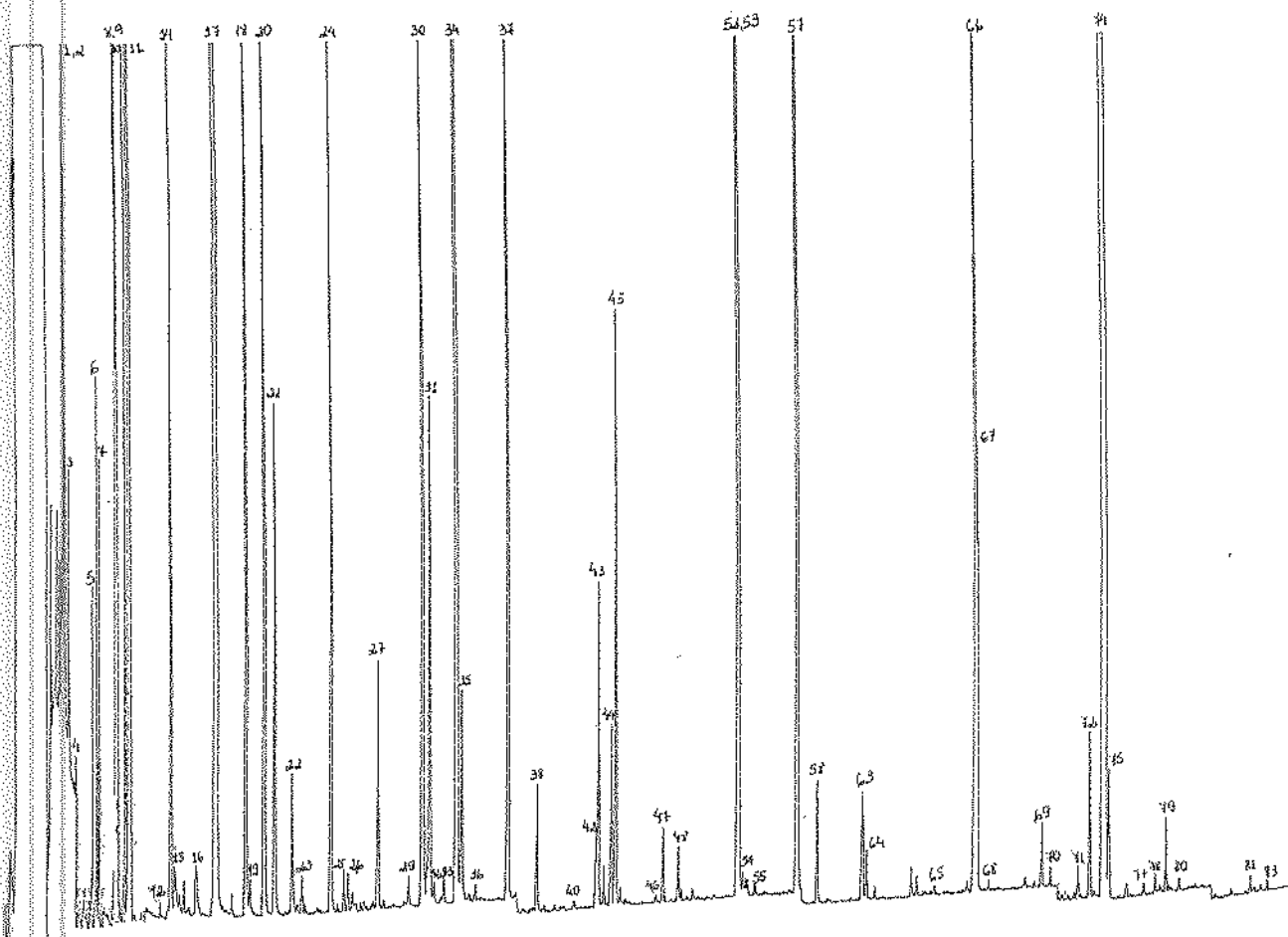
Os cromatogramas típicos dos compostos voláteis da maçã, referente às safras dos anos de 1994 e 1995, estão apresentados nas **Figuras 4a e 4b**, respectivamente, enquanto as porcentagens relativas dos componentes voláteis da fruta, estão expressas nas **Tabelas 6 e 7**. Os desvios padrões mostraram variabilidade de alguns componentes voláteis. Não se fez análise quantitativa dos picos 1 a 7 devido à falta de repetibilidade, por estarem na região do "hump" do solvente.

A maçã Fuji caracterizou-se por apresentar uma alta abundância relativa alta de quatro compostos. Em ambas as safras (1994 e 1995) o pico 74 foi o componente majoritário com 21% e 32%, respectivamente. O segundo componente mais abundante foi o pico 17 (19% e 25%), seguido pelos picos 11 (16% e 16% - tr) e 34 (11% e 8%). O pico 11 mostrou uma maior variação na safra de 1995, pois foi detectado como traços em um dos 3 lotes da maçã. O componente 70 também apresentou alta porcentagem relativa (17%), porém em apenas uma amostra da safra de 1994. Nas outras cinco, ele não foi detectado ou o foi apenas em traços.

A **Tabela 8** apresenta a média das porcentagens relativas dos componentes voláteis da maçã Fuji, referente às safras de 1994 e 1995. O desvio padrão mostrou a variabilidade encontrada em dois anos consecutivos.



a)



b)

Figura 4: Cromatogramas dos compostos voláteis da maçã Fuji: a) safra de 1994, b) safra de 1995

Tabela 6: Porcentagens relativas dos compostos voláteis da maçã Fuji (safra 94).

FRUTA					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	2,1	2,4	3,1	2,5	0,5
9	2,2	2,8	2,4	2,5	0,3
10	0,5	0,6	0,5	0,6	0,1
11	19,6	11,5	17,0	16,0	4
12	tr	tr	tr	tr	-
13	nd	nd	nd	nd	-
14	0,7	1,7	1,0	1,1	0,5
15	0,5	0,5	0,6	0,5	0,1
16	0,9	0,3	0,4	0,6	0,3
17	19,5	16,4	19,9	18,6	2
18	1,8	1,5	2,1	1,8	0,3
19	tr	tr	tr	tr	-
20	2,2	1,3	1,6	1,7	0,4
21	0,8	0,7	0,9	0,8	0,1
22	0,4	0,3	0,3	0,4	0,0
23	tr	tr	nd	nd - tr	-
24	0,7	1,0	0,8	0,8	0,1
25	tr	tr	tr	tr	-
26	tr	tr	tr	tr	-
27	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0
28	tr	tr	tr	tr	-
29	tr	tr	tr	tr	-
30	2,4	2,1	2,2	2,2	0,1
31	0,6	0,8	0,6	0,7	0,1
32	tr	tr	tr	tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	10,3	9,8	12,8	11,0	2
35	0,3	0,4	0,5	0,4	0,1
36	0,2	0,1	tr	tr - 0,2	0,1
37	1,5	1,6	1,5	1,5	0,1
38	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0
39	tr	tr	tr	tr	-
40	tr	tr	tr	tr	-
41	tr	tr	tr	tr	-
42	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
43	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1
44	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0
45	0,7	0,6	0,5	0,6	0,1

continua...

... continuação

PICO	FRUTA				
	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	tr	tr	tr	tr	-
47	tr	tr	tr	tr	-
48	tr	tr	tr	tr	-
49	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1
50	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
51	tr	tr	tr	tr	-
52	1,4	0,9	1,0	1,1	0,3
53	1,0	1,2	1,0	1,1	0,1
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	2,3	2,5	2,1	2,3	0,2
58	tr	tr	tr	tr	-
59	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	0,0
60	tr	tr	tr	tr	-
61	tr	tr	0,1	tr - 0,1	-
62	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
63	nd	0,9	nd	nd - 0,9	-
64	nd	0,2	nd	nd - 0,2	-
65	tr	tr	tr	tr	-
66	2,9	0,9	1,1	1,6	1
67	0,6	0,2	0,3	0,3	0,2
68	tr	tr	tr	tr	-
69	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
70	nd	17,1	nd	nd - 17,1	-
71	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
72	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
73	0,1	tr	tr	tr	-
74	21,8	16,6	24,3	20,9	4
75	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2
76	nd	nd	nd	nd	-
77	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
78	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
79	0,2	tr	0,1	tr - 0,2	-
80	tr	0,2	0,1	tr - 0,2	-
81	tr	tr	tr	tr	-
82	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
83	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
84	tr	tr	tr	tr	-

nd : pico não detectado

tr : pico presente com % < 0,05

Tabela 7: Porcentagens relativas dos compostos voláteis da maçã Fuji (safra 95).

PICO	FRUTA				
	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	0,7	1,4	2,7	1,6	1
9	0,9	2,3	3,6	2,3	1
10	0,7	1,0	1,8	1,2	0,6
11	tr	10,4	15,5	tr - 15,5	-
12	tr	tr	tr	tr	-
13	nd	nd	nd	nd	-
14	0,4	0,9	2,3	1,2	1
15	tr	tr	tr	tr	-
16	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
17	30,7	17,4	25,6	24,6	7
18	1,8	1,9	2,9	2,2	0,6
19	tr	tr	tr	tr	-
20	2,9	1,6	1,9	2,1	0,7
21	0,9	0,5	0,8	0,7	0,2
22	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1
23	0,1	tr	tr	tr	-
24	0,8	1,0	1,9	1,2	0,6
25	tr	tr	tr	tr	-
26	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
27	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1
28	nd	tr	nd	nd - tr	-
29	nd	nd	tr	nd - tr	-
30	2,7	1,6	1,5	1,9	0,6
31	0,5	0,5	0,8	0,6	0,2
32	tr	tr	tr	tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	11,3	5,2	6,4	7,6	3
35	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2
36	tr	tr	0,1	tr - 0,1	-
37	2,2	1,7	1,8	1,9	0,3
38	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
39	nd	nd	nd	nd	-
40	nd	tr	tr	nd - tr	-
41	nd	nd	nd	nd	-
42	0,1	tr	tr	0,1	-
43	0,4	0,3	0,3	0,3	0,0
44	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0
45	1,0	0,6	0,4	0,7	0,3

continua...

... continuação

FRUTA					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	tr	tr	nd	nd - tr	-
47	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
48	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
49	nd	nd	tr	nd - tr	-
50	nd	nd	nd	nd	-
51	nd	nd	nd	nd	-
52	1,8	1,5	0,9	1,4	0,5
53	1,2	0,8	0,5	0,9	0,4
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	tr	nd	nd	nd - tr	-
57	3,2	3,2	2,0	2,8	0,7
58	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
59	nd	nd	nd	nd	-
60	nd	nd	nd	nd	-
61	nd	nd	nd	nd	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	0,1	0,2	tr	tr - 0,2	-
64	tr	tr	tr	tr	-
65	tr	tr	nd	nd - tr	-
66	1,4	1,7	0,7	1,3	0,5
67	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
68	tr	tr	tr	tr	-
69	0,1	tr	tr	tr	-
70	nd	tr	tr	nd - tr	-
71	tr	tr	tr	tr	-
72	0,1	0,2	tr	tr - 0,2	-
73	tr	tr	tr	tr	-
74	31,6	42,6	22,9	32,3	10
75	nd	0,2	1,3	nd - 1,3	-
76	nd	nd	nd	nd	-
77	tr	tr	nd	nd - tr	-
78	tr	tr	nd	nd - tr	-
79	tr	tr	tr	tr	-
80	tr	tr	tr	tr	-
81	tr	tr	tr	tr	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	tr	tr	tr	tr	-
84	nd	nd	nd	nd	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

Tabela 8: Porcentagem relativa média dos componentes voláteis da maçã Fuji, das safras de 1994 e 1995.

PICO	FRUTA	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
8	2,1	0,9
9	2,4	0,9
10	0,9	0,5
11	tr - 19,6	-
12	tr	-
13	nd	-
14	1,2	0,7
15	tr - 0,6	-
16	tr - 0,9	-
17	21,6	5
18	2,0	0,5
19	tr	-
20	1,9	0,6
21	0,8	0,1
22	0,3	0,1
23	nd - tr	-
24	1,0	0,4
25	tr	-
26	tr - 0,1	-
27	0,3	0,1
28	nd - tr	-
29	nd - tr	-
30	2,1	0,4
31	0,6	0,1
32	tr	-
33	tr	-
34	9,3	3
35	0,4	0,1
36	0,2 - tr	-
37	1,7	0,3
38	0,2	0,0
39	nd - tr	-
40	nd - tr	-
41	nd - tr	-
42	tr - 0,1	-
43	0,3	0,1
44	0,2	0,0
45	0,6	0,2

continua...

... continuação

FRUTA		
PICO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
46	nd - tr	-
47	tr - 0,1	-
48	tr - 0,1	-
49	nd - 0,3	-
50	nd - 0,2	-
51	nd - tr	-
52	1,3	0,4
53	1,0	0,3
54	tr	-
55	tr	-
56	nd - tr	-
57	2,6	0,5
58	tr - 0,1	-
59	nd - 0,1	-
60	nd - tr	-
61	nd - 0,1	-
62	nd - 0,1	-
63	nd - 0,9	-
64	nd - 0,2	-
65	nd - tr	-
66	1,4	0,8
67	0,3	0,1
68	tr	-
69	tr - 0,1	-
70	nd - 17,1	-
71	tr - 0,1	-
72	tr - 0,2	-
73	tr - 0,1	-
74	26,6	9
75	nd - 1,3	-
76	nd	-
77	nd - 0,1	-
78	nd - 0,1	-
79	tr - 0,2	-
80	tr - 0,2	-
81	tr	-
82	nd - 0,1	-
83	tr - 0,2	-
84	nd - tr	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

4.2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DA MAÇÃ FUJI

A **Tabela 9** mostra os dados obtidos da fragmentação dos componentes voláteis identificados na maçã por espectrometria de massas.

A **Tabela 10** apresenta os valores dos índices de Kovats obtidos neste estudo nas condições de temperatura usadas por JENNINGS & SHIBAMOTO (1980). As condições utilizadas por estes autores foram temperatura inicial de 80°C e programação de 2°C/min até 200°C. Os picos eluídos antes do hidrocarboneto C₁₀, nestas condições de temperatura, não foram separados e portanto não foram calculados. Calculou-se, também, o índice de Kovats nas condições de programação de temperatura utilizadas neste experimento (**Tabela 10**).

Os nomes sistemáticos dos compostos identificados, assim como suas fórmulas estruturais e pesos moleculares estão apresentados na **Tabela 11**.

Os compostos voláteis identificados por espectrometria de massas, conjuntamente com os dados cromatográficos de retenção (índice de Kovats) foram considerados tentativamente identificados, já que não se dispunha de padrões puros para a confirmação da identidade.

Os espectros de massas dos compostos voláteis tentativamente identificados neste estudo, comparados ao da literatura, encontram-se em anexo.

Tabela 9: Íons majoritários obtidos da fragmentação por espectrometria de massa, de alguns compostos voláteis de maçã Fuji.

PICO	NOME DO COMPOSTO	ÍONS MAJORITÁRIOS (M/Z) ABUNDÂNCIA RELATIVA (%)									
4	butanoato de metila	43	74	41	71	42	39	59	44	40	87
		100	50	46	36	24	22	21	15	11	11
6	acetato de isobutila	43	56	41	39	73	40	44	57	55	61
		100	19	12	7	6	5	4	3	2	2
7	2-metil butanoato de metila	57	41	88	39	59	56	85	55	40	101
		100	77	62	28	27	24	20	14	12	11
8	hexanal	44	41	43	56	57	39	40	45	55	42
		100	82	53	53	38	22	20	19	18	16
9	butanoato de etila	43	71	41	42	88	45	39	60	73	70
		100	60	38	24	24	20	19	18	14	9
10	propionato de propila	57	75	43	41	42	39	59	58	40	44
		100	33	29	20	14	8	6	4	3	3
11	acetato de butila	43	56	41	61	39	55	73	44	57	38
		100	26	16	10	5	5	5	3	2	1
14	2-metil butanoato de etila	57	41	102	74	85	56	39	45	40	87
		100	67	31	20	20	18	14	14	10	10
18	butanoato de propila	43	71	41	89	42	39	60	61	73	44
		100	69	41	34	31	16	14	9	8	5
19	valerato de etila	57	41	88	85	60	45	43	61	39	73
		100	98	87	73	71	48	44	40	35	34
20	propionato de butila	57	56	41	75	55	39	43	42	58	74
		100	39	27	25	8	7	5	3	3	3
21	acetato de amila	43	42	61	70	55	41	39	44	69	73
		100	25	16	16	14	13	7	5	4	4

continua...

... continuação

PICO	NOME DO COMPOSTO	ÍONS MAJORITÁRIOS (M/Z) ABUNDÂNCIA RELATIVA (%)									
22*	hexanoato de metila	74	87	59	55	99	71	101	57	69	75
		100	29	26	18	14	8	7	5	5	5
24	2-metil butanoato de propila	57	41	43	85	103	39	74	42	87	55
		100	83	75	47	40	28	26	22	11	10
30	butanoato de butila	71	43	41	56	89	39	57	42	60	55
		100	96	71	66	45	20	19	18	15	14
31	hexanoato de etila	43	88	41	60	42	45	61	70	99	73
		100	64	43	41	38	27	26	26	26	24
34	acetato de hexila	43	56	42	41	61	55	69	39	84	44
		100	30	19	17	16	15	9	6	6	3
35	acetato de ciclo hexila	43	41	67	39	55	82	57	42	44	54
		100	19	19	14	10	10	8	7	6	5
37	2-metil butanoato de butila	57	41	56	103	85	74	39	43	55	87
		100	69	46	37	33	17	16	11	11	6
43	hexanoato de propila	43	41	61	42	60	99	117	73	39	71
		100	48	44	42	37	36	27	19	17	7
47	2-metil butanoato de amila	57	43	41	103	44	85	42	70	40	55
		100	87	73	46	44	42	41	37	34	32
52	hexanoato de butila	56	43	41	99	60	117	57	42	55	71
		100	87	67	41	31	31	26	25	25	24
57	2-metil butanoato de hexila	43	57	41	103	56	85	42	55	84	74
		100	94	73	58	55	37	27	26	22	18
58	hexanoato de isoamila	43	70	99	71	41	42	55	44	39	60
		100	83	52	46	37	29	28	21	16	14
66	hexanoato de hexila	43	56	41	42	55	117	99	84	51	59
		100	45	42	28	27	25	24	24	17	17
69	octanoato de butila	70	43	57	41	44	127	71	55	39	42
		100	82	52	50	39	31	28	27	23	23

Varredura de 35 a 400 m/z

* Varredura de 50 a 400 m/z

Tabela 10: Índices de Kovats de alguns compostos voláteis na maçã Fuji.

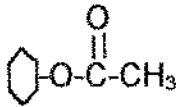
PICO	NOME DO COMPOSTO	ÍNDICE DE KOVATS		
		condições de JENNINGS E SHIBAMOTO		condições do presente trabalho
		experimental	literatura	experimental
11	acetato de butila		793	800
14	2-metil butanoato de etila		837	851
15	NI		NI	860
17	NI		NI	880
18	butanoato de propila		881	900
20	propionato de butila		889	912
21	acetato de amila		895	919
22	hexanoato de metila		906	931
24	2-metil butanoato de propila		933	954
27	NI		NI	977
30	butanoato de butila		979	996
31	hexanoato de etila	1000	983	1000
34	acetato de hexila	1010	1012	1024
35	acetato de ciclo hexila	1010	1027	1024
36	NI	1038	NI	1040
37	2-metil butanoato de butila	1048	1029	1064
44	NI	1114	NI	1128
45	NI	1114	NI	1136
52	hexanoato de butila	1195	1177	1200
53	NI	1195	NI	1200
57	2-metil butanoato de hexila	1240	1224	1243
66	hexanoato de hexila	1392	1371	1383
74	NI	1522	NI	1514
75	NI	1522	NI	1514

^a Temperatura inicial de 80°C e programação a 2°C/min até 200° C

^b 50°C por 10min, 2°C/min até 75°C, 3°C/min até 150°C, 5°C/min até 200°C

NI = composto não identificado

Tabela 11: Estrutura química, peso molecular e índices de Kovats dos componentes voláteis tentativamente identificados na maçã Fuji.

PICO	NOME DO COMPOSTO	ÍNDICE KOVATS	ESTRUTURA QUÍMICA	PESO MOLECULAR
4	butanoato de metila	705	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	102,14
6	acetato de isobutila	758	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	116,16
7	2-metil butanoato de metila	765	$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOCH}_3$	116,16
8	hexanal	780	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CHO}$	110,16
9	butanoato de etila	784	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOC}_2\text{H}_5$	116,16
10	propionato de propila	785	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	116,16
11	acetato de butila	793	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	116,16
14	2-metil butanoato de etila	837	$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOC}_2\text{H}_5$	130,19
18	butanoato de propila	881	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	130,19
19	valerato de etila	884	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	130,19
20	propionato de butila	889	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	130,19
21	acetato de amila	895	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	130,18
22	hexanoato de metila	906	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOCH}_3$	130,19
24	2-metil butanoato de propila	933	$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	144,21
30	butanoato de butila	979	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	144,22
31	hexanoato de etila	983	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOC}_2\text{H}_5$	144,22
34	acetato de hexila	1012	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	144,22
35	acetato de ciclo hexila	1027		142,20
37	2-metil butanoato de butila	1029	$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	158,24
43	hexanoato de propila	1079	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	158,24
47	2-metil butanoato de amila	1126	$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	172,27

continua...

...continuação

PICO	NOME DO COMPOSTO	ÍNDICE KOVATS	ESTRUTURA QUÍMICA	PESO MOLECULAR
52	hexanoato de butila	1177	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	172,27
57	2-metil butanoato de hexila	1224	$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	186,30
58	hexanoato de isoamila	1238	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOCH}_2\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}$	186,30
66	hexanoato de hexila	1371	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOCH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	200,32
69	octanoato de isoamila	1433	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOCH}_2\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}$	214,34

Fonte: JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980.

4.2.3 Compostos Voláteis da Maçã Fuji

Foram tentativamente identificados neste trabalho 26 compostos. A tabela 12 mostra a composição de voláteis de maçã Fuji, que caracterizou-se por uma quantidade elevada de ésteres. Os compostos voláteis majoritários foram acetato de butila, acetato de hexila e os compostos voláteis não identificados e numerados como 17 e 74, que juntos contribuem com 48% de área relativa. Outros compostos voláteis encontrados na maçã Fuji foram o aldeído hexanal, além dos ésteres butanoato de metila, acetato de isobutila, 2-metil butanoato de metila, butanoato de etila, propionato de propila, 2-metil butanoato de etila, butanoato de propila, valerato de etila, propionato de butila, acetato de amila, hexanoato de metila, 2-metil butanoato de propila, butanoato de butila, hexanoato de etila, acetato de ciclo hexila, 2-metil butanoato de butila, hexanoato de propila, 2-metil butanoato de amila, hexanoato de butila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de isoamila, hexanoato de hexila e octanoato de isoamila.

De acordo com DIMICK & HOSKIN (1983), este grupo funcional é formado principalmente no estágio de amadurecimento da fruta, proveniente da casca da maçã. Estes autores sugeriram que o aroma de maçã requer a presença de ésteres, com peso molecular entre 100 e 130.

O único trabalho encontrado na literatura que identificou os compostos voláteis de maçã da cultivar Fuji foi o de KAKIUCHI et al.(1987), os quais utilizaram-se de um método de isolamento dos voláteis que empregava destilação à pressão reduzida a 35°C por 6 horas, seguida da extração do destilado aquoso com éter etílico, desidratação do extrato etéreo com MgSO₄, evaporação em rotoevaporador e dissolução do resíduo em hexano, o qual empregou calor por tempo prolongado, além de ocorrer muita manipulação da amostra.

As principais classes de compostos encontradas na fruta por estes pesquisadores foram as dos álcoois e as dos ésteres. O composto mais abundante foi álcool hexílico, seguido pelo álcool trans-2-hexenílico, álcool 2-metil butílico, álcool butílico, trans-2-hexenal, acetato de 2-metil butila, acetato de hexila, 2-metil butanoato de hexila, hexanal, acetato de butila, álcool amílico, trans,trans- α -

farnesene, caproato de butila, álcool isobutílico e acetato de etila. Houve, portanto, uma predominância de álcoois na maçã Fuji procedente do Japão.

Tabela 12: Compostos voláteis tentativamente identificados da maçã Fuji.

COMPOSTO	tr	% A
butanoato de metila	4,30	*
acetato de isobutila	5,46	*
2-metil butanoato de metila	5,57	*
hexanal	6,25	2,1
butanoato de etila	6,32	2,4
propionato de propila	6,60	0,9
acetato de butila	6,90	tr - 19,6
2-metil butanoato de etila	8,54	1,2
butanoato de propila	11,67	2,0
valerato de etila	11,89	tr
propionato de butila	12,44	1,9
acetato de amila	12,87	0,8
hexanoato de metila	13,63	0,3
2-metil butanoato de propila	15,29	1,0
butanoato de butila	19,34	2,1
hexanoato de etila	19,66	0,6
acetato de hexila	20,87	9,3
acetato de ciclo hexila	21,06	0,4
2-metil butanoato de butila	23,06	1,7
hexanoato de propila	27,04	0,3
2-metil butanoato de amila	31,16	tr - 0,1
hexanoato de butila	33,20	1,3
2-metil butanoato de hexila	35,72	2,6
hexanoato de isoamila	36,57	tr - 0,1
hexanoato de hexila	43,31	1,4
octanoato de isoamila	46,22	tr - 0,1

tr: tempo de retenção

% A: média da porcentagem relativa de área referente as safras de 1994 e 1995

* : compostos na região do hump do solvente

4.3 EFEITO DO PROCESSAMENTO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE MAÇÃ FUJI

4.3.1 Efeito do Processamento nas Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis da Maçã Fuji

As figuras 5, 6 e 7 mostram os cromatogramas dos componentes voláteis das diferentes etapas do processamento com numeração comum, para ilustrar as modificações ocorridas.

As tabelas 13, 15 e 17 (safra de 1994) e as tabelas 14, 16 e 18 (safra de 1995) referem-se respectivamente às porcentagens de áreas, média e desvio padrão dos voláteis das diferentes etapas de processamento, prensagem, clarificação e pasteurização, com 3 repetições. Os desvios padrões apresentados nas tabelas mostraram que houve boa repetibilidade das análises em todas as etapas do processamento, apesar de serem sido feitas em 3 dias consecutivos, com exceção do pico 8 nas duas safras e do pico 17 na safra de 1995. Não se fez análise quantitativa dos picos 1 a 7 devido a falta de repetibilidade por estarem na região do "hump" do solvente.

As tabelas 19 (safra de 1994) e 20 (safra de 1995) apresentam o efeito do processamento do suco de maçã, na composição de voláteis. Além da porcentagem relativa, as áreas dos picos também foram incluídas nas tabelas 19 e 20, para fins de comparação com as outras etapas do processamento, já que durante a pasteurização houve diminuição do número de compostos voláteis, dificultando assim a comparação em termos de porcentagem de área.

4.3.1.1 Prensagem

De uma maneira geral, observou-se que poucas modificações na composição de voláteis durante a prensagem (figuras 4 e 5 e tabelas 6, 7, 13 e 14). Algumas das mudanças ocorridas nesta etapa, provavelmente podem ser explicadas pela ação de enzimas, pois a ruptura dos tecidos durante a prensagem permitiu um maior contato com o substrato.

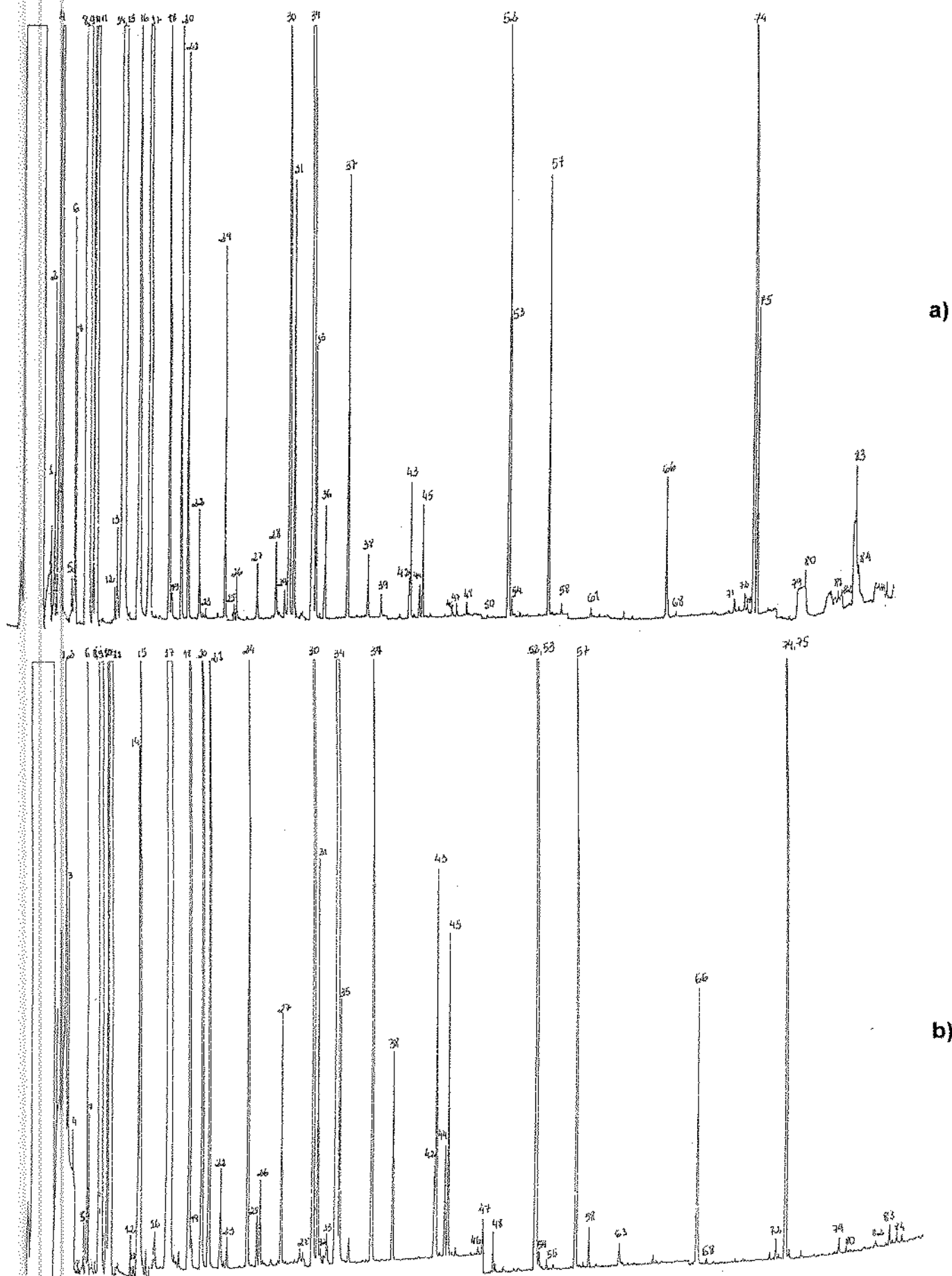


Figura 5: Cromatogramas dos compostos voláteis do suco prensado: a) safra de 1994, b) safra de 1995

Tabela 13: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco prensado (safra 94).

SUCO PRENSADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	36,8	43,7	42,9	41,1	4
9	*	*	3,6		
10	0,4	0,4	0,6	0,5	0,1
11	15,1	13,1	14,3	14,2	1
12	tr	tr	tr	tr	-
13	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
14	0,9	1,2	1,8	1,3	0,5
15	8,7	11,9	4,7	8,4	4
16	2,1	1,7	0,2	1,3	1,0
17	15,2	11,0	12,7	13,0	2
18	2,0	1,5	2,2	1,9	0,4
19	tr	tr	tr	tr	-
20	0,9	0,8	0,8	0,8	0,1
21	0,7	0,5	0,5	0,6	0,1
22	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
23	tr	tr	nd	nd - tr	-
24	0,5	0,4	0,7	0,5	0,2
25	tr	tr	tr	tr	-
26	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
27	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
28	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
29	tr	tr	tr	tr	-
30	2,0	1,5	1,5	1,7	0,3
31	0,4	0,4	0,4	0,4	0,0
32	tr	tr	nd	nd - tr	-
33	tr	tr	nd	nd - tr	-
34	8,0	6,4	5,3	6,5	1
35	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
36	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
37	0,7	0,5	0,7	0,6	0,1
38	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
39	tr	tr	tr	tr	-
40	nd	nd	nd	nd	-
41	tr	tr	nd	nd - tr	-
42	tr	tr	tr	tr	-
43	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0
44	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
45	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-

continua...

