

DEISE ROSANA SILVA SIMÕES

**ABORDAGEM TECNOLÓGICA E SENSORIAL NOS PRODUTOS DE
MAÇÃ: SUCO, FERMENTADO E SIDRA**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nina Waszczynskyj
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Co-orientador: Prof. Dr. Gilvan Wosiacki
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

CURITIBA

2008

DEISE ROSANA SILVA SIMÕES

**ABORDAGEM TECNOLÓGICA E SENSORIAL NOS PRODUTOS DE
MAÇÃ: SUCO, FERMENTADO E SIDRA**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profª. Drª. Nina Waszczynskij
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Co-orientador: Prof. Dr. Gilvan Wosiacki
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

CURITIBA

2008

Simões, Deise Rosana Silva

Abordagem tecnológica e sensorial nos produtos de maçã; suco, fermentado e sidra / Deise Rosana Silva Simões. - Curitiba, 2008.

174 f. : il., tabs, grafs..

Orientadora: Profa. Dra. Nina Waszczynskij

Co-orientador: Prof. Dr. Gilvan Wosiacki

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Inclui Bibliografia.

1. Maça - Produtos. 2. Sidra. 3. Bebidas fermentadas. 4. Fermentação. 5. Avaliação sensorial. 6. Biomassa. I. Waszczynskij, Nina. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 664.63

DEDICATÓRIA

À minha mãe Eliana Simões (in memoriam) por ter sido esse “exemplo maravilhoso de força, fé, coragem e resignação”; pela lição de vida, pelo exemplo de luta e perseverança em “todos” os momentos; pela autenticidade, pela alegria e principalmente pelo Amor. Foi muito pouco tempo de convívio, mas intenso em alegria, aprendizado e amizade. Modelo de mulher, sempre amou e se entregou ao estudo, dando o melhor exemplo que eu poderia ter. Para sempre, minha Mestre!!!

Ào meu pai João Simões e meu irmão Rodrigo Simões, por fazer parte da minha vida, pelos exemplos de caráter, companheirismo, dignidade, amizade, pelo apoio em minhas batalhas, estando incondicionalmente dispostos a ajudar, e dizer as palavras mais especiais e oportunas em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de estar onde estou, com quem estou, fazer o que faço; viver e aprender muitas lições aqui na terra: saber esperar, calar, falar, recuar e lutar nas horas certas. Esse é o real aprendizado, um exercício de paciência e merecimento.

À minha religião, por me fazer sentir tão bem e tão forte, tão feliz e em paz.

Aos professores e amigos Gilvan Wosiacki, Nina Waszczyński e Maria Lúcia Masson, por acreditarem em mim e depositarem um voto de confiança (eles sabem a que me refiro).

Ao grande amigo Alessandro Nogueira, pelo incentivo e colaboração no trabalho, pela dedicação e amor à pesquisa, estando sempre disposto a ajudar.

À Prof^a. Nelci Chiquetto pelas dicas e ajuda prestadas.

Ao Eriel Forville de Andrade, pela disposição e ajuda nas análises cromatográficas.

À minha sogra D. Marlene Cipolari, por me ajudar a dar o carinho e atenção aos meus filhos nos momentos de ausência.

Aos meus filhos Larissa Simões Cipolari e João Vitor Simões Cipolari, o melhor presente da minha vida, amores da minha vida (lindos, fofos, maravilhosos), que desde muito pequeninos, prematuros, já começaram lutando pela vida na UTI. Amo, amo, amo vocês, muito além do horizonte.

Ao meu marido Alexandre Cipolari, pelo incentivo, compreensão e paciência. Pai amoroso e dedicado, fez meu papel em muitos sábados e domingos de laboratório e escritório.

Aos amigos da UEPG, em especial, Rita Nabosly, Denise Mendes e Danianni Zardo, pela amizade, solidariedade e força.

Aos amigos Aline Alberti, Sérgio Teixeira, Richard Nunes da Silva, Luciana Gabriel, Giovanni Zanlorenzi, Renato Giovanetti, Leila Falcão e Leila Dierings, pelo apoio e ajuda prestados.

À amiga Liane Vargas, pela estimada colaboração nas correções de português.

Àqueles que contribuíram para a realização das análises sensoriais, sem os quais não seria possível atingir os objetivos propostos.

Ao amigo Eduardo Batista (Du), pelas dicas e ajuda em tudo que precisei, e pelos momentos de leveza, risadas e distração que tivemos.

Aos amigos e “cumpadres” Ana Barana e Ivo Demiate, pelo incentivo e palavras amigas em momentos difíceis.

A EPAGRI, pela valiosa colaboração na pesquisa através do fornecimento da maçã cultivar Joaquina.

A Capes, pela concessão da bolsa de doutorado através do Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica – PICDT da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Ao Departamento de Engenharia de Alimentos (DEA) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), pela liberação das atividades docentes para realização do curso de doutorado.

Finalmente, a todos que estiveram comigo nesta batalha, o meu mais sincero agradecimento.

SUMÁRIO

RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 REVISÃO DE LITERATURA	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1.1 MAÇÃ.....	7
1.2 SIDRA.....	9
1.2.1 Processamento da Sidra.....	10
1.2.2 Redução de Biomassa.....	12
1.3 AROMA.....	14
1.3.1 Aroma em Maçã, Suco e Sidra.....	17
1.3.2 Metodologia Instrumental na Avaliação do Aroma.....	23
1.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	29
1.4.1 Testes Afetivos.....	31
1.4.2 Análise Multivariada na Avaliação Sensorial.....	33
1.4.3 Qualidade Sensorial.....	33
1.5 CONSIDERAÇÕES.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
CAPÍTULO 2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DA CULTIVAR JOAQUINA PARA OBTENÇÃO DE SUCO E FERMENTADO DE MAÇÃ	44
RESUMO	45
ABSTRACT	46
2.1 INTRODUÇÃO.....	47
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.2.1 Matéria-Prima e Preparo das Amostras.....	49
2.2.2 Processamento dos Sucos de Maçã.....	49
2.2.3 Processamento dos Fermentados de Maçã.....	52
2.2.4 Avaliações Físico-Químicas.....	54
2.2.5 Teste Sensorial de Aceitação dos Sucos e Fermentados de Maçã.....	55
2.2.6 Caracterização dos Hábitos de Consumo dos Provedores.....	57
2.2.7 Avaliação Estatística.....	58
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
2.3.1 Caracterização Físico-Química das Amostras de Suco de Maçã.....	59
2.3.2 Teste Sensorial de Aceitação dos Sucos de Maçã.....	61
2.3.3 Caracterização Físico-Química das Amostras de Fermentado de Maçã.....	65
2.3.4 Caracterização dos Hábitos de Consumo de Vinho Branco.....	66
2.3.5 Aceitação dos Fermentados Varietais de Maçã.....	70
2.4 CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
CAPÍTULO 3 EFEITO DA REDUÇÃO DE BIOMASSA NO PROCESSAMENTO DE FERMENTA- DO DE MAÇÃ GALA E JOAQUINA	78
RESUMO	79
ABSTRACT	80
3.1 INTRODUÇÃO.....	81
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	83

3.2.1 Matéria-Prima.....	83
3.2.2 Elaboração dos Fermentados de Maçã.....	83
3.2.3 Redução de Biomassa nos Fermentados de Maçã.....	84
3.2.3.1 Preparo do Inóculo das Leveduras Secas Ativas.....	86
3.2.3.2 Contagem de Células.....	86
3.2.3.3 Peso Seco de Levedura.....	87
3.2.4 Caracterização Físico-Química dos Fermentados de Maçã.....	87
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
3.3.1 Caracterização Físico-Química dos Sucos e Fermentados de Maçã.....	89
3.3.2 Redução de Biomassa.....	91
3.3.3 Monitoramento da Fermentação.....	95
3.4 CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS.....	104
CAPÍTULO 4 COMPOSTOS VOLÁTEIS DOS FERMENTADOS DE MAÇÃ.....	107
RESUMO.....	108
ABSTRACT.....	109
4.1 INTRODUÇÃO.....	110
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	113
4.2.1 Fermentado de Maçã.....	113
4.2.2 Avaliação dos Compostos Voláteis.....	114
4.2.2.1 Preparo das Amostras.....	114
4.2.2.2 Isolamento dos Compostos Voláteis.....	114
4.2.2.3 Avaliação Cromatográfica.....	117
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	118
4.3.1 Determinação dos Alcóois nos Fermentados Varietais.....	118
4.3.2 Concentração de Ésteres nos Fermentados Varietais.....	120
4.4 CONCLUSÕES.....	124
REFERÊNCIAS.....	125
CAPÍTULO 5 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DOS FERMENTADOS DE MAÇÃ E SIDRAS.....	128
RESUMO.....	129
ABSTRACT.....	130
5.1 INTRODUÇÃO.....	131
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	133
5.2.1 Material.....	133
5.2.2 Caracterização Físico-Química dos Sucos e Fermentados de Maçã.....	134
5.2.3 Avaliação Sensorial dos Fermentados de Maçã.....	135
5.2.3.1 Avaliação da Aceitação dos Fermentados de Maçã.....	135
5.2.3.2 Gaseificação dos Fermentados de Maçã.....	140
5.2.3.3 Avaliação do Aroma das Sidras Varietais.....	141
5.2.3.4 Teste de Ordenação para Preferência das Sidras Varietais.....	143
5.2.4 Análises Estatísticas.....	145
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	147
5.3.1 Caracterização Físico-Química dos Sucos e Fermentados de Maçã.....	147
5.3.2 Avaliação Sensorial dos Fermentados de Maçã.....	149
5.3.2.1 Teste de Aceitabilidade dos Fermentados de Maçã.....	149
5.3.2.2 Avaliação do Aroma das Sidras Varietais.....	161
5.3.2.3 Avaliação da Preferência das Sidras Varietais.....	164

5.4 CONCLUSÕES.....	166
REFERÊNCIAS.....	169
CONCLUSÕES FINAIS.....	172
SUGESTÕES.....	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Indicadores de qualidade de interesse agroindustrial dos sucos de maçã das cultivares Fuji, Gala e Joaquina	59
Tabela 2.2	Distribuição dos açúcares simples dos sucos de maçãs.....	61
Tabela 2.3	Resultados da análise de variância para a aceitação de suco de maçã.....	62
Tabela 2.4	Diferença mínima significativa entre as amostras de suco de maçã.....	62
Tabela 2.5	Média da aceitação das amostras de suco de maçã.....	63
Tabela 2.6	Características físico-químicas dos fermentados varietais de maçã.....	65
Tabela 2.7	Faixa etária dos participantes da avaliação sensorial.....	66
Tabela 2.8	Preferência dos participantes quanto ao tipo de vinho branco.....	67
Tabela 2.9	Porcentagens para os tipos de vinhos dividida pela faixa etária.....	68
Tabela 2.10	Frequência de consumo de vinho.....	69
Tabela 2.11	Resultados da análise de variância para aceitação dos fermentados de maçã.....	70
Tabela 2.12	Média da aceitação das amostras de fermentado de maçã.....	71
Tabela 3.1	Características físico-químicas dos sucos e fermentados varietais de maçã.....	89
Tabela 3.2	População de leveduras nos pontos de fermentação do mosto da cv Joaquina.....	101
Tabela 3.3	População de leveduras nos pontos de fermentação do mosto da cv Gala.....	101
Tabela 4.1	Concentração dos padrões de álcoois e aldeído.....	115
Tabela 4.2	Composição da solução de referência para análise de ésteres etílicos de ácidos graxos, acetatos de álcoois superiores, ácidos graxos livres, ácidos graxos voláteis, succinato de dietila, lactato de etila, acetato de etila, hexanol 1 e 2 fenil etanol.....	117
Tabela 4.3	Concentrações médias dos álcoois e aldeído nos fermentados de maçã.....	118
Tabela 4.4	Concentração média dos ésteres nos fermentados varietais de maçã.....	120
Tabela 4.5	Concentração média de ácidos graxos voláteis nos fermentados varietais de maçã.....	122
Tabela 5.1	Indicadores de qualidade dos sucos de maçã das cvs Gala e Joaquina.....	147
Tabela 5.2	Características físico-químicas dos fermentados varietais de maçã.....	148
Tabela 5.3	Resultados da análise de variância para a aceitação dos fermentados de maçã...	150
Tabela 5.4	Diferença mínima significativa entre as amostras.....	150
Tabela 5.5	Aceitação média das amostras de fermentado de maçã.....	151
Tabela 5.6	Média da equipe de consumidores para a aceitação quanto à aparência, cor, sabor e aroma para amostras de fermentado de maçã.....	153
Tabela 5.7	Correlação das variáveis com os fatores.....	158
Tabela 5.8	Coeficientes de correlação entre os atributos sensoriais dos fermentados de maçã.....	158
Tabela 5.9	Compilação dos dados do teste de comparação pareada.....	161
Tabela 5.10	Médias dos resultados hedônicos para aroma das sidras.....	162
Tabela 5.11	Médias atribuídas ao aroma dos produtos antes e após gaseificação.....	163
Tabela 5.12	Soma das ordens de cada amostra no teste de ordenação-preferência.....	164

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1	Classes de compostos de aromas e seus limiares de percepção de odor.....	15
Quadro 1.2	Compostos voláteis encontrados na maçã.....	20
Quadro 1.3	Compostos voláteis encontrados na maçã Fuji e seu respectivo suco em diferentes etapas de processamento.....	21
Quadro 1.4	Compostos voláteis encontrados na sidra.....	22
Quadro 1.5	Principais compostos voláteis encontrados na maçã, suco e sidra.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Ilustração do sistema de cromatografia a gás olfatométrica CG-O (OSME).....	27
Figura 2.1	Fotos do acondicionamento das maçãs.....	50
Figura 2.2	Ilustração da retirada das embalagens para pesagem.....	50
Figura 2.3	Lavagem em água potável.....	50
Figura 2.4	Processador de facas utilizado para triturar as frutas.....	51
Figura 2.5	Maçã triturada.....	51
Figura 2.6	Extração do suco de maçã pela operação de prensagem.....	51
Figura 2.7	Despectinização do suco “bruto” de maçã.....	52
Figura 2.8	Fermentadores menores e monitoramento de temperatura na fermentação	53
Figura 2.9	Clarificação natural devido ao fim dos açúcares e precipitação das leveduras.....	54
Figura 2.10	Ficha de tomada de dados para avaliação sensorial da aceitabilidade de suco de maçã.....	56
Figura 2.11	Amostras de suco de maçã clarificado das cultivares Gala, Fuji e Joaquina	57
Figura 2.12	Amostras de fermentado de maçã das cultivares Gala, Fuji e Joaquina	57
Figura 2.13	Modelo de questionário utilizado para avaliação dos hábitos de consumo dos provadores.....	58
Figura 2.14	Ilustração da diferença de acidez existente entre o suco da cv Fuji, Gala e Joaquina.....	60
Figura 2.15	Ilustração da diferença da razão açúcar:ácido existente entre os sucos das cvs Fuji, Gala e Joaquina.....	60
Figura 2.16	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos sucos varietais da Fuji, Gala e Joaquina.....	64
Figura 2.17	Atributos mais e menos apreciados pelos provadores nos sucos varietais.....	64
Figura 2.18	Distribuição de idade dos participantes da avaliação sensorial.....	67
Figura 2.19	Preferência dos consumidores quanto ao tipo de vinho.....	68
Figura 2.20	Freqüência de consumo de vinho pelos consumidores.....	69
Figura 2.21	Justificativas dos consumidores pela opção da bebida.....	70
Figura 2.22	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais da Fuji, Gala e Joaquina.....	72
Figura 2.23	Atributos mais e menos apreciados pelos consumidores nos fermentados de maçã.....	72
Figura 3.1	Procedimento para o processamento de fermentado seco e doce (com redução de biomassa).....	85
Figura 3.2	Liberação de gás carbônico durante a fermentação do mosto da cv Gala.....	91
Figura 3.3	Liberação de gás carbônico na fermentação com redução de biomassa para a cv Gala.....	92
Figura 3.4	Liberação de gás carbônico durante a fermentação do mosto da cv Joaquina.....	93
Figura 3.5	Liberação de gás carbônico na fermentação com e sem a operação de redução de biomassa no fermentado da cv Joaquina.....	94
Figura 3.6	Variação da temperatura durante a fermentação.....	96
Figura 3.7	Açúcares redutores totais nos fermentados secos de maçã.....	96
Figura 3.8	Açúcares redutores totais nos fermentados doces de maçã.....	97
Figura 3.9	Evolução da graduação alcoólica para os fermentados secos de maçã.....	98
Figura 3.10	Evolução da graduação alcoólica para os fermentados doces de maçã.....	98
Figura 3.11	Evolução da acidez durante a fermentação.....	99
Figura 3.12	Comportamento dos compostos fenólicos durante a fermentação.....	99
Figura 3.13	Peso seco das leveduras nos fermentados secos de maçã.....	100
Figura 3.14	Peso seco das leveduras nos fermentados doces de maçã.....	100
Figura 5.1	Esquema para obtenção dos quatro fermentados e fotos de cada produto.....	134
Figura 5.2	Ficha de tomada de dados para avaliação sensorial da aceitabilidade dos fermentados de maçã.....	136
Figura 5.3	Ficha de tomada de dados para avaliação do perfil sensorial das amostras de fermentados de maçã.....	137
Figura 5.4	Ficha de tomada de dados para avaliação da aceitabilidade das amostras utilizando a escala do ideal.....	138
Figura 5.5	Ficha de tomada de dados para intenção de compra das amostras de fermentados de maçã.....	139

Figura 5.6	Amostras de fermentados de maçã das cultivares Gala e Joaquina (doce e seco) respectivamente.....	140
Figura 5.7	Gaseificador acoplado ao cilindro de gás carbônico.....	141
Figura 5.8	Ficha de tomada de dados para comparação pareada do aroma das amostras sidras varietais	142
Figura 5.9	Ficha de tomada de dados para aceitabilidade do aroma das sidras varietais	143
Figura 5.10	Ficha de tomada de dados para ordenação das amostras de sidras varietais.....	144
Figura 5.11	Ficha de tomada de dados para a atitude de compra das sidras varietais.....	145
Figura 5.12	Distribuição de idade dos participantes da avaliação sensorial.....	149
Figura 5.13	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais Gala (doce e seco) e Joaquina (doce e seco).....	152
Figura 5.14	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto à aparência.....	154
Figura 5.15	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto à cor.....	155
Figura 5.16	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto ao aroma.....	155
Figura 5.17	Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto ao sabor.....	156
Figura 5.18	Análise de Componentes Principais (ACP) dos atributos sensoriais avaliados por Escala Hedônica para fermentado de maçã com e sem redução de biomassa (doce e seco).....	157
Figura 5.19	Freqüência das categorias de cor pelos consumidores.....	158
Figura 5.20	Freqüência das categorias de doçura pelos consumidores.....	159
Figura 5.21	Freqüência das categorias de acidez pelos consumidores.....	159
Figura 5.22	Freqüência das categorias de intenção de compra para sidra Joaquina.....	160
Figura 5.23	Freqüência das categorias de intenção de compra para sidra Gala.....	161
Figura 5.24	Distribuição das freqüências de valores atribuídos às sidras Joaquina seco e doce quanto ao aroma.....	162
Figura 5.25	Distribuição das freqüências de valores atribuídos às sidras Gala doce e Joaquina seco quanto ao aroma.....	163
Figura 5.26	Distribuição de idade dos participantes da avaliação sensorial.....	164
Figura 5.27	Freqüência das categorias de intenção de compra para as sidras varietais.....	165

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

ABPM	Associação Brasileira de Produtores de Maçã
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Análise de Componentes Principais
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AR	Açúcares redutores
ART	Açúcares redutores totais
atm	Atmosfera
°B	Graus Brix
CG/EM	Cromatografia a gás/espectrometria de massa
CG-O	Cromatografia a Gás-Olfatométrica
CO ₂	Dióxido de carbono
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CTA	Centro de Tecnologia de Alimentos
cv	Cultivar
cvs	Cultivares
DIC	Detector de Ionização de Chama
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FID	Fire Ionization Detector
FRU	Frutose
g, mg, µg	Gramma, miligramma, microgramma
GL	Gay Lusac
GLU	Glucose
HCl	Ácido Clorídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAL	Instituto Adolfo Lutz
LSA	Levedura Seca Ativa
min	Minutos
mL, L	Mililitro (s), litro (s)
mg, kg	Miligramma, quilogramma
NaOH	Hidróxido de Sódio
NBR	Norma Brasileira
p	Probabilidade
ppb	Parte por bilhão
pH	Potencial hidrogeniônico
ppm	Parte por milhão
PVC	Policloreto de Vinila
RB	Redução de Biomassa
SAC	Sacarose
t	Tonelada
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
ufc	Unidade formadora de colônia
µM	Micromolar
X ²	Qui-quadrado
%	Porcentagem