... continuação

SUÇO PRENSADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	tr	tr	tr	tr	-
47	tr	tr	tr	tr	-
48	tr	tr	tr	tr	-
49	nd	nd	nd	nd	-
50	tr	tr	tr	tr	-
51	nd	nd	nd	-	-
52	1,2	0,9	1,4	1,1	0,2
53	*	*	*		
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	tr	nd	nd - tr	-
57	0,8	0,4	1,0	0,8	0,3
58	tr	tr	tr	tr	-
59	nd	nd	nd	nd	-
60	nd	nd	nd	nd	-
61	tr	tr	tr	tr	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	nd	nd	nd	nd	-
64	nd	nd	nd	nd	-
65	nd	nd	nd	nd	-
66	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
67	nd	nd	nd	nd	-
68	tr	tr	nd	nd - tr	-
69	nd	nd	nd	nd	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	tr	tr	tr	tr	-
72	tr	tr	tr	tr	-
73	nd	tr	nd	nd - tr	-
74	2,2	1,9	3,5	2,6	0,8
75	tr	0,3	nd	nd - 0,3	-
76	nd	nd	nd	nd	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	tr	0,2	tr	tr - 0,2	-
80	tr	tr	tr	tr	-
81	tr	tr	tr	tr	-
82	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
83	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1
84	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-

nd : pico não detectado

tr : pico presente com % < 0,05

* : pico não separado

Tabela 14: Porcentagens relativas dos compostos voláteis de suco prensado (safra 95).

SUCO PRENSADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	23,2	33,7	31,9	29,6	6
9	0,9	*	2,7	*	*
10	0,7	1,0	1,3	1,0	0,3
11	2,1	21,0	15,5	12,9	10
12	tr	tr	tr	tr	-
13	tr	tr	tr	tr	-
14	0,4	0,5	1,0	0,6	0,3
15	1,4	2,0	1,5	1,6	0,3
16	tr	tr	tr	tr	-
17	39,3	24,5	21,7	28,5	9
18	3,2	2,0	2,7	2,6	0,6
19	tr	tr	tr	tr	-
20	2,3	2,1	2,3	2,3	0,1
21	1,1	0,8	0,9	0,9	0,2
22	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
23	tr	tr	tr	tr	-
24	0,7	0,4	0,6	0,6	0,1
25	tr	tr	tr	tr	-
26	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
27	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
28	tr	tr	tr	tr	-
29	nd	tr	nd	nd - tr	-
30	3,2	1,5	2,0	2,2	0,8
31	0,3	0,2	0,6	0,4	0,2
32	tr	tr	nd	nd - tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	13,4	6,8	8,5	9,6	3
35	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
36	tr	tr	tr	tr	-
37	1,1	0,5	0,8	0,8	0,3
38	0,2	0,1	tr	tr - 0,2	0,1
39	nd	nd	tr	nd - tr	-
40	nd	nd	nd	nd	-
41	nd	nd	nd	nd	-
42	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
43	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1
44	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
45	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1

continua...

... continuação

... Continuação

SUCO PRENSADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	tr	nd	nd	nd - tr	-
47	tr	tr	tr	tr	-
48	tr	tr	tr	tr	-
49	nd	nd	nd	nd	-
50	nd	nd	nd	nd	-
51	nd	nd	nd	nd	-
52	1,8	0,5	0,3	0,9	0,8
53	*	*	0,6		-
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	1,5	0,4	0,7	0,9	0,6
58	tr	tr	tr	tr	-
59	nd	nd	nd	nd	-
60	nd	nd	nd	nd	-
61	nd	nd	nd	nd	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	tr	tr	tr	tr	-
64	nd	nd	nd	nd	-
65	nd	tr	nd	nd - tr	-
66	0,3	0,1	tr	0,2	0,1
67	nd	nd	nd	nd	-
68	tr	tr	nd	nd - tr	-
69	nd	tr	nd	nd - tr	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	nd	tr	nd	nd - tr	-
72	tr	tr	nd	nd - tr	-
73	nd	0,5	0,8	nd - 0,8	-
74	1,5	0,6	2,4	1,5	0,9
75	nd	nd	nd	nd	-
76	nd	nd	nd	nd	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	tr	tr	nd	nd - tr	-
80	nd	nd	nd	nd	-
81	nd	nd	nd	nd	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	tr	tr	nd	nd - tr	-
84	nd	nd	nd	nd	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

* : pico não separado

As modificações que ocorreram nesta etapa foram o aumento do hexanal, passando de uma porcentagem relativa de 2% para 40% (safra de 1994) e de 2% para 30% (safra de 1995) tornando-se, portanto, o componente mais abundante nas duas safras. Por outro lado, o pico 74 diminuiu drasticamente de 21% para 3% (safra de 1994) e de 32% para 2% (safra de 1995). O componente 15 aumentou de 0,5% para 8,4% e de traços para 2%, respectivamente nas safras de 1994 e 1995. O acetato de hexila apresentou comportamento diferente nas duas safras. Na primeira, diminuiu de 11% para 6,5% e na segunda, aumentou de 8% para 10%.

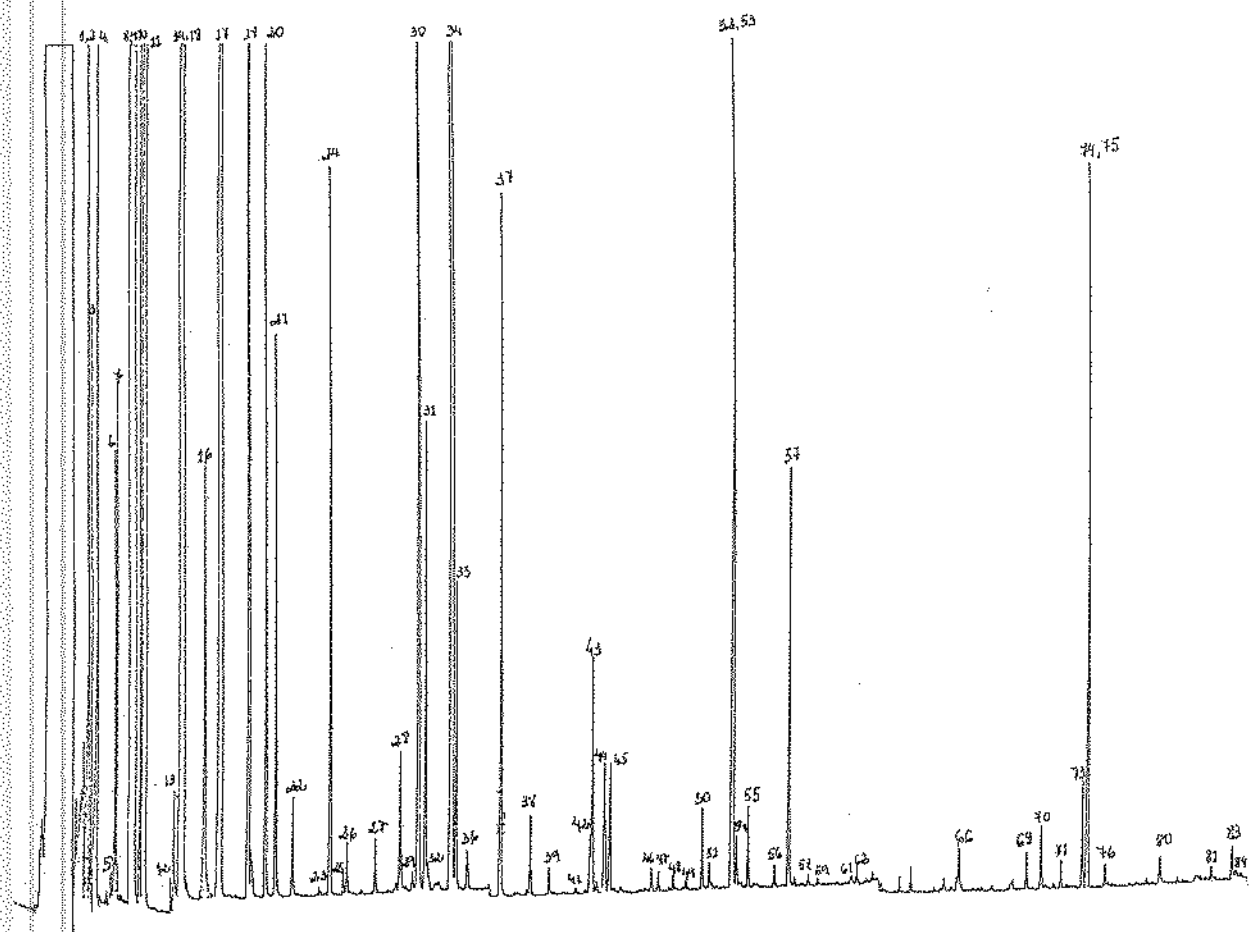
4.3.1.2 Clarificação

A clarificação do suco não causou grandes mudanças na composição dos voláteis (figura 6 e tabelas 15 e 16). O hexanal continuou sendo o componente majoritário com 44% e 28%, respectivamente nas safras de 1994 e 1995. O acetato de butila aumentou de 14% para 15%, na safra de 1994 e de 13% para 20%, na safra de 1995. O 2-metil butanoato de hexila diminuiu de 0,9% para 0,3% nas duas safras. O pico 74 que diminuiu marcadamente durante a prensagem, sofreu ainda perdas durante a clarificação, de 3% para 0,4%, na safra de 1994 e de 2% até não ser detectado na safra de 1995.

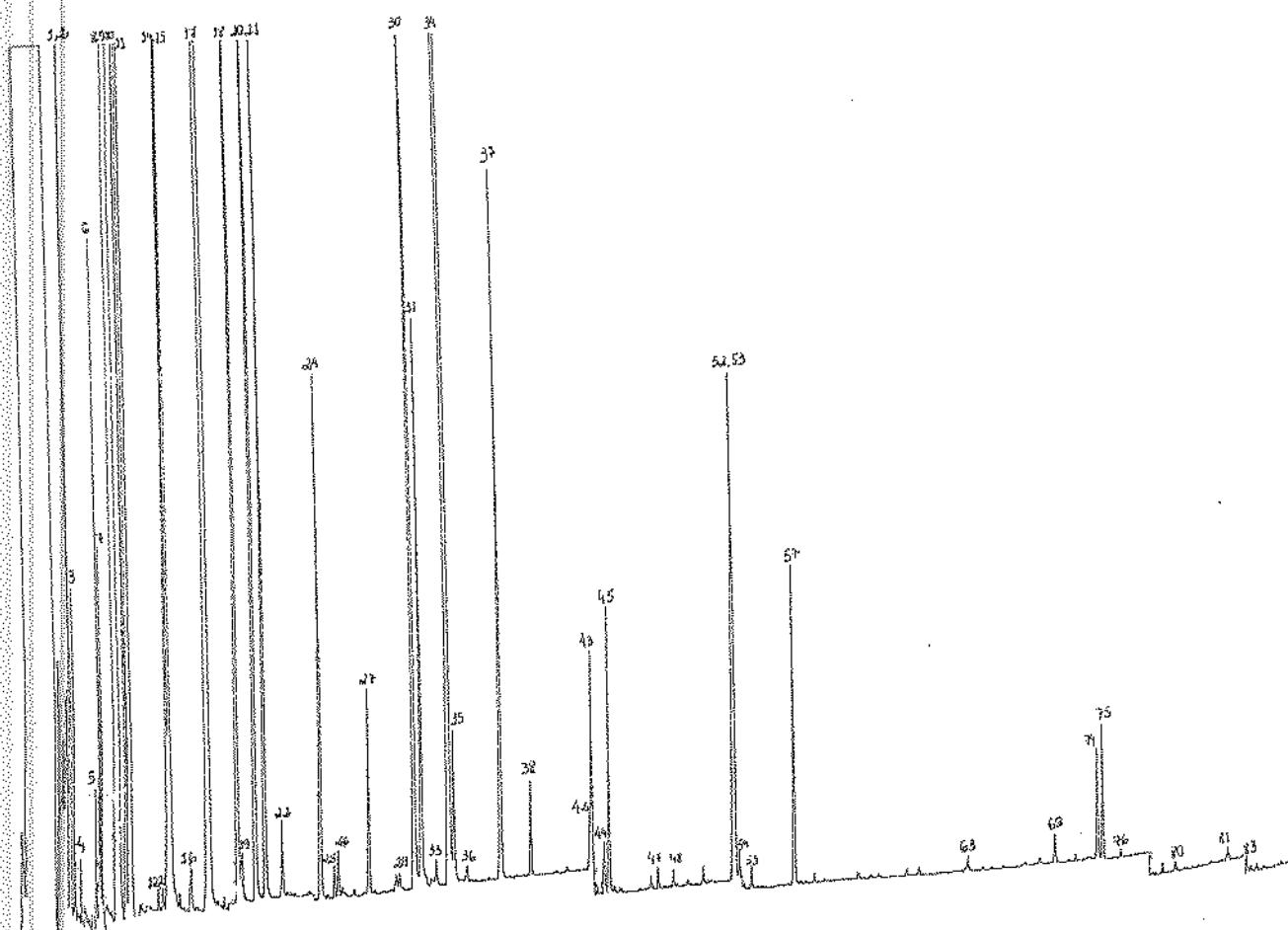
4.3.1.3 Pasteurização

A pasteurização do suco (figura 7 e tabelas 17 e 18), efetuada a 80°C por 20 minutos, foi a etapa do processamento que engendrou as mudanças mais drástica na composição dos voláteis, como a perda total de alguns componentes e a diminuição da área de quase todos os compostos voláteis.

O hexanal continuou a ser o componente majoritário na safra de 1994 (40%), porém sua área diminuiu muito, de 9900 para 1300, evidenciando grande perda desse componente. No entanto, este composto (25%) não foi o majoritário na safra de 1995. O propionato de butila, o segundo mais abundante na safra de 1994, apresentou uma porcentagem relativa maior (27%) em 1995. O éster hexanoato de hexila e os compostos não identificados e numerados como 49 e 75 aumentaram ligeiramente suas áreas nas duas safras.



a)



b)

Figura 6: Cromatogramas dos compostos voláteis do suco clarificado: a) safra de 1994, b) safra de 1995

Tabela 15: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco clarificado (safra 94).

SUCO CLARIFICADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	40,1	44,2	48,2	44,2	4
9	*	*	*		
10	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0
11	16,4	14,7	13,5	14,9	1
12	tr	tr	tr	tr	-
13	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
14	0,9	0,6	1,8	1,1	0,6
15	8,1	5,9	6,1	6,7	1
16	1,0	0,2	0,6	0,6	0,4
17	14,3	13,8	11,3	13,2	2
18	2,1	2,0	2,2	2,1	0,1
19	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
20	0,9	1,0	0,8	0,9	0,1
21	0,6	0,6	0,5	0,6	0,1
22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
23	tr	nd	tr	nd - tr	-
24	0,5	0,5	0,7	0,6	0,1
25	tr	tr	tr	tr	-
26	0,1	tr	0,1	tr - 0,1	-
27	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
28	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
29	tr	tr	tr	tr	-
30	2,3	2,4	2,0	2,2	0,2
31	0,4	0,6	0,5	0,5	0,1
32	tr	tr	tr	tr	-
33	tr	nd	tr	nd - tr	-
34	7,1	8,0	6,1	7,0	0,9
35	0,2	0,3	0,3	0,3	0,0
36	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
37	0,8	0,7	0,7	0,7	0,0
38	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
39	tr	tr	tr	tr	-
40	tr	nd	nd	nd - tr	-
41	tr	nd	tr	nd - tr	-
42	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
43	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
44	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
45	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0

continua...

... continuação

SUCO CLARIFICADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	tr	tr	tr	tr	-
47	tr	tr	tr	tr	-
48	tr	tr	tr	tr	-
49	tr	tr	tr	tr	-
50	tr	0,1	0,1	tr - 0,1	-
51	tr	tr	tr	tr	-
52	1,2	1,6	1,2	1,3	0,2
53	*	*	*		
54	tr	tr	0,1	tr - 0,1	-
55	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
56	tr	tr	tr	tr	-
57	0,4	0,4	0,4	0,4	0,0
58	tr	tr	tr	tr	-
59	tr	tr	tr	tr	-
60	tr	tr	tr	tr	-
61	tr	tr	tr	tr	-
62	tr	tr	tr	tr	-
63	nd	nd	nd	nd	-
64	nd	nd	nd	nd	-
65	tr	tr	tr	tr	-
66	tr	0,1	0,1	tr - 0,1	-
67	nd	nd	nd	nd	-
68	tr	nd	nd	nd - tr	-
69	tr	tr	tr	tr	-
70	tr	tr	0,1	tr - 0,1	-
71	tr	tr	tr	tr	-
72	tr	nd	nd	nd - tr	-
73	0,1	tr	0,1	tr - 0,1	-
74	0,3	0,1	0,7	0,4	0,3
75	nd	nd	nd	nd	-
76	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	tr	tr	tr	tr	-
79	tr	0,1	tr	tr - 0,1	-
80	tr	tr	tr	tr	-
81	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	tr	tr	tr	tr	-
84	tr	tr	tr	tr	-

nd : pico não detectado

tr : pico presente com % < 0,05

* : pico não separado

Tabela 16: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco clarificado (safra 95).

SUCO CLARIFICADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	23.8	27.5	32.7	28.0	4
9	1.1	1.4	2.4	1.7	0.7
10	0.6	0.9	1.5	1.0	0.4
11	20.6	20.1	17.3	19.3	2
12	tr	tr	tr	tr	-
13	tr	tr	tr	tr	-
14	0.3	0.5	0.9	0.6	0.3
15	1.9	2.0	2.1	2.0	0.1
16	tr	tr	tr	tr	-
17	31.1	27.6	21.8	26.9	5
18	2.5	2.4	2.8	2.6	0.2
19	tr	tr	tr	tr	-
20	tr	2.6	2.5	tr - 2,6	-
21	0.9	0.9	1.0	0.9	0.0
22	0.1	tr	0.1	tr - 0,1	-
23	tr	nd	nd	nd - tr	-
24	0.5	0.5	0.6	0.5	0.1
25	tr	tr	tr	tr	-
26	tr	tr	tr	tr	-
27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0
28	tr	tr	tr	tr	-
29	nd	nd	nd	nd	-
30	2.5	2.0	2.1	2.2	0.3
31	0.2	0.2	0.6	0.4	0.2
32	nd	tr	nd	nd - tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	10.6	8.6	8.5	9.2	1
35	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
36	tr	tr	tr	tr	-
37	0.8	0.7	0.8	0.8	0.0
38	0.1	tr	0.1	tr - 0,1	0.0
39	nd	nd	nd	nd	-
40	nd	nd	nd	nd	-
41	nd	nd	nd	nd	-
42	tr	tr	tr	tr	-
43	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0
44	0.1	tr	tr	tr - 0,1	0.0
45	0.2	0.2	0.3	0.2	0.0

continua...

... continuação

SUCO CLARIFICADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	tr	nd	nd	nd - tr	-
47	tr	nd	tr	nd - tr	-
48	tr	nd	tr	nd - tr	-
49	tr	nd	nd	nd - tr	-
50	nd	nd	nd	nd	-
51	nd	nd	nd	nd	-
52	1.1	0.2	0.2	0.5	0.5
53	*	0.3	0.5	-	-
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0
58	nd	nd	nd	nd	-
59	nd	nd	nd	nd	-
60	nd	nd	nd	nd	-
61	nd	nd	nd	nd	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	tr	tr	tr	tr	-
64	nd	nd	nd	nd	-
65	nd	nd	nd	nd	-
66	nd	nd	nd	nd	-
67	nd	nd	nd	nd	-
68	nd	nd	nd	nd	-
69	tr	tr	tr	tr	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	nd	nd	nd	nd	-
72	nd	nd	nd	nd	-
73	nd	nd	nd	nd	-
74	nd	0.2	0.1	nd - 0,2	-
75	nd	0.2	0.1	nd - 0,2	-
76	nd	nd	nd	nd	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	nd	nd	nd	nd	-
80	nd	nd	nd	nd	-
81	nd	nd	nd	nd	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	nd	nd	nd	nd	-
84	nd	nd	nd	nd	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

* : pico não separado

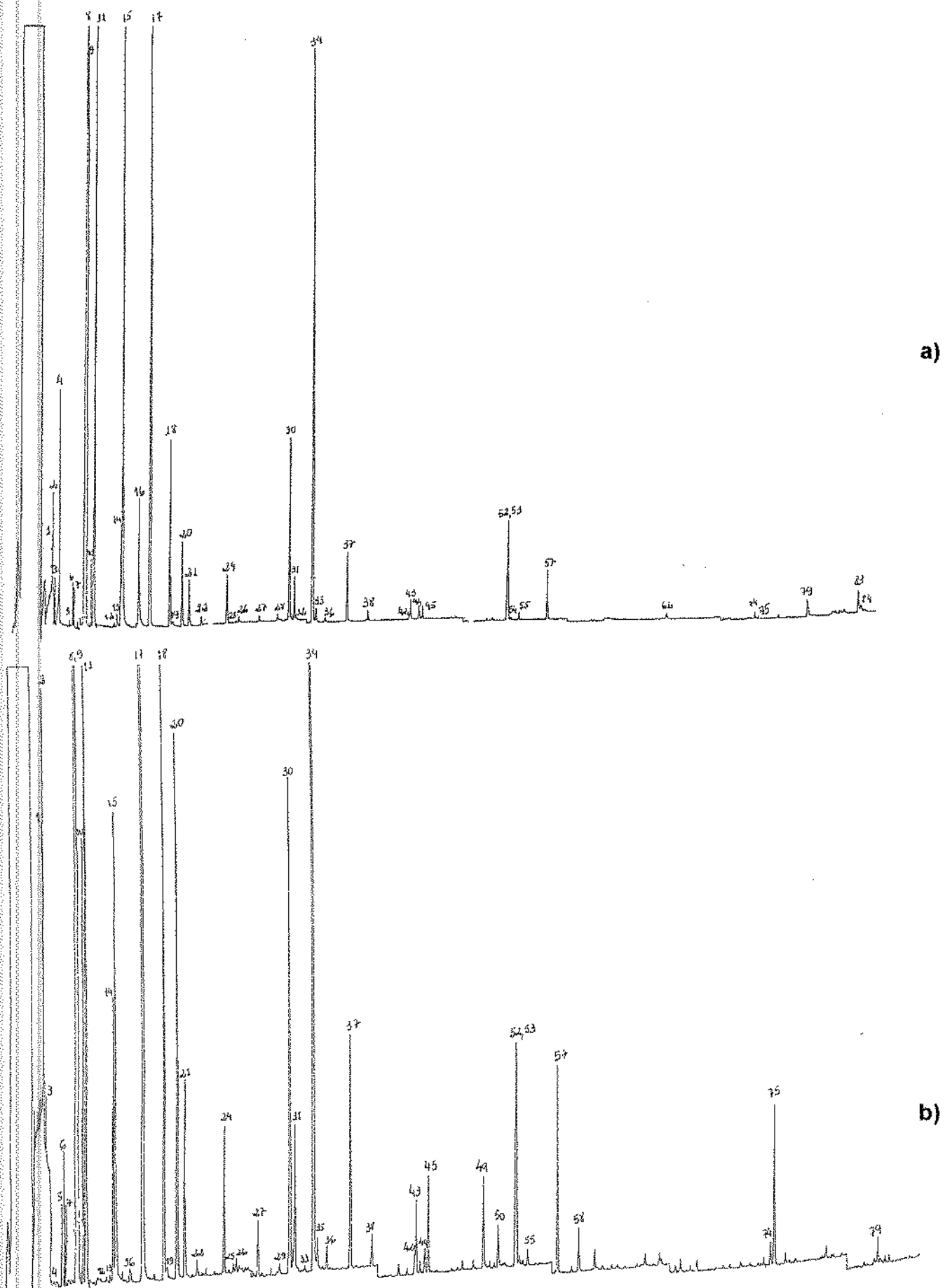


Figura 7: Cromatogramas dos compostos voláteis do suco pasteurizado: a) safra de 1994, b) safra de 1995

Tabela 17: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco pasteurizado (safra 94).

SUCO PASTEURIZADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	32,7	40,5	45,7	39,7	7
9	2,6	3,0	3,8	3,1	0,6
10	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1
11	14,5	13,4	12,7	13,5	0,9
12	tr	tr	tr	tr	-
13	tr	tr	tr	tr	-
14	0,8	0,8	1,6	1,1	0,5
15	9,1	10,1	8,7	9,3	0,7
16	2,0	1,7	1,4	1,7	0,3
17	15,7	13,7	10,8	13,4	2
18	2,2	1,9	2,0	2,0	0,2
19	tr	tr	tr	tr	-
20	0,9	0,9	0,7	0,8	0,1
21	0,6	0,5	0,4	0,5	0,1
22	tr	tr	tr	tr	-
23	nd	nd	nd	nd	-
24	0,6	0,6	0,7	0,6	0,1
25	tr	tr	tr	tr	-
26	tr	tr	tr	tr	-
27	tr	tr	tr	tr	-
28	tr	tr	tr	tr	-
29	tr	tr	tr	tr	-
30	2,3	2,2	1,5	2,0	0,4
31	0,4	0,6	0,4	0,4	0,1
32	tr	tr	tr	tr	-
33	nd	nd	nd	nd	-
34	6,4	6,7	4,2	5,8	1
35	tr	tr	tr	tr	-
36	0,3	tr	tr	tr - 0,3	-
37	0,9	0,8	0,7	0,8	0,1
38	tr	tr	tr	tr	-
39	nd	nd	nd	nd	-
40	nd	nd	tr	nd - tr	-
41	nd	nd	tr	nd - tr	-
42	tr	tr	tr	tr	-
43	tr	tr	tr	tr	-
44	tr	tr	tr	tr	-
45	tr	tr	tr	tr	-

continua...

... continuação

SUCO PASTEURIZADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	nd	nd	nd	nd	-
47	tr	tr	tr	tr	-
48	tr	tr	tr	tr	-
49	tr	tr	0,4	tr - 0,4	-
50	tr	tr	tr	tr	-
51	nd	nd	nd	nd	-
52	1,3	1,5	0,9	1,3	0,3
53	*	*	*		
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	0,6	0,6	0,5	0,5	0,1
58	tr	tr	tr	tr	-
59	tr	tr	tr	tr	-
60	nd	nd	tr	nd - tr	-
61	tr	tr	nd	nd - tr	-
62	tr	tr	nd	nd - tr	-
63	nd	nd	nd	nd	-
64	nd	nd	nd	nd	-
65	nd	nd	tr	nd - tr	-
66	0,4	tr	tr	tr - 0,4	-
67	nd	nd	nd	nd	-
68	nd	nd	nd	nd	-
69	nd	nd	nd	nd	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	nd	nd	nd	nd	-
72	nd	nd	nd	nd	-
73	nd	nd	nd	nd	-
74	tr	tr	tr	tr	-
75	tr	tr	tr	tr	-
76	nd	nd	nd	nd	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	1,3	tr	0,8	tr - 1,3	-
80	0,8	nd	nd	nd - 0,8	-
81	tr	tr	tr	tr	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	2,4	tr	1,1	tr - 2,4	-
84	0,8	tr	0,4	tr - 0,8	-

nd : pico não detectado

tr : pico presente com % < 0,05

* : pico não separado

Tabela 18: Porcentagens relativas dos compostos voláteis do suco pasteurizado (safra 95).

SUÇO PASTEURIZADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	20,9	24,3	29,8	25,0	4
9	1,1	1,5	2,9	1,8	0,9
10	0,5	0,8	1,3	0,9	0,4
11	17,1	16,4	14,9	16,1	1
12	tr	tr	tr	tr	-
13	tr	tr	tr	tr	-
14	0,3	0,6	1,0	0,6	0,4
15	2,2	1,2	1,9	1,8	0,5
16	tr	tr	tr	tr	-
17	31,4	27,6	22,7	27,2	4
18	2,4	2,4	2,8	2,5	0,2
19	tr	tr	tr	tr	-
20	1,7	2,5	2,4	2,2	0,4
21	0,9	0,9	0,9	0,9	0,0
22	tr	tr	tr	tr	-
23	nd	nd	tr	nd - tr	-
24	0,6	0,7	0,7	0,7	0,0
25	tr	tr	tr	tr	-
26	tr	tr	tr	tr	-
27	0,2	tr	0,3	tr - 0,3	0,0
28	tr	tr	tr	tr	-
29	nd	nd	nd	nd	-
30	2,9	2,7	2,4	2,7	0,3
31	0,3	0,3	0,7	0,4	0,2
32	tr	tr	nd	nd - tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	12,3	11,9	10,0	11,4	1
35	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
36	tr	tr	tr	tr	-
37	1,1	1,4	1,1	1,2	0,1
38	0,2	tr	tr	tr - 0,2	-
39	nd	nd	nd	nd	-
40	tr	tr	tr	tr	-
41	tr	tr	tr	tr	-
42	tr	tr	tr	tr	-
43	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0
44	0,2	tr	tr	tr - 0,2	0,0
45	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1

continua...

... continuação

SUCO PASTEURIZADO					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	nd	nd	nd	nd	-
47	tr	tr	tr	tr	-
48	tr	tr	tr	tr	-
49	tr	0,5	0,5	tr - 0,5	-
50	tr	tr	tr	tr	-
51	tr	nd	nd	nd - tr	-
52	1,7	1,6	0,4	1,3	0,7
53	*	*	1,1	*	*
54	tr	tr	tr	tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	0,5	0,9	0,9	0,8	0,2
58	tr	tr	tr	tr	-
59	tr	tr	tr	tr	-
60	tr	tr	tr	tr	-
61	nd	nd	nd	nd	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	nd	nd	nd	nd	-
64	tr	tr	tr	tr	-
65	nd	nd	nd	nd	-
66	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
67	nd	nd	nd	nd	-
68	nd	nd	nd	nd	-
69	nd	nd	nd	nd	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	nd	nd	nd	nd	-
72	nd	nd	nd	nd	-
73	nd	nd	nd	nd	-
74	0,6	tr	tr	tr - 0,6	-
75	0,1	1,0	0,7	0,6	0,5
76	nd	nd	nd	nd	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	nd	nd	tr	nd - tr	-
80	nd	nd	nd	nd	-
81	nd	nd	tr	nd - tr	-
82	nd	nd	tr	nd - tr	-
83	nd	nd	tr	nd	-
84	nd	nd	nd	nd	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

* : pico não separado

4.3.2 Comparação das Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis em cada etapa do Processamento de acordo com a Safra

É interessante ressaltar, que os componentes majoritários da fruta foram os picos 74, 17, 11 (acetato de butila) e 34 (acetato de hexila), em ordem decrescente nas duas safras.

Em relação ao processamento de 1994, os picos majoritários em todos os sucos (prensado, clarificado e pasteurizado) foram os picos 8 (hexanal), 11 (acetato de butila), 17, 15 e 34 (acetato de hexila), em ordem decrescente de porcentagem relativa, com aproximadamente 40%, 14%, 13%, 8% e 7%, respectivamente. Observa-se que as porcentagens relativas de cada componente majoritário não se alteraram durante o processamento de 1994.

No entanto, na safra de 1995, os compostos mais abundantes nos sucos prensado e clarificado foram os picos 8 (hexanal), 17, 11 (acetato de butila) e 34 (acetato de hexila) com aproximadamente 30%, 28%, 15% e 10% de porcentagem relativa nestes dois sucos.

No suco pasteurizado, os compostos mais abundantes foram o não identificado e numerado como 17 (27%), hexanal (25%), acetato de butila (16%) e acetato de hexila (11%).

Os componentes mais abundantes durante o processamento de 1994 e 1995 foram os mesmos, cabendo ressaltar, que houve uma variação na porcentagem relativa dos compostos majoritários. O pico 15, quarto mais abundante na safra de 1994, após a prensagem, teve uma contribuição de apenas 2%, em 1995, não sendo considerado, portanto, um dos componentes majoritários.

O hexanal diminuiu a sua contribuição durante o processamento de 1995, ocorrendo, concomitantemente, um aumento da porcentagem relativa do pico 17, tornando-se então este o componente majoritário no suco pasteurizado em 1995.

Tabela 19: Efeito do processamento na área e na porcentagem relativa dos compostos voláteis (safra 94).

PICO	FRUTA		SUÇO PRENSADO		SUÇO CLARIFICADO		SUÇO PASTEURIZADO	
	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
1	74		53		134		42	
2	70		54		120		27	
3	49		31		74		29	
4	147		860		387		73	
5	tr		tr		tr		tr	
6	40		54		55		tr	
7	57		41		49		tr	
8	347	2,5	9231	41,1	9913	44,2	1358	39,7
9	335	2,5	*	*	*	*	107	3,1
10	76	0,6	96	0,5	105	0,5	16	0,5
11	2196	16,0	3060	14,2	3311	14,9	474	13,5
12	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
13	nd	nd	tr - 10	tr - 0,1	24	0,1	tr	tr
14	150	1,1	254	1,3	271	1,1	36	1,1
15	75	0,5	2247	8,4	1520	6,7	325	9,3
16	75	0,6	360	1,3	147	0,6	59	1,7
17	2542	18,6	2738	13,0	2899	13,2	475	13,4
18	247	1,8	381	1,9	472	2,1	71	2,0
19	tr	tr	tr	tr	tr - 16	tr - 0,1	tr	tr
20	228	1,7	176	0,8	196	0,9	29	0,8
21	109	0,8	122	0,6	128	0,6	18	0,5
22	48	0,4	tr - 46	tr - 0,1	24	0,1	tr	tr
23	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd
24	111	0,8	98	0,5	129	0,6	22	0,6
25	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
26	tr	tr	tr - 18	tr - 0,1	tr - 18	tr - 0,1	tr	tr
27	23	0,2	tr - 26	tr - 0,1	15	0,1	tr	tr
28	tr	tr	tr - 17	tr - 0,1	38	0,2	tr	tr
29	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
30	302	2,2	364	1,7	490	2,2	71	2,0
31	90	0,7	94	0,4	106	0,5	15	0,4
32	tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr	tr	tr	tr
33	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd
34	1503	11,0	1479	6,5	1529	7,0	206	5,8
35	55	0,4	57	0,2	61	0,3	tr	tr
36	tr - 27	tr - 0,2	tr - 55	tr - 0,1	35	0,2	tr - 10	tr - 0,3
37	206	1,5	123	0,6	167	0,7	28	0,8
38	19	0,1	tr - 26	tr - 0,1	21	0,1	tr	tr
39	tr	tr	tr	tr	tr	tr	nd	nd
40	tr	tr	nd	nd	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr
41	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr
42	10	0,1	tr	tr	13	0,1	tr	tr
43	37	0,3	31	0,2	49	0,2	tr	tr

continua...