RESUMO

As frutas de descarte, também chamadas de industriais, apresentam potencial tecnológico e podem ser aproveitadas na fabricação de diversos produtos, como sucos e fermentados alcoólicos. Na classificação das maçãs para o comércio, uma parcela de até 30% pode ser descartada. As cultivares de maçã Fuji e Gala perfazem cerca de 90% da produção brasileira e apresentam baixa aptidão industrial, entretanto, outras cultivares podem apresentar características que tornem o produto final com qualidade superior. A cultivar Joaquina, desenvolvida nos laboratórios EPAGRI apresenta boa resistência à sarna, frutos grandes, atrativos, de gosto adocicado e coloração vermelho-estriada, ou seja, características de qualidade de maçãs comerciais. Assim, foi avaliado o potencial tecnológico da cultivar Joaquina para a fabricação de suco clarificado e de fermentado de maçã em comparação com as cultivares Fuji e Gala, avaliando a influência do processo de redução de biomassa nas características dos fermentados, os compostos voláteis majoritários e avaliação de atributos sensoriais importantes para a aceitação dos produtos. Maçãs das cultivares Fuji e Gala foram obtidas no comércio local e da cultivar Joaquina, colocadas à disposição pela Estação Experimental de São Joaquim (EPAGRI). As frutas limpas foram fragmentadas em microprocessador de laboratório e acondicionadas em redes porosas superpostas a uma pressão de 3kgf.cm^{-2} durante 5 minutos. Ao suco foi adicionado pectinase (3mL.hL^{-1} a 45°C por 60 minutos) e após sedimentação foi trasfegado, filtrado em papel, engarrafado e tratado termicamente ($80^\circ\text{C}/20\text{min}$), sendo após armazenado a temperatura ambiente. A elaboração dos fermentados foi realizada a partir do mosto despectinizado, que foi trasfegado e acondicionado em frasco de 9 L. Levedura seca ativa comercial de *Saccharomyces cerevisiae Bouquet*, re-hidratada, foi inoculada no mosto com uma população inicial de $2 \times 10^6 \text{ufc.mL}^{-1}$. Os fermentados de maçã foram submetidos a processos diferentes, um conduzido até exaustão dos açúcares (seco) e outro com redução parcial de biomassa (doce), sendo realizada após 48 horas do início da fermentação. O processo fermentativo transcorreu durante 15 dias (seco) e 48 dias (doce) a temperatura ambiente, sendo então os fermentados trasfegados, filtrados, engarrafados e estabilizados por armazenamento a 8°C . As amostras de sucos e fermentados de maçãs foram caracterizadas segundo metodologias oficiais quanto à acidez, fenóis totais, açúcares redutores totais e graduação alcoólica. Foi utilizada a extração líquido-líquido para extração dos compostos voláteis nos fermentados, que foram determinados por cromatografia em fase gasosa. Amostras dos fermentados de maçã foram avaliados sensorialmente quanto aos atributos aparência, cor, sabor, aroma e impressão global, utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos. Foi também avaliado a cor, doçura e acidez, por meio da Escala do Ideal (“just right scale”), e incluída uma escala para avaliar a atitude do consumidor numa situação hipotética de compra do produto. Amostras codificadas com números aleatórios foram servidas aos consumidores e apresentadas individualmente uma após a outra, em taças formato tulipas confeccionadas em policloreto de vinila (PVC) com 55 mL de capacidade. O aroma das três sidras varietais foi avaliado pelo teste de comparação pareada, e a qualidade do aroma de acordo com escala hedônica. Foi verificada a preferência entre as sidras varietais através do teste de ordenação e atitude de compra frente ao produto preferido. A maçã cultivar Joaquina apresentou características de fruta comercial, *doce-amarga* como a Fuji e a Gala. O suco varietal da Joaquina, quando comparado físico-

quimicamente com os da Fuji e da Gala, não diferiu significativamente, porém os julgadores em avaliação sensorial atribuíram-lhe as menores notas (3,78), (escala de 7 pontos) com grau de rejeição de 64%. O fermentado varietal da maçã Joaquina, físico-quimicamente idêntico aos da Fuji e da Gala, foi considerado de aceitação semelhante ao da Gala (4,52), sendo o da Fuji (3,80) absolutamente rejeitado, com 67%, e então eliminado da pesquisa. O teor de açúcares residuais nos fermentados Gala e Joaquina submetidos à redução de biomassa foram de 4,92 e 7,30g.100mL⁻¹, e a graduação alcoólica de 4,47 e 3,13°GL, respectivamente, proporcionando uma fermentação lenta, gerando produtos com açúcares residuais da própria fruta, conseqüentemente mais doces e apreciados pelos consumidores. Os compostos acetato de etila, acetato de 2-fenil etila e acetato de hexila, nas concentrações encontradas, permitem dizer que são capazes de conferir aos fermentados aromas frutados e perfumados, sendo encontrados dentro de concentrações satisfatórias para a composição do aroma dos produtos. O fermentado Joaquina submetido à redução parcial de biomassa (doce) apresentou maior intensidade de aroma quando comparado com o fermentado Gala submetido ao mesmo processo. Apesar da razão entre álcoois e ésteres do fermentado Joaquina seco ter sido maior, não foi significativa sensorialmente. O fermentado de maçã cultivar Joaquina doce apresentou a melhor média de aceitação, melhor aparência, cor, aroma e sabor, seguido do fermentado de maçã cultivar Joaquina seco. Não foi percebida diferença no aroma das sidras, mas sua qualidade nos produtos com redução de biomassa apresentou médias maiores do que àqueles conduzidos por fermentação rápida, sendo os fermentados da cultivar Joaquina os que obtiveram melhores notas. A sidra Joaquina doce foi a mais preferida em relação às outras, sendo constatada uma intenção de compra de 60%. Os fermentados da cultivar Gala apresentaram características menos apreciáveis quando comparados aos da cultivar Joaquina, e sua utilização é indicada para o processo com redução de biomassa. Os resultados indicam que a cultivar Joaquina tem propriedades inerentes ao fenótipo que permitem utilizá-la para elaboração de fermentado, apresentando respostas sensoriais satisfatórias que comprovam sua viabilidade para produção de sidra varietal de qualidade.

Palavras-chave: maçã; fermentado de maçã; aroma; redução de biomassa, avaliação sensorial.

ABSTRACT

The rejected fruit, also called industrial, present technological potential and can be used in the production of several products, such as juices and fermented alcoholic drinks. Fuji and Gala apple cultivars constitute around 90% of the Brazilian production of the fruit and present low industrial appeal, however other types of the fruit can present characteristics that make the final product superior in quality. In the classification of the apples for commerce, a range of up to 30% can be rejected. So, it was evaluated the technological potential of Joaquina cv. for the production of juice and also apple fermented beverages in comparison to the Fuji and Gala cultivars, evaluating the influence of the reduction of biomass process in the characteristics of the fermented beverages, the major volatile compounds and the important sensorial attributes for the market acceptance. Fuji and Gala apple samples were obtained from the local commerce and the Joaquina cv. Samples were offered by the Estação Experimental de São Joaquim (EPAGRI). The cleaned fruit were fragmented in a laboratory microprocessor and conditioned in pored nets at a pressure of 3 kgf.cm⁻² during five minutes. To the juice it was added pectinase at the concentration of 3 mL.hL⁻¹ (25°C, 60 minutes) and after sedimentation it was transported, filtered in paper, bottled and thermically treated at the environmental temperature until the moment of the evaluations. The elaboration of the fermented beverages for each cultivar was performed from the non-pectinated juice, which was transferred and conditioned in a 9 L flask, with bung-hole. Commercial active dry yeast of *Saccharomyces cerevisiae* Bouquet, re-hydrated, was inoculated in the juice with an initial population of 2x10⁶ ufc.mL⁻¹. The apple fermented beverages were submitted to different processes, one being conducted until full sugar (dry) exhaustion and the other to partial biomass reduction (sweet), being performed 48 hours after the beginning of fermentation. The fermentation process occurred during 15 days (dry) and 48 days (sweet) at environmental temperature, being, then, the fermented beverages transported, filtered, bottled and stabilized for stocking at 8°C. The juice and fermented beverages samples were classified according to official methodologies regarding the acidity, total phenols, total reduction sugars and alcoholic graduation through ebulliometry. The liquid-liquid extraction was used to perform the extraction of the volatile compound in the fermented beverages, which were determined by chromatography in gas stage. Apple fermented beverage samples were sensorially evaluated regarding their appearance, color, flavor, smell and general impression, being used for that the 9-points hedonic scale. There were also evaluated the color, sweetness and acidity, using the "just right scale", and included an scale to evaluate the consumers attitude during a hypothetical situation of product purchase. The random numbers codified samples were offered to the consumers and individually presented one after the other in tulip shape glasses manufactured in PVC with 55 mL. The smell of the three varietal apple wines was evaluated through the paired comparison test, and the smell quality was evaluated according to the hedonic scale. It was verified the preference among the apple wines throughout the purchase ordering and attitude test regarding the preferred product. The Joaquina cv. apple presented commercial fruit characteristics, bitter-sweet like Fuji and Gala. The varietal juice of the Joaquina cv., when compared physical and chemically to the juice of Fuji's and Gala's, did not differ significantly, yet in sensorial evaluation the judges gave it the lowest scores (3,78), with a rejection rate of 64%. The varietal fermented of the Joaquina apple, physical-chemically identical to the Fuji's and Gala's, was

considered of similar acceptance to the Gala's (4,52), being the Fuji's (3,80) totally rejected, with a rate of 67%, and then eliminated from the research. The residual sugar drift in the Gala and Joaquina fermented beverages submitted to the biomass reduction was of 4,92 and 7,30 g.100mL⁻¹, and the alcoholic graduation was of 4,47 e 3,13°GL, respectively, providing a slow fermentation and generating products with residual sugar from the fruit itself, therefore sweeter and more appreciated by the consumers. The ethyl acetate, the 2-phenylethyl acetate and the hexyl acetate compounds, in the concentrations that were found, make possible to say that they are able to give the fermented beverages fruited and perfumed smells, being found within satisfactory concentrations for the products smell composition. The Joaquina fermented, submitted to the partial reduction of biomass, presented higher smell intensity in comparison to the Gala fermented submitted to the same process. Despite the reason between alcohols and esthers of the fermented Joaquina dry beverage is bigger, it was not significant sensorially. The Joaquina apple sweet fermented beverage presented the best acceptance average, the best appearance, color, smell and flavor, followed by the Joaquina apple dry fermented beverage. It was not noticed any difference in the smell of the apple wines, but the quality in the products with biomass reduction showed higher averages when compared to the ones conducted with fast fermentation, the Joaquina cv. fermented beverages having achieved the best scores. The sweet Joaquina apple wine was the preferred one considering the others, with an intention of purchase of 60%. The Gala cv. fermented beverages presented less appreciated characteristics when compared to the Joaquina cv., and its use is indicated for the biomass reduction process. The results indicate that the Joaquina cv. has characteristics inherent to the phenotype which allow its use for fermented beverages production, presenting satisfactory sensorial results which attest its capacity to produce quality varietal apple wine.

Key-words: apple; apple fermented beverage; aroma; biomass reduction; sensorial evaluation.

INTRODUÇÃO

Existem muitas razões pelas quais se consomem alimentos e, certamente, a mais importante vem a ser a obtenção de nutrientes para a manutenção da saúde. Entretanto, numa sociedade em que o suprimento de alimentos é abastecido por grande variedade de produtos industrializados, a escolha pela sensação de prazer proporcionado vem crescendo em importância.

A qualidade sensorial de um produto é determinada pela interação do alimento com o homem, nos diversos aspectos culturais, étnicos, sociológicos, dentre outros (SHEFERD, 1988). Isto significa que os produtos direcionados ao consumo devem ser atrativos e despertar o interesse e a memória sensorial dos consumidores.

A aceitação dos produtos alimentícios no mercado depende de sua qualidade. O aroma, em particular, está entre os principais atributos que determinam a escolha e o consumo. Historicamente, gregos e romanos perfumavam seus vinhos com rosas, violetas, ervas e condimentos exóticos trazidos da China, Índia e Egito pelos mercadores venezianos. Na Europa, esses ingredientes foram misturados, também, aos alimentos para torná-los mais palatáveis. Durante o século XIX, avanços na química orgânica tornaram possível que importantes substâncias aromatizantes fossem sintetizadas e adicionadas aos produtos alimentícios (CHIAPPINI, 2007).

Produtos alimentícios e especialmente bebidas alcoólicas, como o vinho e cerveja, contêm grande número de compostos voláteis. Nos alimentos o aroma é uma mistura complexa de compostos voláteis que podem ser identificados e quantificados pelo uso de diferentes técnicas (LORRAIN *et al.*, 2006). Em bebidas alcoólicas alguns desses compostos têm origem no próprio fruto, outros são gerados no processo fermentativo e outros ainda são provenientes de reações químicas durante o envelhecimento (GARRUTI, 2001).

Dentre as bebidas de maçã, a sidra é relativamente recente no comércio brasileiro e poucos trabalhos científicos foram realizados sobre seu processamento. NOGUEIRA *et al.*, (2003) relataram que uma das principais características das diversas marcas de sidras brasileiras é o aroma fermentado, classificando-a como produto com menor valor agregado, e adquirido pela população com menor grau de exigência.

Para elaboração de sidra no Brasil são utilizadas maçãs de diferentes cultivares, descartadas no processo de classificação para consumo *in natura*, o que gera produtos sem padronização e baixa aceitação pelos consumidores.

Entre as cultivares de maçãs cultivadas nos pomares brasileiros encontra-se a cv Joaquina, que apresenta qualidade para a produção de vinho de maçã com características sensoriais superiores (FERTONANI *et al.*, 2006). Além disso, o processo de redução de biomassa durante a fermentação de vinhos é uma alternativa para a melhoria da qualidade sensorial dos mesmos, porque diminui a velocidade de fermentação proporcionando aromas frutados, mais desejados pelos consumidores.

A abordagem sensorial detalhada do fermentado de maçã cv Joaquina é fundamental, principalmente no que se refere ao perfil de aromas e caracterização da qualidade geral do produto, em virtude de que não há estudos da utilização dessa cultivar para elaboração de fermentados varietais.

Assim, os principais objetivos desse trabalho foram avaliar o potencial tecnológico da cultivar Joaquina para a fabricação de suco clarificado e de fermentado de maçã em comparação com as cultivares Fuji e Gala, estudar a influência do processo de redução de biomassa nas características dos fermentados, caracterizar os compostos voláteis majoritários e verificar os atributos sensoriais importantes para a aceitação dos produtos.

O capítulo 1 traz uma abordagem sobre a matéria-prima utilizada no processo de obtenção do fermentado de maçã, o processamento de bebidas fermentadas e reporta uma revisão sobre os principais compostos aromáticos que compõem a maçã e alguns produtos derivados como o suco e a sidra. É realizada uma abordagem sobre as principais metodologias utilizadas para avaliação do aroma. A seguir, no capítulo 2, são apresentados resultados sensoriais que justificam a utilização da cv Gala e Joaquina frente às demais cultivares comercializadas no mercado para a elaboração do fermentado. O capítulo 3 apresenta a fermentação do suco da cv Gala e Joaquina e sua transformação em fermentado de maçã com a introdução do processo de redução de biomassa, gerando um produto com maior teor de açúcar residual e melhor aroma, como também a elaboração do fermentado seco de maçã. O capítulo 4 apresenta o estudo da composição de voláteis dos fermentados de maçã cv Gala e Joaquina, determinando as concentrações dos principais compostos voláteis que caracterizam os produtos. No capítulo 5 são

avaliadas as características físico-químicas, a aceitação e preferência das sidras varietais elaboradas, elucidando sua qualidade e aceitação.

REFERÊNCIAS

CHIAPPINI, C. C. de J. Aromas naturais produzidos por microrganismos. Disponível em: < <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=28&id=325> > Acesso em: 13 out. 2007.

FERTONANI, H. C. R.; SIMÕES, D. R.S.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Potencial da variedade *Joaquina* para o processamento de suco clarificado e vinho seco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 434-440, abr-jun, 2006.

GARRUTI, D. S. Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju. **Tese de doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. 218 p. 2001.

LORRAIN, B, D.; BALLESTER, J.; THOMAS-DANGUIN, T.; BLANQUET, J.; MEUNIER, J, M.; LE FUR, Y. Selection of potential impact odorants and sensory validation of their importance in typical chardonnay wines. **Journal Agricultural Food Chemical**, v. 54, n. 11, p. 3973-3981. 2006.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R.A.; SIMÕES, D.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 3, 2003, p. 274-280.

SHEFERD, R. Consumer attitudes and food acceptance. In: THOMSON, D. M. H. **Food acceptance**. New York: Elsevier, 1988. p. 253-266.

Capítulo 1

Revisão de Literatura

RESUMO

Nesse capítulo é feita uma abordagem da maçã e do processamento de bebidas fermentadas de maçã, mediante uma revisão sobre os principais compostos aromáticos que a compõe e que estão presentes em alguns produtos derivados como o suco e a sidra. Devido à importância do aroma nos produtos industrializados é realizada uma abordagem das principais metodologias utilizadas para sua avaliação, dentre elas a cromatografia a gás-olfatométrica (CG-O) que correlaciona medidas sensoriais e instrumentais, muito útil para a monitoração de um processo. Trata-se de uma ferramenta eficiente e utilizada por pesquisadores diferentes produtos. Essa revisão mostrou que as pesquisas têm acrescentado conhecimentos nas metodologias para avaliação dos compostos voláteis em alimentos, sendo possível descrever cada componente volátil e determinar sua concentração e sua fonte, se provenientes da fruta ou do processo fermentativo. Esse avanço na ciência em relação à identificação e quantificação dos compostos voláteis possibilita o conhecimento do momento da formação dos compostos voláteis mais importantes e que geram impacto sensorial positivo no consumidor.

Palavras-chave: aroma; maçã; suco de maçã; sidra; cromatografia a gás-olfatométrica (CG-O).

ABSTRACT

An approach to apple and to fermented apple beverage aromas is made as a review comprehending the main aromatic compounds able to be found in the fruit and its beverage like apple juice and cider. Due to the role played by the aroma in processed products it is also made a review of the main methodologies used in the evaluation, among them specially the gas chromatography – olfatometry (GC-O) that allows to correlate instrumental and sensorial figures, a very useful tool for monitoring a process and used by researchers all over the world. In this review is shown that much knowledge has been added both in methodologies for evaluation of volatiles compounds in foods and it is possible nowadays to describe any compound and to determine its concentration as well as its source, if it comes from the raw material or from the fermentative process. This advance in science related to identification and quantification of the volatiles compounds allows to know the right moment of formation from the more important ones able to create a positive sensorial impact in the consumer.

Key words: aroma; apple; apple juice; cider; gas chromatography olfatometry.

CAPÍTULO 1

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 MAÇÃ

A maçã é o fruto de clima temperado mais importante comercializado como fruta fresca tanto no contexto internacional quanto o brasileiro, e sua produção firmou-se como uma das atividades mais expressivas do Sul do país (WOSIACKI, NOGUEIRA e SILVA, 2000; WOSIACKI, 2001).

A produção brasileira da maçã obteve significativo crescimento ao longo dos últimos 30 anos com a implantação dos pomares comerciais, compreendendo o sul do Paraná, a região serrana, meio oeste do estado de Santa Catarina e a Serra Gaúcha no norte do estado do Rio Grande do Sul. A cultura da maçã contribui com 1,5% da produção mundial (WOSIACKI, NOGUEIRA e SILVA, 2000; ABPM, 2004).

De acordo com PEREIRA *et al.*, (2003) e WOSIACKI, PHOLMAN e NOGUEIRA (2004), a maior parte da produção provém de três cultivares: Gala, Fuji e Golden Delicious. No cenário internacional as cultivares Red Delicious e Golden Delicious continuam a ser as dominantes na produção mundial (WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005). A cultivar Gala é responsável por 46% da produção total e a Fuji a mais resistente para frigo-conservação, participando com 45% da produção. A Golden Delicious representa 6% da produção total e os 3% restantes são compostos por outras cultivares. Entre essas se encontra a cv. Joaquina, que apresenta qualidade para a produção de vinho de maçã com características sensoriais superiores (FERTONANI *et al.*, 2006). Essa cultivar foi desenvolvida em 2002 nos laboratórios da estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e apresenta frutos grandes, atrativos, de gosto adocicados e de coloração vermelha-estriada, características de qualidade de maçãs comerciais (PEREIRA *et al.*, 2003).

O período de maturação da cv. Joaquina ocorre a partir da segunda quinzena de fevereiro a início de março, próximo da época de colheita da cv. Gala. A polpa é amarela, firme, crocante, suculenta, de gosto doce e baixa acidez. Essas

características atribuem aos frutos ótimas referências para o consumidor brasileiro, que prefere frutas suculentas e com baixos teores de acidez (PEREIRA *et al.*, 2003).

Segundo FERTONANI *et al.*, (2006), algumas cultivares apresentam altos teores de compostos fenólicos, que elevam a qualidade sensorial devido à sensação de adstringência proporcionada pelos taninos, e nutricional, de produtos mais nobres como sucos e fermentados alcoólicos.

Com relação à concentração em compostos fenólicos, ZARDO (2007) encontrou 1368 mg.Kg^{-1} e classificou a cv Joaquina como tendo média atividade antioxidante ($13117 \text{ } \mu\text{M.g}^{-1}$). Isso é bastante interessante sob o ponto de vista industrial, desde que os compostos biologicamente ativos estejam preservados.

De acordo com SANTOS *et al.*, (2005), cultivares mais resistentes às pragas e doenças, e com frutos de melhor aparência têm sido selecionados com o intuito de participar da composição de novos pomares comerciais.

Cerca de 80% do total da maçã produzida destina-se ao consumo *in natura*, sendo que a maçã de qualidade inferior é destinada à agroindústria. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a safra de maçã no período de 2006 e 2007 foi de 861.385 e 1.113.842 t, respectivamente (IBGE, 2007). O consumo da fruta no Brasil está situado entre 3,5 e 4,3 kg *per capita* nos últimos quatro anos.

O descarte de maçã decorrente do rigoroso processo de seleção e classificação comercial, utilizada para satisfazer as exigências do consumidor brasileiro, pode ser utilizado para o processamento e constitui matéria-prima disponível para a indústria de transformação (WOSIACKI, 2002; ABPM, 2004). Dos frutos rejeitados, em torno de 70% são adequados para o processamento após expurgo daqueles portadores de doenças ou mesmo apodrecidos, recebendo a denominação de maçãs industriais (WOSIACKI, 2002).

Segundo SMOCK e NEUBERT (1950) e EPAGRI (2002), citados por PAGANINI *et al.*, (2004), as frutas que não se enquadram nos padrões de classificação e seleção apresentam características que as tornam sem valor comercial como formato ruim, tamanho pequeno e coloração desuniforme; cicatrizes provenientes de insetos, pássaros, granizo ou ferimentos resultantes de tratos culturais e transporte inadequado; sintomas de doenças e problemas fisiológicos. Essas frutas eram inicialmente destinadas à alimentação animal, porém com o aumento da matéria-prima, as próprias indústrias classificadoras passaram a processá-las como forma de agregar valor (CHERUBIN, 1996).

Segundo WOSIACKI, KAMICOGA e NEVES (1991), as frutas desclassificadas para o comércio mantêm suas propriedades intrínsecas com relação aos indicadores de qualidade como teores de açúcar, de ácidos e de compostos fenólicos. Podem ser interessantes para uso industrial, pois em estádios adequados de maturação esses parâmetros independem do tamanho do fruto.

As frutas que apresentam problemas fitossanitários ou aberturas na epiderme, verdadeiras portas de entrada para microrganismos, são encaminhadas para a fabricação de sidra, vinagre e destilados (BINNING e POSSMANN, 1993; SCUSSEL, 1998; ASKAR, 1999; citados por PAGANINI *et al.*, 2004). Por outro lado, às frutas comerciais compreendem aquelas que têm duas propriedades específicas. Apresentam boa aparência, que promove o processo de compra e boa aceitação do exigente mercado com relação aos aspectos sensoriais internos como sabor agri-doce, características de adstringência e aroma. É interessante observar que muitos preferem as de maior tamanho que embora de boa aparência, são aquelas que têm menores teores de compostos aromáticos. Estas frutas são caracterizadas como especiais e alcançam maiores preços no mercado varejista (SANTOS *et al.*, 2005).

NOGUEIRA *et al.*, (2003) não observaram preocupações com o desenvolvimento de cultivares de interesse comercial mais voltadas aos procedimentos industriais, pois nem todas as cultivares de mesa são recomendáveis para obtenção de sucos concentrados ou produtos vinificáveis.

WOSIACKI e NOGUEIRA (2005) enfatizam que a maçã, quer se destine ao consumo *in natura* ou ao processamento de produtos nobres, deve apresentar a mesma qualidade quanto aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.

1.2 SIDRA

Segundo o Decreto nº 2314, de 04 de setembro de 1997, sidra é a bebida com graduação alcoólica de quatro a oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de maçã, podendo ser adicionada de suco de pêra, em proporção máxima de trinta por cento, e sacarose não superior aos açúcares da fruta (CLETO e CONSOLINI, 2005).

1.2.1 Processamento da Sidra

Pesquisas demonstram que a maior taxa de crescimento no mercado de bebidas têm sido direcionadas para os produtos que apresentam inovações.

Pela legislação brasileira, a sidra é um produto que pode ser obtido pela fermentação alcoólica do mosto de maçãs, adicionado ou não de suco de pêra (máximo 30%). É um fermentado de fruta semelhante ao de uva com menor concentração alcoólica. Como nos demais vinhos de fruta deve ser obtido a partir de material fresco e sadio, podendo ser adicionado de açúcares (sacarose, glucose e frutose – açúcar invertido) até no máximo a mesma quantidade de açúcar contida na fruta (CLETO e CONSOLINI, 2005; NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005).

A legislação determina os produtos que podem ser utilizados na fabricação da sidra como o gás carbônico industrial, os conservantes, ácido sórbico (0,02%) e dióxido de enxofre (0,045%), os acidulantes ácido cítrico (0,5%), ácido láctico (0,5%), e 30% de suco de pêra (BRASIL, 2000).

De acordo com NOGUEIRA (2003), a região oeste francesa detém a reputação de produzir a melhor sidra do mundo, caracterizada pelo sabor suave, adstringente (tânicos) e aromas frutados. Entretanto, em países de língua germânica (Alemanha e Suíça) as sidras são relativamente secas e ácidas. No Brasil, o produto apareceu na primeira metade do século XX, é suave, pouco aromático e com baixa acidez, uma vez que é produzido essencialmente de maçãs de mesa (MANGAS *et al.*, 1999; LEA, 1999; LEA e DRILLEAU, 2003, citados por NOGUEIRA *et al.*, 2006). Segundo esses autores, poucos trabalhos foram realizados sobre o processamento e a qualidade da sidra no Brasil, e a maior parte foi desenvolvida por enólogos contratados pelas indústrias interessadas na comercialização das frutas visando o processamento das maçãs de descarte. Na França, Alemanha, Espanha e Brasil as especificações são restritas por legislação, mas mesmo assim os produtos nesses quatro países são diferentes.

Para NOGUEIRA e WOSIACKI (2005), no Brasil, as frutas destinadas ao processamento da sidra são provenientes do descarte comercial, que não apresentaram aspectos desejáveis para o consumo *in natura* no momento da colheita ou após armazenamento em câmaras frias. Após seleção para eliminação das maçãs contaminadas ou deterioradas, são lavadas com água potável por aspersão ou imersão e, posteriormente, trituradas em moinhos de martelos. Em

seguida é realizada a operação de prensagem em prensas de pistão ou de esteiras; e na seqüência o suco recebe adição de enzimas pectinolíticas nas dosagens recomendadas pelos fabricantes, além da primeira sulfitagem com 30-50 mg. L⁻¹ de inidrido sulfuroso. Após despectinização e precipitação (24 horas) o mosto é trasfegado e a borra encaminhada para nova prensagem (filtro prensa). Na seqüência o mosto recebe o inóculo sob a forma de levedura seca ativa (LSA) à concentração de 20 g.hL⁻¹. A fermentação alcoólica ocorre em dornas metálicas à temperatura ambiente durante os meses de fevereiro, março e abril. Ao final do processo de fermentação, com a transformação total dos açúcares em etanol e CO₂, o fermentado de maçã é filtrado e transferido para outros tanques onde, permanece durante o período de maturação. Após esse período é adicionada a sacarose (75-100 g.L⁻¹) e, se necessário, é corrigida a acidez com a adição de ácido láctico, e adicionados os conservantes metabissulfito de potássio (20 a 80 mg.L⁻¹ de SO₂ livre) e sorbato de potássio na concentração permitida pela legislação (WOSIACKI, CHERUBIN e SANTOS, 1997).

De acordo com CHIQUETTO (2004), no Brasil não existe produção industrial de sidra varietal. As maçãs de mesa descartadas servem de matéria-prima para o processamento de sidra, diversificada e processada, conforme a disponibilidade das cultivares durante a safra. A produção de sidra brasileira é realizada praticamente por cinco empresas localizadas nos estados do Sul do Brasil (CHIQUETTO, 1997).

Segundo WOSIACKI, CHERUBIN e SANTOS (1997), o consumo de sidra nas comemorações de fim de ano compete com o de vinhos frisantes efervescentes, do tipo champanha, e bebidas como cervejas e refrigerantes. Toda produção é voltada para atender ao mercado interno, não existindo ainda processos ou tentativas de exportação e nem de importação. Não existe hábito de consumo sistemático, nem rotineiro em nenhuma região brasileira.

De acordo com NOGUEIRA *et al.*, (2003), a disponibilidade de maçãs com baixo valor comercial aumenta a cada ano com o crescimento da produção nacional. Isso leva o setor agroindustrial a se preocupar com a agregação de valor econômico visando à obtenção de produtos nobres como sucos e bebidas fermentadas. Os autores indicam a necessidade de aprimoramento da qualidade da sidra para apresentar perfil definido e aceitação pelo consumidor brasileiro, podendo estender seu consumo durante todo o ano e almejar a comercialização internacional, já que a quantidade de matéria-prima disponibilizada ao setor industrial é significativa.

Ao pesquisar os indicadores físico-químicos da sidra brasileira, NOGUEIRA *et al.*, (2003) constataram características de bebidas suaves (67,95 g.L⁻¹ de Açúcares Redutores Totais - ART) e baixo teor alcoólico (5,64±0,87 °GL). Os compostos fenólicos revelaram grande variação, que pode resultar do processo de clarificação. O aroma não apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as amostras avaliadas, lembrando aroma de produto fermentado. Quanto à aparência foram avaliadas a liberação de bolhas provenientes da gaseificação e a cor das amostras, sugerindo que sidras escuras e gaseificadas alcançam maior preferência.

Muitos pesquisadores afirmam que são necessárias novas pesquisas visando garantir a qualidade de bebidas fermentadas e gaseificadas como a sidra. Também sugerem pesquisas para o desenvolvimento de cultivares com características industriais, sobre operações unitárias que afetem pouco a composição do mosto até o produto final e de seleção de novas cepas produtoras de aromas “frutados”, essenciais para a melhoria da qualidade da sidra brasileira.

NOGUEIRA *et al.*, (2006) avaliaram a aptidão de 14 variedades para o processamento de suco e fermentado de maçã. Verificaram que as amostras são mais aptas ao processamento de sucos clarificados e/ou concentrados do que para a produção de bebidas fermentadas por leveduras devido aos baixos teores em ácidos, caracterizando fermentado “sem corpo”. Normalmente as indústrias de sidra adicionam açúcar ao fermentado de base desse tipo e o gaseificam, procedimentos que melhoram a aceitação do consumidor. Porém, cumpre lembrar que isto apenas mascara produtos fermentados obtidos de matéria-prima inadequada, com perdas de qualidade durante o processo.

Segundo PAGANINI *et al.*, (2004), em países europeus, são utilizadas frutas de cultivares selecionadas para a obtenção de suco e sidras, usando como marcadores de qualidade industrial os teores de acidez, taninos e açúcares. Esses componentes são importantes para a qualidade do produto e envolvem critérios de cor, sabor e aromas, atributos envolvidos no processo de compra e no hábito dos consumidores.

1.2.2 Redução de Biomassa

A redução de biomassa, prática utilizada na elaboração da sidra francesa, consta na eliminação parcial da biomassa contribuindo para o desenvolvimento das

leveduras oxidativas, responsáveis pela formação dos compostos aromáticos durante o processo de fermentação, propiciando a produção de produtos com melhor qualidade, devido à fermentação lenta em função da diminuição de nutrientes devido ao primeiro crescimento de leveduras (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

O processo para obtenção da sidra francesa, caracterizada como a melhor do mundo, considera a fermentação oxidativa como parte do processo microbiológico, pois as leveduras oxidativas, de baixa atividade fermentativa, produzem aromas que recebem notas frutais e florais que melhoram a qualidade do produto final (LEQUÉRÉ e DRILLEAU, 1998).

O método tradicional francês considera que para obtenção de uma sidra de qualidade é necessário fermentação lenta, porque na fermentação rápida a presença de aroma de fermento mascara o aroma frutado considerado desejável à qualidade do produto. O aroma fermentado é produzido em grande quantidade devido às elevadas temperaturas e grande população de leveduras (DRILLEAU, 1991), podendo diminuir um pouco na fase de maturação, mas se estiver presente em grande quantidade permanecerá no produto final (LEQUÉRÉ, 1991).

Se pensarmos no processamento da sidra no Brasil, veremos que essas condições são observadas aqui onde a fermentação é rápida (7-15 dias) e com consumo total dos açúcares. Isso porque o processamento ocorre durante o verão, época da colheita da maçã, com temperatura ambiente na média de 25°C (NOGUEIRA *et al.*, 2003).

Através da análise sensorial de 14 cultivares, onde foram analisados os sucos e os fermentados, obtidos de forma semelhante ao processo industrial brasileiro, NOGUEIRA *et al.*, (2006) observaram que a nota para o atributo aroma do suco variou entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”; já para o fermentado variou entre “desgostei moderadamente” e “indiferente”, o que caracteriza a falta de aroma no produto.

Para se obter uma melhor qualidade sensorial a fermentação lenta é uma alternativa e, para diminuir a velocidade de fermentação, algumas estratégias tecnológicas são utilizadas, tais como baixas temperaturas, clarificação por flotação, trasfegas, centrifugações e filtrações. As baixas temperaturas podem reduzir a atividade das leveduras, porém, exigem instalações de alto custo (DRILLEAU, 1991); o método de flotação também tem efeito na cinética de fermentação. Tradicionalmente são realizadas trasfegas sucessivas a fim de eliminar a biomassa

precipitada (borra), diminuindo o potencial nutricional do meio. Essas duas operações (flotação e trasfegas) são muitas vezes ineficazes, sendo necessário utilizar a centrifugação ou filtração. A fim de sistematizar a eliminação de biomassa LEQUÉRÉ (1991) propôs a eliminação da biomassa (durante a fase de crescimento da levedura) por uma filtração ou uma centrifugação feita após o consumo de 10g.L^{-1} de açúcares, onde nesse momento da fermentação a população máxima não foi atingida e o crescimento pode recomeçar proporcionando uma fermentação lenta mas não nula (2 a 6 g.L^{-1} de açúcares por semana) (NOGUEIRA, 2003).

1.3 AROMA

Aroma é a sensação percebida pelos sentidos do gosto e olfato, produzida quando se ingere o alimento. É um dos atributos mais importantes dos alimentos e bebidas.

A aceitação e consolidação de marca de bebida alcoólica fermentada estão diretamente relacionadas ao seu sabor. O sabor, por sua vez, é a resposta integrada ao gosto (doce, salgado, amargo, ácido) e ao aroma, dada pela presença de numerosos compostos voláteis. Em bebidas alcoólicas alguns desses compostos têm origem no próprio fruto, outros são gerados durante o processo fermentativo e outros são provenientes de reações químicas durante o envelhecimento (GARRUTI, 2001).

A sensação do gosto é atribuída à presença de compostos não-voláteis nos alimentos (açúcares, sais, ácidos), determinando os quatro gostos básicos descritos como doce, salgado, ácido e amargo. A sensação do aroma é bem mais complexa, pois o olfato humano pode discriminar milhares de compostos voláteis. Os compostos voláteis são responsáveis pelo sabor característico dos alimentos (THOMAZINI e FRANCO, 2000; BASTOS *et al.*, 2002). Os compostos voláteis que chegam ao bulbo olfativo pela cavidade retro-nasal são os responsáveis pela percepção do aroma. A mastigação, temperatura da cavidade bucal, solubilização, saliva e mudanças de pH colaboram para a chegada desses compostos ao bulbo olfativo, resultando a percepção do sabor daquele alimento. Sensações térmicas, queimação, adstringência, textura e sensações residuais também contribuem para a formação do sabor do alimento.

No aroma existem compostos de impacto e compostos contribuintes, mas são os de impacto que irão ditar a maior percentagem de compostos que perfazem o aroma característico do alimento (GARRUTI, 2003).

Sob o ponto de vista analítico, muitas das substâncias de maior relevância aromática estão em níveis muito baixos. Traços de ácidos graxos como o hexanóico, octanóico, decanóico e seus ésteres correspondentes de etila, são produtos do metabolismo das leveduras. Outros compostos como o etil fenol, etil catecol e etil guaiacol são também habituais e desejáveis, caso estejam em quantidades muito pequenas contribuem com características doce-amargas do aroma e são muito interessantes (PICINELLI *et al.*, 2002).

As moléculas de aromas apresentam diferentes funções químicas e grupos reativos, como por exemplo alcóois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, lactonas, pirazinas, terpenos, compostos sulfurados, pironas e furanos (PINHEIRO e PASTORE, 2003). O Quadro 1.1 apresenta algumas classes de compostos voláteis e seus respectivos aromas, bem como seus limiares de percepção.

Quadro 1.1 Classes de compostos de aromas e seus limiares de percepção de odor

CLASSE	COMPOSTO	AROMA	Limiar de percepção (ppb)
Alcoois	(R) 2-metil-butanol	fermentado, gorduroso	ND
	(R) 2-metil-butanol	fresco, éter	ND
	trans-2-hexen-1-ol	fruta, mais doce que o <i>cis</i>	400
	cis-hexen-1-ol	grama fresca cortada	ND
Aldeídos	Acetaldeído	pungente, nota de noz, alcoólico quando diluído	15-120
	(S) 2-metil-butanal	pungente, fruta, fresco	ND
	Hexanal	fruta não amadurecida	4,5-5,0
	n-octanal	amargo, fruta cítrica	0,7
Ácidos carboxílicos	(S) ácido-2-metil- butanóico	Fruta, doce	ND
	(R) ácido-2-metil-butanóico	queijo, adocicado	ND
Ésteres	Butanoato de etila	fruta remanescente de abacaxi	1
	Acetato de etila	éter, conhaque	5000
	Propionato de etila	Fruta lembrando rum, doce	10
	Valerato de etila	forte, fruta, maçã	1,5-5,0
	Octanoato de etila	Fruta, doce	15
	Dodecanoato de etila	gorduroso, oleoso, floral	2000

Fonte: adaptado de PINHEIRO e PASTORE (2003).

NOTA: ND = não detectado

Para RODRIGUEZ-AMAYA (2003) muitos são os caminhos para a formação de voláteis que conferem o aroma/sabor típico dos alimentos, sendo que alguns envolvem a biossíntese; mas a maioria das reações são de clivagem/fragmentação de precursores não voláteis; alguns se formam no alimento intacto, decorrente do metabolismo; outros se formam quando os tecidos são rompidos, liberando enzimas; ou após fermentação ou tratamento térmico.

Nos alimentos várias rotas estão em ação simultaneamente, inclusive com interações entre produtos das diferentes rotas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

Devido à delicadeza e complexidade da mistura que formam os aromas, os produtos alimentícios quando submetidos ao processamento tecnológico industrial, ou diferentes condições de temperatura, umidade e luz, podem provocar algumas alterações como oxidação dos componentes e reações térmicas, levando a ocorrência de transformações (MARQUES e PASTORE, 1999).

Segundo GATFIELD (1995) e PINHEIRO e PASTORE (2003), os compostos químicos responsáveis pelos aromas característicos são: alcóois, ácidos, ésteres, cetonas, lactonas, aldeídos, e outras moléculas complexas que resultam do metabolismo secundário de plantas ou podem ser obtidas de fontes animais. Certos fungos, leveduras e bactérias também apresentam potencial para o metabolismo secundário e podem produzir aromas (ARMSTRONG e BROWN, 1994; MANLEY, 1995; WELSH, 1995).

Os componentes ativos sensorialmente estão com freqüência presentes em pequenas quantidades ou ligados a outras substâncias. Os aromas gerados biologicamente são complexos e incluem larga faixa de polaridade, desde hidrocarbonetos apolares até compostos carbonilas altamente polares (CHIAPPINI, 2007).

Compostos voláteis são geralmente metabólitos secundários, isto é, substâncias produzidas pelo microrganismo, mas que não são essenciais para o seu metabolismo. Os ésteres formados por fungos e leveduras são exemplos de metabólitos secundários. A produção de ésteres seria o mecanismo responsável pela remoção de ácidos e alcóois da célula e do meio, pois se houvesse acúmulo desses compostos, poderia ser tóxico para a célula. As condições de cultivo, tais como composição do meio (fonte de carbono, nitrogênio e outros elementos), pH, tempo de fermentação, temperatura de incubação, agitação e aeração, foram identificados como fatores determinantes do tipo e da quantidade dos compostos de aromas produzidos, além da linhagem do microrganismo. Essas variáveis podem estar envolvidas nos mecanismos fisiológicos que influenciam os tipos e quantidades dos produtos formados pelos microrganismos (MARQUES e PASTORE, 1999).

Na maioria das vezes, os compostos aromatizantes estão presentes apenas em “traços” em sistemas heterogêneos, dificultando o seu isolamento e a sua identificação.

Entre os compostos mais importantes na indústria de aromas de alimentos destacam-se os ésteres, que conferem diversos aromas desde flores e frutas a alimentos fermentados. Ésteres são produzidos em pequenas quantidades por alguns microrganismos. Os ésteres são compostos importantes de aromas de frutas e nelas estão presentes em baixas concentrações (1 a 100 ppm). Alguns microrganismos são capazes de sintetizar 3-metilbutil 3-metilbutirato, que resulta em aroma de maçã (MARQUES e PASTORE, 1999).

1.3.1 Aroma em Maçã, Suco e Sidra

Muitas substâncias aromáticas, especialmente em frutas e hortaliças, são produtos ou subprodutos de diversas rotas metabólicas. Os compostos do aroma típicos de frutos não-cítricos como as bananas, pêras, melões e maçãs são sintetizados durante a fase climatérica. Muitos ácidos alifáticos e aminoácidos das frutas verdes são convertidos em ésteres, alcóois e éteres, responsáveis pelo odor frutal característico. Na maçã um componente de impacto é o 2-metil-butirato de etila (WONG, 1995). De acordo com RODRIGUEZ-AMAYA (2003), outro composto de impacto na maçã é etil-3-metil-butirato.

Em produtos de maçã, como o suco e a sidra, os fenóis apresentam considerável interesse devido sua influência nas características sensoriais (cor, gosto amargo e adstringência), na formação de certos aromas e na transparência das bebidas.

Estudos realizados por JANZANTTI, FRANCO e LANÇAS (2000) para identificar compostos voláteis de maçãs da cultivar Fuji revelaram a presença de 84 compostos voláteis. São encontrados em maior proporção os ésteres acetato de butila, acetato de 2-metil butila, acetato de hexila e o terpeno α -farneseno.

Segundo AVAKYANTS *et al.*, (1981), citados por FRAILE, GARRIDO e ANCÍN (2000), o fundamental aroma da maçã é devido a quatro ésteres: o acetato de etila, o acetato de isoamil, o hexanoato de etila e o acetaldeído.

De acordo com MEROY (1968), citado por JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI (2003), a qualidade do suco de maçã depende das características do sabor da fruta. São muitos os fatores que afetam a composição e concentração desses compostos voláteis: condições ambientais, variedade e grau de maturação

da matéria-prima, etapas do processamento (prensagem, tratamento enzimático, clarificação e tratamentos térmicos) e condições de armazenamento.

As diferentes etapas do processamento podem causar mudanças no perfil do aroma do produto final quando comparado com a fruta fresca (JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI, 2003). Um composto volátil encontrado na maçã Fuji é 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, propanoato de hexila, 2-metil butanoato de amila, hexanoato de butila, butanoato de hexila, 2-metil butanoato de hexila, hexanoato de isoamila, hexanoato de hexina e octanoato de isoamila. Esses autores observaram poucas modificações na composição de voláteis durante a prensagem. Algumas das mudanças ocorridas nessa etapa podem ser explicadas pela ação de enzimas, pois a ruptura dos tecidos durante a prensagem permite maior contato com o substrato. Ésteres (acetatos, propanoatos, 2 metil butanoatos e butanoatos) e aldeídos C₆ são considerados importantes para o aroma de maçãs. Portanto, a diminuição da área desses compostos após a pasteurização acarreta perda de notas aromáticas no produto final.

Segundo DÜRR e SCHOBINGER (1981), aldeídos insaturados e compostos da fermentação como o isobutanol e o correspondente acetato são importantes para a intensidade do odor do suco de maçã. Os compostos voláteis importantes para o aroma do suco de maçã são: trans-2-hexenal, cis-3-hexenal, trans-2-hexenol, cis-3-hexenol, etil butirato e etil-2-metil-butirato. Os compostos voláteis desejáveis para o aroma de suco de maçã são: hexanal, benzaldeído, propilbutirato, pentilacetato, 2-pentanona e isobutilacetato. Os compostos de maior intensidade do aroma são: trans-2-hexenal, cis-3-hexenal, isobutanol e isobutilacetato.

JOSHI e SANDHU (1994) demonstraram com a análise descritiva quantitativa que os atributos como aroma de maçã, etil acetato e cor rosada foram maiores no vinho preparado com suco de maçã concentrado diluído diretamente a 24 °B.

JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI (2003) estudaram o efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji e

concluíram que os compostos voláteis identificados compreenderam aproximadamente 97% da área relativa e já tinham sido relatados como componentes voláteis de maçã. Durante o processamento não ocorreu formação de novos compostos voláteis. As mudanças observadas na composição de voláteis foram quantitativas. A maçã Fuji caracterizou-se pela elevada quantidade de ésteres, compreendendo aproximadamente 68% da área relativa. Os compostos voláteis majoritários na maçã foram os ésteres acetato de 2-metil butila, acetato de butila, acetato de hexila e o hidrocarboneto sesquiterpeno α -fameseno, que juntos contribuíram com cerca de 71% da área relativa.

O aroma da sidra é constituído por alcóois superiores, tais como os amílicos, 2-fenil-etanol, butanol, 2-3 butanodiol e isobutanol, e ésteres como o acetato de etila. Alguns desses compostos são próprios da maçã como, por exemplo, o butanol, enquanto que os outros como os alcóois amílicos e o acetato de etila são produtos da fermentação (PICINELLI *et al.*, 2002).

Segundo HUBERT *et al.*, (1990), a presença de etanol e alcóois superiores constituem uma dificuldade para concentração dos componentes voláteis do aroma de sidras e bebidas alcoólicas nobres.