... continuação

PICO	FRUTA		SUÇO PRENSADO		SUÇO CLARIFICADO		SUÇO PASTEURIZADO	
	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
44	19	0,1	tr - 16	tr - 0,1	37	0,2	tr	tr
45	80	0,6	tr - 43	tr - 0,1	32	0,1	tr	tr
46	tr	tr	tr	tr	tr	tr	nd	nd
47	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
48	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
49	36	0,3	nd	nd	tr	tr	tr - 12	tr - 0,4
50	18	0,1	tr	tr	tr - 14	tr - 0,1	tr	tr
51	tr	tr	nd	nd	tr	tr	nd	nd
52	149	1,1	223	1,1	283	1,3	44	1,3
53	144	1,1	*	*	*	*	*	*
54	tr	tr	tr	tr	tr - 16	tr - 0,1	tr	tr
55	tr	tr	tr	tr	17	0,1	tr	tr
56	nd	nd	nd - tr	nd - tr	tr	tr	nd	nd
57	312	2,3	136	0,8	91	0,4	19	0,5
58	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
59	tr - 18	tr - 0,1	nd	nd	tr	tr	tr	tr
60	tr	tr	nd	nd	tr	tr	nd - tr	nd - tr
61	tr - 12	tr - 0,1	tr	tr	tr	tr	nd - tr	nd - tr
62	tr - 10	tr - 0,1	nd	nd	tr	tr	nd - tr	nd - tr
63	nd - 107	nd - 0,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd
64	nd - 31	nd - 0,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd
65	tr	tr	nd	nd	tr	tr	nd - tr	nd - tr
66	219	1,6	42	0,2	tr - 21	tr - 0,1	tr - 15	tr - 0,4
67	46	0,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
68	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd
69	tr - 18	tr - 0,1	nd	nd	tr	tr	nd	nd
70	nd - 2130	nd - 17,1	nd	nd	tr - 19	tr - 0,1	nd	nd
71	tr - 10	tr - 0,1	tr	tr	tr	tr	nd	nd
72	12	0,1	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd
73	tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr - 29	tr - 0,1	nd	nd
74	2870	20,9	490	2,6	98	0,4	tr	tr
75	38	0,3	tr - 122	nd - 0,3	nd	nd	tr	tr
76	nd	nd	nd	nd	tr - 10	tr - 0,1	nd	nd
77	tr - 10	tr - 0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
78	tr - 11	tr - 0,1	nd	nd	tr	tr	nd	nd
79	tr - 23	tr - 0,2	tr - 83	tr - 0,2	tr - 12	tr - 0,1	tr - 52	tr - 1,3
80	tr - 21	tr - 0,2	tr	tr	tr	tr	nd - 31	nd - 0,8
81	tr	tr	tr	tr	tr - 13	tr - 0,1	tr	tr
82	tr - 13	tr - 0,1	tr - 10	tr - 0,1	nd	nd	nd	nd
83	18	0,1	54	0,3	tr	tr	tr - 94	tr - 2,4
84	tr	tr	tr - 22	tr - 0,1	tr	tr	tr - 32	tr - 0,8

nd : pico não detectado

tr : pico presente com % < 0,05

* : pico não separado

área e % de área - média de 3 repetições

Tabela 20: Efeito do processamento na área e na porcentagem relativa dos compostos voláteis (safra 95).

PICO	FRUTA		SUCO PRENSADO		SUCO CLARIFICADO		SUCO PASTEURIZADO	
	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
1	51		33		61		33	
2	65		280		93		53	
3	98		tr - 38		tr - 15		tr - 13	
4	tr - 26		tr - 74		tr		tr	
5	tr - 24		tr		tr - 11		tr - 20	
6	52		85		48		52	
7	48		20		tr - 26		tr - 13	
8	184	1,6	5544	29,6	3348	28,0	1546	25,0
9	264	2,3	*	*	201	1,7	102	1,8
10	137	1,2	176	1,0	120	1,0	49	0,9
11	tr - 1455	tr - 15,5	2399	12,9	2322	19,3	1087	16,1
12	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
13	nd	nd	tr	tr	tr	tr	tr	tr
14	135	1,2	97	0,6	68	0,6	33	0,6
15	tr	tr	322	1,6	240	2,0	131	1,8
16	tr - 12	tr - 0,1	tr	tr	tr	tr	tr	tr
17	3280	24,6	5677	28,5	3246	26,9	1899	27,2
18	273	2,2	490	2,6	313	2,6	165	2,5
19	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
20	293	2,1	422	2,3	325 - tr	tr - 2,6	132	2,2
21	96	0,7	179	0,9	113	0,9	58	0,9
22	30	0,2	tr - 20	tr - 0,1	12 - tr	tr - 0,1	tr	tr
23	tr	tr	tr	tr	tr - -	nd - tr	nd - tr	nd - tr
24	146	1,2	105	0,6	63	0,5	42	0,7
25	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
26	tr - 13	tr - 0,1	tr - 18	tr - 0,1	tr	tr	tr	tr
27	48	0,4	37	0,2	23	0,2	tr - 23	tr - 0,3
28	nd - tr	nd - tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
29	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	-	nd	nd	nd
30	269	1,9	428	2,2	269	2,2	180	2,7
31	77	0,6	61	0,4	45	0,4	25	0,4
32	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr
33	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
34	1057	7,6	1835	9,6	1129	9,2	773	11,4
35	51	0,4	29	0,2	18	0,1	tr - 17	tr - 0,1
36	tr - 11	tr - 0,1	tr	tr	tr	tr	tr	tr
37	254	1,9	152	0,8	92	0,8	77	1,2
38	23	0,2	tr - 41	tr - 0,2	tr - 20	tr - 0,1	tr - 23	tr - 0,2
39	nd	nd	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
40	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd	tr	tr
41	nd	nd	nd	nd	nd	nd	tr	tr
42	tr - 18	0,1	tr - 16	tr - 0,1	tr	tr	tr	tr
43	45	0,3	40	0,2	26	0,2	22	0,3

continua...

... continuação

PICO	FRUTA		SUCO PRENSADO		SUCO CLARIFICADO		SUCO PASTEURIZADO	
	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
44	20	0,2	tr - 23	tr - 0,1	tr - 14	tr - 0,1	tr - 19	tr - 0,2
45	92	0,7	41	0,2	28	0,2	22	0,4
46	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd
47	tr - 12	tr - 0,1	tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr	tr
48	tr - 12	tr - 0,1	tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr	tr
49	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd - tr	nd - tr	tr - 19	tr - 0,5
50	nd	nd	nd	nd	nd	nd	tr	tr
51	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd - tr	nd - tr
52	196	1,4	184	0,9	72	0,5	94	1,3
53	123	0,9	*	*	*	*	*	*
54	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
55	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
56	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
57	383	2,8	164	0,9	37	0,3	44	0,8
58	tr - 22	tr - 0,1	tr	tr	nd	nd	tr	tr
59	nd	nd	nd	nd	nd	nd	tr	tr
60	nd	nd	nd	nd	nd	nd	tr	tr
61	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
62	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
63	tr - 25	tr - 0,2	tr	tr	tr	tr	nd	nd
64	tr	tr	nd	nd	nd	nd	tr	tr
65	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
66	176	1,3	tr - 59	0,2	nd	nd	tr - 10	tr - 0,1
67	38	0,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
68	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
69	tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr	tr	nd	nd
70	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
71	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
72	tr - 22	tr - 0,2	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
73	tr	tr	nd - 140	nd - 0,8	nd	nd	nd	nd
74	4358	32,3	230	1,5	nd - 17	nd - 0,2	tr - 70	tr - 0,6
75	nd - 118	nd - 1,3	nd	nd	nd - 18	nd - 0,2	24	0,6
76	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
77	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
78	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
79	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd - tr	nd - tr
80	tr	tr	nd	nd	nd	nd	nd	nd
81	tr	tr	nd	nd	nd	nd	nd - tr	nd - tr
82	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd - tr	nd - tr
83	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
84	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

área e % de área - média de 3 repetições

* : pico não separado

4.3.3 Efeito do Processamento na Composição de Voláteis e Comparação com a Literatura

A tabela 21 mostra o efeito do processamento em relação aos compostos voláteis tentativamente identificados.

É bem conhecido que os aldeídos C_6 são formados a partir do metabolismo de ácidos graxos (DIMICK & HORKIN, 1983). KAKIUCHI et al. (1987), observando as modificações nos componentes voláteis da maçã Fuji após a pasteurização (93°C por 30 segundos), relataram um aumento do hexanal, que duplicou a sua concentração (ppm), além de uma diminuição nas diferentes classes de compostos. Neste trabalho, o hexanal se tornou o componente majoritário após a prensagem e apesar de ter diminuído durante a pasteurização, ainda apresentou uma porcentagem relativa maior em relação à fruta fresca. A pasteurização foi a etapa do processamento que causou a diminuição de todos os componentes voláteis.

PÉREDI et al. (1981) observaram as modificações ocorridas após cada etapa do processamento do suco de maçã, porém, não especificaram a cultivar estudada. O processamento empregado foi prensagem, clarificação por tratamento enzimático, filtração e concentração do suco. Nos sucos prensado e clarificado houve a formação de novos compostos voláteis, que os autores atribuíram a processos enzimáticos. Convém ressaltar que os autores empregaram destilação à vapor no preparo da amostra, o que poderia levar a formação de artefatos, e portanto, não adequado para o estudo do efeito do processamento. Neste estudo, não foi observada a formação de nenhum composto volátil.

Tabela 21: Efeito do processamento em relação aos compostos voláteis tentativamente identificados.

PICO	NOME DO COMPOSTO	FRUTA		SUÇO PENSADO		SUÇO CLARIFICADO		SUÇO PASTEURIZADO	
		ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
4	butanoato de metila	147		860		387		73	
		tr - 26		tr - 74		tr		tr	
6	acetato de isobutila	40		54		55		tr	
		52		85		48		52	
7	2-metil butanoato de metila	57		41		49		tr	
		48		20		tr - 26		tr - 13	
8	hexanal	347	2,5	9231	41,1	9913	44,2	1358	40
		184	1,6	5544	29,6	3348	28,0	1546	25,0
9	butanoato de etila	335	2,5	*	*	*	*	107	3,1
		264	2,3	*	*	201	1,7	102	1,8
10	propionato de propila	76	0,6	96	0,5	105	0,5	16	0,5
		137	1,2	176	1,0	120	1,0	49	0,9
11	acetato de butila	2196	16,0	3060	14,2	3311	14,9	474	13,5
		tr - 1455	tr - 15,5	2399	12,9	2322	19,3	1087	16,1
14	2-metil butanoato de etila	150	1,1	254	1,3	271	1,1	36	1,1
		135	1,2	97	0,6	68	0,6	33	0,6
18	butanoato de propila	247	1,8	381	1,9	472	2,1	71	2,0
		273	2,2	490	2,6	313	2,6	165	2,5
19	valerato de etila	tr	tr	tr	tr	tr - 16	tr - 0,1	tr	tr
		tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
20	propionato de butila	228	1,7	176	0,8	196	0,9	29	0,8
		293	2,1	422	2,3	325 - tr	tr - 2,6	132	2,2
21	acetato de amila	109	0,8	122	0,6	128	0,6	18	0,5
		96	0,7	179	0,9	113	0,9	58	0,9
22	hexanoato de metila	48	0,4	tr - 46	tr - 0,1	24	0,1	tr	tr
		30	0,2	tr - 20	tr - 0,1	12 - tr	tr - 0,1	tr	tr
24	2-metil butanoato de propila	111	0,8	98	0,5	129	0,6	22	0,6
		146	1,2	105	0,6	63	0,5	42	0,7
30	butanoato de butila	302	2,2	364	1,7	490	2,2	71	2,0
		269	1,9	428	2,2	269	2,2	180	2,7
31	hexanoato de etila	90	0,7	94	0,4	106	0,5	15	2,0
		77	0,6	61	0,4	45	0,4	25	0,4
34	acetato de hexila	1503	11,0	1479	6,5	1529	7,0	206	5,8
		1057	7,6	1835	9,6	1129	9,2	773	11,4
35	acetato de ciclo hexila	55	0,4	57	0,2	61	0,3	tr	tr
		51	0,4	29	0,2	18	0,1	tr - 17	tr - 0,1
37	2-metil butanoato de butila	206	1,5	123	0,6	167	0,7	28	tr
		254	1,9	152	0,8	92	0,8	77	1,2
43	hexanoato de propila	37	0,3	31	0,2	49	0,2	tr	tr
		45	0,3	40	0,2	26	0,2	22	0,3
47	2-metil butanoato de amila	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
		tr - 12	tr - 0,1	tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr	tr
52	hexanoato de butila	149	1,1	223	1,1	283	1,3	44	1,3
		196	1,4	184	0,9	72	0,5	94	1,3
57	2-metil butanoato de hexila	312	2,3	136	0,8	91	0,4	19	0,5
		383	2,8	164	0,9	37	0,3	44	0,8
58	hexanoato de isoamila	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
		tr - 22	tr - 0,1	tr	tr	nd	nd	tr	tr
66	hexanoato de hexila	219	1,6	42	0,2	tr - 21	tr - 0,1	tr - 15	tr - 0,4
		176	1,3	tr - 59	0,2	nd	nd	tr - 10	tr - 0,1
69	octanoato de isoamila	tr - 18	tr - 0,1	nd	nd	tr	tr	nd	nd
		tr	tr	nd - tr	nd - tr	tr	tr	nd	nd

nd : pico não detectado

tr : pico presente com % < 0,05

* : pico não separado

área e % de área - média de 3 repetições

Nota: Para cada pico identificado tentativamente, a 1ª linha corresponde aos dados da safra de 1994 e a 2ª da safra de 1995.

4.4 EFEITO DO ARMAZENAMENTO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE SUCO DE MAÇÃ FUJI (SAFRA 95)

4.4.1 Efeito do Armazenamento em Geladeira e à Temperatura Ambiente na Porcentagem Relativa dos Compostos Voláteis de Suco de Maçã

Os sucos de maçãs obtidos na safra de 1995, após três meses de armazenamento à duas temperaturas diferentes, foram avaliados cromatograficamente. As figuras 8a e 8b e as tabelas 22 e 23 e mostram, respectivamente, a porcentagem relativa dos componentes voláteis dos sucos armazenados em geladeira e à temperatura ambiente. Observa-se através das tabelas 22 e 23 que houve boa repetibilidade entre os resultados, ressaltando-se que o pico 74, no suco armazenado em temperatura ambiente, apresentou uma porcentagem maior em um dos lotes (15,4%) quando comparado aos demais lotes (em torno de 0,15%). A tabela 24 mostra uma comparação entre a composição de voláteis do suco de maçã obtido logo após o processamento e a composição dos voláteis dos sucos de maçãs armazenados em geladeira e em temperatura ambiente.

Para verificar diferenças na composição de voláteis dos 3 sucos de maçã (recém-processado, armazenado em geladeira e em temperatura ambiente) foi efetuada análise de variância (ANOVA) e teste de TUKEY para comparação das médias, utilizando-se como dados as porcentagens relativas dos picos detectados em todas as análises. Isto quer dizer que picos presentes com área $\leq 0,05$, perto do limite mínimo de integração, não constaram da tabela de dados submetidos a ANOVA (tabela 25).

Os picos 8 (hexanal), 9 (butanoato de etila), 10 (propionato de propila), 11 (acetato de butila), 14 (2-metil butanoato de etila), 15, 17, 18 (butanoato de propila), 20 (propionato de butila), 24 (2-metil butanoato de propila), 30 (butanoato de butila), 31 (hexanoato de etila) e 37 (2-metil butanoato de butila) não diferiram nos três sucos significativamente a 5% e portanto não se modificaram durante o armazenamento. Houve uma diminuição significativa durante o armazenamento à

temperatura ambiente do acetato de hexila que, no entanto, quando armazenado em geladeira, não diferiu do suco recém-pasteurizado. Os dois sucos armazenados não diferiram significativamente entre si.

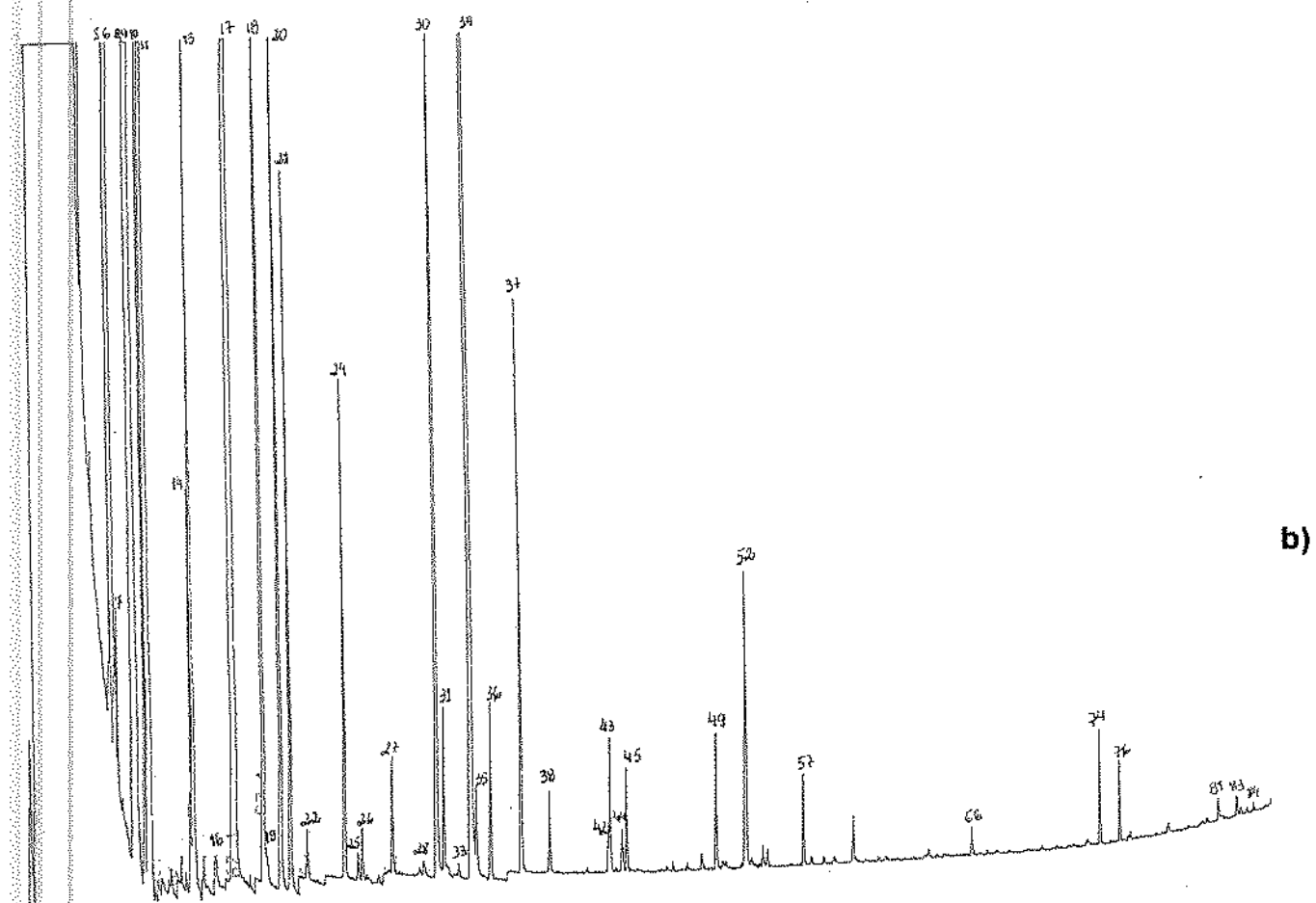
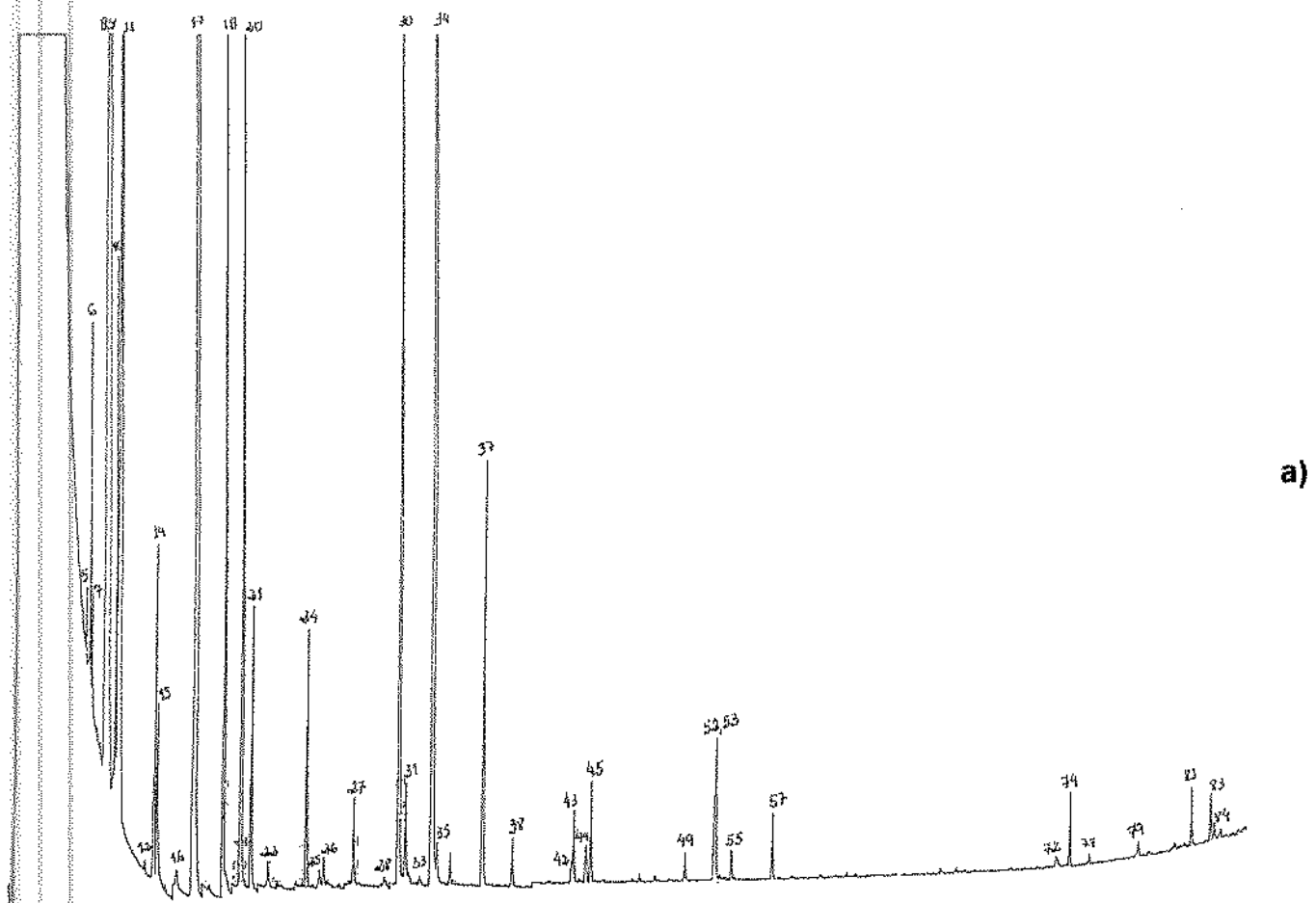


Figura 8: Cromatogramas dos compostos voláteis dos sucos de maçã armazenados: a) em geladeira, b) à temperatura ambiente

Tabela 22: Porcentagem relativa dos componentes voláteis do suco de maçã armazenado em geladeira (safra 95).

SUCO GELADEIRA					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	22,5	27,4	30,1	26,7	4
9	1,8	2,0	3,0	2,2	0,6
10	0,6	0,9	0,8	0,8	0,1
11	17,6	17,8	15,5	17,0	1
12	tr	tr	tr	tr	-
13	nd	nd	nd	nd	-
14	0,4	0,7	0,8	0,7	0,2
15	0,6	0,5	11,3	4,1	6
16	tr	tr	2,9	tr - 2,9	-
17	33,3	29,3	18,1	26,9	8
18	2,7	2,4	1,9	2,3	0,4
19	tr	tr	tr	tr	-
20	1,7	2,4	1,6	1,9	0,4
21	0,7	0,8	0,8	0,8	0,0
22	tr	tr	tr	tr	-
23	nd	nd	nd	nd	-
24	0,8	0,7	0,5	0,6	0,2
25	tr	tr	tr	tr	-
26	tr	tr	tr	tr	-
27	tr	0,3	0,2	tr - 0,3	-
28	tr	tr	0,2	tr - 0,2	-
29	nd	nd	nd	nd	-
30	2,8	2,5	1,5	2,3	0,7
31	0,2	0,3	0,4	0,3	0,1
32	tr	tr	tr	tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	9,9	9,7	7,5	9,0	1
35	tr	tr	tr	tr	-
36	1,4	tr	0,3	tr - 1,4	-
37	1,2	1,2	0,7	1,0	0,3
38	tr	tr	tr	tr	-
39	nd	nd	nd	nd	-
40	nd	nd	nd	nd	-
41	nd	nd	nd	nd	-
42	tr	tr	tr	tr	-
43	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
44	tr	tr	tr	tr	-
45	tr	0,3	0,2	tr - 0,3	-

continua...

... continuação

SUCO GELADEIRA					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	nd	nd	nd	nd	-
47	nd	nd	nd	nd	-
48	nd	nd	nd	nd	-
49	tr	tr	tr	tr	-
50	nd	nd	nd	nd	-
51	nd	nd	nd	nd	-
52	0,9	0,6	0,4	0,6	0,2
53	*	*	*		-
54	nd	nd	tr	nd - tr	-
55	tr	tr	tr	tr	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	0,2	tr	tr	tr - 0,2	-
58	nd	nd	nd	nd	-
59	nd	nd	nd	nd	-
60	nd	nd	nd	nd	-
61	nd	nd	nd	nd	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	nd	nd	nd	nd	-
64	nd	nd	nd	nd	-
65	nd	nd	nd	nd	-
66	nd	nd	tr	nd - tr	-
67	nd	nd	nd	nd	-
68	nd	nd	tr	nd - tr	-
69	nd	nd	nd	nd	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	nd	nd	nd	nd	-
72	nd	tr	tr	nd - tr	-
73	nd	nd	nd	nd	-
74	0,3	tr	1,1	tr - 1,1	-
75	nd	nd	nd	nd	-
76	nd	nd	nd	nd	-
77	nd	tr	tr	nd - tr	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	tr	tr	tr	tr	-
80	nd	nd	nd	nd	-
81	tr	tr	tr	tr	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	tr	tr	tr	tr	-
84	tr	tr	tr	tr	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

* : pico não separado

Tabela 23: Porcentagem relativa dos componentes voláteis do suco de maçã armazenados à temperatura ambiente (safra 95).

SUCO TEMPERATURA AMBIENTE					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
8	25,7	28,5	32,1	28,8	3
9	1,7	2,3	4,6	2,9	2
10	0,7	0,7	1,4	0,9	0,4
11	21,7	19,8	16,3	19,2	3
12	tr	tr	tr	tr	-
13	tr	tr	tr	tr	-
14	0,4	0,7	1,5	0,9	0,6
15	1,3	0,5	0,5	0,8	0,4
16	tr	tr	tr	tr	-
17	31,3	27,2	21,2	26,6	5
18	2,5	2,5	2,9	2,6	0,2
19	tr	tr	2,0	tr - 2,0	-
20	1,6	2,3	0,6	1,5	0,8
21	0,8	0,8	tr	tr - 0,8	-
22	tr	tr	tr	tr	-
23	nd	nd	nd	nd	-
24	0,5	0,6	0,7	0,6	0,1
25	tr	tr	tr	tr	-
26	tr	tr	tr	tr	-
27	0,1	0,2	tr	tr - 0,2	-
28	tr	tr	tr	tr	-
29	tr	tr	tr	tr	-
30	2,0	2,2	1,8	2,0	0,2
31	0,2	0,2	0,5	0,3	0,1
32	tr	tr	tr	tr	-
33	tr	tr	tr	tr	-
34	7,4	8,8	6,0	7,4	1
35	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
36	0,2	0,3	0,9	0,5	0,4
37	0,6	0,9	1,0	0,9	0,2
38	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
39	nd	nd	nd	nd	-
40	nd	nd	nd	nd	-
41	nd	nd	nd	nd	-
42	tr	tr	tr	tr	-
43	0,1	0,2	tr	tr - 0,2	-
44	tr	tr	tr	tr	-
45	0,1	0,2	tr	tr - 0,2	-

continua...

... continuação

SUCO TEMPERATURA AMBIENTE					
PICO	LOTES			MÉDIA	DESVIO PADRÃO
	I	II	III		
46	nd	nd	nd	nd	-
47	nd	nd	nd	nd	-
48	nd	nd	nd	nd	-
49	0,1	0,2	0,6	0,3	0,2
50	nd	nd	nd	nd	-
51	nd	nd	nd	nd	-
52	0,4	0,4	tr	tr - 0,4	-
53	*	*	*		-
54	nd	nd	nd	nd	-
55	nd	nd	nd	nd	-
56	nd	nd	nd	nd	-
57	0,1	0,1	tr	tr - 0,1	-
58	tr	tr	tr	tr	-
59	tr	tr	tr	tr	-
60	tr	tr	tr	tr	-
61	tr	tr	tr	tr	-
62	nd	nd	nd	nd	-
63	nd	nd	nd	nd	-
64	tr	tr	tr	tr	-
65	nd	nd	nd	nd	-
66	tr	tr	tr	tr	-
67	nd	nd	nd	nd	-
68	nd	nd	nd	nd	-
69	nd	nd	nd	nd	-
70	nd	nd	nd	nd	-
71	nd	nd	nd	nd	-
72	nd	nd	nd	nd	-
73	nd	nd	nd	nd	-
74	0,1	0,2	5,4	1,9	3
75	nd	nd	nd	nd	-
76	0,1	tr	tr	tr - 0,1	-
77	nd	nd	nd	nd	-
78	nd	nd	nd	nd	-
79	tr	tr	tr	tr	-
80	nd	nd	nd	nd	-
81	tr	tr	tr	tr	-
82	nd	nd	nd	nd	-
83	tr	tr	tr	tr	-
84	tr	tr	tr	tr	-

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

* : pico não separado

Tabela 24: Estudo comparativo entre as porcentagens relativas dos sucos pasteurizado e armazenados em geladeira e à temperatura ambiente.

PICO	SUCO PASTEURIZADO		SUCO GELADEIRA		SUCO TEMP. AMBIENTE	
	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
8	1546	25,0	1454	26,7	2118	28,8
9	102	1,8	124	2,2	171	2,9
10	49	0,9	42	0,8	59	0,9
11	1087	16,1	905	17,0	1597	19,2
12	tr	tr	tr	tr	tr	tr
13	tr	tr	nd	nd	tr	tr
14	33	0,6	37	0,7	46	0,9
15	131	1,8	252	4,1	75	0,8
16	tr	tr	tr - 179	tr - 2,9	tr	tr
17	1899	27,2	1404	26,9	2259	26,6
18	165	2,5	122	2,3	196	2,6
19	tr	tr	tr	tr	tr - 45	tr - 2,0
20	132	2,2	104	1,9	135	1,5
21	58	0,9	41	0,8	tr - 104	tr - 0,8
22	tr	tr	tr	tr	tr	tr
23	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
24	42	0,7	34	0,6	46	0,6
25	tr	tr	tr	tr	tr	tr
26	tr	tr	tr	tr	tr	tr
27	tr - 23	tr - 0,3	tr - 14	tr - 0,3	tr - 18	tr - 0,2
28	tr	tr	tr - 10	tr - 0,2	tr	tr
29	nd	nd	nd	nd	tr	tr
30	180	2,7	119	2,3	159	2,0
31	25	0,4	17	0,3	18	0,3
32	nd - tr	nd - tr	tr	tr	tr	tr
33	tr	tr	tr	tr	tr	tr
34	773	11,4	479	9,0	602	7,4
35	tr - 17	tr - 0,1	tr	tr	tr - 11	tr - 0,1
36	tr	tr	tr - 65	tr - 1,4	24	0,5
37	77	1,2	53	1,0	59	0,9
38	tr - 23	tr - 0,2	tr	tr	tr - 12	tr - 0,1
39	nd	nd	nd	nd	nd	nd
40	tr	tr	nd	nd	nd	nd
41	tr	tr	nd	nd	nd	nd
42	tr	tr	tr	tr	tr	tr
43	22	0,3	12	0,2	tr - 20	tr - 0,2
44	tr - 19	tr - 0,2	tr	tr	tr	tr
45	22	0,4	tr - 14	tr - 0,3	tr - 16	tr - 0,2

continua...