SCOTT e O'REILLY (1996) estudaram a co-imobilização de leveduras selecionadas e bactérias para desenvolvimento controlado do aroma de sidras. Constataram que a utilização da bactéria ácido-láctica *Lactobacillus plantarum* tem impacto positivo sobre o aroma final.

De acordo com LEGUERINEL *et al.*, (1987), sidras de qualidade apresentam gosto doce, aromas frutados e perfumados, enquanto produtos com aromas picantes, sufocantes, com gosto ácido, adstringente, não são bem aceitos. O isobutanol aumenta os aromas frutados e perfumados e o 2-3- butanodiol apresenta ação inibidora sobre o aroma. A frutose funciona como amplificador de aromas frutados em sidras pouco fermentadas.

Muitos são os compostos aromáticos que compõem a maçã e seus produtos derivados. Os Quadros 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5 apresentam dados dos principais compostos aromáticos encontrados na maçã, suco e sidra, respectivamente.

Quadro 1.2 Compostos voláteis encontrados na maçã

MEHINAGIC <i>et al.</i> , 2006	KROKIDA e PHILIPPOPOULOS, 2006	MATTHEIS, FAN e ARGENTA, 2005	GUEDES <i>et al.</i> , 2004	JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI, 2003	JANZANNTTI, FRANCO e LANÇAS, 2000	MASSON, 1999
(Z)-hexen-3-ol 1-hexanal 1-hexanol 1-octanol 2- metilbutil acetato 2- metil butyl butanoato 2-metil propanol 2-metilpropil acetato Acetate de butila Butanoato de butila Propionate de butila Cânfora Etil 2-metilbutanoato Butanoato de etila Acetato de hexila	2- Metil butanol 2- Metil butil acetato 2- Metilpropil acetato 2- Metil propil acetato 4- Metoxialil benzeno Butanol Butil acetate Butilhexanoato Butilpentanoato Butilpropionato Etil butirato Acetato de etila Hexanoato de etila Hexanol Acetato de hexila Hexanoato de hexila Propionato de hexila Antranilato de metila Acetato de metila Butanoato de metila Acetato de octila Acetato de pentila Acetato de propila Octanoato de propila Propionato de propila α -Farnesene	1-butanol 1-hexanol 1-metoxi-4(2-propenil)benzene) 1-pentanol 1-propanol 2-furancarboxaldeído 2-metil-1-butanol 2-metil-1-propanol 2-metilbutil 2-metil butanoato 2-metilbutil acetato 2-metilpropil acetato 2-propanol 6-metil-5-heptano-2-one Ácido acético Bbenzaldeído Butanal Butil 2-metilbutanoato Acetate de butila Butanoato de butila Hexanoato de butila Propanoato de butila Decanal Etanol Etil 2-metilbutanoato Acetate de etila Butanoato de etila Hexanoato de etila Octanoato de etila Pentanoato de etila heptanal hexanal Hexil 2-metil butanoato Hexil acetate Hexil butanoato Hexil hexanoato Hexil propanoato Metil 2- metilbutanoato Butanoato de metila Nonanal Octanal Pentanal Pentil acetato Pentil butanoato Acetato de propila Propil hexanoato Propanoato de propila	(E)-Cinamaldeído (E)-Álcool cinamílico (E)-Epoxilinalol (Z)-3-Hexen-1-ol 2-(2-Butoxi)etanol 2-Etilhexanol 2-Nonanol 2-Octan-1-ol 2-Feniletil acetato 2- Feniletilálcool 3- Metilbutanol 2-propanol 6-metil-5-heptano-2-one 7-Octan-4-ol Ácido acético Benzotiazol Álcool benzílico Ácido cáprico Ácido capríco Ácido caprílico Ácido cinámico Dodecano Etanol Heptano Ácido heptanóico Hexadecano Hexanal Hexanol Ácido isovalérico Ácido láurico Linalol Metanol Octanoato de metila Metil-(E)-cinnamato Ácido nonanóico Pentadecano Ácido fenilacético Tetradecano Tolueno Ácido tridecanóico	Butanoato de metila Acetato de isobutila 2-metil butanoato de metila Hexanal Butanoato de etila Propionato de propila Acetato de butila 2-metil butanoato de etila Acetato de 2-metil butila 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 Hexanoato de metila Butanoato de butila Hexanoato de etila Acetato de hexila Hexanoato de etila Acetato de hexila Hexanoato de etila Acetato de ciclohexila 2-metil butanoato de butila Hexanoato de propila Acetato de hexila Acetato de ciclohexila 2-metil butanoato de butila Hexanoato de propila Propanoato de hexila 2-metil butanoato de amila Hexanoato de butila Butanoato de hexila 2-metil butanoato de hexila Hexanoato de isoamila Hexanoato de hexila Octanoato de isoamila A-Farnesene	2-metil butanoato de amila 2-metil butanoato de butila 2-metil butanoato de etila 2-metil butanoato de hexila 2-metil butanoato de metila 2-metil butanoato de propila Acetato de 2-metil butila Acetato de amila Acetato de butila Acetato de ciclohexila Acetato de hexila Acetato de isobutila Butanoato de butila Butanoato de etila Butanoato de hexila Butanoato de metila Butanoato de propila Hexanal Hexanoato de butila Hexanoato de etila Hexanoato de hexila Hexanoato de isoamila Hexanoato de metila Hexanoato de propila Octanoato de isoamila Propanoato de hexila Propionato de butila Propionato de propila Valerato de etila α -farneseno	Etanol Acetaldeído Acetona Etil-acetato D-2-Metilbutan-1-ol n-Butanal Etil-metil-cetona n-Butil-Acetato 2-Metilpropan-1-ol Propanal n-Hexil-Acetato Metanol Isobutanal n-Heptil-Acetato Isopropanol Isovaleraldeído Etil n-propionato C6- Álcoois n-Hexanal Etil-2-metilbutirato

O Quadro 1.3 mostra a pesquisa dos compostos voláteis na maçã Fuji e seu respectivo suco em diferentes etapas de elaboração. De acordo com JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI (2003), a etapa de clarificação foi a que menos causou modificações na composição dos voláteis, enquanto que a pasteurização foi a que proporcionou as maiores perdas, totalizando 16 compostos. O Quadro 1.4 apresenta os compostos voláteis encontrados na sidra.

Quadro 1.3 Compostos voláteis encontrados na maçã Fuji e seu respectivo suco em diferentes etapas de processamento

FRUTA E SUCO*	SUCO**
Butanoato de metila	2-metil 1-propanol
Acetato de isobutila	3 metil butil acetato
2-metil butanoato de metila	Butanol
Hexanal	3 metil 1 butanol
Butanoato de etila	1 pentanol
Propionato de propila	Hexil acetato
Acetato de butila	3 Hidroxi-2 butanona
2-metil butanoato de etila	Hexanol
Acetato de 2-metil butila	Etil 3 hidroxi-butirato
Butanoato de propila	2,3 Butanodiol
Valerato de etila	2 metil ácido propanoico
Propionato de butila	Butirolactona
Acetato de amila	2 Metil ácido butanóico
Hexanoato de metila	Álcool benzílico
2-metil butanoato de propila	2 Fenil etanol
Butanoato de butila	Etil tetradecanoato
Hexanoato de etila	Ácido octanóico
Acetato de hexila	
Acetato de ciclo hexila	
2-metil butanoato de butila	
Hexanoato de propila	
Propanoate hexila	
2-metil butanoato de amila	
Hexanoato de butila	
Butanoato de hexila	
2-metil butanoato de hexila	
Hexanoato de isoamila	
Hexanoato de hexila	
Octanoato de isoamila	
α -farneseno	

Fonte: * JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI, 2003; ** MASSIOT *et al.* (1994) citados por NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005.

Quadro 1.4 Compostos voláteis encontrados na sidra

XU, ZHAO e WANG, 2006	NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005	YULIANTI, REITMEIER e BOULSTON, 2004	CROOK, BOYLSTON e GLATZ, 2004	HERRERO, GARCIA e DIAZ, 2003	PICINELLI <i>et al.</i> , 2002	MANGAS <i>et al.</i> , 1996	JARVIS, FORSTER, KINSELLA, 1995
1-Butanol	2-metil 1-propanol	2-metil butil acetato	(E)-2-decenal	1-propanol	1-butanol	1-butanol	Etanol
1-Hexano	3 metil butil acetato	Acetate de butila	(E)-2-hexenal	2-metil-1-propanol	1-propanol	2,3(R-R-S)-butanodiol	Heptanol
1-propanol	Butanol	Butanoato de butila	(E)-2-nonenal	Álcool 2-metilbutil	2-feniletanol	2,3-butanodiol (meso forma)	Hexanol -1-ol
Álcool isobutílico	3 metil 1 butanol	Etil metil Butanoato	1-Butanol	Álcool 3-metilbutil	Acetaldeído	2-feniletanol	2,3 metil butanol 1-ol
2-fenil acetato	1 pentanol	Butanoato de etila	1-decanol	Acetato de etila	Amílico	2-feniletill acetato	2 fenil etanol
Álcool 2- feniletil	Hexil acetato	Hexanoato de etila	1-hexanol	Metanol	Etil acetato	3-(metiltio)-1-propanol	Acido málico
Succinato dietila	3 Hidroxi-2 butanona	Hexanal	1-metilpropil acetato		Etil lactato-hexanol	4-etilfenol	Acido acético
Etil 9- decenoato	Hexanol	Hexanol	1-octanol		Isobutanol	Acetoin	Acido butírico
Acetate de etila	Etil 3 hidroxi-butirato	Acetate de hexila	1-octan-3-ol		Metanol	Álcool amílico	Acido hexanóico
Butirato de etila	2,3 Butanodiol	Hexil butanoato	2-metilbutil acetato			Álcool benzílico	Acido nonacoico
Decanoato de etila	2 metil ácido propanoico	Hexil 2-metil- butanoato	3-pentil acetato			Ácido cáprico	Acido octanóico
Hexanoato de etila	Butirolactona	Acetate de isopropila	Benzaldeído			Ácido caprílico	Acido succínico
Lactate de etila	2 Metil ácido butanóico	Metil 2-metil pentanoato	Acetato de benzila			Dietil succinato	Acetaldeído
Etil Octanoato	Álcool benzílico	Pentil acetato	Butil 2-metilbutanoato			Dihidro-2(3H)-furanone	Benzaldeído
Palmitato de etila	2 Fenil etanol	α -farnesene	Acetato de butila			Etil caprato	Butilaldeído
Isoamil acetato	Etil tetradecanoato	β -farnesene	Butanoato de butila			Etil caprilato	Hexanal
Álcool isoamílico	Ácido octanóico		Propionato de butila			Etil lactato	Nonanal
			Decanal			Etil laurato	Piruvato
			Etanol			Etil palmitato	Decalactona
			Etil 2-metilbutanoato			i-amil acetato	Amil acetato
			Etil 2-metilpropionato			Isobutanol	Butil acetato
			Etil butanoato			Ácido Láurico	Dietil succinato
			Etil hexanoato			Ácido Mirístico	Metil pentanoato
			Etil propionato				Etil acetato
			Heptil acetato				Etil benzoato
			Hexanal				Etil butirato
			Hexil 2-metilbutanoato				Etil haxanoato
			Hexil acetato				Etil guaiacol
			Hexil butanoato				Etil lactato
			Hexil hexanoato				Etil 2 e etil 3 metilbutirato
			Hexil propionato				Etil octanoato
			Isopropil 2-metilbutanoato				Etil decanoato
			Metil 2-metilbutanoato				Etil dodecanoato
			Nonanal				Dietil succinato
			p-ailil anisol				Diacetil
			Pentanol				2 metil propanol
			Pentil acetato				
			Pentil butanoato				
			Propanol				
			Propil butanoato				
			Propil hexanoato				
			α -farnesene				

O Quadro 1.5 apresenta o resumo dos principais compostos voláteis encontrados por diversos autores na maçã, suco e sidra.

Quadro 1.5 Principais compostos voláteis encontrados na maçã, suco e sidra

MAÇÃ	SUCO	SIDRA
Hexanal	2-metil butanoato de amila	1-butanol
1-hexanol	2-metil butanoato de butila	1-propanol
Butilacetato	2-metil butanoato de etila	1-Hexanol
Hexilacetato	2-metil butanoato de hexila	Etil Acetato
2-Metilbutilacetato	2-metil butanoato de metila	Etil hexanoato
2-Metilpropilacetato	2-metil butanoato de propila	Metanol
Butil butanoato	Acetato de 2-metil butila	Etil lactato
Butil propionato	Acetato de amila	Álcool Isoamílico
Etil 2-metilbutanoato	Acetato de butila	Álcool Amílico
Etil butanoato	Acetato de ciclo hexila	2-metil butil acetato
Butilhexanoato	Acetato de hexila	Butil Acetato
Etilhexanoato	Acetato de isobutila	Butil butanoato
Hexil hexanoato	Butanoato de butila	Etil 2-metil butanoato
2-metilbutil butanoato	Butanoato de etila	Etil butanoato
2-metil-1-propanol	Butanoato de hexila	Hexanal
Ácido Acético	Butanoato de metila	Hexil acetato
Etilacetato	Butanoato de propila	Hexil butanoato
Hexil 2-metilbutanoato	Hexanal	Hexil-2-metil-butanoato
Hexil butanoato	Hexanoato de butila	Pentil acetato
Hexil propanoato	Hexanoato de etila	α -farnesene
Metil 2-metilbutanoato	Hexanoato de hexila	
Metil butanoato	Hexanoato de isoamila	
Pentil acetato	Hexanoato de metila	
Propilacetato	Hexanoato de propila	
Propil hexanoato	Octanoato de isoamila	
	Propanoato de hexila	
	Propionato de butila	
	Propionato de propila	
	Valerato de etila	
	α -farneseno	

Fonte: MEHINAGIC *et al.*, 2006; KROKIDA e PHILIPPOPOULOS, 2006; XU, ZHAO e WANG, 2006; MATTHEIS, FAN e ARGENTA, 2005; NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005; GUEDES *et al.*, 2004; YULIANTI, REITMEIER e BOULSTON, 2004; CROOK, BOYLSTON e GLATZ, 2004; JANZANTTI, FRANCO e WOSIACKI, 2003; HERRERO, GARCIA e DIAZ, 2003; JANZANNTTI, FRANCO e LANÇAS, 2000; PICINELLI *et al.*, 2002; MASSON, 1999; MANGAS *et al.*, 1996; JARVIS, FORSTER, KINSELLA, 1995; MASSIOT *et al.* (1994), citados por NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005.

1.3.2 Metodologia Instrumental na Avaliação do Aroma

A pesquisa do aroma é complexa, requer preparo cuidadoso da amostra. O alimento é uma matriz susceptível a alterações, tendo-se assim a necessidade de utilização de instrumentos caros e sofisticados como a cromatografia a gás e espectrometria de massa (CG/EM), pois os aromas estão presentes em quantidades muito pequenas, são instáveis, e qualquer aumento na temperatura durante o preparo da amostra acarreta reações químicas modificando a composição original da amostra (FRANCO e JANZANTTI, 2003).

A metodologia para avaliação do aroma compreende as seguintes etapas: isolamento dos compostos voláteis, separação dos compostos voláteis por cromatografia de alta resolução, análise sensorial e identificação dos compostos voláteis (THOMAZINI e FRANCO, 2000).

De acordo com FRANCO e JANZANTTI (2003), o isolamento dos compostos voláteis pode ser realizado pela análise total ou pela análise do *headspace* (expressão adaptada para a fase gasosa em equilíbrio com a matriz do alimento. A **análise total** dos compostos voláteis compreende uma análise de todos os compostos voláteis presentes no alimento. Isolam-se os compostos voláteis por destilação com posterior extração por solvente para concentração. Nessa análise podem ocorrer perdas ou modificações na composição e presença de impurezas. Segundo BASTOS *et al.*, (2002), o sistema de destilação extração simultânea de Nickerson-Likens, que emprega calor, tem sido uma das técnicas utilizadas pelos pesquisadores. No entanto, o aquecimento durante esta etapa leva a formação de compostos furânicos. Em função da metodologia aplicada pode ocorrer ainda a discriminação de alguns compostos em função de sua volatilidade e massa molar.

Uma segunda abordagem seria a análise do *headspace*, escolha que vem oferecendo resultados significativos e reprodutíveis. Nessa técnica, o estudo de uma amostra (líquida ou sólida) é substituída pela análise da fase gasosa em equilíbrio com a fase líquida ou sólida da amostra (THOMAZINI e FRANCO, 2000). A análise do *headspace* não depende da concentração e da pressão de vapor dos compostos voláteis presentes, mas de todos os componentes da matriz (lipídeos, carboidratos e proteínas que exercem influência na estabilidade e liberação dos compostos responsáveis pelo aroma). As vantagens dessa análise são: pouco manuseio da amostra, coleta contínua dos compostos voláteis realizada a vácuo, uma armadilha recheada com materiais adsorventes coleta e concentra os compostos voláteis; posteriormente os compostos voláteis são eluídos da armadilha por solvente; os polímeros porosos utilizados são Porapak e Tenax. Envolve isolamento e enriquecimento dos voláteis em temperatura ambiente, evita a destruição da amostra, permite estudos qualitativos e quantitativos, alta reprodutibilidade, mantém a integridade química das moléculas e baixo custo (FRANCO e JANZANTTI, 2003).

A separação dos compostos voláteis requer cromatografia a gás de alta resolução. As colunas capilares são utilizadas pela alta resolução e eficiência. Os

injetores também evoluíram, sendo os mais utilizados dos tipos *split-splitless*, *on-column* e *programmed temperature vaporizer* (PTV) (FRANCO e JANZANTTI, 2003).

A associação de cromatógrafos a gás a espectrômetros de massa (CG-EM) permitiu o avanço na identificação dos compostos voláteis. Padrões puros e o índice de retenção de Kovats têm auxiliado na identificação dos compostos (FRANCO e JANZANTTI, 2003).

Além do emprego de técnicas como cromatografia a gás e espectrometria de massa, as avaliações sensoriais devem ser correlacionadas com avaliações instrumentais a fim de produzir resultados com aplicações práticas (BASTOS, DA SILVA e FRANCO, 1998). Após a separação dos compostos voláteis, a avaliação sensorial realizada por técnicas olfatométricas pode indicar os compostos voláteis odoríferos. Nem todos os picos dos cromatogramas representam compostos voláteis odoríferos, assim como o tamanho dos picos não é indicativo da contribuição efetiva do composto para a descrição do aroma (THOMAZINI e FRANCO, 2000). A avaliação sensorial dos compostos voláteis teve grande avanço nos últimos anos, sendo as técnicas de cromatografia a gás-olfatométricas utilizadas por reportar de fato a importância odorífera de cada composto volátil no aroma e sabor dos alimentos (DA SILVA, SAMPAIO e BERTOLINI, 2003).

A cromatografia a gás-olfatométrica (CG-O) tem sido utilizada por vários autores e para diversos tipos de alimentos por permitir identificar os aromas de impacto no produto, caracterizando quais são mais importantes. DA SILVA *et al.*, (1993) estudaram as propriedades do aroma e estabilidade de snack à base de milho; GARRUTI (2001) estudou a composição de voláteis e qualidade de aroma de vinho de caju; JORDÁN *et al.*, (2002) estudaram os componentes aromáticos ativos na goiaba e essência de goiaba por CG-O; BASTOS *et al.*, (2002) avaliaram a composição de voláteis e o perfil de aroma de méis de eucalipto e de laranja; SCHULBACH, ROUSEFF e SIMS (2004) avaliaram as propriedades sensoriais de cinco variedades de morango; FALCÃO *et al.*, (2008) estudaram os componentes de impacto no aroma de vinhos brasileiros.

A olfatometria, baseada nos estudos de tempo-intensidade, mede a velocidade, duração e intensidade percebida de um estímulo sensorial (THOMAZINI e FRANCO, 2000).

Para JORDÁN *et al.*, (2002), a real contribuição de cada componente na qualidade aromática da fruta pode ser somente conhecida por estudo da atividade

do aroma de cada componente. A CG-O tem se mostrado como método poderoso para determinação dos compostos chave de aroma em alimentos.

De acordo com SINGLETON e PATTEE (1978), citados por THOMAZINI e FRANCO (2000), “sniffing” (aspirando o ar pelo nariz), AEDA (Aroma Extract Dilution Analysis), CHARM (Combined Hedonic Response Measurement) e OSME do grego (ομη=cheiro) (Oregon State Method) são conhecidas técnicas olfatométricas baseadas na olfação dos compostos eluídos da coluna cromatográfica. Na análise por “sniffing” (aspirando o ar), um divisor posicionado na saída da coluna cromatográfica promove a distribuição do fluxo do eluente para um tubo de sílica fundida desativada e para o detector de ionização de chama. O tubo de sílica permite a comunicação com o ambiente externo e a olfação dos vários compostos eluídos, os quais simultaneamente são detectados e registrados. Julgadores não-treinados utilizam suas próprias palavras para descrever a qualidade odorífera dos compostos voláteis eluídos. As análises olfatométricas por AEDA, CHARM e OSME são mais recentes e permitem determinar, tanto a qualidade como a intensidade odorífera dos compostos voláteis, indicando o grau de contribuição de cada composto volátil na formação do aroma. A técnica denominada OSME permite avaliação direta da qualidade e da intensidade dos compostos odoríferos eluídos da coluna cromatográfica pelos julgadores, evitando várias diluições necessárias como em AEDA e CHARM. Dessa forma, requer um menor tempo de análise e fornece o aromagrama correspondente ao cromatograma.

A Figura 1.3 mostra o sistema CG-O pela técnica OSME e o Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI).

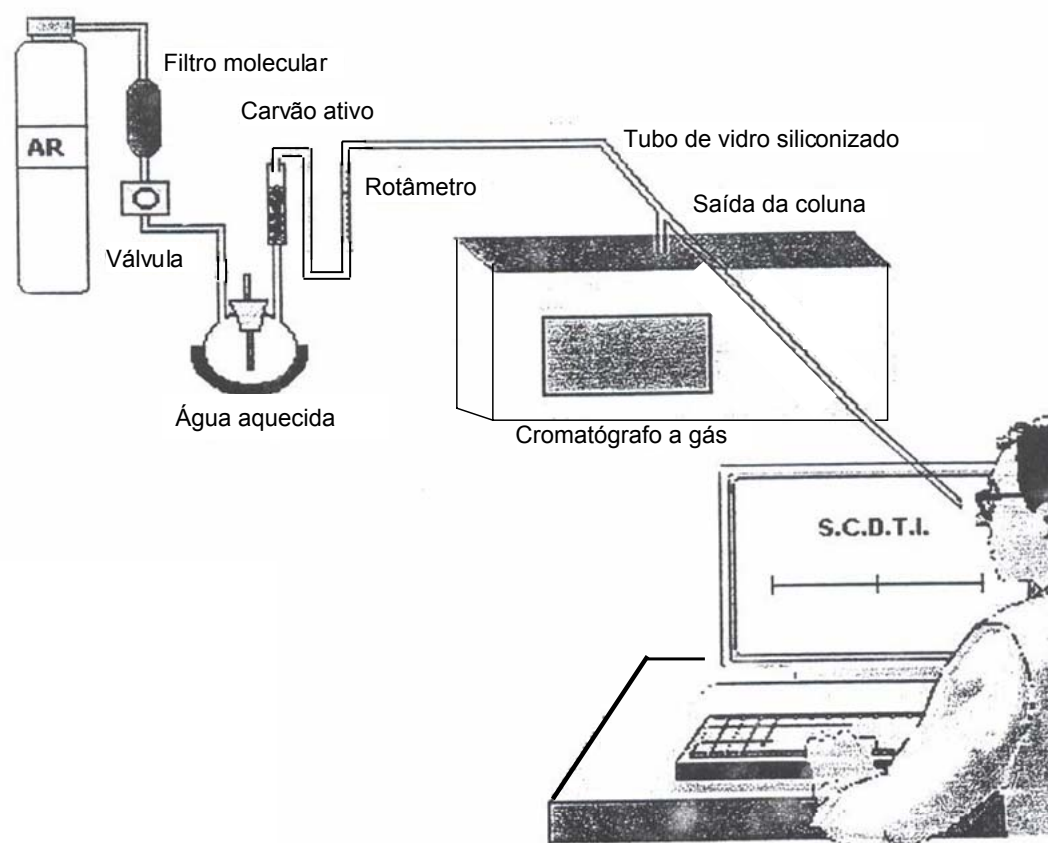


Figura 1.1 Ilustração do sistema de cromatografia a gás olfatométrica CG-O (OSME)

Fonte: adaptado de GARRUTI (2003).

Segundo MATA *et al.*, (2004) outra técnica empregada na extração de compostos voláteis de alimentos desenvolvida em 1990 por ARTHUR e PAVLISZYN é a micro extração por fase sólida (SPME). Essa técnica apresenta muitas vantagens, como simplicidade, rapidez, não utiliza solvente, tem baixo custo e pode ser aplicada na análise de aromas de amostras sólidas, líquidas e gasosas, especialmente na triagem de compostos voláteis.

Para MANGAS *et al.*, (1996), os compostos voláteis exercem importante função na qualidade da sidra, entretanto é muito importante o conhecimento da formação dos aromas durante sua elaboração. Diferentes métodos tem sido usados em vários meios complexos como, por exemplo, a técnica do headspace (topo, cabeça, parte superior de um recipiente), destilação e extração supercrítica, trapping (por meio de armadilhas) sobre polímeros porosos, extração sólido-líquido sobre resinas, destilação extração simultânea e extração contínua com solvente em batelada. Os autores afirmaram que o método proposto para o uso de GC-MS

(cromatografia a gás e espectrometria de massa) atingiu bons resultados para determinação de alcóois, ésteres, lactonas, fenóis e ácidos graxos. Entretanto, cadeias curtas de ácidos graxos não foram extraídas.

De acordo com LAVILLA *et al.*, (1999), compostos voláteis são responsáveis pelo aroma, mas a qualidade sensorial de alimentos também depende do sabor. Em maçãs, o sabor é determinado pela relação acidez/açúcar e textura. Pesquisas correlacionando medidas analíticas com medidas sensoriais são limitadas. Com o objetivo de analisar a relação entre produção de voláteis e avaliação sensorial em maçãs Granny Smith estocadas em diferentes tratamentos de atmosfera controlada, os autores utilizaram o método de *headspace dinâmico* para extração dos compostos voláteis e foram quantificados por referência ao padrão interno (butilbenzeno). Segundo estes autores os compostos voláteis foram identificados e quantificados no dia da colheita e as quantidades desses foram menores que os obtidos depois de diferentes períodos de estocagem refrigerada. Quinze compostos voláteis foram detectados, sendo 11 ésteres que constituem mais de 84% dos compostos de aroma totais emitidos. Etil propionato, propilacetato, butil acetato e 2 metil propilacetato representam 59,4% da fração total do aroma.

FRANCO e JANZANTTI (2003), enfatizam que o método do *headspace dinâmico* é utilizado desde os anos 90 para verificar a liberação dos compostos do aroma no alimento. A análise do *headspace* reflete o equilíbrio dos voláteis entre a fase gasosa e a matriz do alimento e, portanto, o aroma do produto. No entanto, não reflete o sabor percebido quando o alimento é consumido porque o processo que acontece na boca influencia a liberação do sabor sob vários aspectos. Nesse sentido, foram desenvolvidas algumas ferramentas chamadas de *oral breath sampler* (classificador do aroma da cavidade bucal) e *nose sampler* (classificador do olfato). A primeira permite a realização de análises cromatográficas e olfatométricas do aroma via oral liberado durante o consumo do alimento, que são adsorvidos em Porapak ou Tenax (materiais adsorventes). O segundo sistema permite analisar os compostos no ar expirado pela cavidade nasal das pessoas enquanto se alimentam. Os autores citam que ainda falta sensibilidade do sistema para análise dos componentes ativos em quantidade de traços. Foi verificado que o perfil dos voláteis no *headspace*, na cavidade bucal (*mouth space*) e na cavidade nasal (*nose space*) podem ser muito diferentes.

1.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL

De acordo com a divisão de avaliação sensorial do Instituto de Tecnologia de Alimentos (IFT – Institute Food Technology), a avaliação sensorial é definida como uma disciplina científica usada para medir, analisar e interpretar resultados das características dos alimentos e materiais como eles são percebidos, pelo sentido da visão, olfação, gustação, tato e audição (PAL, SACHDEVA e SINGH, 1995).

Para alcançar o objetivo de desenvolver produtos de ótima aceitabilidade sensorial devem-se identificar as propriedades e níveis em que são importantes para a aceitabilidade. Existe de fato grande número de combinações de características e de seus respectivos níveis que podem produzir alimentos que entrem no rol dos produtos altamente aceitáveis. Teoricamente existe um conjunto de propriedades sensoriais bem como um conjunto de atributos físicos e químicos (analíticos) que, se presentes em um produto específico, conduzirão a assim denominada ótima aceitação (SCHUTZ, 1998).

Segundo BASTOS *et al.*, (2002), a correlação da análise sensorial com a instrumental tem ganho credibilidade e espaço, pois permite classificar produtos de acordo com algum critério e permite prever a qualidade sensorial a partir de medidas.

Para a melhoria dos sistemas de processamento, o entendimento das reações físicas e químicas que ocorrem durante a transformação da fruta *in natura* em produtos derivados e sua relação com as características sensoriais é de extrema importância, possibilitando a avaliação indireta das características sensoriais por meio de análises instrumentais (ALMEIDA *et al.*, 1999). Além disso, a avaliação das correlações entre essas características, auxilia o entendimento dos fatores que levam um alimento a alterar o seu perfil sensorial, contribuindo para a otimização dos processos de produção (ALMEIDA *et al.*, 1999; PEDRÃO *et al.*, 1999).

O uso de equipes treinadas que descrevem suas reações a um produto representa um meio de obter informações sobre os atributos desse produto, independentemente de qualquer influência de preferência (STONE, McDERMOTT e SIDEL, 1991).

Segundo MEILGAARD, CIVILLE e CARR (1991), a validação e confiança das medidas de intensidade que expressam o grau em que cada característica

(termo ou componente qualitativo) está presente dependem da seleção de escala que seja ampla o suficiente para englobar todo o alcance de intensidade do parâmetro e que tenha pontos intermediários suficientes para discriminar todas as pequenas diferenças de intensidade entre as amostras; do treinamento dos julgadores para que usem a escala de maneira similar para todas as amostras e durante todo o decorrer das análises.

Para OLIVEIRA e BENASSI (2003), a análise sensorial tem se mostrado muito eficiente na avaliação da qualidade de alimentos pela habilidade para identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, detectando particularidades do produto não medidas por outras técnicas, incluindo-se sua aceitação. A análise sensorial descritiva é um dos métodos mais sofisticados para avaliação de produtos, utilizando uma equipe de provadores que desenvolve descritores e emprega escalas para medida de suas intensidades, caracterizando e descrevendo atributos sensoriais das amostras estudadas. O uso da análise sensorial descritiva vem crescendo devido à sua aplicabilidade para controle de qualidade, desenvolvimento de produtos e processos e estudos de vida-de-prateleira (MURRAY *et al.*, 2001). Além da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), uma segunda metodologia descritiva aplicada à análise sensorial de vinhos foi desenvolvida pela Universidade da Califórnia em Davis (UCD) denominada “Análise Descritiva de UCD”, que está baseada na ADQ e que utiliza uma equipe treinada, segundo a “terminologia padrão modificada de aromas em vinho” popularmente conhecida como “roda de aromas em vinho”. A roda de aromas em vinho foi desenvolvida por NOBLE *et al.*, (1987), citados por BEHRENS e DA SILVA (2000), com o objetivo de fornecer à equipe sensorial, antes da etapa de desenvolvimento da terminologia descritiva, referências de aromas universalmente encontrados em vinhos. De acordo com os autores, a roda de aromas constitui esforço de padronização dos termos empregados para descrever e quantificar aromas em vinhos de tal forma que os resultados obtidos por pesquisadores de vários países possam ser mais comparativos.

O perfil livre é outra técnica de análise sensorial descritiva. De acordo com BENASSI, DAMÁSIO e CECCHI (1998), o julgador tem liberdade para utilizar os termos descritivos na quantidade e da maneira que desejar, desta forma eliminando o treinamento da equipe. Cada julgador desenvolve uma lista própria de atributos e definições para avaliações das amostras. Essa técnica foi descrita pela primeira vez

para a avaliação de vinhos e baseia-se no princípio de que as pessoas percebem as mesmas características no produto, mesmo que se expressem de forma diferenciada. Sua comparação com a análise descritiva convencional mostrou resultados similares, apresentando a vantagem de contornar problemas na utilização de escalas e melhor repetibilidade de resultados dos julgadores. A literatura descreve o uso do perfil livre para avaliação de produtos bem diferenciados: frutas, hortaliças, bebidas (vinhos, sidra), géis (de laranja, pectina e gelatina), amêndoas e café, chocolate, produtos lácteos (leite, sorvete e queijos), azeite e produtos cárneos (peixes, aves e embutidos). A caracterização pelo perfil livre para diferentes produtos vem sendo comparada aos obtidos por outras técnicas descritivas com bons resultados.

Para CARDELLO e FARIA (1998) e MONTEIRO *et al.*, (2005), a percepção do aroma, do sabor e da textura é um fenômeno dinâmico e não estático, sendo de suma importância à aplicação da análise tempo-intensidade como forma de avaliação de um alimento, que através da associação da percepção humana com recursos da informática permite obter informações sobre qualquer característica sensorial pré-estabelecida das amostras avaliadas, como por exemplo velocidade, tempo de percepção e intensidade de um estímulo.

1.4.1 Testes Afetivos

A percepção de atributos sensoriais como cor, aparência, aroma, sabor e textura são fatores decisivos para a aceitação do produto pelos consumidores (PAL, SACHDEVA e SINGH, 1995; DUXBURY, 2005).

Os métodos afetivos são testes de atitudes subjetivas, tais como aceitação e preferência de um produto. Têm por objetivo conhecer a opinião pessoal de um determinado grupo de consumidores. Os testes de aceitação avaliam o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de determinado produto, e testes de preferência avaliam a preferência do consumidor por um produto em relação a outro. O uso da escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos é um exemplo deste tipo de teste. É o método sensorial mais empregado para avaliar a aceitação, em função da facilidade e simplicidade de uso até por consumidores com instrução mínima (MEILGAARD, CIVILLE e CAR, 1991). Os resultados são avaliados através de

análise de variância univariada e teste de Tukey para médias (STONE e SIDEL, 1985).

Considerando que o teste de aceitação utilizando escala hedônica pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto, é possível obter através dos resultados desses testes, uma indicação do produto ou produtos que deverão receber maior atenção dada a possibilidade de virem a se tornar sucessos comerciais (GRIZOTTO e MENEZES, 2003).

Para OLIVEIRA e BENASSI (2003), a análise sensorial tem se mostrado uma técnica muito eficiente na avaliação da qualidade de alimentos pela habilidade de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, detectando particularidades do produto não medidas por outras técnicas, incluindo-se sua aceitação.

As Escalas do Ideal permitem acesso à informação sobre qual seria a intensidade considerada como ideal pelo julgador. Como essas escalas podem não ser balanceadas ou não regularmente espaçadas dependentemente das intensidades específicas e conveniências para cada atributo na cabeça do consumidor, os dados obtidos não podem ser analisados pela média. Os dados devem ser analisados pelas percentagens dos provadores que responderam a cada categoria específica de cada atributo ou plotando a freqüência das respostas em histogramas ou comparando a distribuição das respostas das amostras com as de uma amostra padrão ou de marca de sucesso pelo teste χ^2 (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991). Outra opção de análise é estabelecer um valor mínimo de resposta para a categoria “ideal”. Um valor recomendado é 70% (FERREIRA *et al.*, 2000).

De acordo com QUEIROZ e TREPTOW (2006), na interação com o controle de qualidade, a análise sensorial torna-se insubstituível no desenvolvimento de especificações, para definir propriedades efetivamente subjetivas e que são fundamentais para a aceitação e preferência do consumidor, tornando-se indispensável na indústria de alimentos, no desenvolvimento de novos produtos, modificação de produtos já existentes, na otimização de processos, redução de custos, vida útil e pesquisa de mercado.

1.4.2 Análise Multivariada na Avaliação Sensorial

A análise de variância univariada (ANOVA), trata cada atributo de forma independente, no entanto, a multivariada leva em consideração a variabilidade entre os atributos e amostras. Na ANOVA, cada valor de F é analisado como se fosse independente de todos os outros valores de F, quando de fato pode haver correlação entre um ou mais atributo analisado. Dados multidimensionais são gerados em análise sensorial, quando diferentes aspectos de qualidade do alimento, tais como aparência, cor, odor, textura e sabor são examinados conjuntamente, podendo inclusive incluir atributos não sensoriais, como por exemplo acidez titulável.

Esses dados podem ser globalmente analisados com vantagens através de técnicas multivariadas (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991). Assim, a análise multivariada tem haver com relações matemáticas entre várias medidas de uma mesma amostra. São métodos estatísticos que conduzem a decisão sobre uma hipótese ou da estimativa de uma probabilidade. De acordo com PEDRERO e PANGBORN (1989), uma multivariada de grande aplicação na análise sensorial é a análise de componentes principais (ACP), que tem como base a geometria euclidiana e a álgebra matricial, na qual se usam mínimos quadrados ortogonais para determinar o primeiro eixo principal, seguido de eixos subseqüentes de soluções sucessivas de coordenadas cartesianas de mínimos quadrados ortogonais. Esta estatística pode resumir a maior parte da variabilidade de um grupo de dados multicomponentes a umas quantas variáveis importantes (PEDRERO e PANGBORN, 1989; BARROS NETO, SCARMINIO e BRUNS, 2003).

1.4.3 Qualidade Sensorial

A relação entre o homem e o alimento indica que existe um sentimento muito maior do que apenas comer para se alimentar; existem exigências estéticas e gustativas. O prazer em comer vai muito além de apenas suprir as necessidades de sobrevivência. Desse modo, a aceitação ou rejeição de um alimento e sua preferência dependem da informação sensorial recebida (GARRUTI, 2001). A interação de características sensoriais como aparência e odor que se percebe antes de comer um alimento geram uma impressão inicial predispondo à avaliação.

A qualidade é considerada pelo consumidor como a qualidade sensorial, pois são os atributos incluídos nessa categoria que o indivíduo pode avaliar por meio de seus próprios sentidos, ou seja, deve-se entender por qualidade não um conjunto de atributos necessariamente excelentes ou altamente desejáveis, mas sim, reconhecer que um atributo particular pode ser muito importante para determinados produtos e de nenhuma importância para outros (QUEIROZ e TREPTOW, 2006).

Através da aparência e odor podem ser tiradas conclusões prévias sem a necessidade de ingestão, com a observação em reações de oxidação, putrefação, fermentação e ranço. O odor reaviva imagens, evoca sons, cores e sabores (BOSSI, 1996).

De acordo com a NBR 12806 (ABNT, 1993) gosto é a sensação percebida pelos órgãos gustativos quando estimulados por determinadas substâncias solúveis ou seja, é resultante da percepção de compostos não voláteis. As sensações primárias percebidas pelos órgãos gustativos são as sensações de doce, amargo, salgado e ácido; enquanto que o sabor é o resultado da interação das sensações do gosto e do aroma percebidas durante a gustação (FRANCO e JANZANTTI, 2003).

O odor é a sensação percebida pelos quimiorreceptores olfativos que geram respostas no nervo olfativo; e o aroma é uma sensação mais complexa resultante da interação entre as sensações olfativas e gustativas. O principal responsável pela percepção do aroma é a presença de compostos voláteis, que chegam ao bulbo olfativo pela cavidade retro-nasal. A mastigação, temperatura da cavidade bucal, solubilização saliva e mudanças de pH colaboram para a chegada desses compostos no bulbo olfativo, fornecendo a percepção do sabor daquele alimento (GARRUTI, 2001).

Outras sensações como sensações térmicas, queimação, adstringência, textura e sensações residuais também fazem parte para a formação do sabor do alimento (ASTM, 1969; NBR 12.806, ABNT, 1993).

1.5 CONSIDERAÇÕES

De tudo que se reportou nessa revisão, observa-se que as pesquisas têm acrescentado muitos conhecimentos nas técnicas para avaliação dos compostos voláteis em alimentos, especialmente em bebidas alcoólicas e que essas técnicas são utilizadas nos mais diversos produtos, podendo-se descrever cada componente volátil e sua concentração, se provenientes da fruta ou do processo fermentativo. Esse avanço na ciência em relação à identificação e quantificação dos compostos voláteis possibilita o conhecimento (no caso de bebidas fermentadas como a sidra), o momento da formação dos compostos voláteis importantes e que geram impacto sensorial positivo no consumidor. Isso permite a elaboração de um produto com qualidade superior e aceito; o que é interessante para a indústria possibilitando indicar o momento ideal para concluir o processo fermentativo, reduzindo assim custos e trazendo benefícios para a indústria e, principalmente para os consumidores, cada vez mais exigentes, em função da grande facilidade de encontrar produtos diferenciados no mercado.

REFERÊNCIAS

ABPM. Associação Brasileira de Produtores de Maçã. **Dados estatísticos sobre a cultura da macieira**. Disponível em: <http://www.abpm.org.br>. Acesso em: 20 out. 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.806**: Análise Sensorial dos Alimentos e Bebidas. Terminologia. São Paulo: ABNT, 8 p., 1993.

ALMEIDA, T. C. A.; FOLEGATTI, M. I. S.; FREIRE, M. T. A.; MADEIRA, M. S.; SILVA, F. T.; SILVA, M. A. A. P. Determinação do perfil sensorial e parâmetros de qualidade de figos em calda produzidos pela indústria brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. maio-ago. 1999.

ARMSTRONG, D. W.; BROWN, L. A. Aliphatic, aromatic, and lactone compounds. In: **Bioprocess Production of Flavor, Fragrance, and Color Ingredients**. New York. p. 323-342. 1994.

ASTM. American Society for Testing and Materials. ASTM 433: Basic principles of sensory evaluation. Baltimore, 1969.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como Fazer Experimentos**. 2. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp. 401 p. 2003.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 22 n. 2, p. 122-129, maio-ago. 2002.

BASTOS, D. H. M.; DA SILVA, M. A. A. P.; FRANCO, M. R. B. Otimização da etapa de isolamento dos compostos voláteis de mel para análise por cromatografia gasosa. **Alim. Nutr.**, São Paulo, 9: 77-88, 1998.

BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P.; Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 20, n. 1, p. 60-67, jan.-abr. 2000.

BENASSI, M. T.; DAMÁSIO, M. H. ; CECCHI, H. M. Avaliação sensorial de vinhos riesling itálico nacionais utilizando perfil livre. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 265-270, ago.-out. 1998.

BOSSI, G. Teoria e prática da degustação dos vinhos. Ed. Espaço e Tempo. Rio de Janeiro. 181 p., 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 3510, 16 de junho de 2000. Altera dispositivos do regulamento aprovado pelo Decreto 2314, de 04 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, 2000. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/>. Acesso em: 05 abril 2007.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169-175, maio-jul. 1998.

CHERUBIN, R. A. Agroindústria da maçã Ponta Grossa, 1996, p.120. (Relatório final de estágio na área de agroindústria de maçã, subsidiado pelo programa RHAÉ – agroindústria através do CNPq em nível de desenvolvimento tecnológico e industrial DTI).

CHIAPPINI, C. C. J. Aromas naturais produzidos por microrganismos. Disponível em: < <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=28&id=325> > Acesso em: 13 out. 2007.

CHIQUELTO, N. C. **Produto vinificado espumante de maçã obtido com células imobilizadas**. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Tecnologia Bioquímica Farmacêutica. Universidade de São Paulo.

CHIQUELTO, N. C. **Avaliação do processo biotecnológico e determinação das condições de desalcoolização da bebida obtida por fermentação controlada de suco de maçã**. Curitiba, 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) - Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Paraná.

CLETO, F. V. G.; CONSOLINI, F. Legislação Brasileira de Bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 1-20.

CROOK, L. R.; BOYLSTON, T. D.; GLATZ, B. A. Effect of gas environment and sorbate addition on flavor characteristics of irradiated apple cider during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 23, p. 6997-7004, 2004.

DA SILVA, M. A. A. P.; SAMPAIO, K. L.; BERTOLINI, A. C. CG-Olfatometria (CGO): uma revisão. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 29-46.

DA SILVA, M. A. A. P.; ELDER, V.; LEDERER, C. L.; LUNDAHL, D. S.; McDANIEL, M. R. Flavor properties and stability of a corn-based snack: relating sensory, gas chromatography, and mass spectrometry data. **Shelf Life Studies of Foods and Beverages. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects**. Ed. George Charalambous, p. 707 a 739. 1993.

DRILLEAU, J. F. Produits cidricoles. Quelques mots sur les composés phénoliques (tanins). **Technologie**, v. 23, p. 21-22, 1991.

DÜRR, P.; SCHOBINGER, U. The contribution of some volatiles to the sensory quality of apple and orange juice odour. **Flavour**. Ed. P. Schreier, New York, 1981.

DUXBURY, D. Flavor analysis integral to product development. **Food Technology**, v. 59, n. 2, 60-62, 2005.