... continuação

PICO	SUÇO PASTEURIZADO		SUÇO GELADEIRA		SUÇO TEMP. AMBIENTE	
	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA	ÁREA	% ÁREA
46	nd	nd	nd	nd	nd	nd
47	tr	tr	nd	nd	nd	nd
48	tr	tr	nd	nd	nd	nd
49	tr - 19	tr - 0,5	tr	tr	17	0,3
50	tr	tr	nd	nd	nd	nd
51	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
52	94	1,3	32	0,6	tr - 58	tr - 0,4
53	*	*	*	*	*	*
54	tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd	nd
55	tr	tr	tr	tr	nd	nd
56	nd	nd	nd	nd	nd	nd
57	44	0,8	tr - 10	tr - 0,2	tr - 13	tr - 0,1
58	tr	tr	nd	nd	tr	tr
59	tr	tr	nd	nd	tr	tr
60	tr	tr	nd	nd	tr	tr
61	nd	nd	nd	nd	tr	tr
62	nd	nd	nd	nd	nd	nd
63	nd	nd	nd	nd	nd	nd
64	tr	tr	nd	nd	tr	tr
65	nd	nd	nd	nd	nd	nd
66	tr - 10	tr - 0,1	nd - tr	nd - tr	tr	tr
67	nd	nd	nd	nd	nd	nd
68	nd	nd	nd - tr	nd - tr	nd	nd
69	nd	nd	nd	nd	nd	nd
70	nd	nd	nd	nd	nd	nd
71	nd	nd	nd	nd	nd	nd
72	nd	nd	nd - tr	nd - tr	nd	nd
73	nd	nd	nd	nd	nd	nd
74	tr - 70	tr - 0,6	tr - 42	tr - 1,1	50	1,9
75	24	0,6	nd	nd	nd	nd
76	nd	nd	nd	nd	tr - 10	tr - 0,1
77	nd	nd	nd - tr	nd - tr	nd	nd
78	nd	nd	nd	nd	nd	nd
79	nd - tr	nd - tr	tr	tr	tr	tr
80	nd	nd	nd	nd	nd	nd
81	nd - tr	nd - tr	tr	tr	tr	tr
82	nd - tr	nd - tr	nd	nd	nd	nd
83	nd	nd	tr	tr	tr	tr
84	nd	nd	tr	tr	tr	tr

tr : pico presente com % < 0,05

nd : pico não detectado

* : pico não separado

área e % de área - média de 3 repetições

Tabela 25: Resultados do teste de ANOVA e teste de TUKEY, aplicados às porcentagens relativas de alguns picos dos sucos recém-pasteurizado, armazenados em geladeira e à temperatura ambiente.

PICO	NOME DO COMPOSTO	SUCO PASTEURIZADO %*	SUCO. GELADEIRA %*	SUCO TEMP. AMBIENTE %*
8	hexanal	25,0 a	26,7 a	28,8 a
9	butanoato de etila	1,8 a	2,2 a	2,9 a
10	propionato de propila	0,9 a	0,8 a	0,9 a
11	acetato de butila	16,1 a	17,0 a	19,2 a
14	2-metil butanoato de etila	0,6 a	0,7 a	0,9 a
15	NI	1,8 a	4,1 a	0,8 a
17	NI	27,2 a	26,9 a	26,6 a
18	butanoato de propila	2,5 a	2,3 a	2,6 a
20	propionato de butila	2,2 a	1,9 a	1,5 a
24	2-metil butanoato de propila	0,7 a	0,6 a	0,6 a
30	butanoato de butila	2,7 a	2,3 a	2,0 a
31	hexanoato de etila	0,4 a	0,3 a	0,4 a
34	acetato de hexila	11,4 a	9,0 ab	7,4 b
37	2-metil butanoato de butila	1,2 a	1,0 a	0,9 a

Médias com letra em comum não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si

* % de área - média de 3 repetições

NI = composto não identificado

Observou-se, porém, algumas modificações durante o armazenamento em relação às porcentagens de área de alguns picos que não foram incluídos na ANOVA.

O composto valerato de etila e o não identificado 16 estiveram presentes em traços em quase todos os sucos. No entanto, o pico 16 foi observado com uma área maior que 10.000 em um dos lotes do suco armazenado em geladeira (tabela 18), o mesmo ocorrendo com o valerato de etila em um dos lotes do suco armazenado em temperatura ambiente (tabela 19).

O pico 36 foi detectado em traços no suco pasteurizado e aumentou nos sucos armazenados, sendo que em um dos lotes do suco estocado em geladeira ocorreu o maior aumento (1,4%).

A porcentagem relativa dos compostos hexanoato de butila, 2-metil butanoato de hexila e o não identificado 75 diminuíram durante o armazenamento. O hexanoato de butila diminuiu principalmente à temperatura ambiente, passando de uma porcentagem relativa de 1,3% no suco pasteurizado para 0,4% em 2 lotes do suco estocado à temperatura ambiente e para traços no outro lote. O 2-metil butanoato de hexila diminuiu de 0,8% no suco pasteurizado para 0,1% no suco estocado à temperatura ambiente, enquanto a porcentagem relativa do pico 75 diminuiu de 0,6% no suco pasteurizado para não detectado nos sucos armazenados.

Portanto, as principais modificações nas porcentagens relativas de alguns componentes ocorreram no suco armazenado à temperatura ambiente. Não foram observadas mudanças qualitativas durante a estocagem dos sucos por 3 meses.

4.4.2 Comparação das Porcentagens Relativas dos Componentes Voláteis Majoritários durante o Armazenamento

Os componentes mais abundantes foram os mesmos no suco pasteurizado (tempo zero) e nos sucos armazenados (3 meses), havendo porém, uma pequena variação na porcentagem relativa dos compostos majoritários.

Os picos majoritários no suco pasteurizado não diferiram do suco armazenado em geladeira, sendo o pico 17 o mais abundante seguido pelos picos 8 (hexanal), 11 (acetato de butila) e 34 (acetato de hexila), em ordem decrescente de porcentagem relativa com aproximadamente 27%, 26%, 16,5% e 10% respectivamente.

No suco armazenado à temperatura ambiente os componentes majoritários foram os picos 8 (hexanal), 17, 11 (acetato de butila) e 34 (acetato de hexila), com aproximadamente 28%, 26%, 19% e 7% de porcentagem relativa.

O hexanal aumentou durante o armazenamento à temperatura ambiente, tornando-se o majoritário, apesar desta diferença não ter sido estatisticamente significativa. Concomitantemente, houve uma diminuição da porcentagem relativa do acetato de hexila, diferença esta significativa.

4.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL

4.5.1 Recrutamento e Pré-Seleção dos Provadores

As Tabelas 26 e 27 mostram o poder discriminativo e repetibilidade dos provadores na etapa de seleção da equipe sensorial. Foram selecionados os provadores 1, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13 e 14 que discriminaram diferença de intensidade de aroma característico de suco de maçã a nível de $p < 0,30$ e mostraram também boa repetibilidade em seus julgamentos ($p > 0,05$) e consenso com o grupo.

Tabela 26: Valores de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ alcançados por cada provador no teste de pré-seleção da equipe sensorial, para Análise Descritiva Quantitativa.

PROVADOR	AMOSTRA	REPETIÇÃO
1	0,0009	0,7135
2	0,8164*	0,5891
3	0,0201	0,7025
4	0,1127	0,6738
5	0,0002	0,4256
6	0,0007	0,4147
7	0,3365*	0,2394
8	0,0021	0,5972
9	0,0090	0,0256**
10	0,0284	0,1304
11	0,0031	0,4492
12	0,0146	0,2342
13	0,0061	0,1352
14	0,0021	0,7169

* não discriminou as amostras no nível de significância desejado ($p < 0,30$)
** não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado ($p > 0,05$)
(valores desejáveis para provadores: p de $F_{amostra} < 0,30$ e p de $F_{repetição} > 0,05$)

Tabela 27: Médias individuais de cada provador com relação às amostras testadas na pré-seleção de provadores.

PROVADOR	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2
ES ¹	7,116a	3,782b
1	6,750a	2,850b
2	6,750a	6,500a
3	8,575a	3,450b
4	8,875a	7,900a
5	7,150a	2,325b
6	7,750a	1,875b
7	4,800a	3,975a
8	8,575a	4,125b
9	6,400a	4,225b
10	5,550a	2,650b
11	8,825a	4,375b
12	5,925a	1,325b
13	7,225a	1,550a
14	7,300a	5,000a

Amostras com a mesma letra não diferiram entre si numa significância de 5%
 Amostra 1 = suco pasteurizado; Amostra 2 = suco pasteurizado diluído a 50%

¹ ES = Equipe Sensorial

Os provadores 2 e 7 não discriminaram as amostras e o provador 9 teve baixo poder de repetibilidade entre as sessões. Os provadores 2, 4 e 7 não apresentaram consenso com o grupo. Assim, os provadores 2, 4, 7 e 9 foram eliminados da equipe sensorial, que ficou constituída por 10 julgadores.

4.5.2 Análise Descritiva Quantitativa

4.5.2.1 Terminologia Descritiva

Inicialmente, os provadores geraram 24 descritores (**Tabela 28**). Após discussão e comparação com amostras referências, ao longo de várias sessões, tais descritores foram reduzidos aos 9 descritores. Os descritores, suas definições e

referências, encontram-se listados na **Tabela 29**. A **Figura 9** mostra a ficha de avaliação das amostras, gerada de forma consensual pelos provadores.

Tabela 28: Termos listados pelos provadores no Método de Rede e o número de vezes em que foram citados.

TERMOS LISTADOS	NÚMERO DE VEZES
maçã	6
doce	5
alcóolico	2
semente	2
ácido	5
maçã velha	2
característico	8
perfume	1
casca	1
fermentado	2
passado	4
hexano	2
estragado	1
doce de maçã	1
maçã verde	3
chá de maçã	2
adstringente	4
flor	1
caramelizado	2
aroma penetrante	1
adocicado	7
casca verde	1
suave	2
caldo de cana	1

Tabela 29: Definições e referências utilizadas para descrever os atributos de aroma de suco de maçã.

ATRIBUTO	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
CARACTERÍSTICO	aroma de suco de maçã obtido por processo de suco obtido da prensagem de maçã Fuji	
ADOCICADO	prensagem de maçã Fuji madura	madura
	nota aromática doce encontrada em cana de gomos descascados de cana de açúcar açúcar	
PERFUME/FLORAL	aroma característico de flores, como rosas ou flores do campo e rosas flores do campo	
MAÇÃ VERDE	aroma característico de maçã verde Argentina	maçã verde Argentina
MAÇÃ	aroma característico de maçã Fuji madura	maçã Fuji madura
ALCÓOLICO	aroma característico de solução alcoólica	solução alcoólica 5% v/v
MAÇÃ ESTRAGADA/PASSADA/ VELHA	aroma característico de maçã que sofreu maçãs envelhecidas à temperatura processo de fermentação	ambiente ou geladeira por alguns dias
SUCO FERMENTADO	aroma de suco de maçã que sofreu processo de suco de maçã fermentado à temperatura fermentação	ambiente por alguns dias
ACIDO	sensação nasal de irritação	

Figura 9: Ficha de avaliação dos atributos do suco de maçã.

Nome: _____ Data: _____

Prove a amostra de SUCO DE MAÇÃ e avalie a intensidade de cada AROMA utilizando a escala correspondente.

AMOSTRA _____

	Fraco	Forte
Característico		
	Fraco	Forte
Adocicado		
	Fraco	Forte
Perfume/Floral		
	Fraco	Forte
Maçã Verde		
	Fraco	Forte
Maçã		
	Nenhum	Forte
Alcólico		
	Nenhum	Forte
Maçã estragada/ passada/velha		
	Nenhum	Forte
Suco Fermentado		
	Nenhum	Forte
Ácido		

Comentários _____

4.5.2.2 Treinamento e Seleção de Provadores

As **Tabelas 30 e 31** apresentam os parâmetros estatísticos relativos ao poder discriminativo, reprodutibilidade e consenso de cada provador com a equipe sensorial, em cada atributo julgado na fase de seleção dos provadores, após rigoroso período de treinamento.

De uma maneira geral, todos os provadores apresentaram poder discriminativo alto para quase todos os atributos julgados (**Tabela 30**). Os provadores 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 10 apresentaram baixo poder discriminativo para alguns atributos (**Tabela 30**). Os provadores 2 e 3 não discriminaram nos níveis desejáveis apenas os atributos perfume/floral e adocicado, enquanto o provador 2 também não discriminou satisfatoriamente o atributo maçã verde, o mesmo ocorrendo com o provador 8. O provador 4 não discriminou dois atributos (característico e maçã) e o provador 6 o atributo suco fermentado. O provador 7 foi o único que de fato teve baixo poder discriminativo em um número expressivo de atributos, quais sejam: perfume/floral, maçã verde, suco fermentado, maçã estragada/ passada/velha e ácido. O provador 10 não discriminou satisfatoriamente os atributos perfume/floral e maçã estragada/passada/velha.

Quanto à repetibilidade dos julgamentos sensoriais, a mesma foi boa para a maioria dos provadores na maioria dos atributos, tendo sido baixa apenas para o provadore 2 no atributo alcóolico, provador 4 no atributo perfume/floral, provador 5 no atributo característico e provador 8 nos atributos adocicado e maçã estragada/passada/velha.

A **Tabela 31** mostra as médias dos provadores por atributo julgado. Não foram consensuais com a equipe sensorial apenas o provador 3 nos atributos maçã estragada/passada/velha, o provador 4 nos atributos característico, adocicado e alcóolico e o provador 5 no atributo ácido.

Tabela 30: Valores de p de F_{amostra} e p de F_{repetição} (entre parênteses) para cada provador em cada atributo julgado no teste de seleção da equipe descritiva quantitativa.

ATRIBUTO	PROVADOR									
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
Característico	0,0014 (0,1922)	0,4918 (0,3888)	0,0965 (0,8282)	0,6082* (0,8723)	0,0013 (0,0400*)	0,0046 (0,5159)	0,0060 (0,3390)	0,0022 (0,1556)	0,0081 (0,2981)	0,0003 (0,5773)
Adocicado	0,0156 (0,4529)	0,9691* (0,9277)	0,7698* (0,8375)	0,0255 (0,6303)	0,0184 (0,5489)	0,0005 (0,0952)	0,2509 (0,8175)	0,2000 (0,0455*)	0,0022 (0,2420)	0,1599 (0,5412)
Perfume/Floral	0,0098 (0,7794)	0,6238* (0,3516)	0,8220* (0,8640)	0,0020 (0,0091*)	0,2452 (0,2253)	0,0063 (0,3414)	0,7999* (0,6861)	0,4222 (0,8265)	0,0421 (0,9753)	0,6946* (0,9230)
Maçã Verde	0,0163 (0,3142)	0,7961* (0,6251)	0,1991 (0,4872)	0,4110 (0,7912)	0,0255 (0,1600)	0,0029 (0,1208)	0,6408* (0,0572)	0,8010* (0,4024)	0,2646 (0,5815)	0,3654 (0,3834)
Maçã	0,0889 (0,7439)	0,0749 (0,5492)	0,1312 (0,7557)	0,9342* (0,7664)	0,0124 (0,0672)	0,0050 (0,6256)	0,2857 (0,9469)	0,1116 (0,5191)	0,2258 (0,5881)	0,0577 (0,1830)
Alcoólico	0,0490 (0,7203)	0,0412 (0,0153*)	0,4950 (0,7642)	0,0755 (0,5000)	0,0072 (0,5199)	0,0240 (0,5000)	0,2152 (0,5000)	0,0796 (0,6527)	0,1918 (0,5881)	0,0001 (0,5000)
Maçã estragada/ passada/velha	0,0160 (0,5000)	0,0324 (0,3892)	0,0369 (0,5874)	0,0870 (0,5000)	0,0587 (0,5982)	0,3910 (0,5000)	0,0000* (0,0000)	0,0065 (0,0069*)	0,1904 (0,6677)	1,0000* (0,3735)
Suco Fermentado	0,0097 (0,5000)	0,1915 (0,9803)	0,0997 (0,4828)	0,0641 (0,5000)	0,0146 (0,3795)	0,0000* (0,0000)	0,0000* (0,0000)	0,0447 (0,4807)	0,0957 (0,6722)	0,1457 (0,5762)
Ácido	0,2062 (0,2585)	0,1522 (0,9318)	0,1712 (0,3174)	0,0117 (0,2965)	0,0051 (0,5000)	0,0061 (0,3279)	0,0000* (0,0000)	0,3371 (0,9538)	0,2762 (0,4489)	0,1117 (0,4084)
D	0	03	02	02	0	01	05	01	0	02
R	0	01	0	01	01	0	0	02	0	0
T	0	04	02	03	01	01	05	03	0	02

D = número de vezes em que o provador não discriminou as amostras no nível de significância desejado (p < 0,50)

R = número de vezes em que o provador não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado (p > 0,05)

Valores desejáveis para provadores: p_{amostra} < 0,50 e p_{repetição} > 0,05

Tabela 31: Médias da equipe sensorial (ES) e de cada provador para os atributos de aroma de amostras de suco de maçã julgados na etapa de seleção de equipe descritiva quantitativa.

ATRIBUTO	AMOSTRA	PROVADOR										
		ES	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
Característico	1	7,262a	6,700a	5,350a	7,200a	6,475a	6,150a	8,925a	8,775a	7,125a	7,650a	8,275a
	2	4,403b	4,550b	4,300a	4,925a	7,200a	4,125b	2,900b	7,050b	3,325b	4,600b	1,050b
Adocicado	1	4,240a	5,575a	4,800a	4,300a	5,775b	2,650a	4,925a	1,400a	3,100a	7,050a	5,825a
	2	3,355b	3,575b	1,825a	4,025a	8,700a	1,050b	3,100b	0,775a	3,750a	3,675b	3,075a
Perfume/Floral	1	1,930a	4,950a	1,850a	1,375a	0,425b	0,625a	3,850a	1,625a	0,875a	2,050b	2,675a
	2	1,945a	3,625b	0,925a	1,200a	1,525a	0,475a	2,825b	1,500a	1,050a	4,275a	2,050a
Maçã Verde	1	2,055a	3,300b	0,900a	1,425a	0,350a	1,100b	3,250a	1,225a	3,725a	1,525a	3,750a
	2	2,380a	4,225a	0,975a	0,550a	0,775a	2,425a	1,400a	1,075a	4,025a	3,550a	4,800a
Maçã	1	5,427a	5,275a	5,500a	5,800a	5,575a	4,600a	4,900a	3,775a	5,025a	7,475a	6,350a
	2	3,688b	4,400a	3,225a	4,175a	5,450a	3,250b	2,425b	2,750a	2,775a	4,575a	3,850a
Alcólico	1	0,837b	1,050a	2,775b	0,2250a	1,000a	0,025b	0,000b	0,000a	4,425a	1,400a	0,300b
	2	2,833a	2,500a	3,700a	0,2750a	0,000a	2,575a	3,675a	0,075a	1,600a	3,075a	8,025a
Maçã estragada/ passada/velha	1	1,007a	0,900a	4,000a	0,250b	1,325a	0,775a	0,050a	0,000a	1,550a	0,950a	0,275a
	2	0,753a	0,000b	0,925b	3,650a	0,000a	0,200a	0,000a	0,000a	1,225b	1,250a	0,275a
Suco Fermentado	1	1,188a	0,975a	4,350a	0,225a	1,625a	0,575a	0,000a	0,000a	1,525b	1,575a	1,025a
	2	1,055a	0,000b	2,225a	0,725a	0,000a	0,050b	0,000a	0,000a	4,300a	2,925a	0,325a
Ácido	1	1,517a	1,325a	1,800a	1,625a	3,450a	0,000b	4,275a	0,050a	1,250a	1,100a	0,300a
	2	1,190a	1,575a	1,150a	0,625a	0,250b	0,925a	2,100a	0,050a	1,025a	3,100a	1,100a

Médias com a mesma letra não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Amostra 1 = suco prensado, Amostra 2 = suco pasteurizado

O provador 7 teve problemas de detecção dos atributos maçã estragada/passada/velha, suco fermentado, alcóolico e ácido. O provador 8 não teve consenso nos atributos alcóolico e suco fermentado.

Os provadores 4 e 7 foram eliminados da equipe sensorial, pois apresentaram baixo poder discriminativo e/ou baixa repetibilidade e/ou não apresentavam consenso em relação a muitos dos atributos julgados.

Um retreinamento foi realizado por toda a equipe sensorial para o atributo perfume/floral com objetivo de se obter consenso pois, dos 10 julgadores, 4 não discriminaram e 1 não apresentou repetibilidade com relação a este atributo.

Os demais provadores foram submetidos a um retreinamento nos descritores em que apresentaram problemas. A equipe sensorial apresentou uma grande melhora após o período de retreinamento, tendo mostrado consenso no atributo perfume/floral (**Tabela 32**). Houve um retreinamento da equipe sensorial para o atributo suco fermentado pois, apesar de não existir diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras houve uma inversão da nota maior nas **Tabelas 31 e 32**.

A equipe sensorial descritiva ficou resumida a 8 provadores para realização dos testes sensoriais das amostras de suco prensado (fresco) e suco pasteurizado de maçãs Fuji.

4.5.2.3 Caracterização Sensorial das Amostras

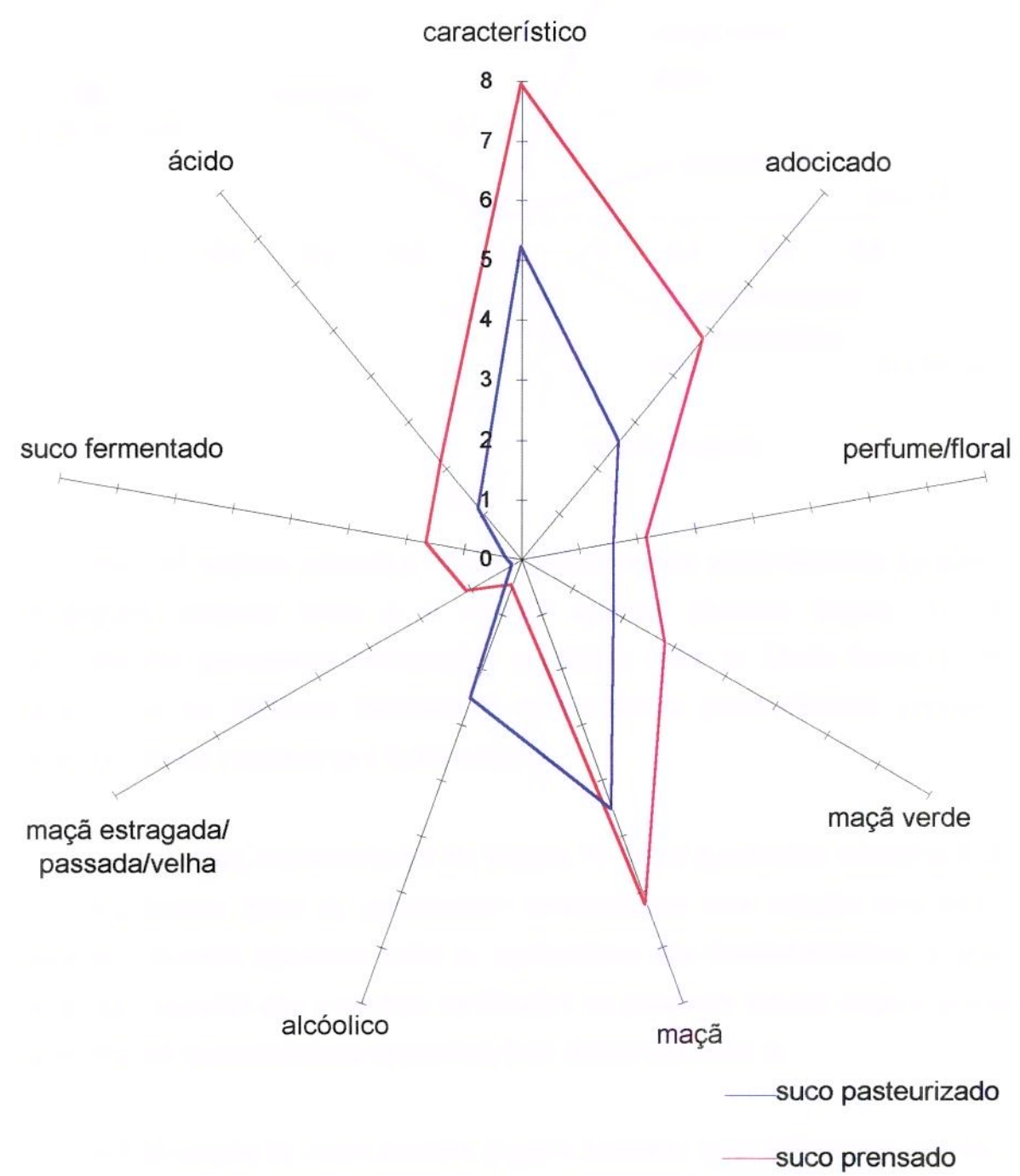
A **Figura 10** mostra o perfil sensorial de aroma das amostras analisadas. Esta figura representa o gráfico aranha, que é rotineiramente utilizado para expressar os dados da ADQ. No presente estudo, este gráfico sugere que o suco pasteurizado apresentou menor intensidade em quase todos atributos julgados, em relação ao suco prensado, com exceção do atributo alcóolico para o qual o suco pasteurizado mostrou maior intensidade.

Tabela 32: Médias da Equipe Sensorial (ES) e de cada provador para os atributos de aroma de suco de maçã na etapa de seleção, após eliminação dos provadores não consensuais.

ATRIBUTO	AMOSTRA	PROVADOR								
		ES	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
Característico	1	7,172a	6,700a	5,350a	7,200a	6,150a	8,925a	7,125a	7,650a	8,275a
	2	3,722b	4,550b	4,300a	4,925a	4,125b	2,900b	3,325b	4,600b	1,050b
Adocicado	1	4,403a	5,575a	1,800a	4,300a	2,650a	4,925a	3,100a	7,050a	5,825a
	2	3,009b	3,575b	1,825a	4,025a	1,050b	3,100b	3,750a	3,675b	3,075a
Perfume/Floral	1	2,256a	4,950a	0,850a	1,375a	0,625a	3,850a	0,875a	2,050b	2,675a
	2	2,053a	3,625b	0,925a	1,200a	0,475a	2,825b	1,050a	4,275a	2,050a
Maçã Verde	1	2,372a	3,300b	0,900a	1,425a	1,100b	3,250a	3,725a	1,525a	3,750a
	2	2,744a	4,225a	0,975a	0,550a	2,425a	1,400a	4,025a	3,550a	4,800a
Maçã	1	5,616a	5,275a	5,500a	5,800a	4,600a	4,900a	5,025a	7,475a	6,350a
	2	3,484b	3,825a	3,225a	4,175a	3,250b	2,425b	2,775a	4,575a	3,850a
Alcólico	1	0,922b	1,050a	2,775b	0,225a	0,025b	0,000b	1,600a	1,400a	0,300b
	2	3,634a	1,950a	3,700a	0,275a	2,575a	3,675a	4,425a	3,075a	8,025a
Maçã estragada/ passada/velha	1	1,094a	0,900a	4,000a	0,250b	0,775a	0,050a	1,550a	0,950a	0,275a
	2	1,041a	0,000b	0,925b	3,650a	0,200a	0,000a	1,225b	1,250a	0,275a
Suco Fermentado	1	1,281a	0,975a	4,350a	0,225a	0,575a	0,000a	1,525b	1,575a	1,025a
	2	1,328a	0,000b	2,225a	0,725a	0,050b	0,000a	4,300a	2,925a	0,325a
Ácido	1	1,459a	1,325a	1,800a	0,162a	0,000b	4,275a	1,250a	1,100a	0,300a
	2	1,422a	1,575a	1,150a	0,625a	0,925a	2,100a	1,025a	3,100a	1,100a

Médias com a mesma letra não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.
Amostra 1 = suco prensado, Amostra 2 = suco pasteurizado

Figura 10: Representação gráfica dos resultados da Análise Descritiva Quantitativa para o Aroma de Sucos de Maçã.



Estes resultados foram confirmados pela Análise de Variância (ANOVA). Os resultados da ANOVA revelaram interações significativas entre amostra x provador em todos os atributos, com exceção do atributo ácido, apesar do rigoroso treinamento e seleção impostos à equipe sensorial. Foram graficados a média de cada atributo, para cada provador, por amostra e observou-se que nenhuma interação poderia ser considerada grave, tendo avaliado as amostras de forma razoavelmente consensual. A análise dos gráficos citados indicou que a interação amostra x provador foi causada pelo grau de diferença entre as amostras, observada por cada provador. Os resultados foram reanalisados utilizando-se uma análise mais criteriosa: o SQM da interação amostra x provador foi utilizada como denominador para cálculo de $F_{amostra}$, conforme sugerido por NOBLE et al. (1984). Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) somente para o atributo perfume, nos demais atributos, houve diferença significativa $p \leq 0,05$ entre as amostras de suco de maçã (Tabela 33).

Tabela 33: Níveis de probabilidade (p) para $F_{amostra}$, $F_{provador}$, $F_{amostra \times provador}$ e $F_{amostra}$ recalculado como $SQM_{amostra} / SQM_{interação amostra \times provador}$ para cada atributo conforme determinado por teste de ANOVA sobre o resultado obtido através da Análise Descritiva Quantitativa de amostras de suco de maçã.

ATRIBUTO	NÍVEIS DE PROBABILIDADE DE F			
	AMOSTRA	PROVADOR	AMOSTRA X PROVADOR	F*
Característico	0,0001	0,0002	0,0008	0,0001
Adocicado	0,0001	0,0001	0,0416	0,0015
Perfume/Floral	0,0019	0,0001	0,0313	0,0737
Maçã Verde	0,0001	0,0001	0,0003	0,0229
Maçã	0,0001	0,0001	0,0050	0,0020
Alcólico	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004
Maçã estragada/ passada/velha	0,0001	0,0069	0,0079	0,0012
Suco Fermentado	0,0001	0,0001	0,0001	0,0143
Ácido	0,0001	0,0001	0,4062	0,0009

*F calculado segundo Noble et al., 1994 onde $F = SQM_{amostra} / SQM_{interação amostra \times provador}$

As médias das amostras foram expressas na **Tabela 34**. As amostras diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si em relação a quase todos os atributos julgados. O suco prensado apresentou média maior em todos os atributos, com exceção do atributo alcóolico que foi maior no suco pasteurizado.

Tabela 34: Médias da equipe sensorial para a intensidade dos atributos de aroma de suco de maçã prensado e pasteurizado.

ATRIBUTO	AMOSTRA	
	SUCO PRENSADO	SUCO PASTEURIZADO
Característico	7,962a	5,221b
Adocicado	4,821a	2,596b
Perfume/Floral	2,183a	1,612a
Maçã Verde	2,838a	1,825b
Maçã	6,221a	4,504b
Alcóolico	0,454b	2,517a
Maçã estragada/passada/velha	1,062a	0,1667b
Suco Fermentado	1,642a	0,258b
Ácido	2,137a	1,125b

Médias com letra em comum não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

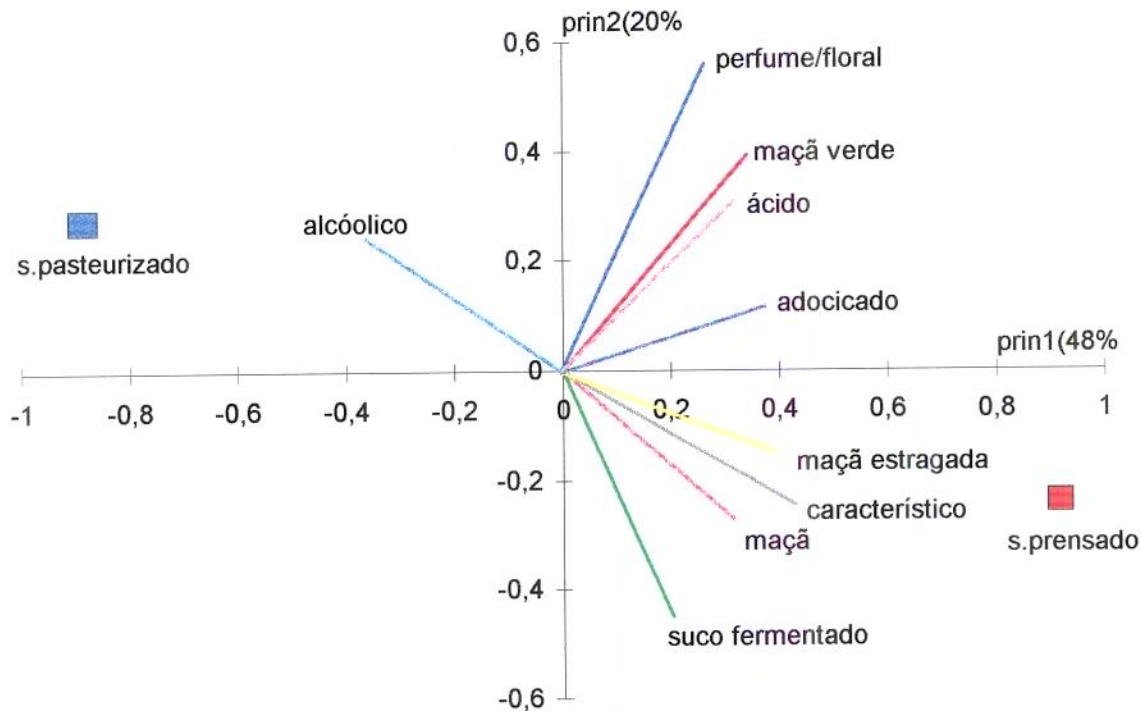
A análise multivariada dos dados sensoriais, realizada através da Análise de Componentes Principais (ACP), foi efetuada empregando-se o valor de cada atributo obtido por cada provador a cada amostra, em cada repetição.

Na representação gráfica da ACP (**Figura 11**), cada eixo explica uma porcentagem da variação total que existe entre as amostras. No presente estudo os dois primeiros componentes (prin 1 e prin 2) explicaram 68% da variação observada, sendo que o primeiro explicou 48% desta variação. Isto demonstra que descritores empregados discriminaram satisfatoriamente as amostras analisadas.

Na ACP, os atributos sensoriais foram representados como vetores. Vetores de tamanho reduzido indicam atributos nos quais as amostras pouco diferem entre

si. A **Figura 11** mostra vetores que possuem tamanhos equivalentes, portanto todos os atributos tem importância semelhante para explicar as variações entre as amostras.

Figura 11: Análise dos Componentes Principais (ACP)



Na ACP vetores próximos, indicam atributos que possivelmente apresentam correlações positivas entre si e vetores opostos (formam ângulo de 180°), possivelmente apresentam correlações negativas entre si. Desta forma, pode-se esperar que os atributos alcóolico e característico possivelmente apresentam correlação linear negativa ($p \leq 0,05$) entre si.

As amostras, representadas na **Figura 11** como quadrados vermelho e azul, quando próximas entre si, apresentam similaridades com relação aos atributos julgados e quando distantes entre si, apresentam alta dissimilaridades. A grande separação espacial das amostras analisadas no presente estudo sugere que elas apresentaram características sensoriais bem diferentes entre si.

A localização de cada amostra sugeriu também, qual atributo se apresentou em maior intensidade naquela amostra pois as amostras situam-se próximas dos vetores (atributos) que as caracterizam. A **Figura 11** mostra que o suco pasteurizado basicamente se caracterizou pelo atributo alcóolico, enquanto o suco

prensado apresentou maiores intensidades dos atributos de aroma característico, aroma maçã, aroma adocicado e maçã estragada/passada/velha e baixas notas aromáticas de suco fermentado. Os demais atributos, perfume/floral, maçã verde e ácido, apresentaram intensidade similarmente baixas para os dois sucos. Esses resultados foram confirmados pela ANOVA e teste de Tukey (**Tabela 34**).

4.5.3 Teste de Aceitação

As **Figuras 12 e 13** mostram os resultados do teste de aceitação dos sucos de maçã, tanto em relação à aparência, quanto ao sabor, aroma e textura.

Figura 12: Representação gráfica dos resultados de aceitação de sucos de maçã com relação ao sabor, aroma e textura (1 = desgostei muitíssimo, 8 = gostei muitíssimo).

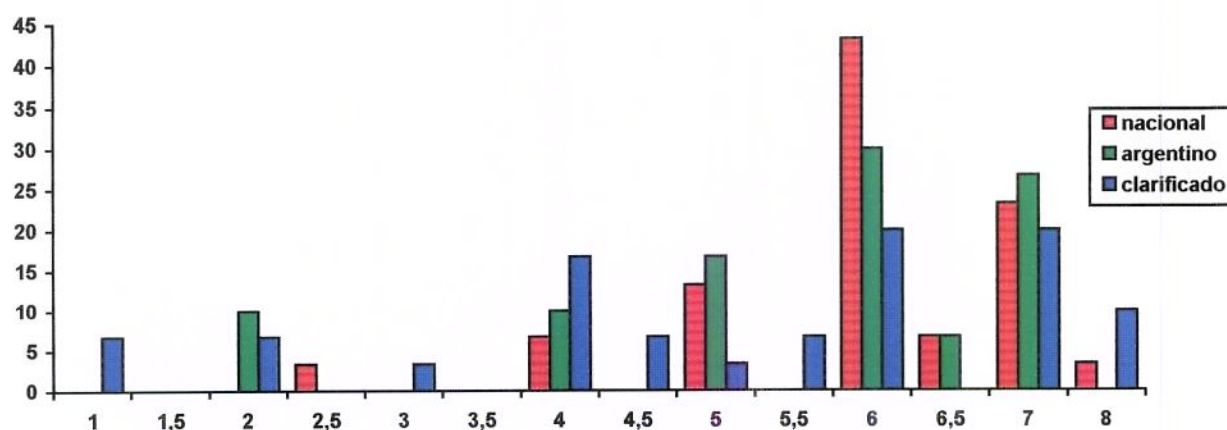
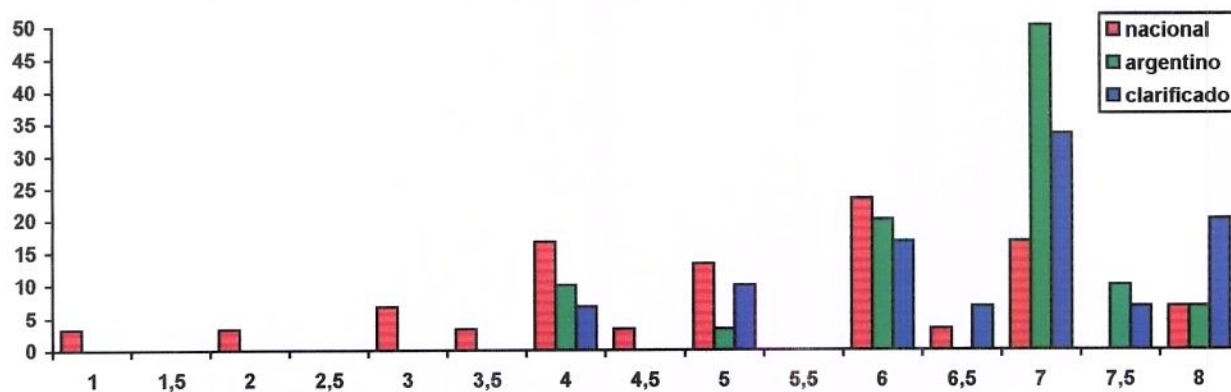


Figura 13: Representação gráfica dos resultados de aceitação de sucos de maçã com relação à aparência (1 = desgostei muitíssimo, 8 = gostei muitíssimo).



A **Figura 12** mostra a distribuição das notas atribuídas pelos provadores (em % de provadores) para as 3 amostras de suco de maçã em relação ao sabor, aroma e textura, no teste de aceitação. A maior porcentagem de provadores (43,3) deram nota 6 ao suco nacional, sendo a menor e a maior nota atribuídas para este suco de 2,5 (3,3% dos provadores) e 8 (3,3% dos provadores), respectivamente. O suco argentino teve maior porcentagem de provadores (30) que lhe atribuíram nota 6, sendo 2 (com 10% dos provadores) e 7 (com 26,7% dos provadores) a sua menor e maior nota, respectivamente. Para o suco clarificado houve empate entre as notas 6 e 7, com 20% dos provadores, a nota mais baixa foi 1 (com 6,7 % dos provadores) e a maior nota 8 (com 10% dos provadores).

Noventa por cento dos provadores atribuíram notas entre 5 e 8 para o suco nacional, esta % diminuiu para 80% no suco argentino e por último apenas 60% dos provadores atribuíram nota entre 5 e 8 para o suco clarificado. Portanto, estes resultados sugerem que o suco nacional foi o mais bem aceito pelos provadores com relação ao sabor, aroma e textura, seguido pelo suco argentino e por último o suco clarificado (apesar da maior porcentagem de nota 8 - 10% dos provadores).

A **Figura 13** mostra a distribuição das notas atribuídas pelos provadores (em %) para as 3 amostras de suco de maçã em relação à aparência, no teste de aceitação. O suco nacional teve a maior porcentagem dos provadores (23,3) lhe atribuindo nota 6, tendo como menor nota 1 (com 3,3% dos provadores) e maior nota 8 (com 6,7 % dos provadores). Cinquenta por cento dos provadores atribuíram nota 7 ao suco argentino, sendo que a menor nota foi 4 (com 10% dos provadores) e 8 (com 6,7 % dos provadores) a maior nota, atribuídas pelos provadores a esse suco. Para o suco clarificado, a maior % de provadores (33,3) atribuiu nota 7, a nota mais baixa foi 4 (com 6,7 % dos provadores) e a maior nota 8 (com 20% dos provadores). Neste caso, 93,3% dos provadores atribuíram notas entre 5 e 8 para o suco clarificado, essa % diminuiu para 90% para o suco argentino e por último, o suco nacional obteve nota entre 5 e 8 para apenas 63,3% dos provadores.

Comparando-se o suco clarificado e o suco nacional observa-se quase uma inversão das notas, quando os provadores avaliaram sabor, aroma e textura e a aparência, salientando-se que o suco clarificado obteve maior porcentagem de provadores que lhe atribuíram nota 8 (**Figuras 12 e 13**). O suco argentino não

mostrou grandes variações nas **Figuras 12 e 13**, sendo bem aceito pelos consumidores, quanto à aparência e quanto ao sabor, aroma e textura.

A análise dos dados obtidos pela ANOVA, mostrou que as amostras de suco de maçã não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) em relação a aceitação quando foram julgados apenas o sabor, aroma e textura. Entretanto, quando os consumidores foram solicitados a avaliarem a aparência, o suco nacional diferiu do suco argentino e do suco clarificado e sendo que estes últimos não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si (**Tabela 35**), revelando portanto uma correlação entre os resultados mostrados nas **Figuras 12 e 13** com a **Tabela 35**.

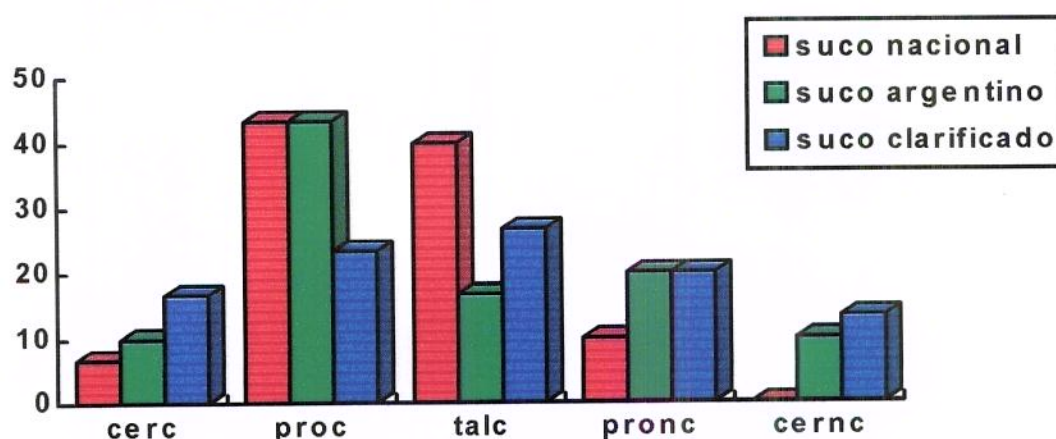
Tabela 35: Médias de aceitação das amostras de suco de maçã obtidos em teste de consumidor.

AMOSTRA	SABOR, AROMA, TEXTURA	APARÊNCIA
Suco Nacional	5,950 a	5,217 b
Suco Argentino	5,533 a	6,550 a
Suco Clarificado	5,200 a	6,633 a

Médias com a mesma letra não diferiram entre si ($p \leq 0,05$), ($n = 30$ provadores).

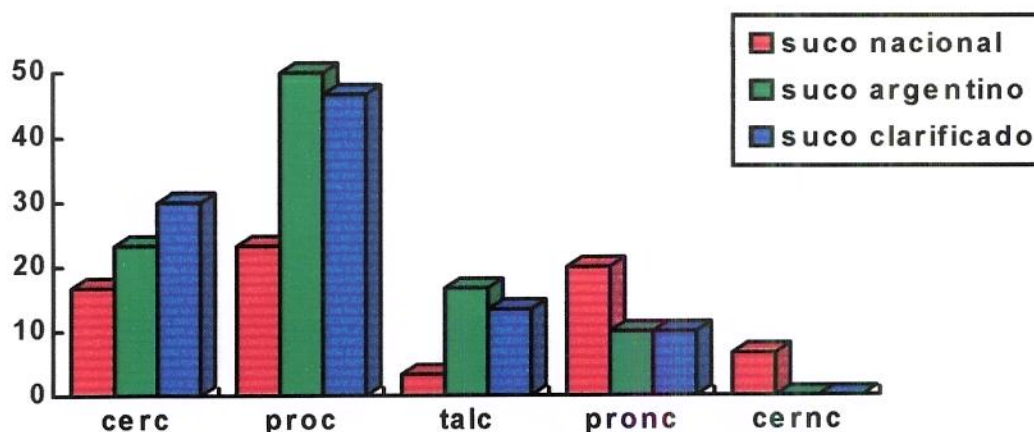
Os valores obtidos na escala de atitude de compra foram graficados (**Figuras 14 e 15**).

Figura 14: Representação gráfica dos resultados do teste de atitude de compra em relação ao sabor, aroma e textura.



Nota: cerc = certamente compraria; proc = provavelmente compraria; talc = talvez compraria / talvez não compraria; pronc = provavelmente não compraria; cert nc = certamente não compraria.

Figura 15: Representação gráfica dos resultados do teste de atitude de compra em relação à aparência.



Nota: cerc = certamente compraria; proc = provavelmente compraria; talc = talvez compraria / talvez não compraria; pronc = provavelmente não compraria; cernc = certamente não compraria.

Tendo como base a aparência dos sucos, o consumidor mostrou atitude de compra positiva com relação a todos os sucos, preferindo o suco argentino e o suco clarificado ao suco nacional. Este último obteve resposta desfavorável de cerca de 25% dos provadores. Por outro lado, quando apenas características gustativas foram avaliadas, os sucos argentino e nacional obtiveram respostas bem mais favoráveis que o suco clarificado, o qual foi bem aceito por apenas 40% dos provadores, contrapondo-se aos outros dois sucos que foram aceitos por cerca de 50% dos provadores. Não pode deixar de ser notado que, tendo-se como base apenas as características gustativas, a atitude de compra do consumidor é menos favorável do que quando se leva em consideração apenas a aparência dos sucos.

Em relação ao sabor, aroma e textura, o suco clarificado foi o que apresentou uma maior parcela dos provadores mostrando atitude “certamente compraria”, mas também salientou-se, entre as três amostras, em relação à atitude rejeição pelo consumidor, “certamente não compraria”. O suco clarificado mostrou também que tem grande parcela de consumidores indecisos quanto à compra do produto: “talvez compraria, talvez não compraria”. Aparentemente esse suco provocou atitude de compra menos positiva dos provadores do que os demais sucos.

As Tabelas 36 e 37 mostram os termos citados pelos provadores nos itens “mais gostou” e “menos gostou” em relação à aparência e ao sabor, aroma e textura dos três sucos de maçã.

Destaca-se o fato de 50% dos provadores terem gostado da cor/tonalidade dos sucos argentino e clarificado e desgostado da cor do suco nacional, quando avaliados em relação à aparência.

Os atributos mais citados pelos provadores com relação a aceitação do suco nacional, quanto ao sabor, aroma e textura no item “mais gostou” foram sabor e aroma e os mais citados no item “menos gostou” foram doçura, sabor residual, sabor de fruta e adstringente. No suco argentino, o aroma e sabor foram os termos mais citados no item “mais gostou”. Entretanto, no item “menos gostou”, o termo sabor, considerado fraco e não característico, foi também citado com grande frequência, outro termo citado foi a adstringência. No suco clarificado, os atributos sabor e aroma foram citados com maior frequência no item “mais gostou” e o termo doçura mais citado no item “menos gostou”. É interessante ressaltar que o termo doçura, mais citado no item “menos gostou” no suco clarificado, foi conferido por compostos não voláteis, isto é, pela presença de açúcares no suco.

No entanto, em segundo lugar no item “menos gostou” foi citado no suco clarificado o termo “sabor não característico”. Na Análise Descritiva Quantitativa, o suco clarificado foi caracterizado como “alcoólico”, o que influi na sua aceitação.

Tabela 36: Termos mais freqüentes, em parênteses termos similares que foram agrupados e quantas vezes foram citados pelos provadores nos itens mais gostou e menos gostou, em relação a aparência.

TERMOS SUCO	MAIS GOSTOU	MENOS GOSTOU
Suco Nacional	Cor (clara,não escurecida,ca - racterístico de suco de maçã, característica, opaca, natural da fruta) - 5	Cor (não muito boa, de suco de caju, opaca) - 10
	Aparência (natural,boa,de su - co,opaca) - 7	Aparência (opaca, turva) - 2
		Sem brilho - 1
	Homogeneidade - 2	Turbidez (turvo, turvação) - 6
	Opacidade (idéia de suco na - tural, sensação de polpa) - 2	Opaca (opacidade,não límpido, partículas em suspensão) - 5
	Turbidez(turvação,) - 2	
Suco Argentino	Transparência - 6	Cor (amarelo muito forte, tona - lidade, muito colorido) -5
	Límpido (limpidez) - 3	
	Cor(acentuada,tom forte, ama - relo bonito,tonalidade,não es - curecida) - 15	Aparência(não de suco natural, parece bebida destilada, pare - ce guaraná e/ou cerveja, pode - ria apresentar certa turvação)-3
	Aparência (bonita, agradável característico de suco) - 3	Transparência (translúcido) - 4
	Brilho - 1	
	Homogeneidade - 1	
Suco Clarificado	Cor(clara,amarelada,tonalida - de, clarificado) - 15	Cor (muito fraca, muito forte,a - marelo muito forte) - 5
	Transparência - 8	Aparência(não de suco natural, impressão de bebida destilada, parece guaraná ou cerveja, di - ferente da fruta, não lembra su - co de maçã) - 6
	Límpido - 7	
	Brilho - 2	
	Aparência bonita - 1	Transparência - 4
	Não turvo (nenhuma turvação, ausência de partículas em suspensão) - 3	Límpido - 1

Tabela 37: Termos mais freqüentes, em parênteses termos similares que foram agrupados e quantas vezes foram citados pelos provadores nos itens mais gostou e menos gostou, em relação ao aroma, sabor e textura.

TERMOS SUCO	MAIS GOSTOU	MENOS GOSTOU
Suco Nacional	Aroma (cheiro, odor) - 7	Doçura (doce) - 6
	Sabor (ótimo, suave, realçado, gosto) - 8	Perfume (pouco) - 1
	Suave - 2	Sabor de fruta (pouco) - 3
	Doçura (doce) - 3	Sabor ácido - 2
	Aroma de maçã - 1	Artificial (pouco natural) -2
	Sabor de maçã verde - 1	Aroma (fraco) - 2
	Sabor de maçã (forte, fruta nova, característico) - 5	Adstringente (levemente, pouco)-3
	Aroma de maçã verde - 1	Sabor residual (azedo, diferente, remédio, ardido)-4
	Refrescante - 1	
	Acido - 1	
Suco Argentino	Aroma (suave, bom) - 6	Aroma fraco - 4
	Densa (leve, viscosa) - 3	Sabor (não característico, falta, fraco, aguado, diluído) - 8
	Sabor da maçã (caracterís - tico) - 5	
	Acidez - 3	Doçura (muito doce) - 2
	Doçura(quantidade de doce, sabor adocicado) -5	Sabor fraco da maçã - 2
	Sabor - 6	
	Aroma de maçã - 1	Adstringência (residual) - 5
Suco Clarificado	Sabor - 8	Sabor(não característico, forte) - 5
	Doçura (doce) - 4	
	Aroma - 5	Doçura (muito doce) - 11
	Não adstringente - 2	Aroma - 4
	Gosto de maçã (da fruta) - 4	Aroma de maçã verde - 1
		Sabor de maçã verde - 1
		Sabor ácido (leve, pouco)-2
		Consistência - 1
		Sabor de fruta velha(passada) - 2
		Artificial - 1
		Sabor residual - 2
		Gosto de maçã(pouco,nenhum)-4

4.5.4 " SNIFFING"

Os provadores previamente treinados, de acordo com o item 4.5.2.2, descreveram com os seguintes termos os compostos voláteis eluindo da coluna cromatográfica (Tabela 38). A Tabela 39 mostra a descrição neste estudo e dados da literatura para os compostos tentativamente identificados.

Tabela 38: Termos descritos pelos provadores para os compostos voláteis presentes na maçã e entre parênteses, a frequência com que foram citados.

PICO	NOME DO COMPOSTO	TERMO
8	hexanal	maçã (2)
11	acetato de butila	esmalte (1), maçã verde (1), maçã doce (1)
14	2-metil butanoato de etila	maçã verde (1), casca velha (1), cheiro (1), maçã Fuji (1), perfume de maçã (2), floral suave (1)
16	NI	perfume(1), canela suave(1), cheiro adocicado suave(3)
17	NI	esmalte (1), maçã diluída (1), perfume (1), cheiro adocicado suave (1), maçã verde (1)
18	butanoato de propila	cheiro fermentado(1),estranho(1),desagradável(1)
20	propionato de butila	maçã podre (1), desagradável (1), adocicado (1)
21	acetato de amila	mofo (1), fedido (1)
24	2-metil butanoato de propila	maçã (1), maçã suave (2),cheiro da fruta doce(1), adocicado suave (1), agradável (1), perfume (1)
30	butanoato de butila	esmalte (1), adocicado (2)
34	acetato de hexila	esmalte (1), cheiro forte agradável (1)
36	NI	gás de cozinha (1)
37	2-metil butanoato de butila	folha verde (1), cheiro (1)
42	NI	cheiro de limão (1), cheiro (3)

continua...

continuação...

PICO	NOME DO COMPOSTO	TERMO
45	NI	cheiro cozido (1), perfume suave (1), maçã verde (1), cheiro (1)
47	2-metil butanoato de amila	perfume adocicado (2)
50	NI	cheiro (1), cheiro ruim suave (1), cheiro estragado (1)
52	hexanoato de butila	sabão (1), cheiro floral (1)
57	2-metil butanoato de hexila	doce (1), doce queimado suave (1)
65	NI	pungente (1), ardido (1), doce fraco (1), cheiro (1)
66	hexanoato de hexila	cheiro (1), chá de maçã (1), adocicado forte (1)
67	NI	cheiro de canela e maçã (1), chá de maçã (1), cheiro adocicado floral (1)
68	NI	cheiro de perfume de sabonete (1), fruta (1), forte (1)
69	octanoato de isoamila	cheiro açúcar queimado (1), cheiro (2)
71	NI	doce (1), plástico (1)
78,79	NI	doce (2), açúcar queimado (1), cheiro (1)
83	NI	perfume floral (1), cheiro (1)
84	NI	cheiro açúcar queimado (1), cheiro caramelizado (1)

número de provadores = 7

NI = composto não identificado

Tabela 39: Termos descritos neste estudo e na literatura para os compostos tentativamente identificados.

COMPOSTO	TERMO DESCRITO NESTE ESTUDO	TERMO DESCRITO NA LITERATURA
hexanal	maçã	forte, penetrante, grama verde, fruta, verde
acetato de butila	esmalte, maçã verde, maçã doce	muito difuso, pungente, odor de pera, fruta
2-metil butanoato de etila	maçã verde, casca velha, cheiro, maçã Fuji forte, perfume de maçã, floral suave	difuso, forte, fruta verde, odor pungente, fruta, maçã vermelha
butanoato de propila	cheiro fermentado, estranho, desagradável	
propionato de butila	maçã podre, desagradável, adocicado	
acetato de amila	mofo, fedido	
2-metil butanoato de propila	maçã, maçã bem suave, cheiro da fruta doce adocicado suave, agradável, perfume	maçã, banana, fruta-abacaxi
butanoato de butila	esmalte, adocicado	pera, abacaxi
acetato de hexila	esmalte, cheiro forte agradável	maçã madura Golden, doce , fruta
2-metil butanoato de butila	folha verde, cheiro	
2- metil butanoato de amila	perfume adocicado	
hexanoato de butila	sabão, cheiro floral	fruta, banana
2-metil butanoato de hexila	doce, doce queimado suave	
hexanoato de hexila	cheiro, chá de maçã, adocicado forte, cheiro adocicado floral	
octanoato de hexila	cheiro açúcar queimado, cheiro caramelizado	

Fonte: WATADA et al., 1981; DIMICK & HORKIN, 1983; PAILLARD et al., 1989; PÉREZ et al., 1993.

4.6 Relação entre Análise Química e Análise Sensorial

O suco prensado apresentou maior intensidade em quase todos atributos julgados (característico, adocicado, perfume/floral, maçã, maçã verde, maçã estragada/passada/velha, suco fermentado e ácido), com exceção do atributo alcóolico para o qual o suco pasteurizado mostrou maior intensidade, de acordo com a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

Os componentes acetato de butila, 2-metil butanoato de etila, 2-metil butanoato de propila, numerado como 45 (não identificado), 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de hexila e o numerado como 67 (não identificado) diminuíram sua contribuição relativa no suco pasteurizado em relação a fruta fresca e tais componentes foram importantes sensorialmente, descritos respectivamente como "maçã", "maçã Fuji", "maçã", "maçã", "doce queimado", "chá de maçã" e "chá de maçã". Por outro lado, o componente hexanal, que apresentou um aroma descrito como "maçã verde", aumentou drasticamente de 2% para 25%. Aumentaram também os componentes butanoato de butila, acetato de hexila e o numerado como 17 (não identificado), que apresentaram descrições de "adocicado, esmalte", "esmalte" e "esmalte", respectivamente.

Portanto, no suco pasteurizado tais modificações químicas levaram a uma mudança no aroma do suco de maçã, com diminuição de intensidade do atributo "maçã" e aumento dos componentes com aroma de "esmalte".

Não foi possível, no entanto, relacionar o aroma do suco pasteurizado descrito como "alcóolico" aos dados químicos, já que nenhum componente foi identificado como álcool e ainda nenhum componente, identificado ou não, foi descrito como "álcool" ou similar no "sniffing".

O componente numerado como 74, que diminuiu drasticamente no suco pasteurizado em relação à fruta fresca, não foi percebido sensorialmente pelos provadores.

O suco prensado (suco fresco) não foi submetido à pasteurização, etapa do processamento que causou as maiores modificações químicas e portanto, as maiores alterações no aroma e sabor característicos do suco clarificado.

Os dados químicos, aliados aos dados sensoriais, permitem sugerir que, para a obtenção do suco clarificado com maior intensidade de aroma característico, a etapa da pasteurização deveria ser modificada no processamento.

5 CONCLUSÕES

1. Os voláteis do headspace de maçãs, cultivar Fuji, foram coletados por 2 horas em PorapaK Q e eluídos com hexano, condições que possibilitaram a obtenção de isolados com aroma característico;

2. Foram detectados 84 componentes voláteis na maçã, cultivar Fuji, dos quais vinte e seis foram tentativamente identificados. Os compostos majoritários foram acetato de butila, acetato de hexila e os compostos voláteis não identificados e numerados como 17 e 74;

3. A classe química predominante de compostos voláteis da maçã Fuji, entre os tentativamente identificados, foi a dos ésteres, compreendendo, butanoato de metila, acetato de isobutila, 2-metil butanoato de metila, butanoato de etila, propionato de propila, acetato de butila, 2-metil butanoato de etila, butanoato de propila, valerato de etila, propionato de butila, acetato de amila, hexanoato de metila, 2-metil butanoato de propila, butanoato de butila, hexanoato de etila, acetato de hexila, acetato de ciclo hexila, 2-metil butanoato de butila, hexanoato de propila, 2-metil butanoato de amila, hexanoato de butila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de isoamila, hexanoato de hexila e octanoato de isoamila;

4. Na prensagem, o hexanal, com 2% de porcentagem relativa na fruta fresca, se tornou o componente majoritário (até 40%), enquanto um componente não identificado (pico 74), o mais abundante na fruta fresca, diminuiu marcadamente, para até 2%;

5. A etapa de clarificação foi a que menos causou modificações na composição de voláteis mantendo o aldeído como componente majoritário;

6. A pasteurização a 80°C por 20 minutos foi a etapa do processamento que engendrou as maiores perdas na composição dos voláteis, ocorrendo diminuição da área de todos os componentes voláteis;

7. No armazenamento, as principais modificações na porcentagem relativa de alguns compostos voláteis ocorreram no suco estocado à temperatura ambiente, principalmente em relação ao composto acetato de hexila, que diminuiu significativamente ($p \leq 0,05$) quando comparado ao suco recém-pasteurizado;

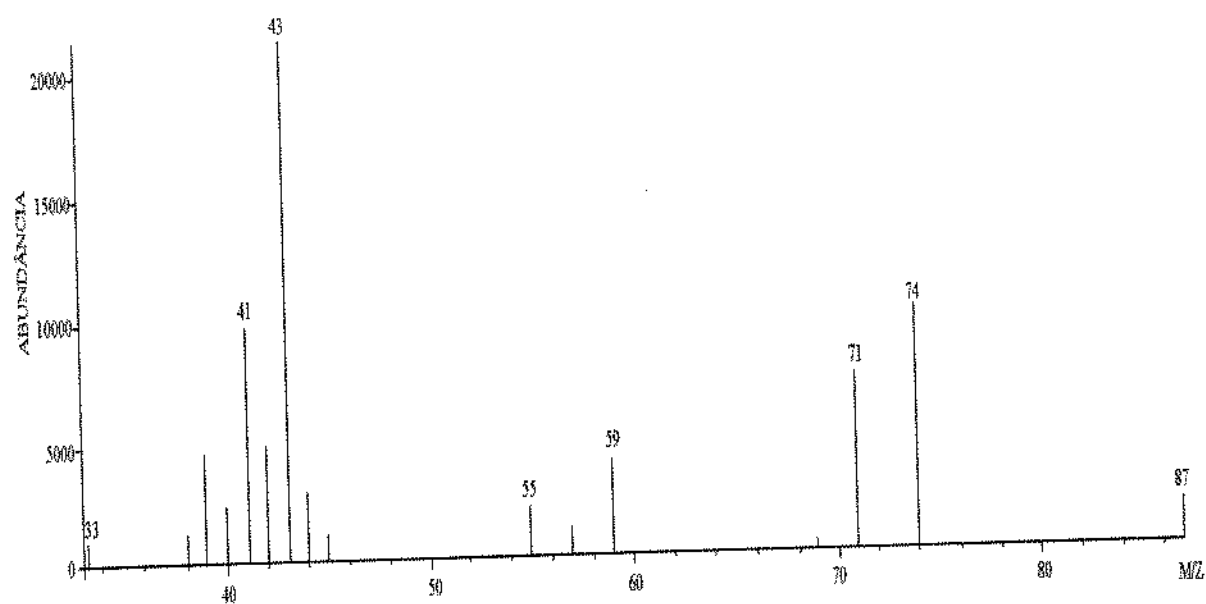
8. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) evidenciou que o suco prensado diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) em relação ao suco pasteurizado, em todos os atributos de aroma avaliados. O suco prensado obteve médias maiores em comparação ao suco pasteurizado em todos atributos (característico, adocicado, perfume/floral, maçã, maçã verde, maçã estragada/passada/velha, suco fermentado e acidez), com exceção do atributo alcóolico, que foi superior no suco pasteurizado;

9. A técnica estatística multivariada, Análise do Componente Principal, mostrou que o aroma do suco pasteurizado foi basicamente caracterizado pelo atributo alcóolico enquanto o aroma do suco prensado foi caracterizado pelos atributos característico, maçã, maçã estragada/passada/velha e adocicado;

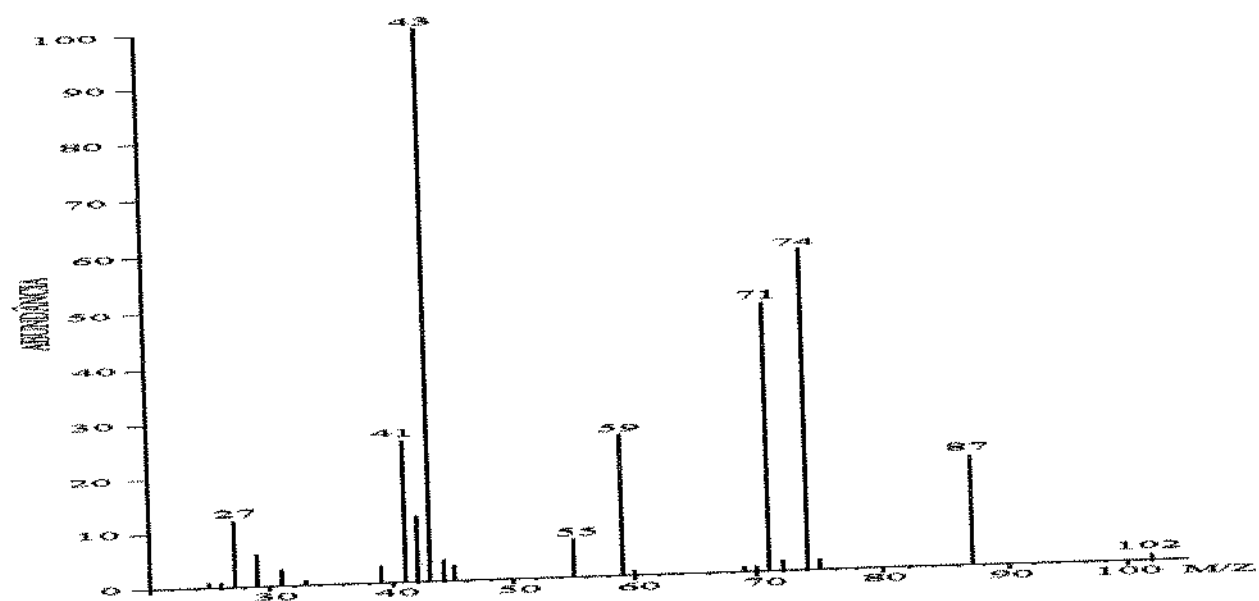
10. O suco clarificado não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos sucos de procedência nacional e argentino, em relação à aceitação quando julgados o aroma, sabor e textura. Entretanto na avaliação da aparência, o suco nacional teve a menor média diferindo dos sucos clarificado e argentino, que não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si;

11. Os compostos hexanal, acetato de butila, 2-metil butanoato de etila, 2-metil butanoato de propila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de hexila e os compostos não identificados e numerados como 45 e 67 foram considerados importantes ao aroma de maçã Fuji, conforme descritos no "sniffing".