FALCÃO, L. D.; REVEL, G.; ROSIER, J. P.; BORDIGNOS-LUIZ, M. T. Aroma impact components of Brazilian Cabernet Sauvignon wines using detection frequency analysis (CG-olfactometry). **Food Chemistry**, v. 107, p. 497-505, 2008.

FERREIRA, V. L.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; DA SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. Testes afetivos. In: **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos**. Campinas: Profíqua, 1ª. ed., 2000, p. 54-71.

FERTONANI, H. C. R.; SIMÕES, D. R. S.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Potencial da variedade *Joaquina* para o processamento de suco clarificado e vinho seco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 434-440, abr.-jun., 2006.

FRAILE, P.; GARRIDO, J. ANCÍN, C. Influence of a *Saccharomyces cerevisiae* selected strain in the volatile composition of rose wines. Evolution during fermentation. **J. Agric. Food Chem.**, 48, 1789-1798, 2000.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 17-28.

GARRUTI, D. S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. Campinas, 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

GARRUTI, D. S. Identificação de Compostos Voláteis Importantes ao Aroma de Suco de Frutas Tropicais por CG-EM e CG-Olfatometria. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 101-112.

GATFIELD, I. L. Enzymatic and microbial generation of flavor. **Perfumer & Flavorist**, v. 20, p. 5-14, 1995.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de chips de mandioca. **Ciencia e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 79-86, dez. 2003.

GUEDES, C. M.; PINTO, A. B.; MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. Study the aroma compounds of rose apple (*Syzygium jambos* Alston) fruit from Brazil. **Eur. Food Res. Technol.**, v. 219, p. 460-464, 2004.

HERRERO, M.; GARCIA, L. A.; DIAZ, M. The effect of SO₂ on the production of ethanol, acetaldehyde, acids organics, and favor volatiles during industrial cider fermentation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 11, p. 3455-3459, 2003.

HUBERT, C.; BRUNERIE, P.; LE QUERE, J. M.; DRILLEAU, J. F. Lês composés volatiles du cidre: extraction rapide et dosage. **Eciences des aliments**, v. 10, n. 3, p. 603-618, 1990.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados de previsão de Safra. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?z=t&o=23&i=P>
Acesso em: 13 out. 2007.

JANZANTTI, N. S.; FRANCO, M. R. B.; LANÇAS, M. F. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus domestica*) cultivar Fuji, por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. Campinas, maio-ago. 2000.

JANZANTTI, N. S.; FRANCO, M. R.; WOSIACKI, G. Efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 523-528, set.-dez. 2003.

JARVIS, B.; FORSTER, M. J.; KINSELLA, W. P. Factors affecting the development of cider flavor. **Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement**, v. 79, 5S-18S. 1995.

JORDÁN, M. J.; MARGARIA, C. A.; SHAW, P. E.; GOODNER, K. L. Aroma active compounds in aqueous kiwi fruit essence and kiwi fruit puree by GC-MS and multidimensional GC/GC-O. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 19, p. 5386-5390. 2002.

JOSHI, V. K.; SANDHU, D. K. Influence of juice content on quality of apple wine prepared from apple juice concentrate. **Research and Industry**, v. 19, P. 250-252, dez. 1994.

KROKIDA, M. K.; PHILIPPOPOULOS, C. Volatility in apples during air and freeze drying. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 135-141. 2006.

LAVILLA, T.; PUY, J.; LÓPEZ, M. L.; RECASENS, I.; VENDRELL, M. Relationships between volatile production, fruit quality and sensory evaluation in Granny Smith apples stored in different controlled-atmosphere treatments by means of multivariate analysis. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 47, p. 3791-3803. 1999.

LEQUÉRÉ, J. J.; CLERET, C. M.; BOURGEOIS, P.; MAFART, I. Essai d'évaluation des caractéristiques organoleptiques des cidres par analyses instrumentales. **Sciences des Aliments**, v. 7, n. 2, p. 223-239, 1987.

LEQUÉRÉ, J. M. Fermentation du cidre. Pour une élaboration de qualité. **Pomme**, n. 22, p. 17-19, 1991.

LEQUÉRÉ, J. M.; DRILLEAU, J. F. Microbiologie et technologie du cidre. **Revue des Oenologues**, n. 88, p. 17-20, 1998.

MANGAS, J. J.; GONZÁLEZ, M. P.; RODRÍGUEZ, R.; BLANCO, D. Solid-phase extraction and determination of trace aroma and flavour components in cider by GC-MS. **Chromatographia**, v. 42, n. 1/2, p. 101-105, January, 1996.

MANLEY, C. H. The development and regulation of flavor, fragrance, and color ingredients produced by biotechnology. **Process of production of flavor, fragrance and color ingredients**. Edited by Alan Gabelmam, p. 19-39, 1995.

MARQUES, D. B.; PASTORE, G. M. Produção de aromas naturais por microrganismos. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 80-85, jan.-jun. 1999.

MASSON, M. L. **Estudo da predição da solubilidade dos óleos essenciais de laranja e limão e aroma de maçã em dióxido de carbono pressurizado**. Campinas, 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas.

MATA, A. R.; NELSON, D. L.; AFONSO, J. C. F.; GLORIA, M. B. A.; JUNQUEIRA, R. G. Identificação de compostos voláteis da curcuma empregando microextração por fase sólida e cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 151-157, jan.-mar. 2004.

MATTHEIS, J. P.; FAN, X.; ARGENTA, L. C. Interactive responses of gala apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 11, p. 4510-4516. 2005.

MEHINAGIC, E.; ROYER, G.; SYMONEAUX, R.; JOURION, F.; PROST, C. Characterization of odor-active volatiles in apples: influence of cultivars and maturity stage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 7, p. 2678-2687. 2006.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2nd Ed. Florida - USA: CRC Press, 1991. 354 p.

MONTEIRO, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. F.; CHAVES, J. B. P.; CARDELLO, H. M. A. B. Perfil sensorial da bebida café (*Coffea arabica* L.) determinado por análise tempo-intensidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 772-780, out.-dez. 2005.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, p. 461-471, 2001.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R. A.; SIMÕES, D. R. S.; DRILLEAU, J. F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. Physico-chemical quality of brasilian cider. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p.289-298, jul.-dez. 2003.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 383-422.

NOGUEIRA, A.; SWIECH, B. P.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Características físico-químicas e sensoriais de suco de maçã clarificado e fermentado. **Publicatio. UEPG**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa, v. 12, n. 3, p. 15-23, dez. 2006.

NOGUEIRA, A. **Tecnologia de processamento sidrícola**: efeito do oxigênio e do nitrogênio na fermentação lenta da sidra. Curitiba, 2003. 191 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) – Setor de Tecnologia – Departamento de Engenharia Química - Universidade Federal do Paraná.

NOGUEIRA, A.; MONGRUEL, C.; SIMÕES, D. R. S.; WASZCZYNSKYJ, N.; WOSIACKI, G. Effect of Biomass Reduction on the Fermentation of Cider. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 6, p. 1089-1098, november, 2007.

OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 468-472, jul.-set. 2003.

PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físico-químicas (dados da safra 2001-2002). **Ciência Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1336-1343, nov.-dez., 2004.

PAL, D.; SACHDEVA, S.; SINGH, S. Methods for determination of sensory quality of foods: A critical appraisal. **Journal of Food Science Technology**, v. 32, n. 5, p. 357-367, 1995.

PEDRÃO, M. R.; BELEIA, A.; MODESTA, R. C. D.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Estabilidade físico-química e sensorial de suco de limão Tahiti natural adoçado, congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 282-286, Campinas, maio-ago., 1999.

PEDRERO, F. D. L.; PANGBORN, R. M. **Evaluación Sensorial de los Alimentos**. Métodos Analíticos. Ed. Alhambra Mexicana, 251 p. 1989.

PEREIRA, A. J.; BONETI, J. I. S.; BRIGHENTI, E.; DENARDI, F.; CAMILO, P. A. *Joaquina*: nova cultivar prococe de macieira resistente à sarna. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 16, n. 3, p.70-73, nov. 2003.

PICINELLI, A.; SUÁREZ, B.; MORENO, J.; RODRIGUES, R.; GARCÍA, C.; PANDO, R. M.; BEDRIÑANA; MANGAS, J. J. Técnicas analíticas en el control de calidad y caracterización de la sidra natura Asturiana. **Alimentaria**, p. 129-136, septiembre. 2002.

PINHEIRO, D. M.; PASTORE, G. M. Produção biotecnológica de compostos de aromas. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos**: temas atuais. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 195-206.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos. Rio Grande: Editora da Furg, 2006. 268 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 177-194.

SANTOS, L. D.; PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Composição química de sucos provenientes de maçãs de dez diferentes genótipos. Safra 2002-2003. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 8, n. 2, p.87-91, abr.-jun., 2005.

SCHULBACH, K. F.; ROUSEFF, R. L.; SIMS, C. A. Relating descriptive sensory analysis to gás chromatografy/olfactometry ratings of fresh strawberries using partial least squares regression. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 7, p. 273 a 277, 2004.

SCHUTZ, H. G. Evolution of the sensory science discipline. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 42-46, 1998.

SCOTT, J. A.; O'REILY, A. M. Co-immobilization of selected yeast and bactéria for controlled flavour development in na alcoholic cider beverage. **Process Biochemistry**, v. 31, n. 2, p. 111-117, 1996.

STONE, H.; McDERMOTT, B. J.; SIDEL, J. L. The importance of sensory analysis for the evaluation of quality. **Food Technology**, v. 45, n. 6, p. 88-95, 1991.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Boston: Academic Press, 1985, 227p.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, SBCTA**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 52-59, jan.-jun., 2000.

WELSH, F. W. Overview of bioprocess flavor and fragrance production. In: **Bioprocess Production of flavor, Fragrance and Color Ingredients**, Ed. Alan Gabelman, 1995.

WONG, D. W. S. Química de los alimentos: mecanismos y teoria. Zaragoza. Acribia, 1995. p. 259-294.

WOSIACKI, G. Apple varieties growing in subtropical areas: the situation in *Paraná* - Brazil. **Fruit Processing**, v. 5, p. 177-182, 2001.

WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C. Brazilian apple production: a few years later. **Fruit Processing**, Chicago, v. 12, p. 472-475, 2000.

WOSIACKI, G.; PHOLMAN, B. C.; NOGUEIRA, A. Características de qualidade de cultivares de maçã: avaliação físico-química e sensorial de quinze cultivares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 347-352, jul.-set., 2004.

Capítulo 2

Avaliação do Potencial Tecnológico da Cultivar Joaquina para Obtenção de Suco e Fermentado de Maçã

RESUMO

Na classificação das maçãs para o comércio doméstico, uma parcela de até 30% pode ser descartada. As frutas de descarte, também chamadas de industriais, apresentam potencial tecnológico e podem ser aproveitadas na fabricação de diversos produtos, como sucos e fermentados alcoólicos. Cerca de 90% da produção brasileira de maçãs correspondem as cultivares Fuji e Gala, que apresentam baixa aptidão industrial, entretanto outras cultivares podem apresentar características que tornem o produto final com qualidade superior. Sendo assim, foi avaliado o potencial tecnológico da cultivar Joaquina para a fabricação de suco clarificado e de fermentado de maçã em comparação com as cultivares Fuji e Gala. Maçãs das cultivares Fuji e Gala foram obtidas no comércio local e da cultivar Joaquina, disponibilizadas pela Estação Experimental de São Joaquim (EPAGRI). O suco clarificado e o fermentado de maçã foram obtidos em bancada de laboratório com protocolos definidos. As amostras de sucos e fermentados de maçãs foram caracterizadas segundo metodologias oficiais quanto à acidez, fenóis totais, açúcares redutores totais e graduação alcoólica e foram avaliados sensorialmente utilizando escala hedônica estruturada de 7 pontos. O suco varietal da Joaquina quando comparado físico-quimicamente com os da Fuji e da Gala não diferiu significativamente, porém os julgadores em avaliação sensorial atribuíram-lhe as menores notas (3,78), com grau de rejeição de 64%. O fermentado varietal da maçã Joaquina, físico-quimicamente semelhante aos da Fuji e da Gala, foi considerado de aceitação próxima ao da Gala (4,52) sendo o da Fuji (3,80) rejeitado, com 67%. Assim, a maçã da cultivar Joaquina pode ser usada com parcimônia no processamento de suco e com segurança na produção de fermentado.

Palavras-chave: suco de maçã; fermentado de maçã; potencial tecnológico.

ABSTRACT

In the classification of the apples for domestic commerce, a part of up to 30% can be dismissed. The rejected fruit, also called industrial, present technological potential and can be used in the production of several products, such as juices and fermented alcoholic beverages. Around 90% of the Brazilian apple production corresponds to the Fuji and Gala cultivars, which present characteristics that make the final product of higher quality. So, it was evaluated the technological potential of the Joaquina cv. for the production of juice and apple fermented beverages in comparison to the Fuji and Gala cultivars. These two types of the fruit were obtained in the local commerce and the Joaquina cv. was provided by the Estação Experimental de São Joaquim (EPAGRI). The apple juice and the fermented beverage were obtained in the laboratory counter, with defined protocols. The Joaquina varietal juice, when physical-chemically compared to the Fuji's and Gala's, did not differ significantly, yet the judges in sensorial evaluation gave it the lowest scores (3,78), with a high level of rejection (64%). The Joaquina apple varietal fermented beverage, phisically and chemically identical to the Fuji's and Gala's ones, was considered of similar acceptance to the Gala's (4,52), being the Fuji's (3,80) rejected, with 67%. Therefore, the Joaquina cultivar apple can be used with parsimony in the juice production and safely in the fermented beverages production.

Key-words: apple juice; apple fermented beverages; technological potential.

CAPÍTULO 2

2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DA CULTIVAR JOAQUINA PARA OBTENÇÃO DE SUCO E FERMENTADO DE MAÇÃ

2.1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçã está voltada para o atendimento da demanda interna de fruta *in natura*, com uma capacidade instalada que atinge 1 milhão de toneladas por ano. Entretanto, devido à alternância de produção, fenômeno fisiológico de frutas de clima temperado, este valor pode diminuir entre 20 a 25% de uma safra para outra, como ocorreu nas de 2003/2004 e 2004/2005, com produção de 973.300 e 759.600 t, respectivamente, fato este que afeta diretamente a quantidade de maçãs comerciais e as destinadas ao setor industrial (EPAGRI, 2002; GONÇALVEZ, 2005).

O mercado consumidor está a cada ano mais exigente tanto para o preço quanto para a qualidade das frutas (BONETI *et al.*, 1999), que conduziu à instalação de um procedimento tecnológico de beneficiamento capaz de selecionar criteriosamente as frutas com potencial de mercado no varejo, com bases em infestações microbiológicas e em defeitos físicos, levando a um descarte que pode atingir 30% da produção (KENNEDY *et al.*, 1999; PAGANINI *et al.*, 2004).

Como cerca de dois terços do montante desclassificado consiste em frutas sadias com defeitos físicos, a quantidade de maçãs que atenda os critérios de qualidade industrial pode atingir níveis da ordem de 200.000 t (WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005). Desta forma, após classificação criteriosa sob aspectos físicos e fito-sanitários, numa mesma árvore podem ser encontradas maçãs de mesa, para cozimento (doces, geléias ou compotas) e/ou para a fabricação de produtos como sucos, vinhos, sidras, vinagres e destilados.

Tanto a maçã quanto seus produtos apresentam elevados teores de fitonutrientes, sendo os compostos fenólicos de maior concentração e importância (TSAU *et al.*, 2005). Estes compostos, devido à atividade antioxidante, atuam diretamente na prevenção de doenças cardiovasculares, câncer, diabetes do tipo II e

doenças neurodegenerativas como Alzheimer (VINSON *et al.*, 2001; WU *et al.*, 2004; TSAU *et al.*, 2005). Algumas cultivares têm apresentado teores elevados de compostos fenólicos, que elevam a qualidade sensorial devido à sensação de adstringência proporcionada pelos taninos, e nutricional, de produtos mais nobres como sucos e fermentados alcoólicos. Os teores mais elevados de acidez levam à produção de sucos concentrados (70 °Brix) com maiores teores de ácido málico, que atingem cotação mais elevada no mercado internacional (LEA e DRILLEAU, 2003).

Já é fato inconteste que as principais variedades cultivadas no país são a Gala e a Fuji, e assim todo o aparato industrial está voltado ao processamento de frutas de qualidade físico-química semelhante apesar de seus baixos teores de compostos ácidos e fenólicos, que as desqualificam como maçãs industriais em âmbito mundial. Novas cultivares de maçãs têm sido recomendadas para plantio comercial e, a exemplo das duas cultivares principais, cerca de 20% das frutas são conduzidas a processos industriais de transformação (BONETI *et al.*, 1999; WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005).

A cultivar Joaquina, recomendada em 2002 para atuar nos pomares como polinizadora da Catarina, foi desenvolvida nos laboratórios da Estação Experimental da EPAGRI, inicialmente em Caçador e, posteriormente, em São Joaquim. Com maior exigência de frio hibernar, apresenta boa resistência à sarna e frutos grandes muito atrativos de gosto adocicados, com coloração vermelho-estriada, características de qualidade de maçãs comerciais (BONETI, PEREIRA e BRIGHENTI, 2003).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a possibilidade de obtenção de sucos despectinizados e de fermentados secos da cultivar Joaquina com aceitação comparável aos produtos obtidos com as maçãs das cultivares Fuji e Gala.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Matéria-Prima e Preparo das Amostras

A partir de 40 kg de maçãs das cultivares Fuji, Gala e Joaquina foram produzidos sucos e bebidas fermentadas, tipo vinho, através de fermentação alcoólica com cepa de levedura seca ativa (LSA) comercial de *Saccharomyces cerevisiae* conforme descrito nos itens 2.2.2 e 2.2.3.

O trabalho de acondicionamento das amostras foi realizado nos laboratórios do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG para o procedimento rotineiro das análises.

As cultivares de maçãs utilizadas na pesquisa foram adquiridas através da parceria com a Estação Experimental de São Joaquim da EPAGRI (SC), ou adquiridas no comércio local. As frutas haviam sido colhidas por técnicos especializados e mantidas sob frigo-conservação até o momento do processamento em nível de bancada. A enzima Pectinex 3XL (Novozymes do Brasil) foi fornecida pela LNF de Bento Gonçalves (RS).

O processamento dos sucos e dos fermentados de maçã foram realizados no CTA, envolvendo o Laboratório de Tecnologia e Processamento de Frutas, Laboratório de Análises Físico-Químicas e Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos.

2.2.2 Processamento dos Sucos de Maçã

As frutas, selecionadas e limpas, foram fragmentadas em microprocessador de laboratório (Processador Metvisa, tipo MPA) sendo que a massa ralada foi acondicionada em pacotes de plástico poroso que, superpostos, foram submetidos a uma pressão de 3 kgf.cm^{-2} durante 5 minutos (Prensa Eureka, Hoppe Ind. Ltda., Brasil). O suco foi tratado com pectinase (Pectinex 3XL Novozymes do Brasil) a concentração de 3 mL.hL^{-1} (45°C , 60 minutos) e após sedimentação foi trasfegado, filtrado em papel, engarrafado e tratado termicamente ($80^{\circ}\text{C}/20 \text{ min}$) para estabilização microbiológica, sendo após armazenado a temperatura ambiente (18 a 25°C) até o momento das avaliações.

Para determinação do grau de maturação dos frutos foi realizado na matéria-prima um ensaio rápido. Os frutos foram cortados na metade e imediatamente após o corte a polpa foi submetida ao contato direto com solução de lugol, sendo deixados por 10 segundos e retirados da solução, onde com um papel filtro foi realizada a absorção do excesso do reagente. Foi observada então a coloração da polpa, que dependendo da intensidade da coloração azul indicaria proporcionalmente a quantidade de amido. O fruto está com grau de maturação ideal quando tem no máximo 10% de amido. Quando a intensidade da cor azul for maior que 10% em relação à polpa, é um indicativo de que o fruto não está ainda em grau adequado de maturação.

As Figuras 2.1 a 2.7 mostram em ordem seqüencial as etapas do processamento do suco de maçã.



Figura 2.1 Fotos do acondicionamento das maçãs



Figura 2.2 Ilustração da retirada das embalagens para pesagem



Figura 2.3 Lavagem em água potável



Figura 2.4 Processador de facas utilizado para triturar as frutas



Figura 2.5 Maçã triturada

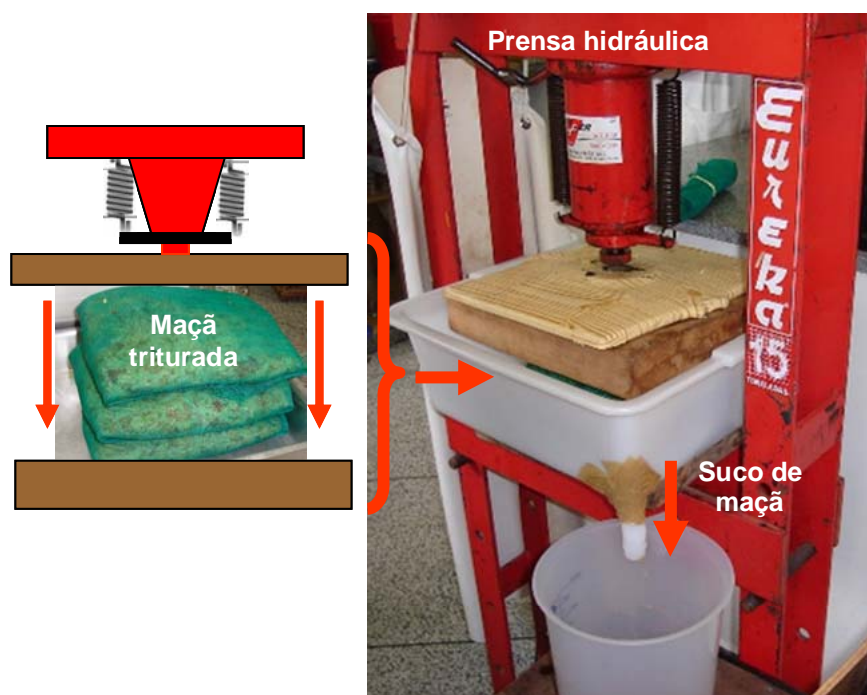


Figura 2.6 Extração do suco de maçã pela operação de prensagem



Figura 2.7 Despectinização do suco “bruto” de maçã

2.2.3 Processamento dos Fermentados de Maçã

As etapas do processamento até a obtenção do suco natural estão descritas no item 2.2.2. Após a despectinização e a trasfega do suco, foi adicionado metabissulfito de potássio na concentração de 100 mg.L^{-1} para prevenir o desenvolvimento de bactérias e leveduras selvagens, bem como oxidações indesejáveis. Realizada a adição de metabissulfito, o suco foi congelado em freezer horizontal a -18°C até a utilização para elaboração do fermentado.