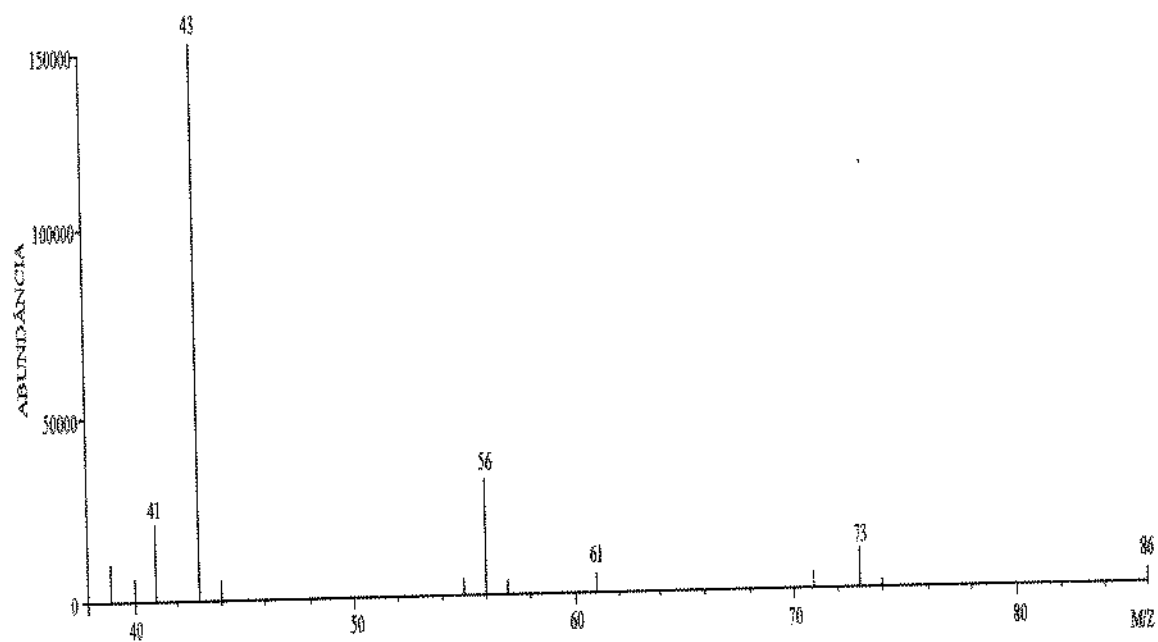
6. Anexo



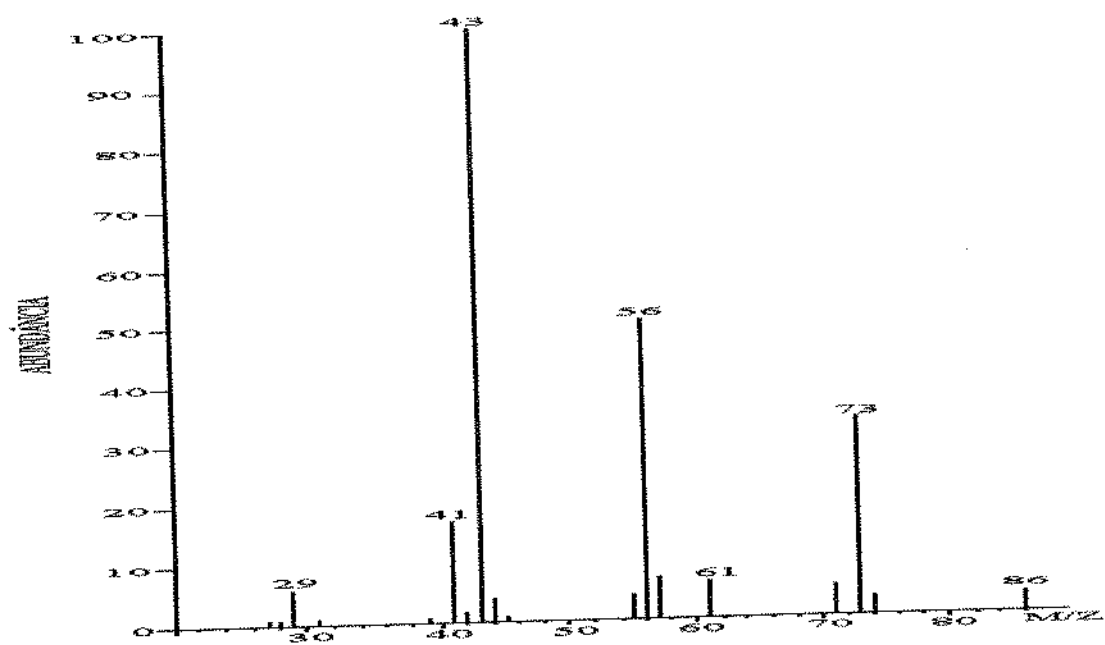
Espectro de massa do butanoato de metila obtido neste estudo.



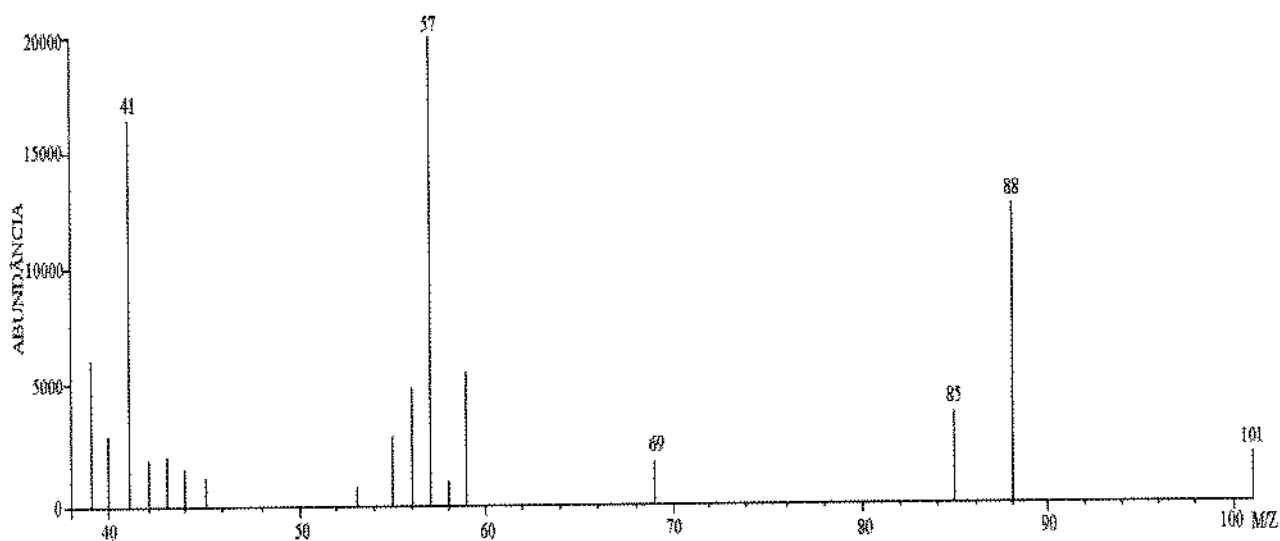
Espectro de massa do butanoato de metila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



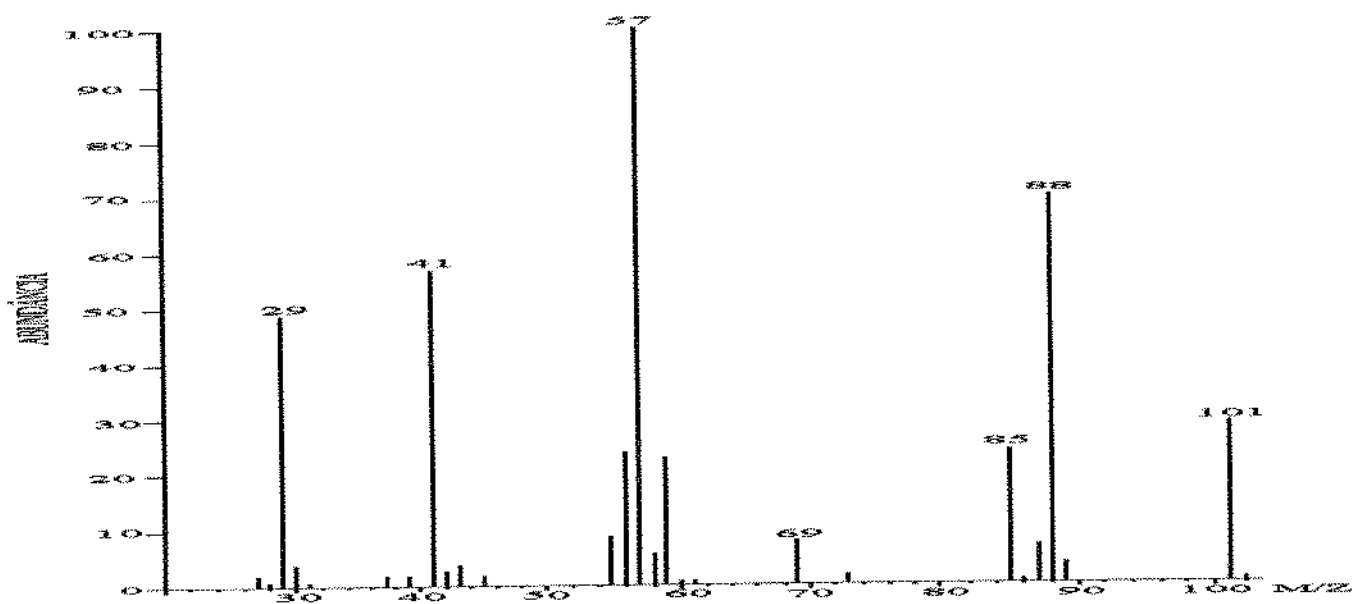
Espectro de massa do acetato de isobutila obtido neste estudo



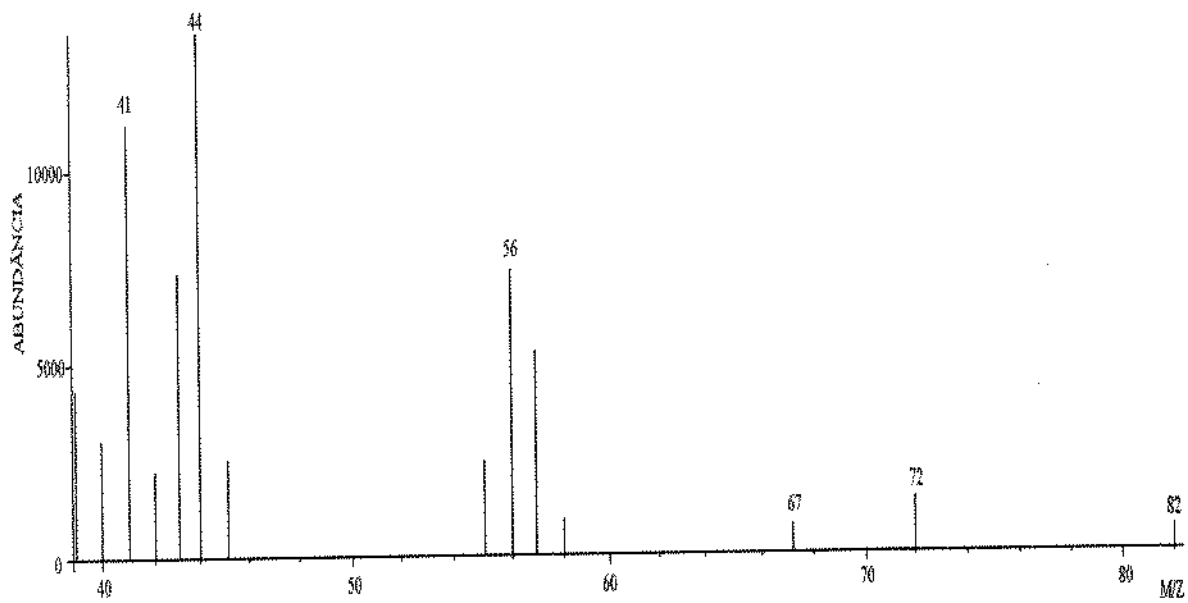
Espectro de massa do acetato de isobutila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980)



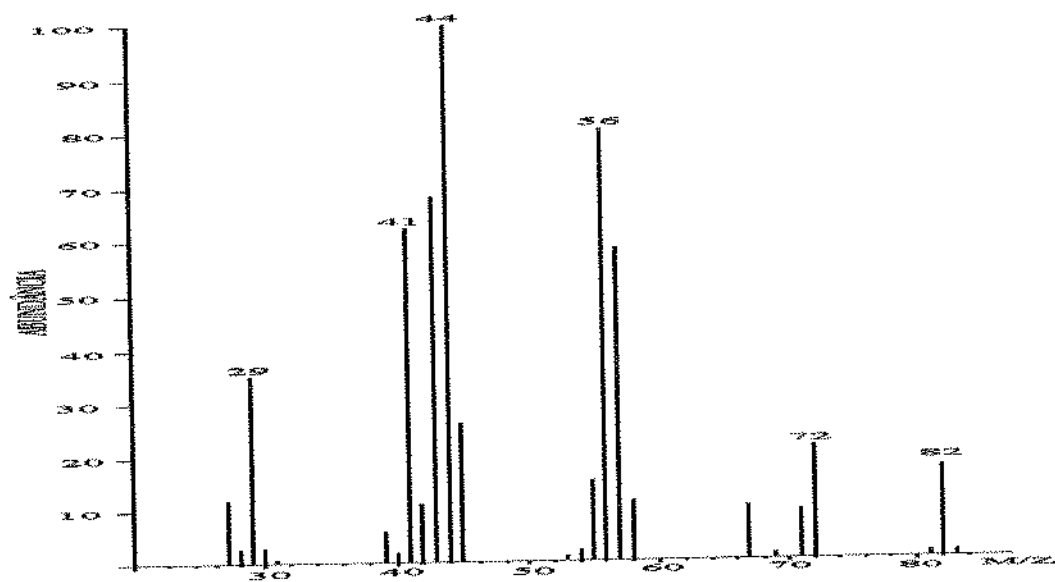
Espectro de massa do 2-metil butanoato de metila obtido neste estudo.



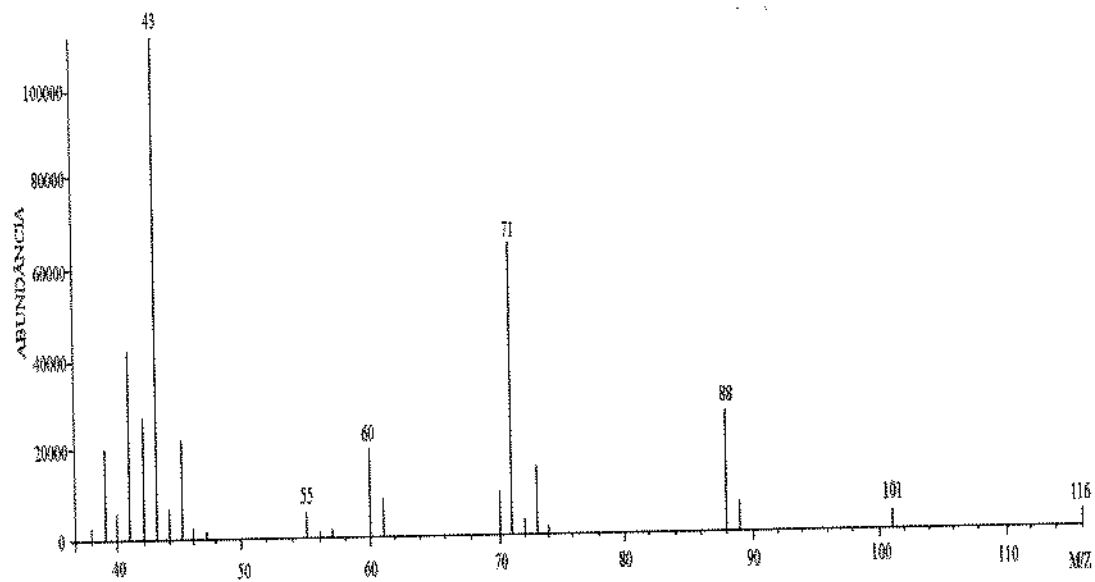
Espectro de massa do 2-metil butanoato de metila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



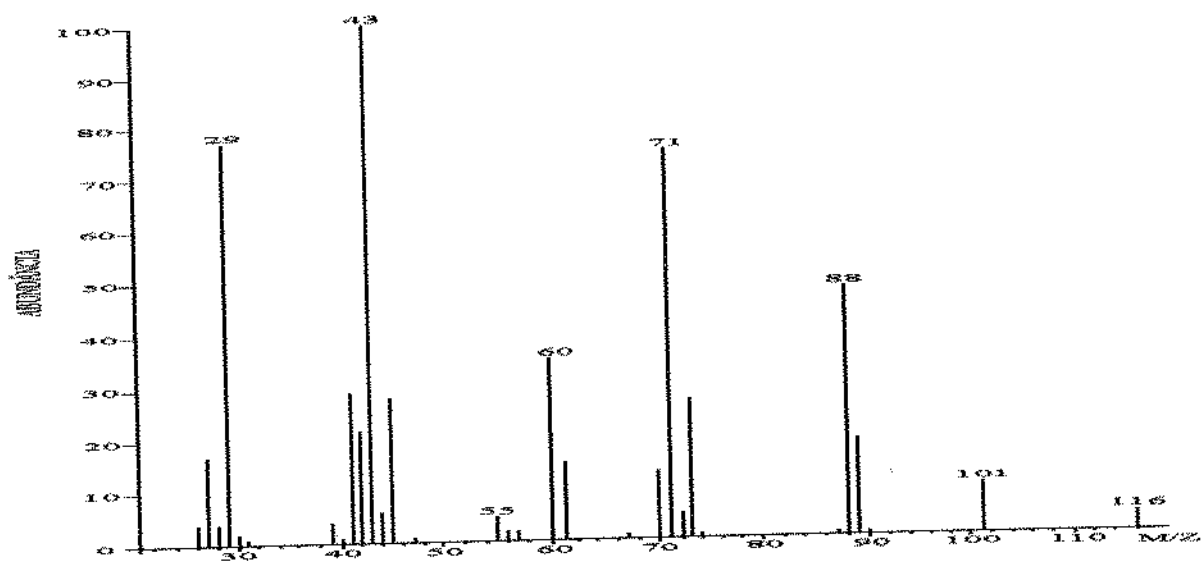
Espectro de massa do hexanal obtido neste estudo.



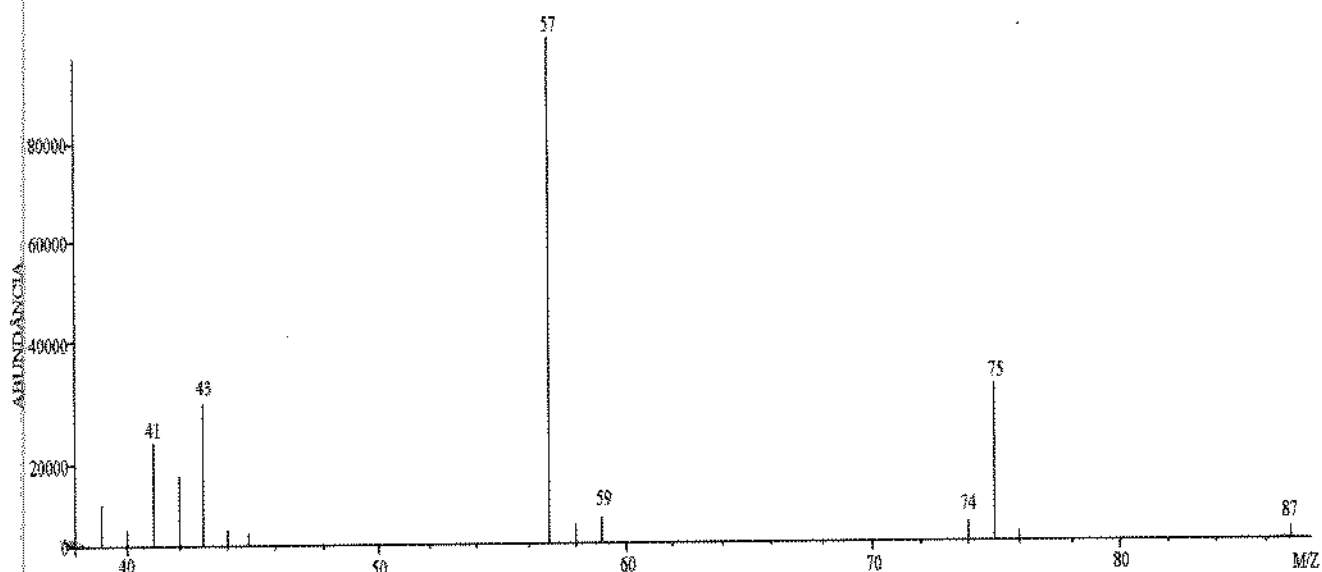
Espectro de massa do hexanal da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



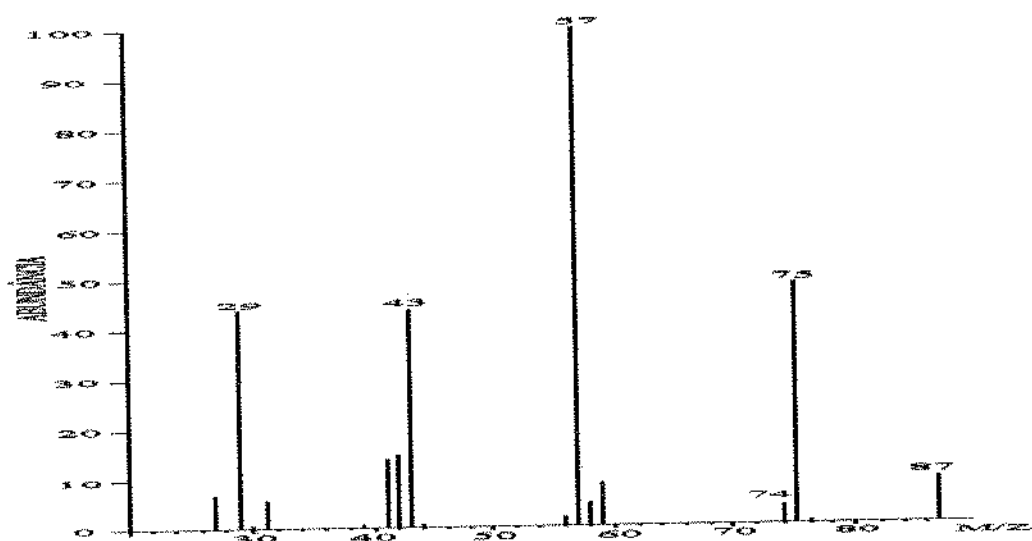
Espectro de massa do butanoato de etila obtido neste estudo.



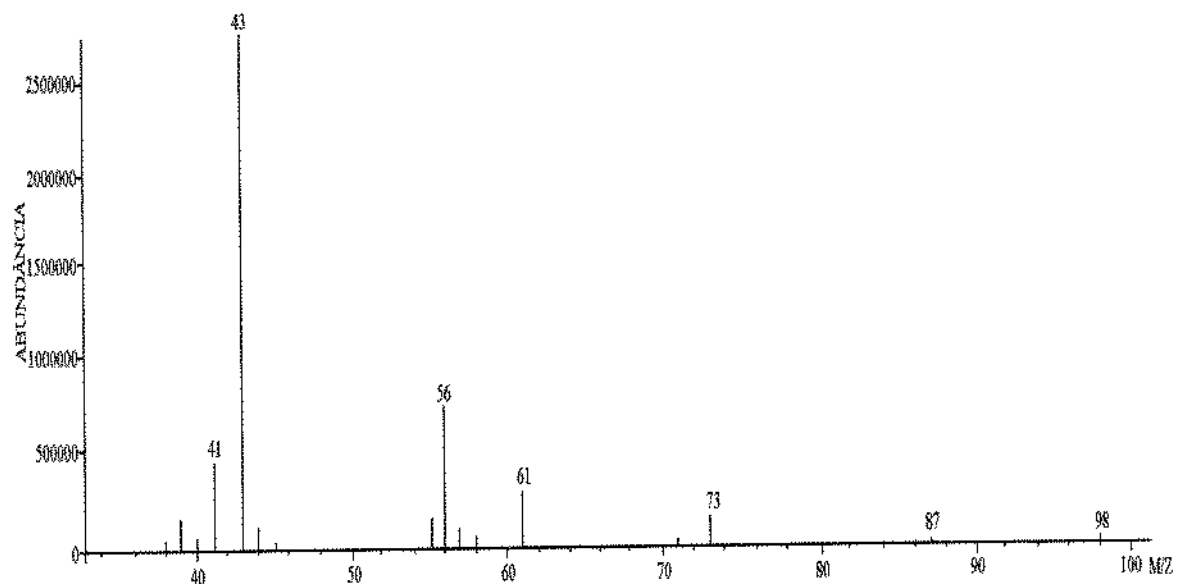
Espectro de massa do butanoato de etila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



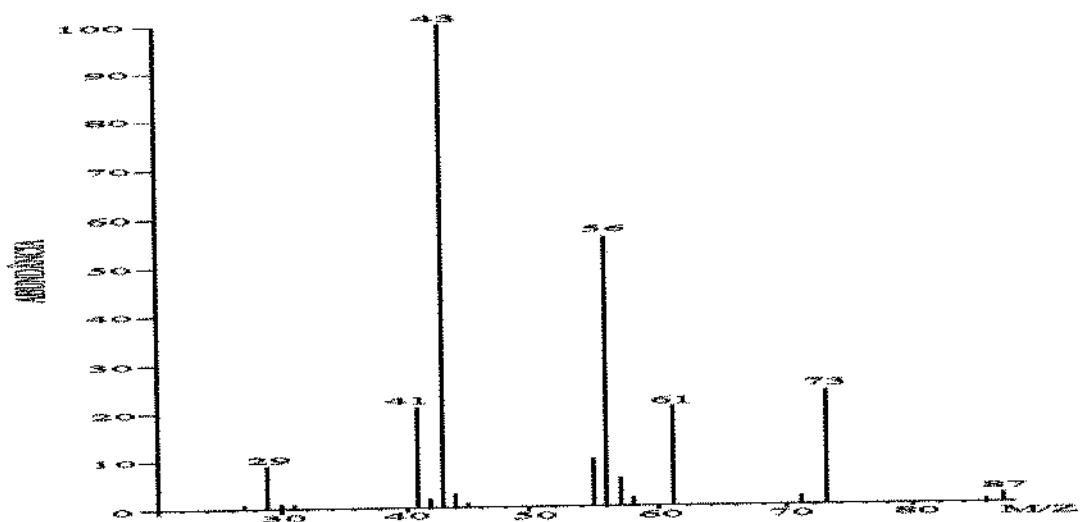
Espectro de massa do propionato de propila obtido neste estudo.



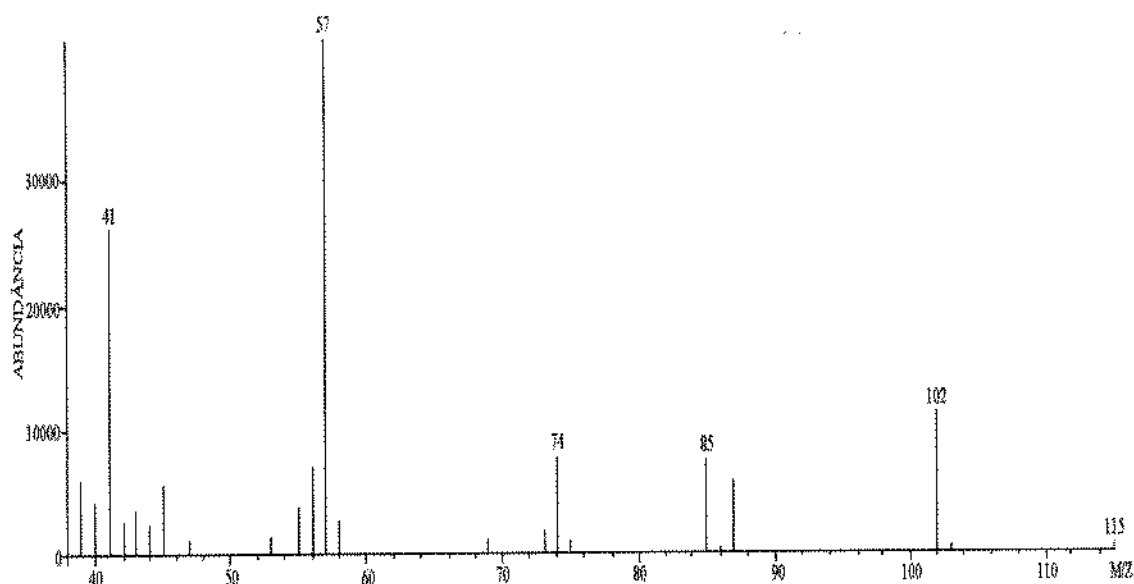
Espectro de massa do propionato de propila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



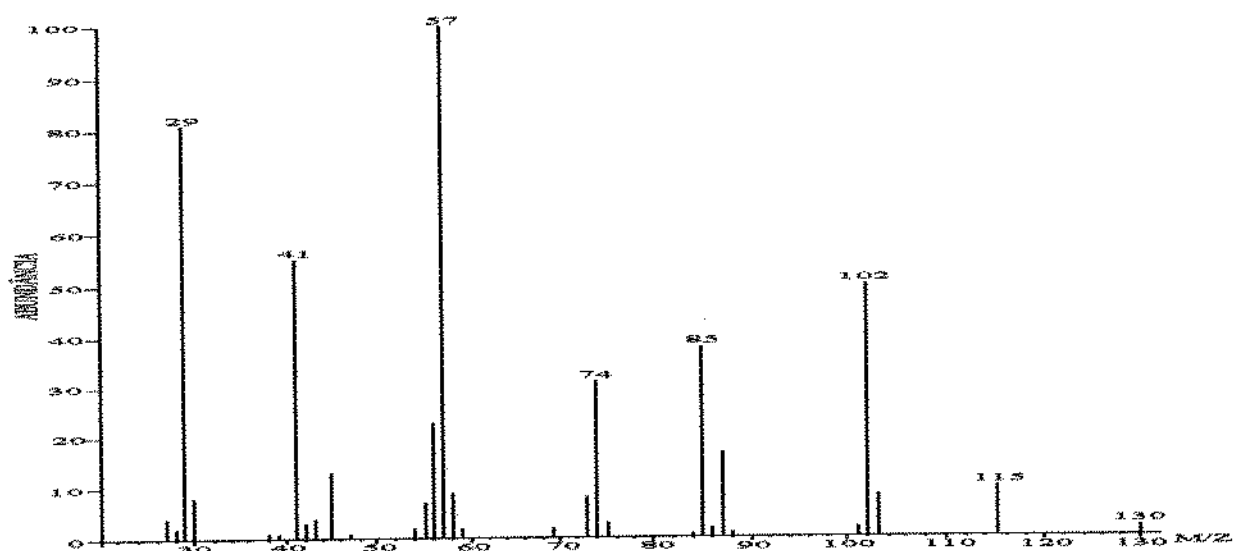
Espectro de massa do acetato de butila obtido neste estudo.