O mosto despectinizado e trasfegado de cada cultivar foi acondicionado em um frasco com capacidade para 9 L, munido de batoque previamente esterilizado (Autoclave Vertical Phoenix, Modelo AV75) por 20 min à pressão de 1 atm (121°C). Levedura seca ativa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* (Uvaferm CK – Danstar Ferment. AG, Dinamarca; Bouquet), re-hidratada, foi inoculada no mosto com uma população inicial confirmada de $2,0 \times 10^6 \text{ ufc.mL}^{-1}$. O processo fermentativo transcorreu durante 15 dias a temperatura ambiente (18 a 25°C) (reflete as condições utilizadas pelo setor industrial), após o que o fermentado foi trasfegado, filtrado e engarrafado, sendo então estabilizado por armazenamento a 8°C . Foram conduzidos paralelamente à fermentação em maior escala (9 L), cinco (5)

fermentadores de 500 mL para controle e monitoramento das fases da fermentação, perda de peso e peso seco de levedura.

Ao término da fermentação (até consumo total dos açúcares – em torno de 15 dias), realiza-se a trasfega e a clarificação do fermentado.

A clarificação do fermentado é feita com gelatina, que por suas cargas positivas explícitas em pH baixo, apresenta a capacidade de combinar-se com colóides negativos ou moléculas com dipolos, formando complexos de peso molecular elevado que são eliminados por precipitação e/ou floculação em sucos e fermentados despectinizados de maçã. A proporção de gelatina adicionada deve ser bem determinada, pois a falta ou excesso causam turvação posterior; esta dose está compreendida entre 10 e 200 g.hL⁻¹ em dependência dos teores de proteínas, compostos fenólicos e substâncias pécticas presentes.

Solução de gelatina a 1% foi preparada e separados uma bateria de tubos de ensaio contendo 9 mL dos fermentados a serem clarificados. A adição de 1 mL de gelatina a 1% representa uma proporção de 100 g.hL⁻¹. Após 15 minutos a 15°C, foi verificada a turvação em cada tubo, realizada filtração e adicionado ao filtrado uma gota de gelatina diluída 1:10; sendo verificados os tubos onde formou turvação, indicando que a quantidade adicionada havia sido insuficiente e nos demais, adequada. O tubo no qual o fermentado permaneceu límpido em ambos os testes contém a quantidade adequada de gelatina a ser adicionada no processo de clarificação.

As Figuras 2.8 e 2.9 ilustram o controle de temperatura durante a fermentação e a clarificação natural após o término da fermentação.



Figura 2.8 Fermentadores menores e monitoramento de temperatura na fermentação

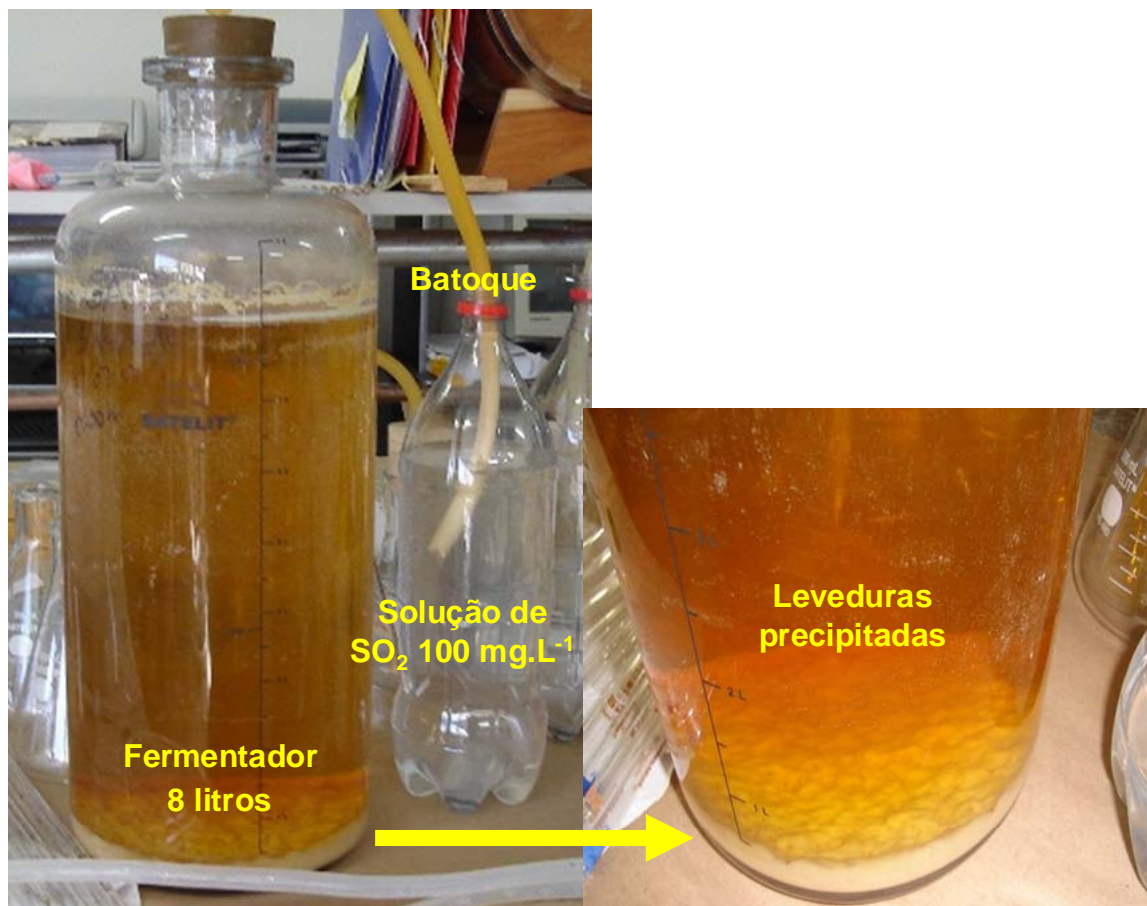


Figura 2.9 Clarificação natural devido ao fim dos açúcares e precipitação das leveduras

2.2.4 Avaliações Físico-Químicas

As amostras de suco de maçã e fermentado foram caracterizadas segundo metodologias oficiais da AOAC (1995) e IAL (2005), quanto a acidez, fenóis totais expressos em mg.L^{-1} de catequinas, nitrogênio total por Kjeldahl, açúcares redutores totais, açúcares redutores, sacarose, glicose e frutose.

Os açúcares redutores (AR) foram quantificados pelo método químico clássico de SOMOGYI (1945) modificado por NELSON (1944) assim como os açúcares redutores totais (ART) após a hidrólise da sacarose com HCl 1N (50°C/5 minutos). A glicose (GLU) foi quantificada pelo método enzimático da glicose oxidase, sendo a sacarose (SAC) e a frutose (FRU) calculadas por diferença, e todos os carboidratos foram expressos como monossacarídeos, em g.100 mL^{-1} (IAL, 2005). A acidez titulável total foi determinada por neutralização com NaOH 0,1N até pH 7,0 com pHmetro ou a pH 8,33 com fenolftaleína e calculada como ácido málico expresso em g.100 mL^{-1} (TANNER e BRUNNER, 1985). Os compostos fenólicos

totais foram quantificados com o reativo de Folin Ciocalteau, utilizando-se a catequina como padrão para a reação colorimétrica e os resultados foram expressos como mg.L^{-1} (TANNER e BRUNNER, 1985; RSK, 1987; IAL, 2005). Os teores de álcool etílico foram determinados por ebulliometria e a contagem de unidades formadoras de colônias de leveduras (ufc) em câmara de Neubauer (XB-K-25, SMIC, China) (LEE *et al.*, 1981).

2.2.5 Teste Sensorial de Aceitação dos Sucos e Fermentados de Maçãs

A avaliação sensorial dos produtos elaborados foi realizada após aprovação do projeto de pesquisa pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP), de acordo com o parecer nº 24/2006 referente ao protocolo 03858/06. Todos os provadores estavam cientes desse protocolo de pesquisa e participaram das avaliações sensoriais de livre e espontânea vontade, estando cientes que poderiam desistir dos trabalhos em qualquer momento da pesquisa.

Participaram da avaliação sensorial de aceitação do suco e fermentado de maçã 100 provadores, compreendendo alunos de graduação, pós-graduação, professores e funcionários da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, consumidores em potencial de vinho branco.

O teste de aceitação foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da UEPG. Amostras codificadas com números aleatórios foram servidas aos consumidores e apresentadas individualmente uma após a outra, em copos plásticos com 50 mL de capacidade. A quantidade utilizada para cada amostra foi de aproximadamente 30 mL, utilizando-se delineamento em blocos completos balanceados (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

As amostras de suco e fermentado foram mantidas refrigeradas até o momento das avaliações. Foi solicitado aos provadores que entre uma amostra e outra lavassem a boca com água para retirada do gosto residual da amostra anterior. A escala hedônica utilizada foi de 7 pontos e foi solicitado aos consumidores para avaliar cada amostra de acordo com a escala proposta, a qual apresentava valor mínimo 1, que corresponde a categoria hedônica “desgostei muitíssimo”; 4 referente a “indiferente” e 7 equivalente a “gostei muitíssimo”.

A Figura 2.10 mostra o modelo de ficha de avaliação da aceitabilidade das amostras de suco de maçã, e para a avaliação da aceitabilidade dos fermentados de

maçã foi utilizado o mesmo modelo apresentado na Figura 2.10, substituindo-se apenas a palavra “suco” por “fermentado”. As Figuras 2.11 e 2.12 ilustram a aparência dos sucos e dos produtos fermentados obtidos a partir das cultivares utilizadas.

TESTE DE ACEITABILIDADE	
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial	
Nome:.....Data:	
1. Você está recebendo uma amostra de suco de maçã. Por favor, prove a amostra e avalie segundo a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou do produto:	
7 - Gostei muitíssimo 6 - Gostei muito 5 - Gostei 4 - Não gostei nem desgostei 3 - Desgostei 2 - Desgostei muito 1 - Desgostei muitíssimo	
Amostra	Valor
_____	_____
_____	_____
_____	_____
2. O que você mais gostou no produto?	
3. O que você menos gostou no produto?	
Observações:.....	
<i>Obrigada Pela Colaboração!!!</i>	

Figura 2.10 Ficha de tomada de dados para avaliação sensorial da aceitabilidade de suco de maçã



Figura 2.11 Amostras de suco de maçã clarificado das cultivares Gala, Fuji e Joaquina



Figura 2.12 Amostras de fermentado de maçã das cultivares Gala, Fuji e Joaquina

2.2.6 Caracterização dos Hábitos de Consumo dos Provedores

Para as 100 pessoas que participaram da avaliação sensorial, distribuídos entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da UEPG, foi distribuído um questionário para caracterizar os hábitos de consumo dos provedores, enfatizando a faixa etária dos participantes, o tipo de vinho de sua preferência, a frequência média de consumo de vinho e o porquê do consumo de vinho branco.

A partir das respostas dos provedores foram construídos histogramas de frequência para visualização dos resultados.

A Figura 2.13 apresenta o modelo de questionário aplicado aos provedores.

QUESTIONÁRIO	
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial	
Nome:.....	Data:.....
1. Faixa Etária:	<input type="checkbox"/> < 25 anos <input type="checkbox"/> 25-35 anos <input type="checkbox"/> 36-50 anos <input type="checkbox"/> > 50 anos
2. Que tipo de vinho branco você prefere:	<input type="checkbox"/> vinho seco <input type="checkbox"/> vinho suave <input type="checkbox"/> vinho semi-seco
3. Indique sua frequência de consumo de vinho:	<input type="checkbox"/> todos os dias <input type="checkbox"/> uma vez por semana <input type="checkbox"/> uma vez por mês
	Quantidade:
	<input type="checkbox"/> um copo <input type="checkbox"/> dois copos <input type="checkbox"/> três copos <input type="checkbox"/> quatro copos <input type="checkbox"/> mais de quatro copos
	Por quê?
	<input type="checkbox"/> pelo sabor da bebida <input type="checkbox"/> saúde <input type="checkbox"/> preço <input type="checkbox"/> qualidade do produto

Figura 2.13 Modelo de questionário utilizado para avaliação dos hábitos de consumo dos provadores

2.2.7 Avaliação Estatística

Os dados físico-químicos foram analisados e verificada diferenças pelos níveis de probabilidade. Os resultados obtidos referentes à aceitação das 3 amostras de suco e de fermentado de maçã foram analisados utilizando análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de probabilidade e o contraste entre as médias pelo teste de Tukey, seguindo a metodologia estabelecida pela NBR 14.141 (ABNT, 1998) e MEILGAARD, CIVILLE e CARR (1991). O programa utilizado foi da Microsoft Office Excell 2003. A partir das respostas dos provadores foram construídos histogramas de frequência para visualização dos resultados.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Caracterização Físico-Química das Amostras de Suco de Maçã

Na Tabela 2.1 estão apresentados os resultados das avaliações físico-químicas sob a forma de indicadores de qualidade agroindustrial do suco despectinizado de amostras de maçãs da cultivar Joaquina assim como os das cultivares Fuji e Gala.

Tabela 2.1 Indicadores de qualidade de interesse agroindustrial dos sucos de maçã das cultivares Fuji, Gala e Joaquina

Cultivar	Açúcares redutores totais, g.100mL ⁻¹	Ácido málico, g.100mL ⁻¹	Compostos fenólicos, mg.L ⁻¹	Razão açúcares ácido, adimensional
Fuji	13,59 ± 0,61	0,200 ± 0,020	309 ± 30	69,60 ± 7,46
Gala	12,86 ± 0,51	0,249 ± 0,011	392 ± 60	51,06 ± 1,40
Joaquina	13,12 ± 0,55	0,265 ± 0,006	330 ± 125	49,62 ± 2,99
p(5%)	0,337327	0,038492	0,483448	0,003712

NOTA: Os números em negrito e em itálico indicam diferença entre as amostras em nível de 5%
Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

No que diz respeito aos açúcares redutores totais e aos compostos fenólicos, é possível verificar que não há diferença entre as amostras, o que indica no primeiro caso, uma vinculação ao fenótipo das cultivares, uma vez que as frutas apresentavam-se em estágio adequado de maturação, e no segundo está mais ligado à técnica de determinação e sua variabilidade.

Na Inglaterra a matéria-prima para elaboração de sidra é constituída de misturas entre maçãs para sidra e maçãs “de mesa” e, neste caso, as maçãs utilizadas pelas indústrias são divididas em 4 categorias: ácidas, amargo-ácidas, amargo-doces e doce (BEECH, 1972 citado por NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005). Os sucos se apresentam como *pouco amargos* se for levado em consideração o limite de 200 mg.L⁻¹ de compostos fenólicos totais preconizado por BEECH (1993).

Embora existam diferenças entre os sucos segundo os teores de ácido málico, e a Joaquina se revele como a cultivar com maior acidez, esta característica não é suficiente para melhorar sua aptidão para o processamento agroindustrial, eis que todas as cultivares são exclusivamente comerciais segundo a razão entre os teores de açúcares e de ácidos (> 20).

A pequena diferença existente entre os sucos em termos de acidez, qualificando-os como *doces* ou *pouco ácidos*, uma vez que todos se apresentam

abaixo de $0,45 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ preconizada na literatura (BEECH, 1993) está apresentada na Figura 2.14, enquanto que a Figura 2.15 identifica-os como da classe estritamente comercial face aos seus valores da proporção entre os açúcares e os ácidos, muito superior ao limite agroindustrial, preconizado como 20 (SCHOBINGER, 1987). Assim, os sucos estão compatíveis com a classificação *doce – amargo* ou *bittersweet*.

Os resultados apresentados nas Figuras 2.14 e 2.15 são valores médios obtidos a partir de 3 repetições.

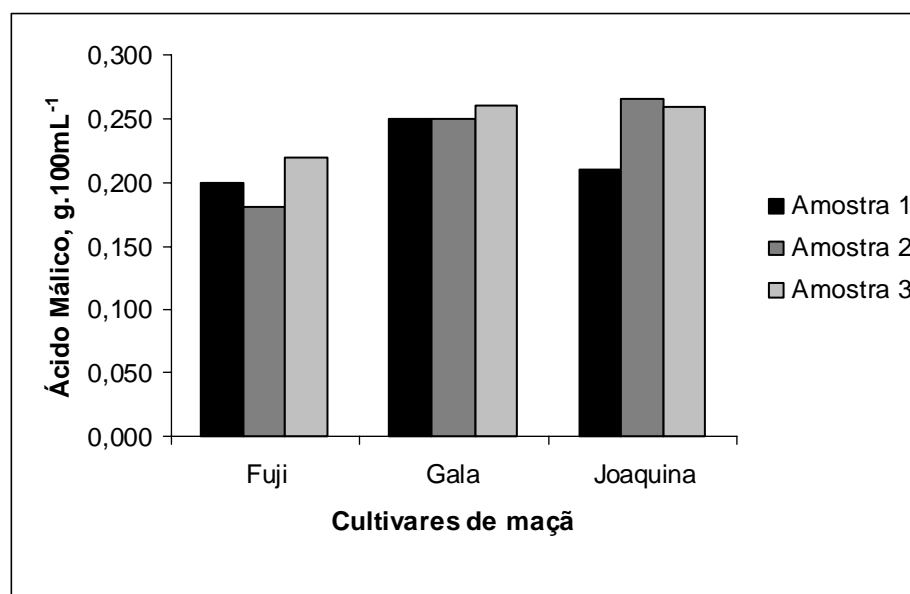


Figura 2.14 Ilustração da diferença de acidez existente entre o suco da cv Fuji, Gala e Joaquina

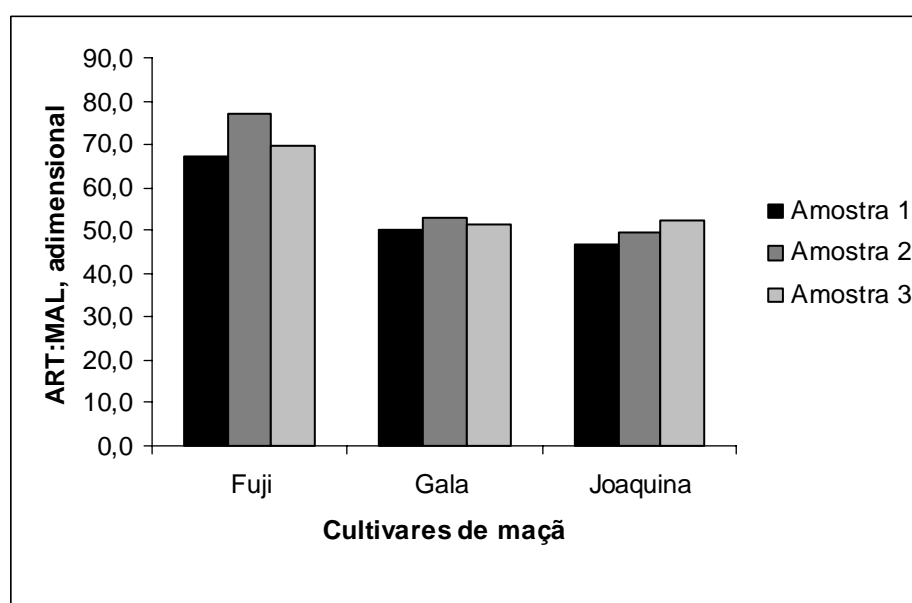


Figura 2.15 Ilustração da diferença da razão açúcar:ácido existente entre os sucos das cvs Fuji, Gala e Joaquina

A Tabela 2.2 apresenta a distribuição dos açúcares simples nos sucos despectinizados das três cultivares sendo evidente a princípio que não existe diferença significativa com relação a nenhuma classe.

Tabela 2.2 Distribuição dos açúcares simples dos sucos de maçãs

Cultivar	Concentração dos açúcares, g.100 mL ⁻¹				
	Redutores totais	Redutores	Sacarose	Glucose	Frutose
Fuji	13,59 ± 0,61	11,42 ± 0,50	2,16 ± 0,68	2,35 ± 0,80	9,07 ± 0,54
Gala	12,86 ± 0,51	10,49 ± 0,60	2,37 ± 1,09	1,61 ± 0,26	8,88 ± 0,77
Joaquina	13,12 ± 0,55	10,41 ± 0,19	2,71 ± 0,54	1,97 ± 0,72	8,44 ± 0,88
p (5%)	0,337327	0,0661	0,416594	0,417585	0,700061

NOTA: Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

Os resultados indicam sucos feitos com frutas em adequado estágio de maturação, com as concentrações de sacarose, glucose e frutose compatíveis com os dados da literatura especializada, mais especificamente com os apresentados sobre as maçãs das cultivares Fuji e Gala (NOGUEIRA *et al.*, 2004). A Tabela 2.2 mostra a homogeneidade destes sucos varietais com relação a estes indicadores de qualidade físico-química, demonstrando a semelhança do suco da cultivar Joaquina com as demais maçãs comerciais.

2.3.2 Teste Sensorial de Aceitação dos Sucos de Maçãs

Das 100 pessoas que participaram da avaliação sensorial de aceitação do suco de maçã, distribuídos entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da UEPG, 68% eram mulheres e 32% homens.

O consumo per capita de sucos no Brasil é baixo, com 8,4 L (DATAMARK, 2002, citado por QUEIROZ e MENEZES, 2005). É importante enfatizar que o suco de maçã serve de base para muitas outras bebidas como é o caso das misturas de sucos e suporte para bebidas gaseificadas como o guaraná e outros refrigerantes.

A análise de variância dos valores de aceitação (Tabela 2.3) revelou diferença significativa ($p=5,75 \times 10^{-25}$) a 5% de significância entre as amostras avaliadas. Foi observada também diferença significativa entre os provadores ($p=5,26 \times 10^{-8}$), o que pode ser considerado normal em testes de consumidores, no qual o grau de gostar ou desgostar difere entre si com relação às amostras.

Tabela 2.3 Resultados da análise de variância para a aceitação de suco de maçã

Fonte da variação	SQ	gl	QM	F	p	F crítico
Amostras	159,74	2	79,87	74,97516	5,75E-25	3,041521
Provadores	257,5033	99	2,601044	2,441638	5,26E-08	1,322451
Resíduo	210,9267	198	1,065286			
Total	628,17	299				

NOTA: SQ = soma dos quadrados; gl = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = estatística de Snedecor; p = probabilidade; Os números em negrito e em itálico indicam diferença entre as amostras em nível de 5%.