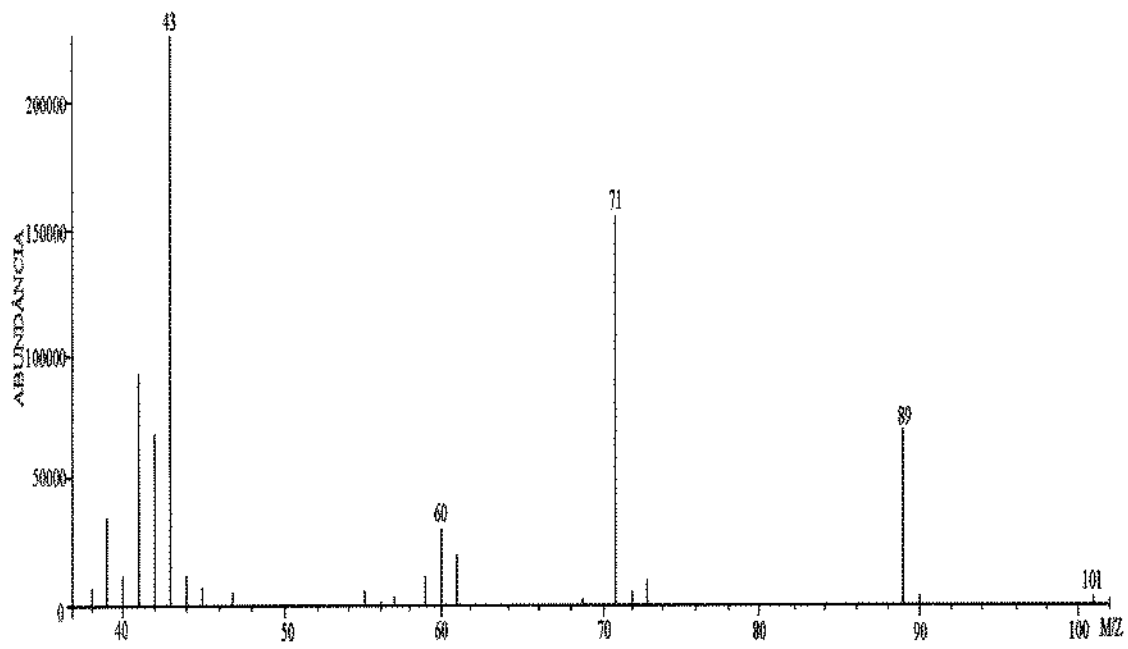
Espectro de massa do acetato de butila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



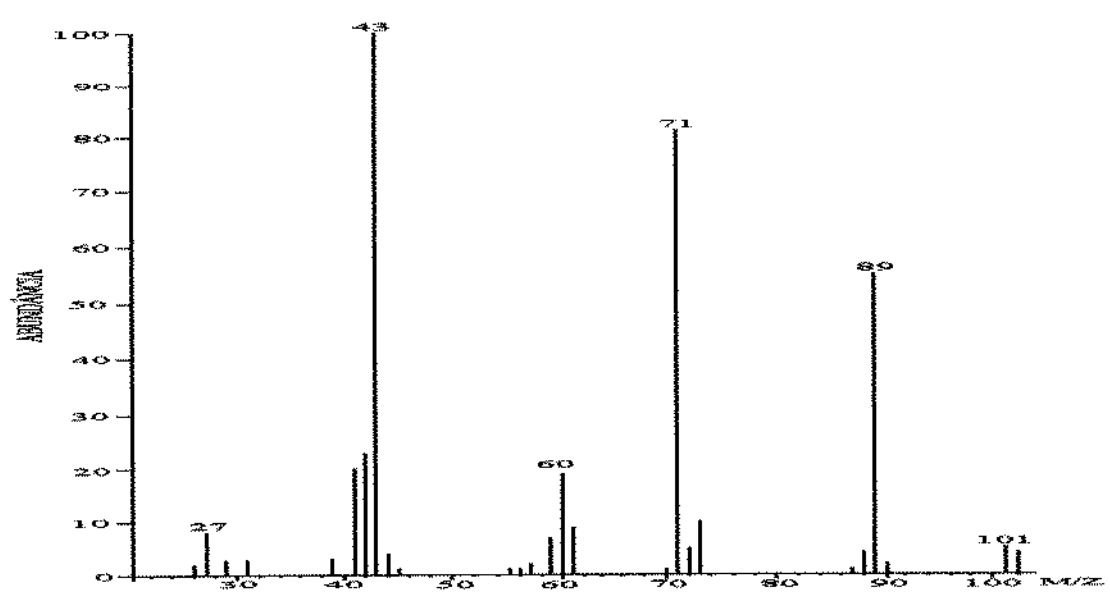
Espectro de massa do 2-metil butanoato de etila obtido neste estudo.



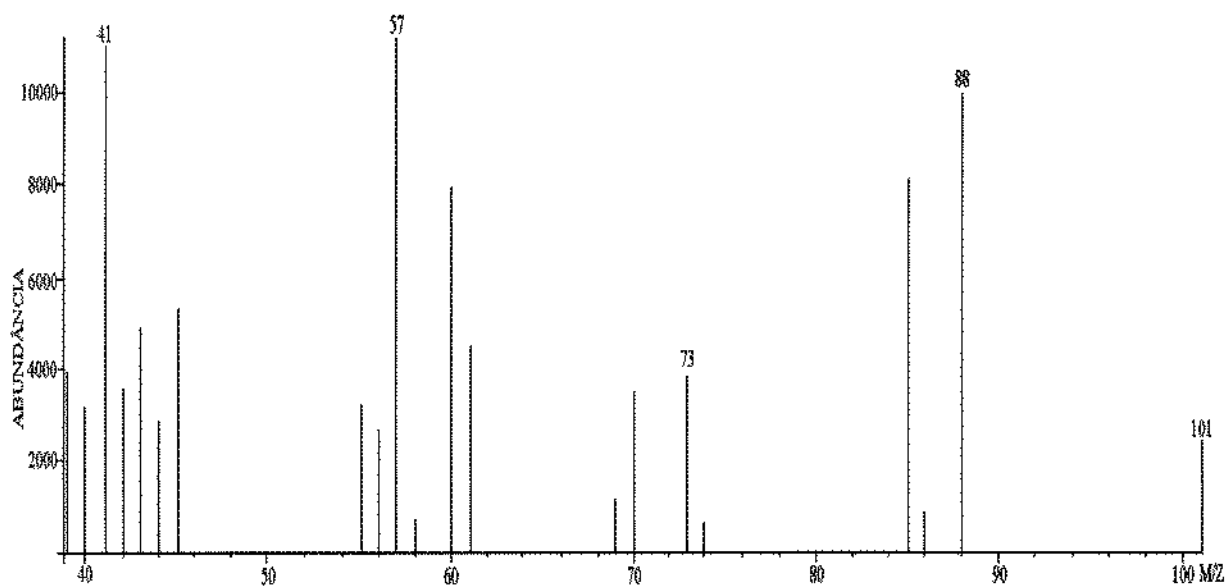
Espectro de massa do 2-metil butanoato de etila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



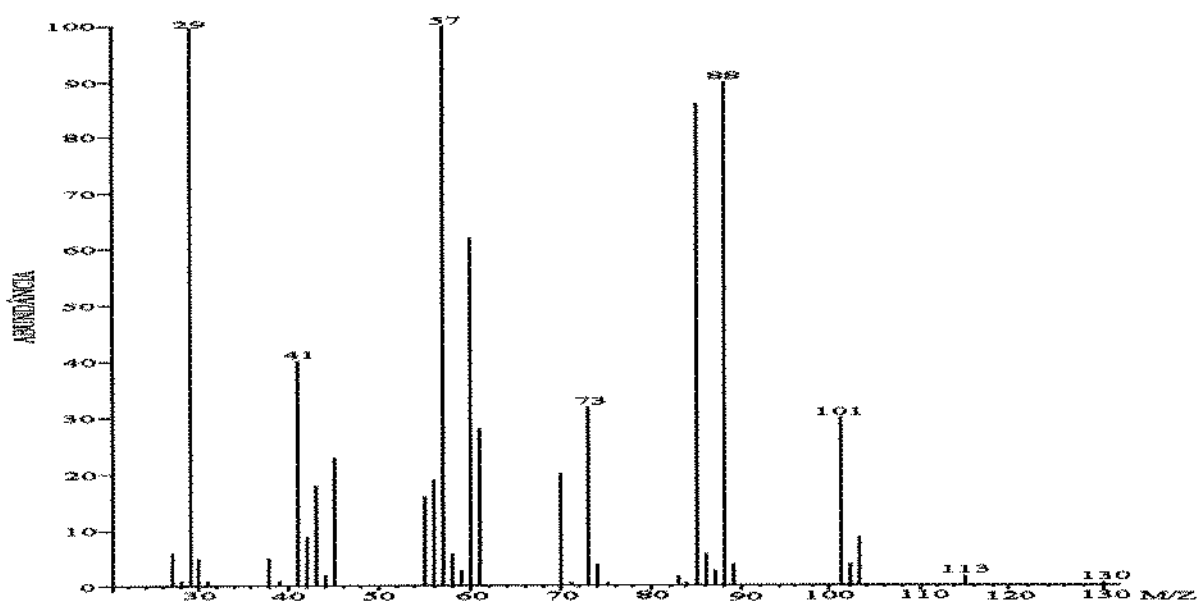
Espectro de massa obtido neste estudo para o butanoato de propila.



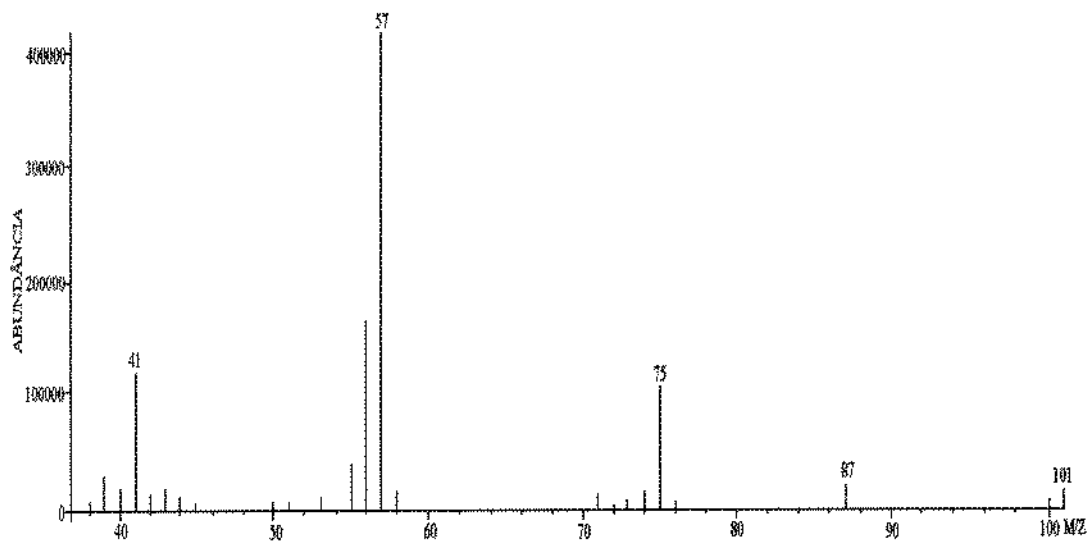
Espectro de massa da literatura do butanoato de propila (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



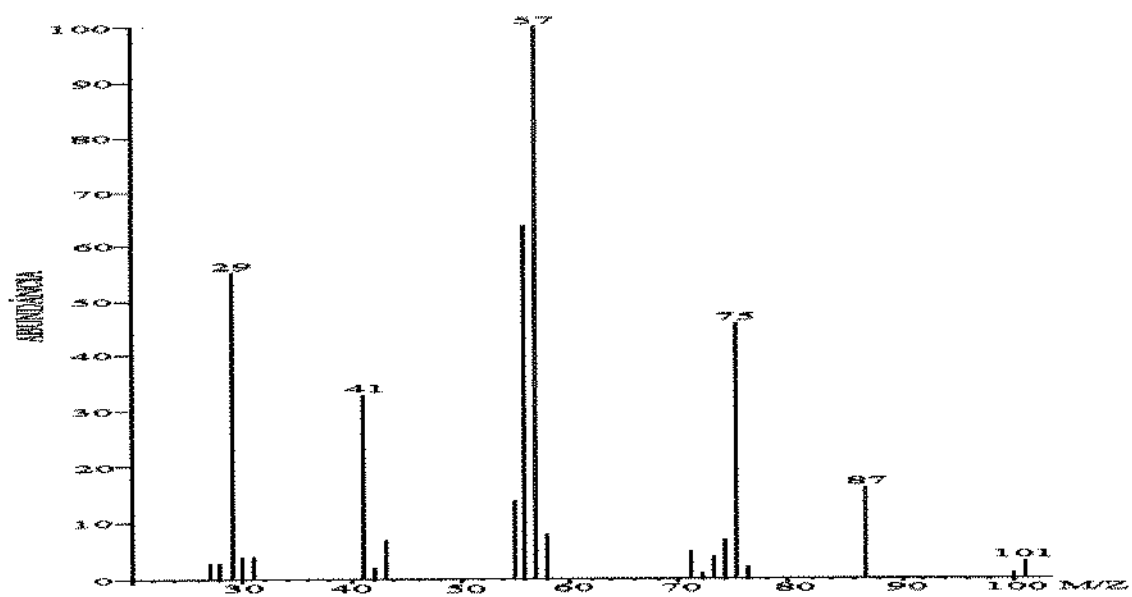
Espectro de massa do valerato de etila obtido neste estudo.



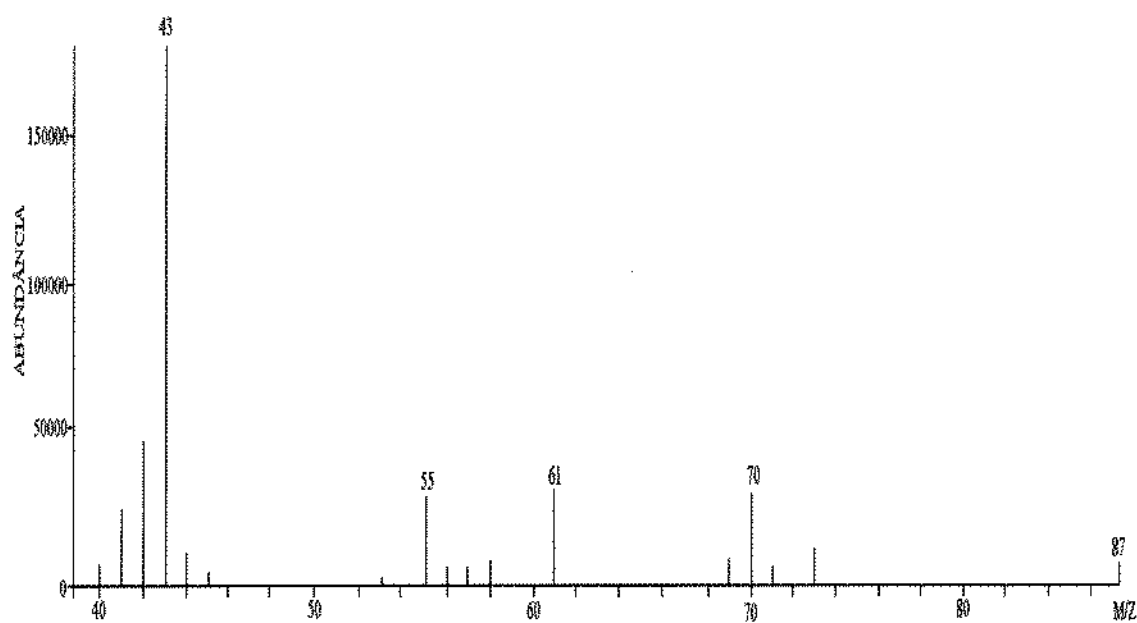
Espectro de massa do valerato de etila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



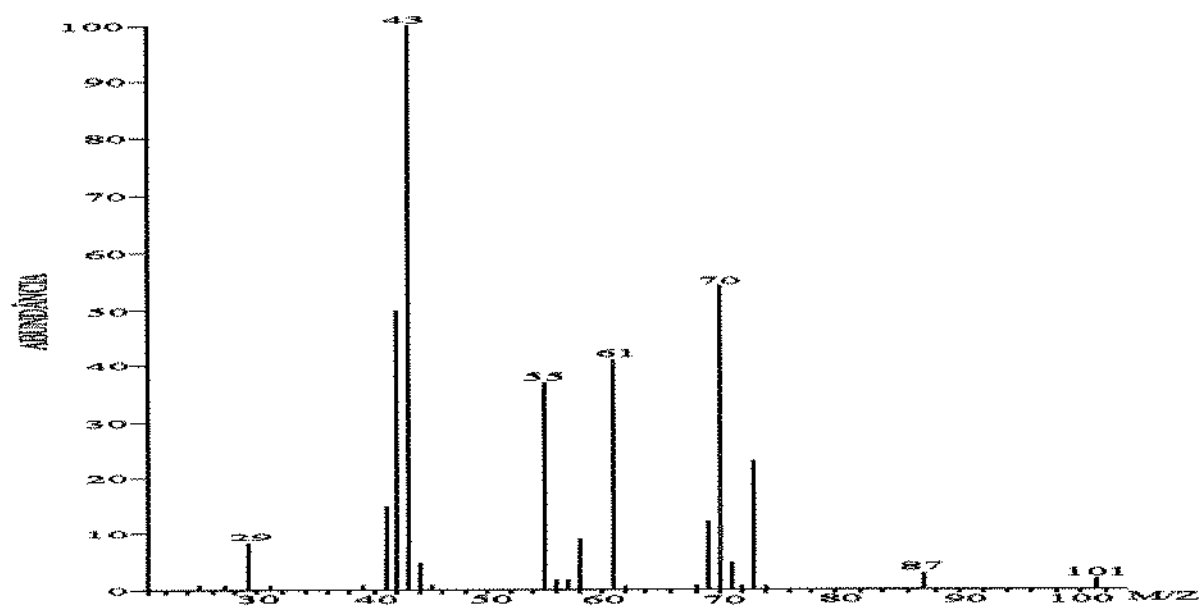
Espectro de massa do propionato de butila obtido neste estudo.



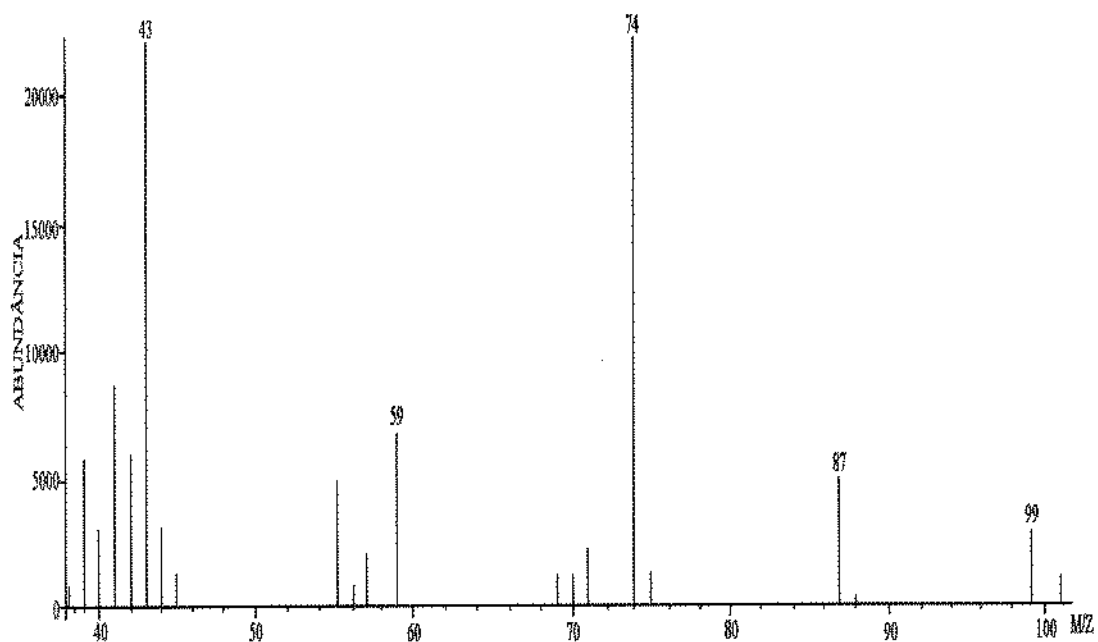
Espectro de massa do propionato de butila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



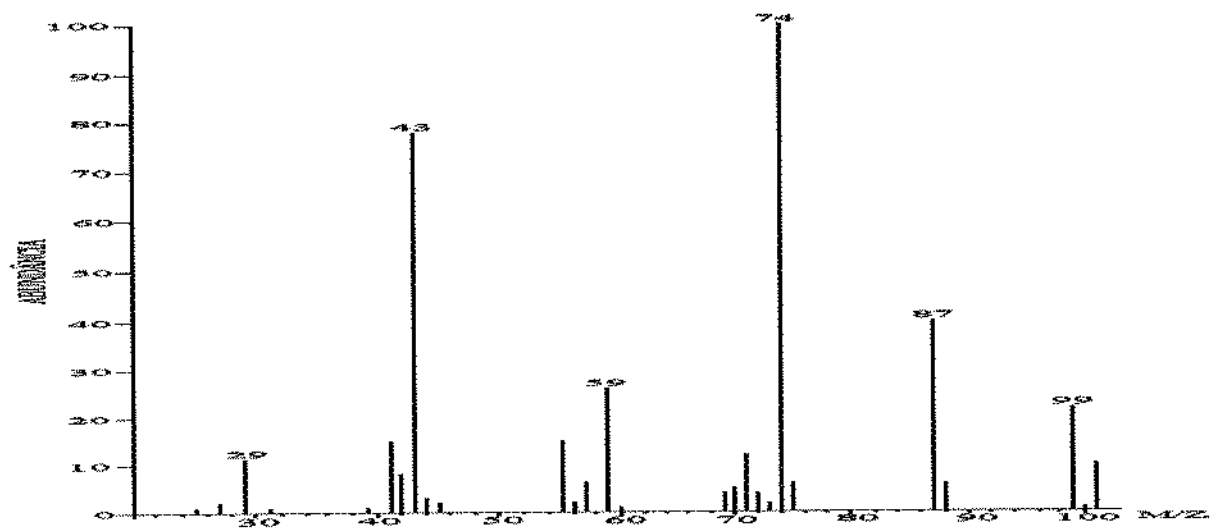
Espectro de massa do acetato de amila obtido neste estudo.



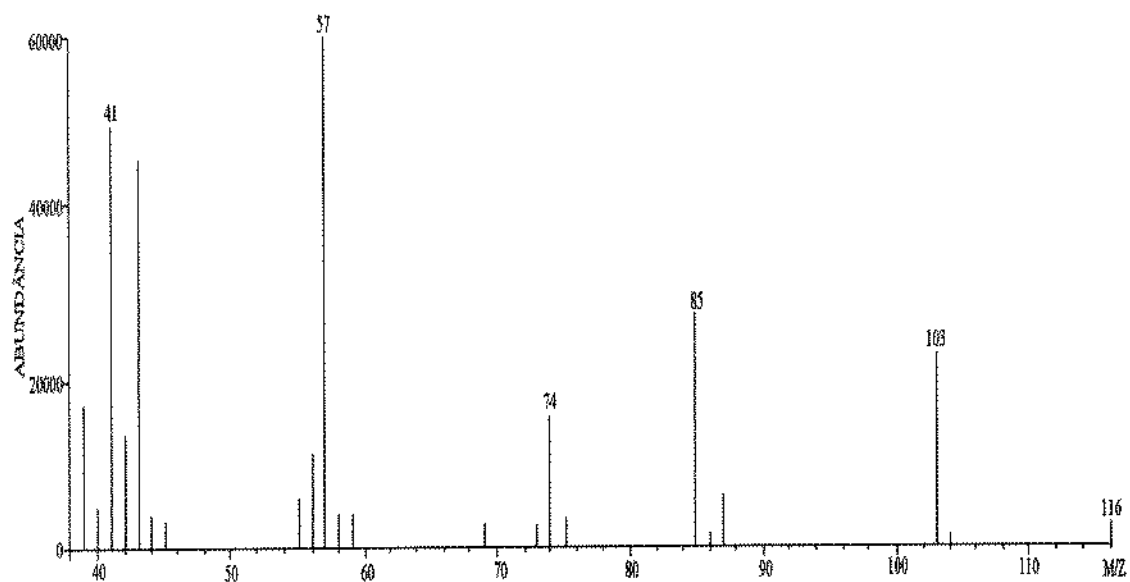
Espectro de massa do acetato de amila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



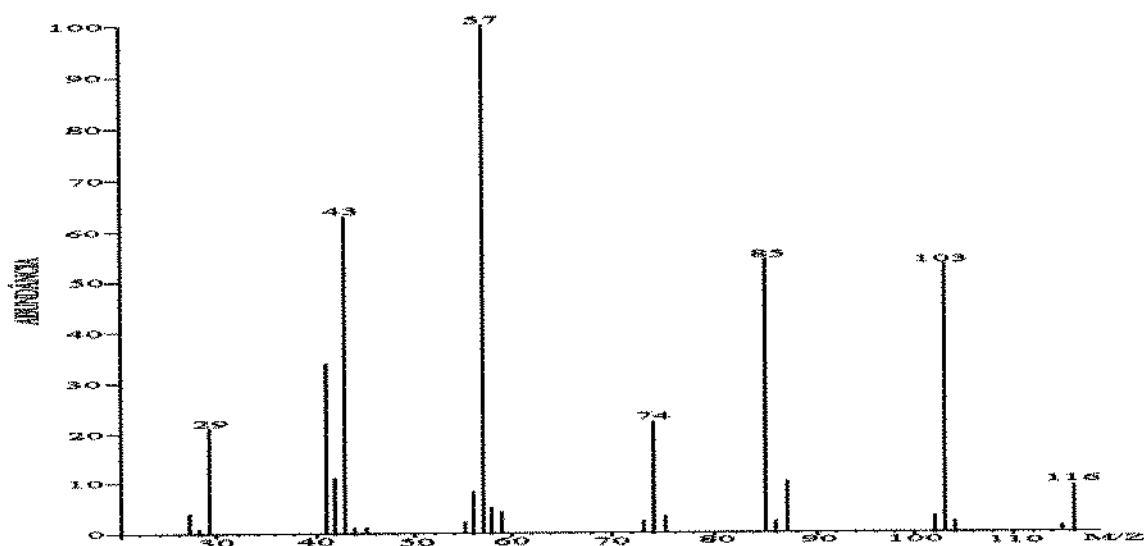
Espectro de massa do hexanoato de metila obtido neste estudo.



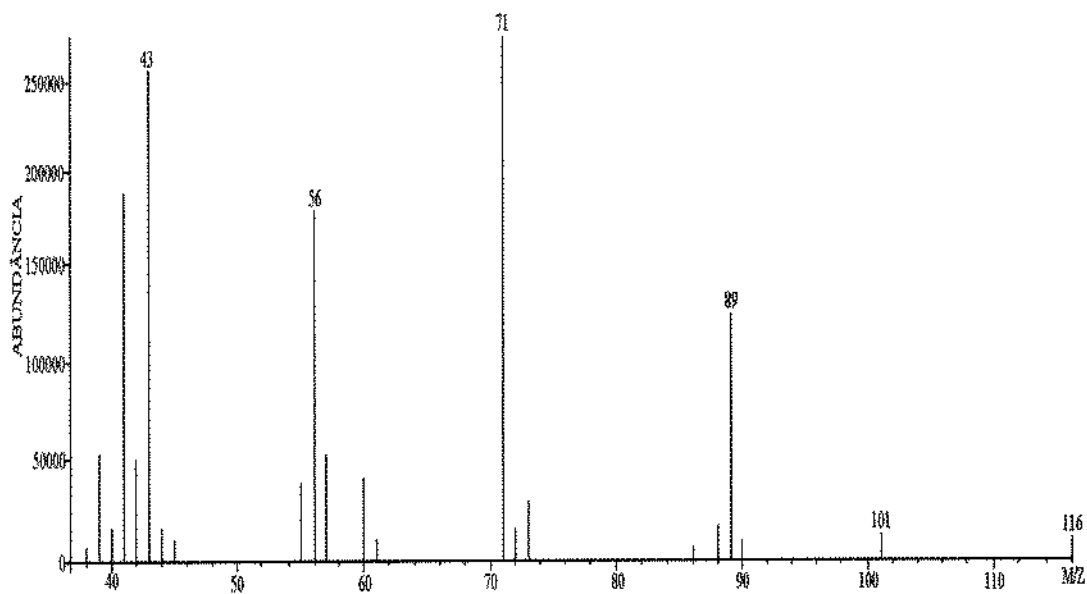
Espectro de massa do hexanoato de metila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



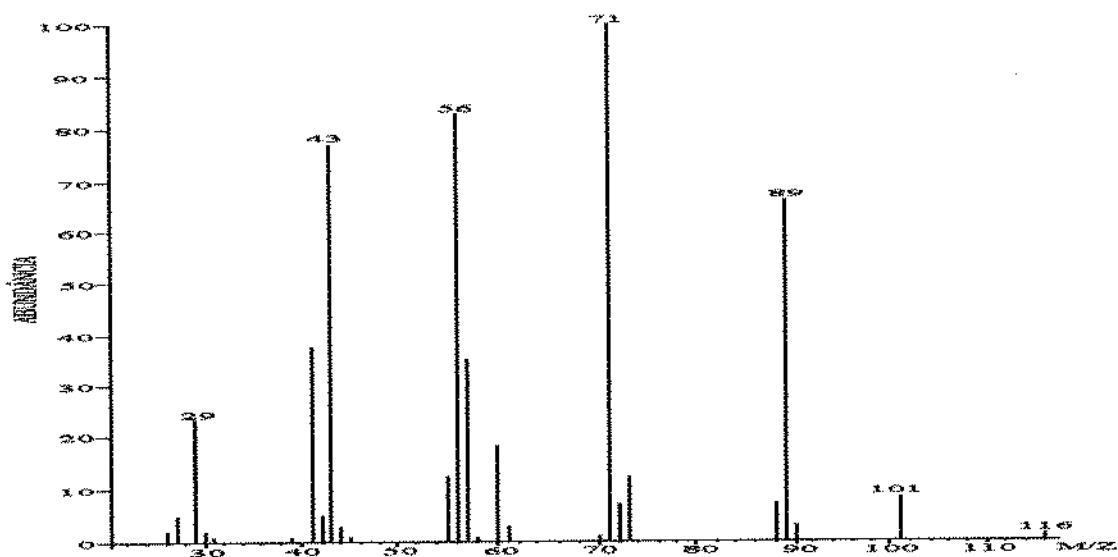
Espectro de massa do 2-metil butanoato de propila obtido neste estudo.



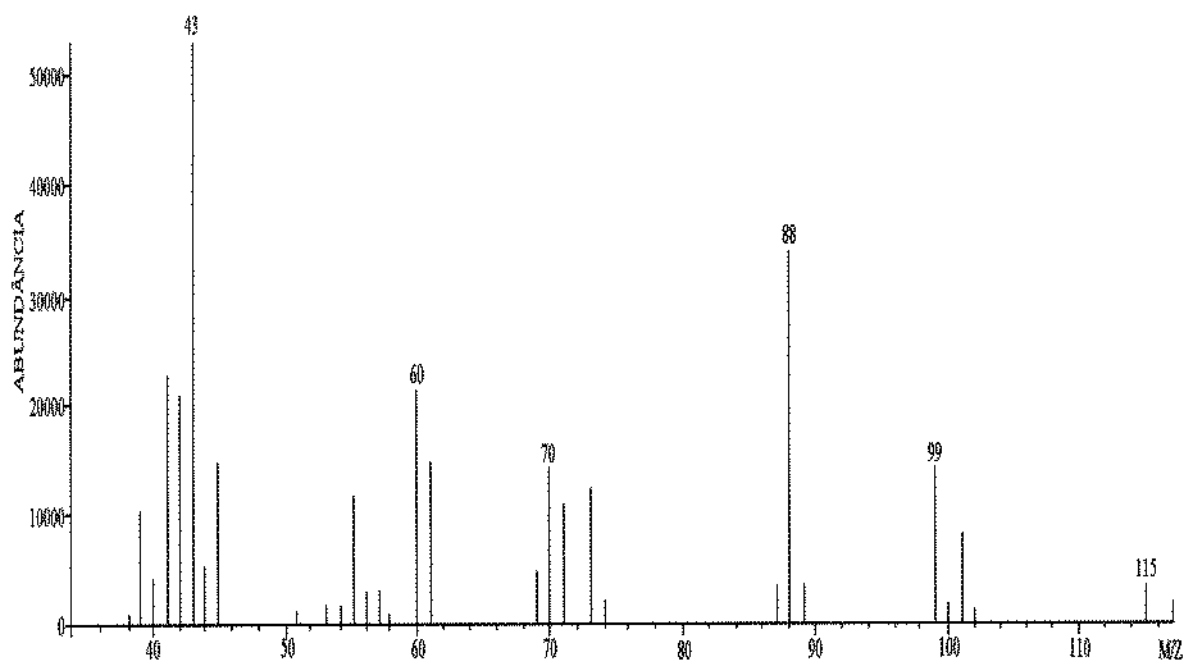
Espectro de massa do 2-metil butanoato de propila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



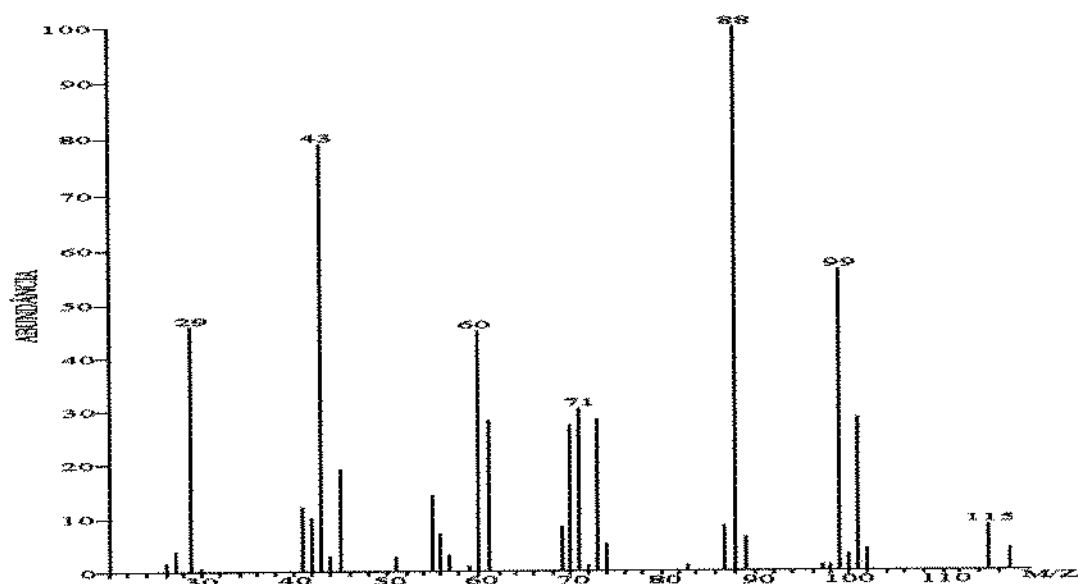
Espectro de massa do butanoato de butila obtido neste estudo.



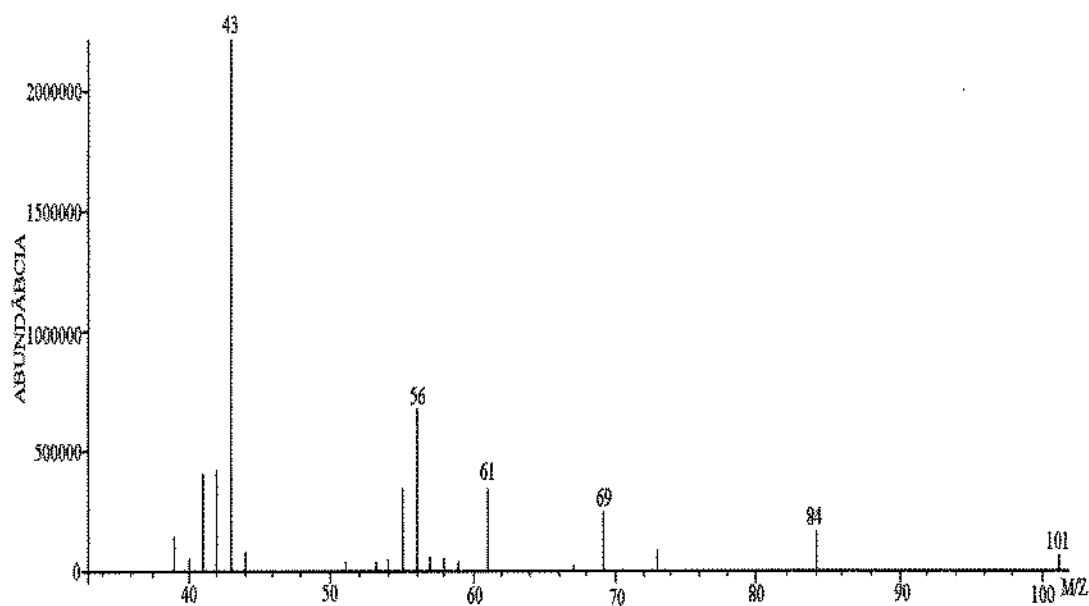
Espectro de massa do butanoato de butila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



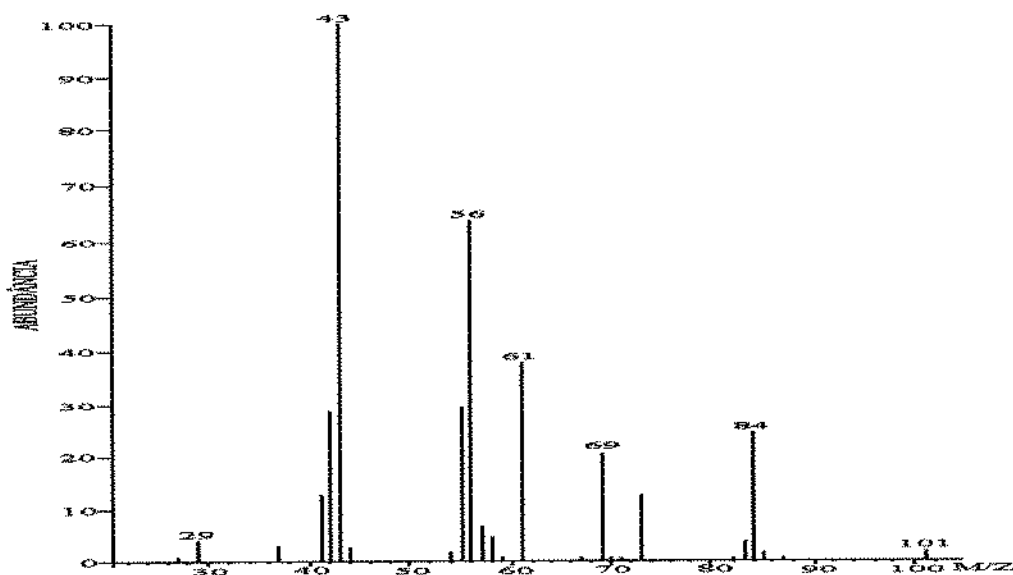
Espectro de massa do hexanoato de etila obtido neste estudo.



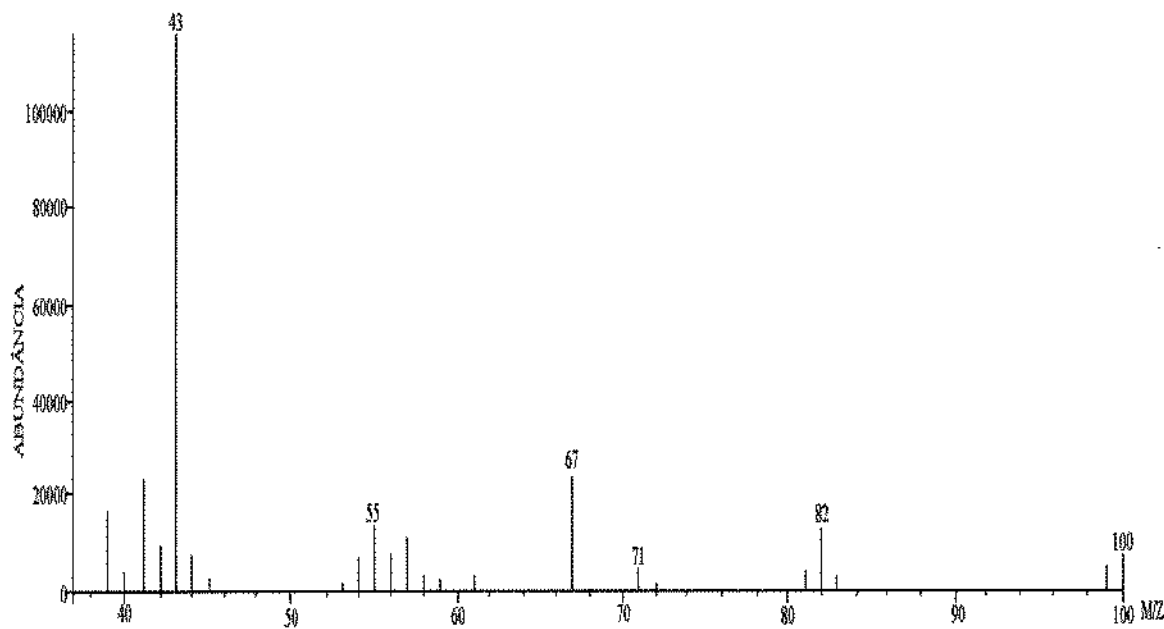
Espectro de massa do hexanoato de etila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



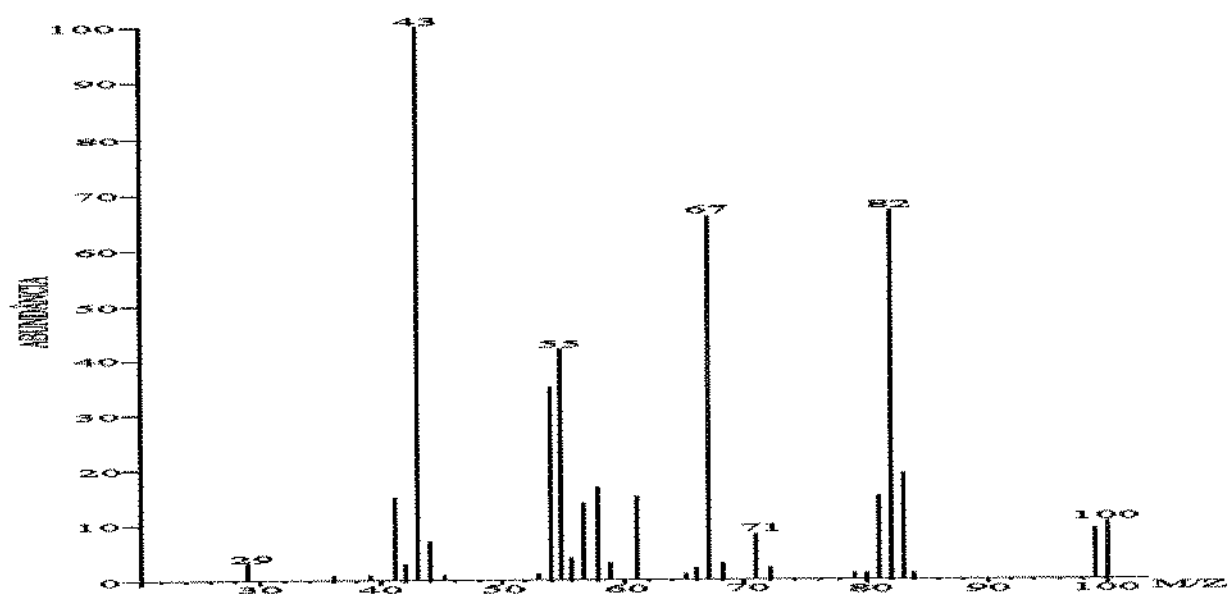
Espectro de massa do acetato de hexila obtido neste estudo.



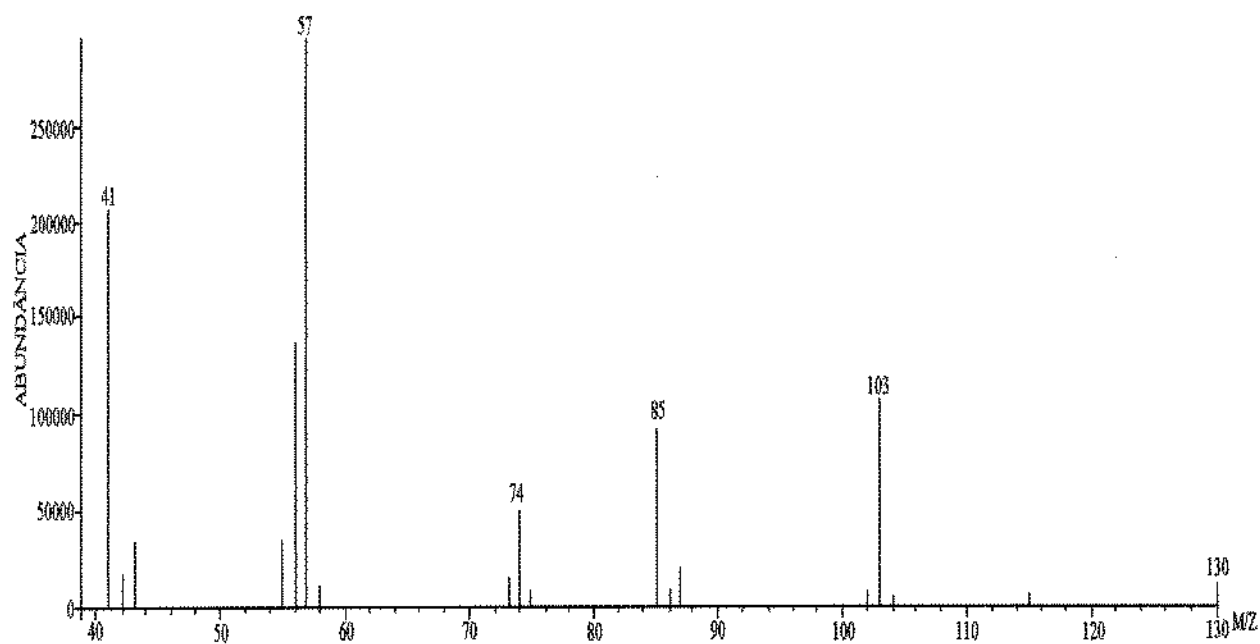
Espectro de massa do acetato de hexila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



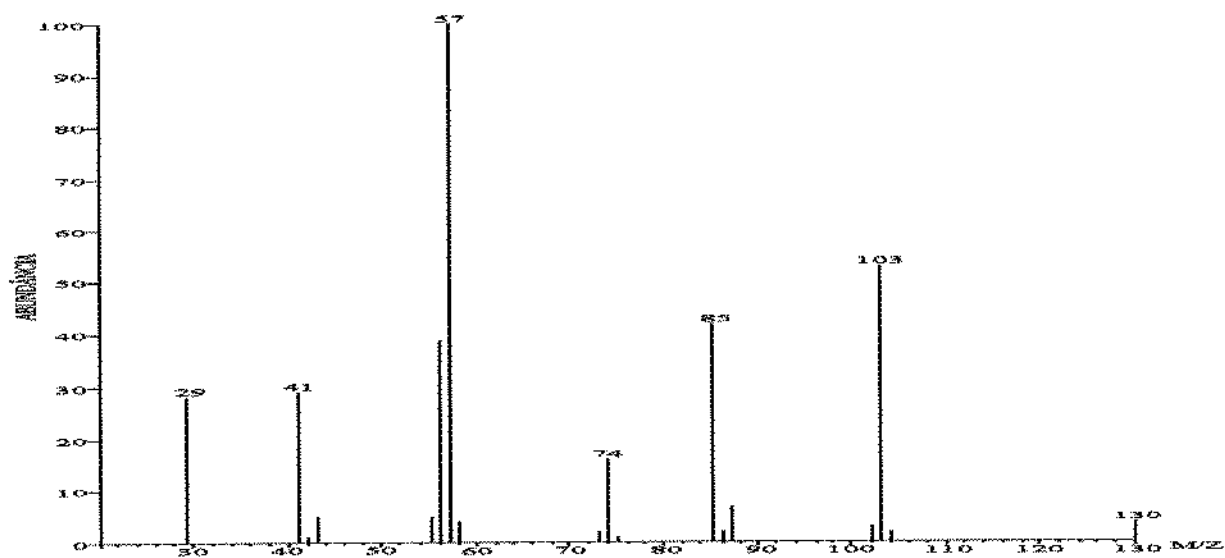
Espectro de massa do acetato de ciclo hexila obtido neste estudo.



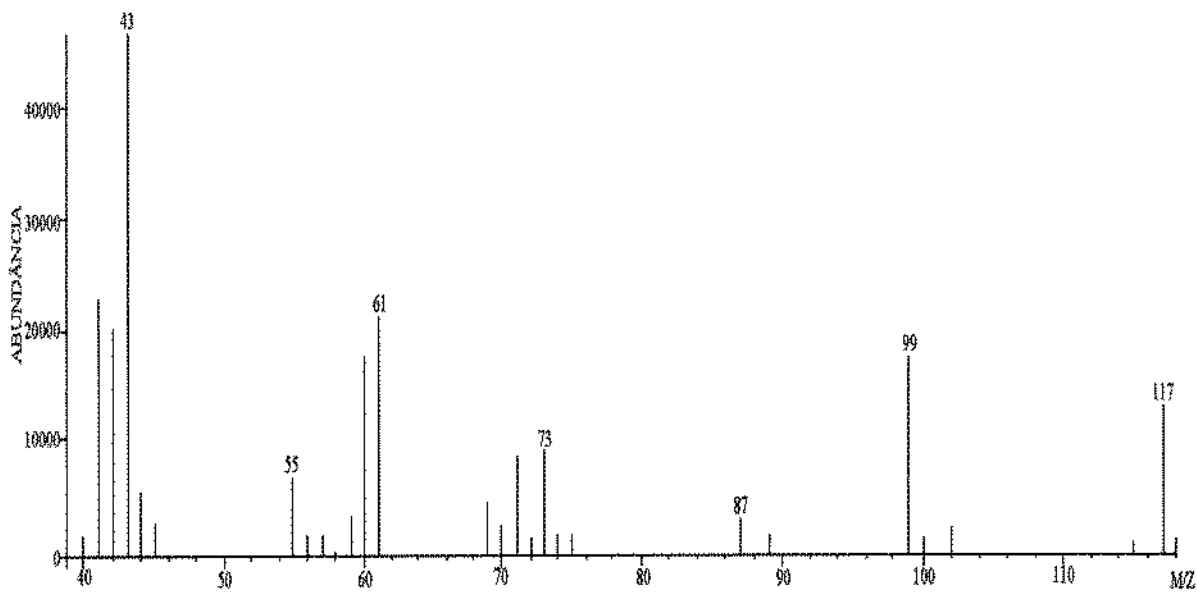
Espectro de massa do acetato de ciclo hexila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



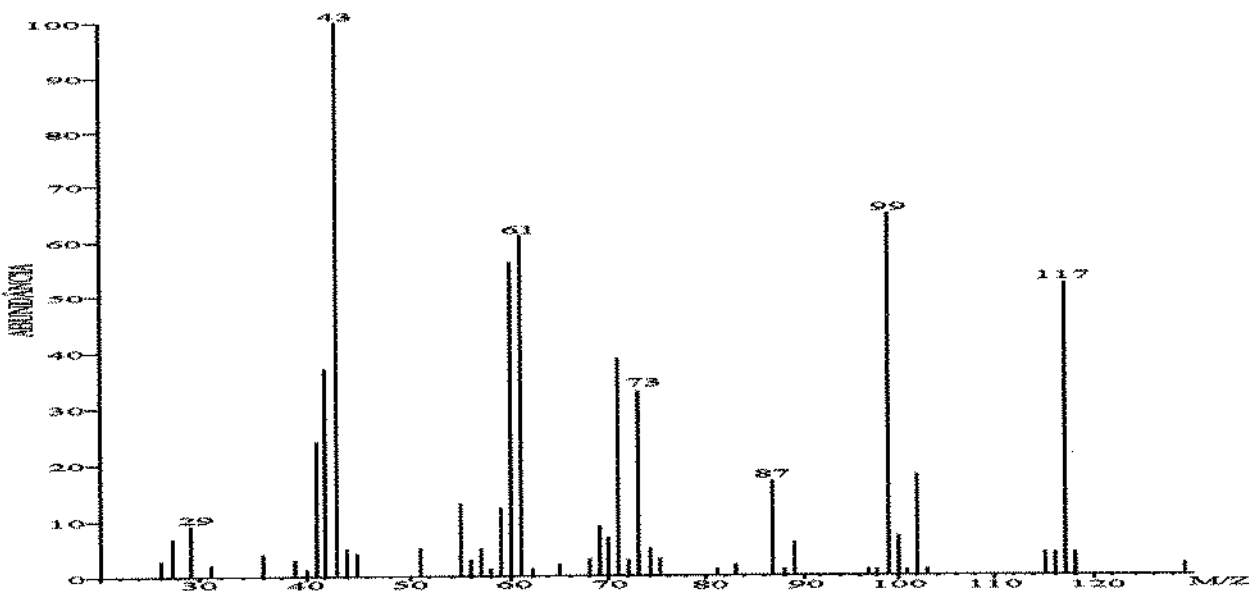
Espectro de massa do 2-metil butanoato de butila obtido neste estudo.



Espectro de massa do 2-metil butanoato de butila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).



Espectro de massa do hexanoato de propila obtido neste estudo.



Espectro de massa do hexanoato de propila da literatura (JENNINGS & SHIBAMOTO, 1980).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, M. Maçã rende US\$ 100 mi em Fraiburgo. Folha de São Paulo, São Paulo, 8 mar. 1994. Caderno Agrofolha, p.1.
2. ASTM (American Society for Testing and Materials) Guidelines for the selection and training of sensory panel members. ASTM, Sp. Tech. Publ., n. 758, 1981.
3. BLECHER, B. Exportação de frutas bate recorde em 92. Folha de São Paulo, São Paulo, 19 jan. 1993. Caderno Agrofolha, p.1.
4. BUDZIKIEWICZ, H.; DJERASSI, C. ; WILLIAMS, D.H. Mass Spectrometry of Organic Compounds. San Francisco, California: Holden-Day Inc., 1967. p.192.
5. CARELLI, A. & LOZANO, J. Apple aroma from Argentina: quality evaluation by capillary gas chromatography. J. of High Resulation Chromatography, S.I., v.12, p.488-490, jul., 1989.
6. DAMÁSIO, M.H. & COSTELL, E. Analisis sensorial descriptioo: generaci3n de descriptores y selecci3n de catadores. Rev. Agroqu3m. Tecnol. Aliment., v.31/2, p.165-178, 1991.
7. DI CESARE, L.F.; NANI, R.; POLESELLO, A. Utilization of apolar sorbents for the recovery of fruit juice aroma. Part 5: Comparison between adsorption and distillation methods for Golden Delicious apple juice. Flüssiges Obst., S.I., v.55, n.4, p.172-173, 1988.
8. DI CESARE, L.F.; VITALI, S.; SCOTTO, P. Control of influence of technological treatments on the aroma profile during fruit juice preparation. Fruit Processing, S.I., v.1, n.5, p.68-71, 1991a.

9. DI CESARE, L.F.; VITALI, S.; NANI, R. Application of apolar resin for the improvement of the organoleptic quality of the aromatic distillate of Golden Delicious apple. Fruit Processing, S.I., v.1, n.9, p.142-143, 1991b.
10. DIMICK, P.S. & HORKIN, J.C. Review of apple flavor - state of the art. CRC Crit. Rev. Food. Sci. Nutr., S.I., v.18, n.4, p.387-409, 1983.
11. EMPASC (Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S/A). Manual da Cultura da Macieira. SECRETARIA da Agricultura e do Abastecimento, Florianópolis: Departamento de Informações e Documentação (DID/EMPASC), 1986. 562p.
12. ERICKSSON, C.E. Review of byosynthesis of volatiles in fruits and vegetables since 1976. In: Progress in Flavour Research. London: Applied Science Publications Ltda, 1979.
13. FRANCO, M.R.B. Isolamento e cromatografia gasosa dos voláteis de graviola e mamão. Campinas, 1980. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
14. FRANCO, M.R.B. Componentes voláteis e sabor de manga (*Mangifera indica* L.) e mamão (*Carica Papaya* L.). Campinas, 1992. 180p. Tese (Doutora em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
15. FRANCO, M.R.B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Tapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. J. Sci. Food Agric., S.I., v.34, n.3, p.293-299, 1983.
16. FREY, W. Fraiburgo, Berço da Maçã Brasileira. 1ed. Curitiba: Lítero-técnica, 1987. 157p.

17. GONÇALVES, J.A. País bate recorde na exportação de frutas. Folha de São Paulo, São Paulo, 22 nov. 1994. Caderno Agrofolha, p.1.
18. GONÇALVES, J.A. Frio ameno reduz safra da maçã na região Sul. Folha de São Paulo, São Paulo, 16 jan. 1996. Caderno Agrofolha, p.8.
19. GROB, K.Jr.; ROMANN, A. Sample transfer in splitless injections in capillary gas chromatographic. J. Chromatogr., S.I., n.214, p.118, 1981.
20. JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. Quantitative analysis of flavour and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. New York: Academic Press, 1980.
21. KAKIUCHI, N.; MOIGUCHI, S; ICHIMURA, N.; KATO, Y.; BANBA, Y. Changes in the composition and amounts of volatiles compounds of apple juice associated with thermal processing. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, S.I., v.34, n.2, p.115-122, 1987.
22. LEA, A. G.H. & FORD, G.D. Instrumental and sensory Characterisation of Commercial Apple Juice. Fruit Processing, v.1, n.3, p.29-32, 1991.
23. MACLEOD, A.J.; CAVE, S.J. Volatile component of eggs. J. Sci. Food Agri., S.I., n.26, p.351, 1975.
24. MCLAFFERTY, F.W. Interpretation of Mass Spectra. Mill Valley, California: N. Turno, 1980. 293p.
25. MENCONI, D. RS terá foguete antigranizo. Folha de São Paulo, São Paulo, 17 abr. 1990. Caderno Agrofolha, p.G-6.
26. MOSKOWITZ, H.R. Product testing and sensory evaluation of foods. Westport: Food & Nutrition. Press Inc., 1983. 605p.

27. NICKERSON, G.B.; LIKENS, S.T. Gas chromatographic evidence for the occurrence of hop oil components in beer. J. Chromatogr., S.I., v.21, p.1, 1966.
28. NOBLE, A.C.; WILLIAM, A.A.; LANGRAN, S.P. J. Sci. Food Agric., S.I., v.35, p.88, 1984.
29. NOGUEIRA, T. Brasil e EUA buscam cura de macieiras. Folha de São Paulo, São Paulo, 12 jun. 1990. Caderno Agrofolha, p.G-6.
30. NURSTEN, H.E.; WOOLFE, M.L. An examination of the volatile compounds present in cooked Bramley's Seedling apples and the changes they undergo on processing. J. Sci. Food Agric., S.I., v.23, p.803-822, 1972.
31. O'MAHONY, M. Sensory evaluation of food. Statistical methods and procedures. New York: Marcel Dekker Inc., 1986. 413p.
32. PAILLARD, N. M. M. The Flavour of Apples, Pears and Quinces. In: MORTON, I. D. & Mac Leod, A. J. The Favours of Fruits. New York. Elsevier Inc., 1990. p.1-42
33. PÉREDI, K.; VÁMOS-VIGYAXÓ, L.; KISS-KUTZ, N. Flavor losses in apple juice manufacture. Die Nahrung, S.I., v.25, n.6, p.573-582, 1981.
34. PÉREZ, A. G.; SANZ, C.; RÍOS, J.J.; OLÍAS, J.M. Nota. Estudio comparativo de los perfiles aromáticos de manzana, plátano y fresa. Revista Espanhola de Ciência y Tecnología de Alimentos, v.33, n.6, p665-677, 1993.
35. QUEVEDO, S. Frio melhora a qualidade das frutas em SC. Folha de São Paulo, São Paulo, 21 fev. 1995. Caderno Agrofolha, p.4.
36. REPORTAGEM LOCAL. Embrapa pesquisa doença em macieira. Folha de São Paulo, São Paulo, 22 jul. 1986. Caderno Agrofolha, p.4.

37. REPORTAGEM LOCAL. Maçã frigorificada por computador. Folha de São Paulo, São Paulo, 9 set. 1986. Caderno Agrofolha, p.4.
38. REPORTAGEM LOCAL. Yakult amplia plantio para produzir suco. Folha de São Paulo, São Paulo, 17 abr. 1990. Caderno Agrofolha, p.G-6.
39. REY, L.R. IAC desenvolve variedade de maçã com alta produtividade. Folha de São Paulo, São Paulo, 5 ago. 1986. Caderno Agrofolha, p.3.
40. RIZZOLO, A.; POLESELLO, A. CGC/Sensory analysis of volatile compounds developed from ripening apple fruit. J. of High Resolution Chromography. S.I., v.12, p.824-827, dec., 1989.
41. SATAQUE, E.Y.; WOSIACKI, G. Caracterização da polifenoloxidase da maçã (Malus domestica, var Gala). Arg. Biol. Tecnol., S.I., v.30, n.2, p.287-299, jun., 1987.
42. SOUZA, C.A. Colheita de maçã rende 180 mil toneladas no RS. Folha de São Paulo, São Paulo, 8 mar. 1994. Caderno Agrofolha, p.4.
43. STENHAGEN, F.; ABRAHAMSSON, S.; MCLAFFERTY, F.W. Registry of Mass Spectral Data. New York: John Willey & Son, v.1 e 2, 1974.
44. STONE, H. & SIDEL, J. Sensory evaluation practices. Academic Press: New York, 1985. 311p.
45. TERANISHI, R.; ISSENBERG, P.; HORNSTIEN, I.; WICK, E.L. Flavor Research. Principles and Techniques. New York: Marcel Dekker Inc., 1971. p.40.
46. WATADA, A. E.; ABBOTT, J. A.; HARDENBURG, R. E.; LUSBY, W. Relationships of Apple Sensory Attributes to Headspace Volatiles, Soluble Solids, and Titratable Acids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. v.106, n.2. p.130-132, 1981.

47. WEURMAN, C. Isolation and concentration of volatiles in food odor research. J. Agric. Food Chem., S.I., n.17, p.370, 1969.
48. WICKREMASINGHE, R. L.; WICK, E.L.; YAMANISH, T. Gas chromatographic-mass spectrometry, analysis of "flavory and non flavory" Ceylon black tea aroma concentrates prepared by two different methods. J. Chromatogr., S.I., n.79, p.75, 1973.
49. WOSIACKI, G.; SINCHIERI, V.L.; PINTO, M.L.Q.; OLIVEIRA, T.C.R.M.; CEREBELLI, M.I. Avaliação da maçã Anna para processamento do suco. Alimentação, S.I., n.77, p.11-15, 1985.
50. WOSIACKI, G.; SINCHIERI, V.L.; CEREBELLI, M.I.; SATAQUE, E.Y.; NAMIUCHI, N.N.; CESAR, E.O. Avaliação do uso da maçã nacional (Malus domestica) para fins industriais. I - Características de qualidade dos sucos das variedades Fuji, Gala e Golden Delicious. B. Soc. Bras. Ci. Tecnol. Aliment., S.I., v.21, n.2, p.65-78, 1987.
51. WOSIACKI, G. Maçãs: suco clarificado - uma opção inteligente. Toda Fruta, S.I., n.35, p.16-18, jun., 1989a.
52. WOSIACKI, G.; NAMIUCHI, N.N.; CEREBELLI, M.I.; SATAQUE, E.Y.; SINCHIERI, V.L.; OLIVEIRA, T.C.; CESAR, E.O. Estabilidade do suco clarificado de maçãs. Parte I - Processo de obtenção do suco de maçãs. Arq. Biol. Tecnol., S.I., v.32, n.4, p.775-786, out., 1989b.
53. WOSIACKI, G. Avaliação sensorial do suco de maçã Gala. Alimentos e Tecnologia, S.I., n.22, p.59-62, 1989c.
54. WOSIACKI, G.; CHIQUETTO, N.C.; KIRCHNER, C.L. Avaliação do uso da maçã nacional (Malus domestica) para fins industriais. II - Características de qualidade de sucos clarificados de cinco variedades: Anna, Gala, Ohio Beauty, Pome-3 e Rainha, colhidas na safra 1989/90. B. Soc. Bras. Ci. Tecnol. Aliment., S.I., v.12, n.2, p.160-173, jul./dez., 1992a.

55. WOSIACKI, G.; KAMIKOGA, A.T.M.; NEVES, J.F.Jr. Características do suco clarificado de maçãs. Alimentos e Tecnologia, S.I., n.37, p.76-79, 1990.
56. WOSIACKI, G.; KAMIKOGA, A.T.M.; SATAQUE, E.Y.; CÉSAR, E.O. Características de qualidade de sucos despectinizados de maçãs. Semina: Ci. Agr., Londrina, v.13, n.1, p.7-14, mar., 1992b.
57. WOSIACKI, G.; CHIQUETTO, N.C.; KIRCHNER, C.L. Brazilian Apple Production. FRUIT PROSSING, Gadea (Moore), n°8, p277-283, August, 1993.
58. WOSIACKI, G.; DEMIATE, I.M.; CHERUBIN, R.A. Brazilian Apple Juice Processing. FRUIT PROSSING, Gadea (Moore), n°5, p130-133, May, 1995.
59. YAJIMA, I.; YANAI, T.; NAKAMURA, M.; SAKAKIBARA, H.; HAYASHI, K. Volatile flavor components of Kogyoku Apples. Agric. Biol. Chem., S.I., v.48, n.4, p.849-855, 1984.