De acordo com o resultado da análise de variância que permitiu concluir que existe diferença significativa de aceitação entre as amostras ($p < 0,05$) de suco de maçã, aplicou-se o teste de diferença de médias de Tukey, e os resultados encontram-se na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 Diferença mínima significativa entre as amostras de suco de maçã

Cultivares	Médias	Dms
Fuji	5,27	1,60 (1 ^o - 3 ^o) s
Gala	5,38	0,11 (1 ^o - 2 ^o) ns
Joaquina	3,78	1,49 (2 ^o - 3 ^o)s

NOTA: dms = diferença mínima significativa a 5% de significância (0,343) ; ns = não significativo; s = significativo

A partir das diferenças entre as médias das amostras pôde-se concluir que não existe diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras de suco de maçã das cultivares Gala e Fuji; porém existe diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras Gala e Joaquina, e Fuji e Joaquina, ou seja, a amostra de suco de maçã da cultivar Joaquina foi diferente das demais.

A Tabela 2.5 apresenta a aceitação média das amostras analisadas. Observa-se que a média das amostras de suco de maçã das cultivares Gala e Fuji foram muito próximas (5,38 e 5,27, respectivamente), não diferindo entre si ($p > 0,05$). Este valor representa na escala hedônica a categoria “gostei”.

Já a amostra de suco de maçã da cultivar Joaquina diferiu significativamente das demais amostras ($p < 0,05$), e não obteve um percentual de aceitação desejável pelos consumidores ficando com média baixa (3,78), que corresponde a categoria “desgostei” na escala hedônica. Isso permite indicar sua utilização para elaboração de outros produtos, como por exemplo o fermentado de maçã.

A amostra de suco elaborado a partir da cv Joaquina obteve apenas 36% de aceitação contra 64% de rejeição dos consumidores. As demais amostras de sucos elaborados a partir de maçãs das cultivares Gala e Fuji obtiveram 84% e 85% de aprovação, respectivamente. As porcentagens de aprovação foram calculadas a

partir da média dos resultados da escala hedônica, considerando as notas maiores que 5 (referente ao nível hedônico “gostar” na escala utilizada), e reportando o valor médio obtido por regra de três em porcentagem para a escala utilizada, ou seja, o valor médio para o suco da cultivar Gala considerando notas acima de 5 foi de 5,88. Assim esse valor corresponde a 84% em relação a nota 7 que corresponde a 100% de aprovação.

Tabela 2.5 Média da aceitação das amostras de suco de maçã

Suco de maçã	Média	% de aprovação*
Fuji	5,27 ^a ± 1,09	85
Gala	5,38 ^a ± 1,24	84
Joaquina	3,78 ^b ± 1,41	36

NOTA: Notas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

* notas \geq 5

A Figura 2.16 mostra a freqüência de notas obtidas para as 3 amostras de suco de maçã. Observa-se que a maior freqüência de notas concentra-se na parte que corresponde a categoria “gostar” (nota 5) na escala hedônica. O suco proveniente da cv Fuji obteve a maior freqüência de notas nesta categoria, seguido do suco obtido da cv Gala. As maiores freqüências de notas para estes dois sucos foram sempre no lado positivo da escala hedônica, categorias “gostei”, “gostei muito” e “gostei muitíssimo”, correspondente aos valores 5, 6 e 7, respectivamente, na escala utilizada.

Porém, para o suco obtido da cv Joaquina observa-se uma rejeição dos consumidores, onde a maior freqüência de notas concentrou-se no lado negativo da escala, por isso sua alta rejeição por parte dos consumidores, que não ficaram indecisos, mas sim optaram pela nota 3 que corresponde na escala hedônica à categoria “desgostei”. Uma pequena parte dos participantes optou pela indiferença, ou seja, “nem gostei nem desgostei”. O suco da cv Joaquina obteve uma pequena freqüência de notas positivas, porém menor do que a freqüência obtida nas notas mais baixas da escala, o que não aconteceu para os demais sucos, que sempre obtiveram freqüências de notas no lado positivo da escala.

O suco elaborado a partir da cv Joaquina foi o que obteve menor concentração de notas nos níveis hedônicos positivos. Observou-se considerável freqüência no lado negativo da escala (nota 3), enquanto que para as outras duas amostras o resultado mostra-se inverso, o que permite indicar a utilização das cultivares Gala e Fuji com potencial tecnológico para a fabricação de sucos, o que

não pode ser indicado para a cv Joaquina, que apresenta potencial tecnológico para a fabricação de fermentado, já que sua aceitabilidade não foi boa.

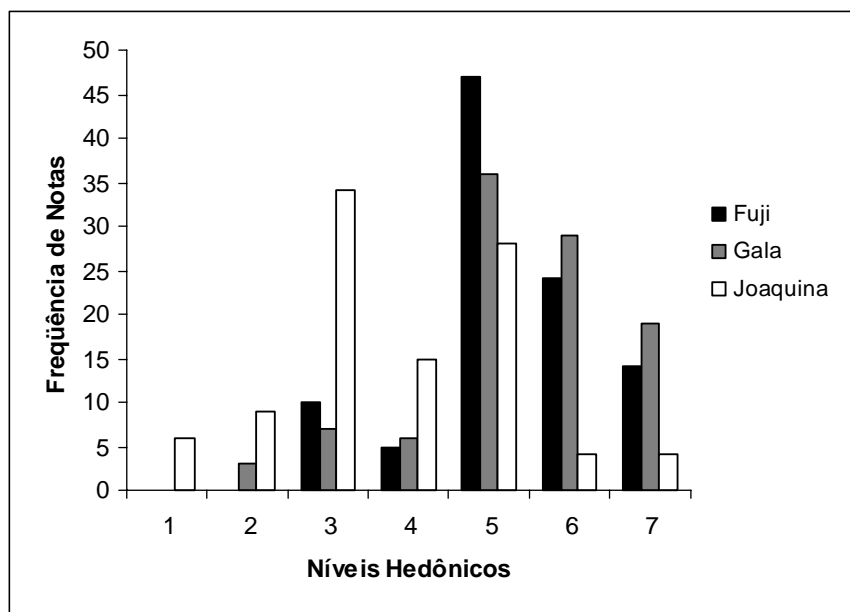


Figura 2.16 Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos sucos varietais da Fuji, Gala e Joaquina

A Figura 2.17 ilustra os atributos mais e menos apreciados elucidados pelos provadores dos sucos varietais de maçã.

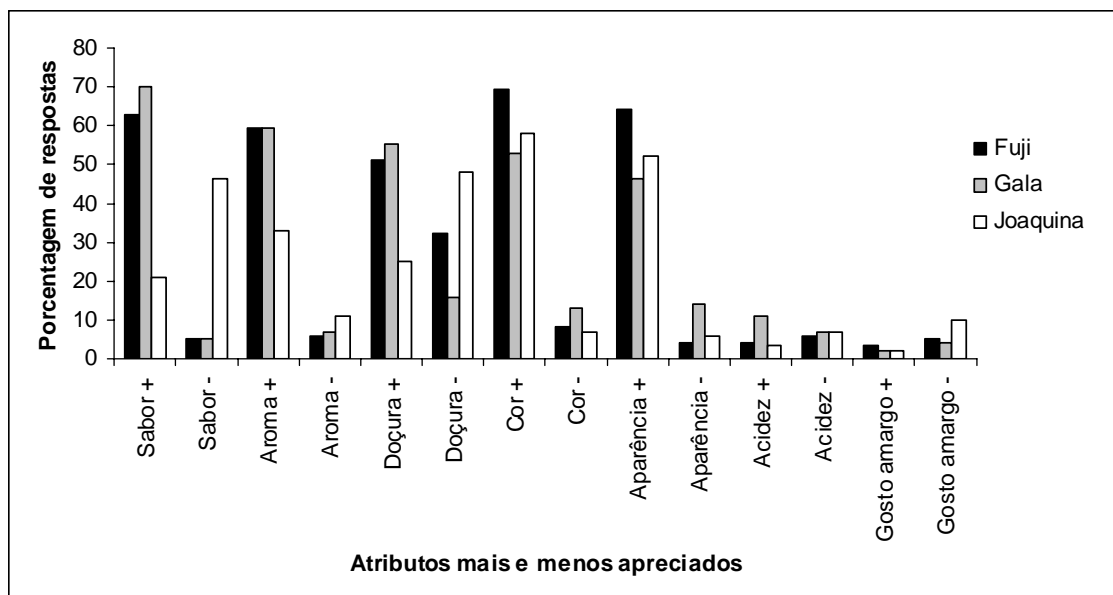


Figura 2.17 Atributos mais e menos apreciados pelos provadores nos sucos varietais

Segundo a Figura 2.17, os atributos sensoriais mais apreciados pelos provadores nas amostras de suco de cv Gala foram o sabor, aroma, doçura, cor

aparência; em menor porcentagem a acidez. Com relação aos atributos menos apreciados, foi apontada a doçura, aparência e cor, e em pequeno percentual os atributos aroma, acidez, sabor e gosto amargo. Pode-se dizer que para os provadores, o sabor foi o fator de maior impacto na avaliação do produto.

Já para os sucos varietais das cultivares Fuji e Joaquina, a cor e a aparência foram os primeiros atributos apontados como os mais apreciados, e para a característica negativa, a doçura apareceu em primeiro lugar para essas duas cultivares, ou seja, os consumidores acharam os sucos muito doces. Percebe-se também uma divisão de opiniões dos provadores, que na maioria das vezes o mesmo atributo aparece tanto nas características mais apreciadas quanto nas menos apreciadas, evidenciando a diferença de preferência entre os consumidores.

2.3.3 Caracterização Físico-Química das Amostras de Fermentado de Maçã

O fermentado de maçã, além de poder apresentar um consumo direto, constitui a base para a sidra, bebida frisanter e para a produção de destilados envelhecidos como o calvados ou para a produção de *blends* (combinação ou mistura) como o *pommeau* (LEA e DRILLEAU, 2003; NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005). A qualidade do fermentado de maçã pode influenciar diretamente a qualidade final destes produtos. A fim de avaliar a qualidade dos fermentados varietais de maçã foram utilizadas condições semelhantes às observadas no setor industrial. Desta forma, após 15 dias de fermentação alcoólica o processo foi interrompido por trasfega e filtração, a fim de remover as leveduras.

A Tabela 2.6 apresenta os resultados físico-químicos obtidos da análise das amostras dos fermentados varietais secos de maçã.

Tabela 2.6 Características físico-químicas dos fermentados varietais de maçã

Cultivar	Açúcar redutor total, g.100mL ⁻¹	Acidez total, g.100mL ⁻¹	Acidez volátil, g.100mL ⁻¹	Nitrogênio, mg.L ⁻¹	Fenóis totais, mg.L ⁻¹	Etanol, °GL
Fuji	0,37±0,04	0,26±0,01	0,01±0,01	51,5±11,76	194± 5,63	7,6±0,1
Gala	0,46±0,03	0,45±0,01	0,01±0,01	38,0±6,24	381±22,77	6,9±0,1
Joaquina	0,09±0,01	0,23±0,01	0,01±0,01	42,2±6,10	285±30,65	7,5±0,1
p (5%)	0,0000173	0,0000385	-	0,016144	0,000152	0,00341

NOTA: Os números em negrito e em itálico indicam diferença entre as amostras em nível de 5%
Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

As análises indicaram que este tempo de fermentação foi suficiente para diminuir o teor de açúcares até valores entre 0,46 e 0,09 g.100 mL⁻¹ (fermentado da

cv. Gala e da cv. Joaquina), ou seja, abaixo de $2,00 \text{ g} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, quando o fermentado de maçã é considerado como seco (NOGUEIRA *et al.*, 2005). A pequena variação do grau alcoólico final (6,9 a 7,6^oGL) não deve influenciar a análise sensorial, entretanto, devido a esta graduação alcoólica, a conservação do fermentado de maçã deve ser feita com a adição de conservantes, como o metabissulfito de potássio (WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005).

Os baixos valores de acidez volátil indicam que não houve contaminação com bactérias acéticas. O nitrogênio residual, apresentado na Tabela 2.6, pode influenciar na instabilidade microbiológica do fermentado durante a conservação e, principalmente, em gaseificações naturais realizadas na garrafa que podem ocorrer de forma descontrolada resultando em explosões (WOSIACKI e NOGUEIRA, 2005). Os teores de fenóis estão relacionados com a cor e sabor dos fermentados, entretanto nos três fermentados, aparentemente, não foram observadas relações entre a cor e os teores de fenóis.

2.3.4 Caracterização dos Hábitos de Consumo de Vinho Branco

Das 100 pessoas que participaram do teste de aceitação do fermentado de maçã, distribuídos entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, 60% eram mulheres e 40% homens.

Observa-se que do percentual de mulheres e homens, 28% e 19% respectivamente, 47% dos participantes pertenciam à faixa etária menor que 25 anos. Do total de participantes, 71% apresentaram idade inferior a 35 anos, representando um público jovem.

A Tabela 2.7 e Figura 2.18 mostram os resultados obtidos a partir das respostas dos participantes.

Tabela 2.7 Faixa etária dos participantes da avaliação sensorial

Faixa Etária	Mulheres (%)	Homens (%)
< 25	28	19
25-35	17	7
36-50	12	10
> 50	3	4
Total	60	40

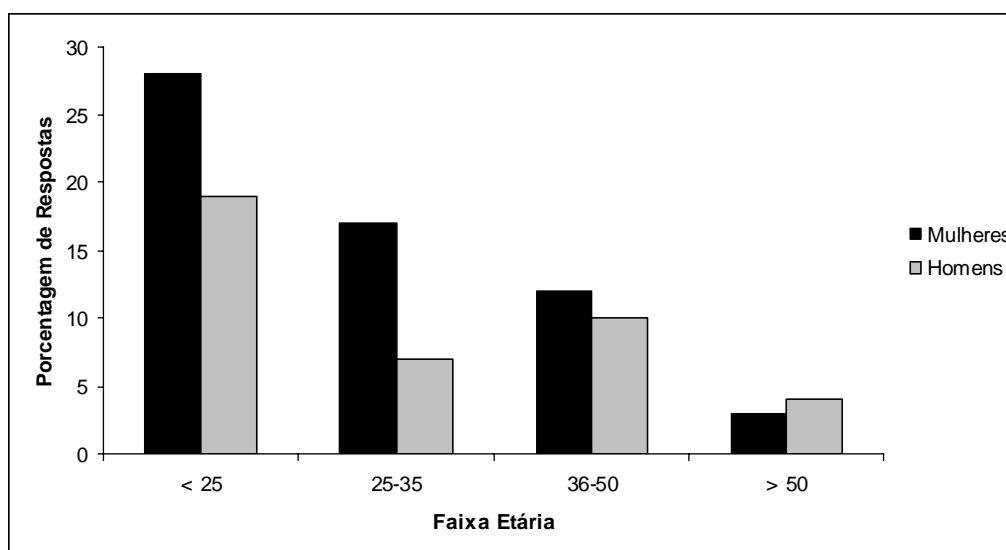


Figura 2.18 Distribuição de idade dos participantes da avaliação sensorial

Avaliando as respostas dos questionários distribuídos aos participantes, pode-se observar que com relação à preferência dos consumidores ao tipo de vinho, que o vinho suave apresentou o maior número de respostas (Tabela 2.8 e Figura 2.19), chegando a atingir 66% do total dos resultados contra 23% para o vinho seco e apenas 11% para o semi-seco. De acordo com NOGUEIRA E WOSIACKI (2005) a classificação do vinho quanto à concentração de açúcares pode ser seco (abaixo de 20 g.L^{-1}), semi-seco (entre 20 e 70 g.L^{-1}) e doce (acima de 70 g.L^{-1}).

Tabela 2.8 Preferência dos participantes quanto ao tipo de vinho branco

Tipo de Vinho	Mulheres (%)	Homens (%)
Seco	13	10
Semi-seco	5	6
Suave	42	24
Total	60	40

Na Tabela 2.9 são apresentadas as porcentagens para cada tipo de vinho pela faixa etária. Dos 42% das mulheres e 24% dos homens que preferiram vinho suave, aproximadamente 84% e 62,50% apresentavam idade inferior a 35 anos, respectivamente, caracterizando um público jovem, e refletindo mais uma vez a preferência pelo público brasileiro por vinhos doces.

Tabela 2.9 Porcentagens para os tipos de vinhos dividida pela faixa etária

Sexo/Faixa etária	Mulheres				Homens			
	< 25	25-35	36-50	> 50	< 25	25-35	36-50	> 50
Vinho seco	15,38	38,46	30,77	15,38	40,00	20,00	10,00	30,00
Vinho semi-seco	40,00	0,00	40,00	20,00	50,00	33,33	16,67	0,00
Vinho suave	57,14	26,19	14,28	2,38	50,00	12,50	33,33	4,17

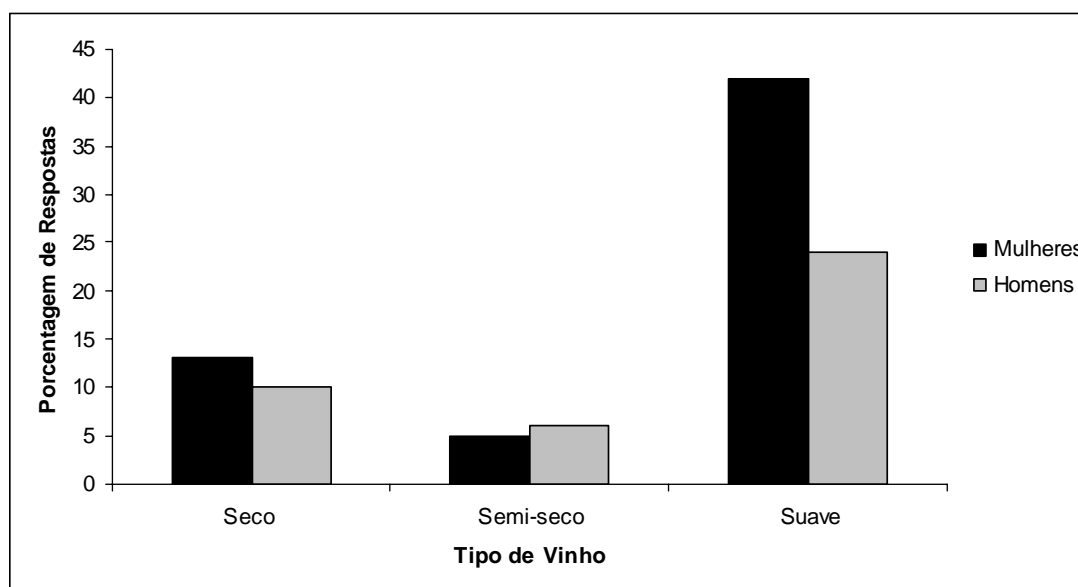


Figura 2.19 Preferência dos consumidores quanto ao tipo de vinho

Reportando os resultados dos participantes com relação à frequência de consumo de vinho (Tabela 2.10 e Figura 2.20), observa-se que uma pequena porcentagem (apenas 5%) tem o hábito de consumir vinho todos os dias. A maior porcentagem enquadra-se na frequência de uma vez ao mês e uma vez na semana (59% e 36%, respectivamente), sendo que a quantidade é muito peculiar entre cada indivíduo, e que a maior frequência situa-se entre 1 e 2 copos.

Ao se calcular o consumo per capita pode-se dizer que dos participantes da avaliação sensorial, as mulheres consomem em média 6,5 L/ano de vinho (de uva), enquanto que os homens consomem em torno de 13,6 L/ano de vinho, consumo bem acima da média brasileira, referida como sendo de 3,23 L/ano nas regiões sul e sudeste (ESPERANCINI, 2005), fato este compreensível em função dos participantes da avaliação sensorial ser consumidores em potencial de vinhos. Resultado semelhante foi encontrado por BEHRENS, DA SILVA e WAKELING (1999) quando avaliaram a aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros, onde foi reportada uma média de consumo de 12 L per capita de vinho branco, sugerindo que dentro da população brasileira existem fatores como renda, região geográfica e

hábitos alimentares que levam a formar grupos de consumidores de vinho com consumo médio significativamente maior que a media nacional.

Tabela 2.10 Freqüência de consumo de vinho

Freqüência de Consumo/Sexo	Todos os dias		1 x na semana		1 x no mês	
	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens
1 copo	2	0	11	3	23	6
2 copos	0	2	4	9	11	7
3 copos	1	0	2	2	5	2
4 copos	0	0	0	1	0	2
Mais 4 copos	0	0	0	4	1	2

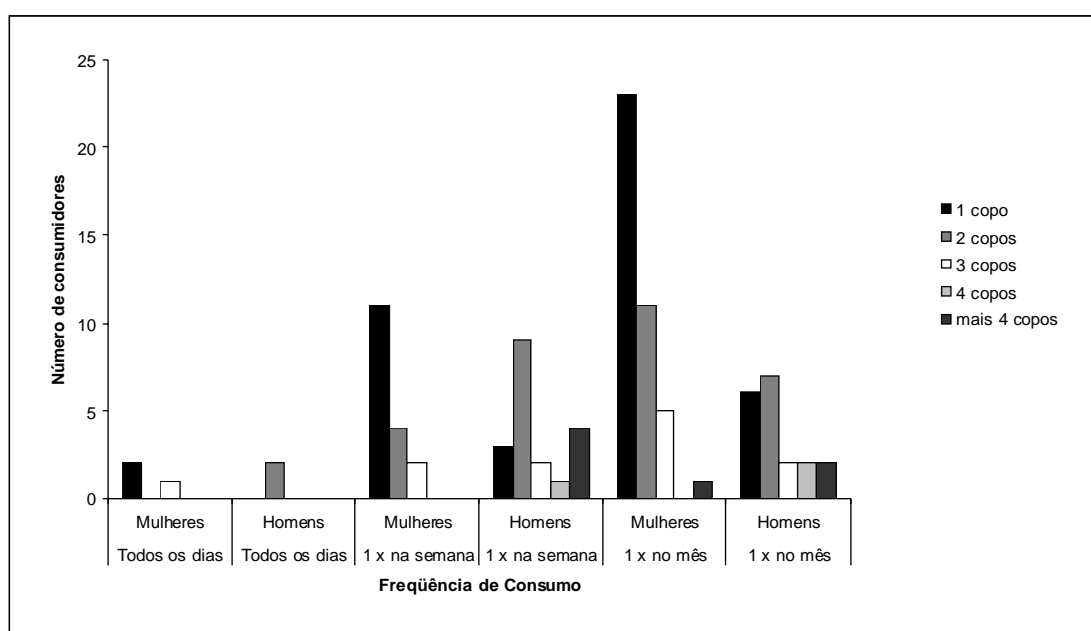


Figura 2.20 Freqüência de consumo de vinho pelos consumidores

Quando perguntado aos participantes o porquê do consumo de vinho, mais de 70% responderam que é pelo sabor da bebida. Em segundo e terceiro lugares aparecem praticamente empatados (11,7% e 10,8%, respectivamente) a saúde e a qualidade do produto como opção pelo consumo da bebida. A Figura 2.21 ilustra a justificativa de consumo de vinho.

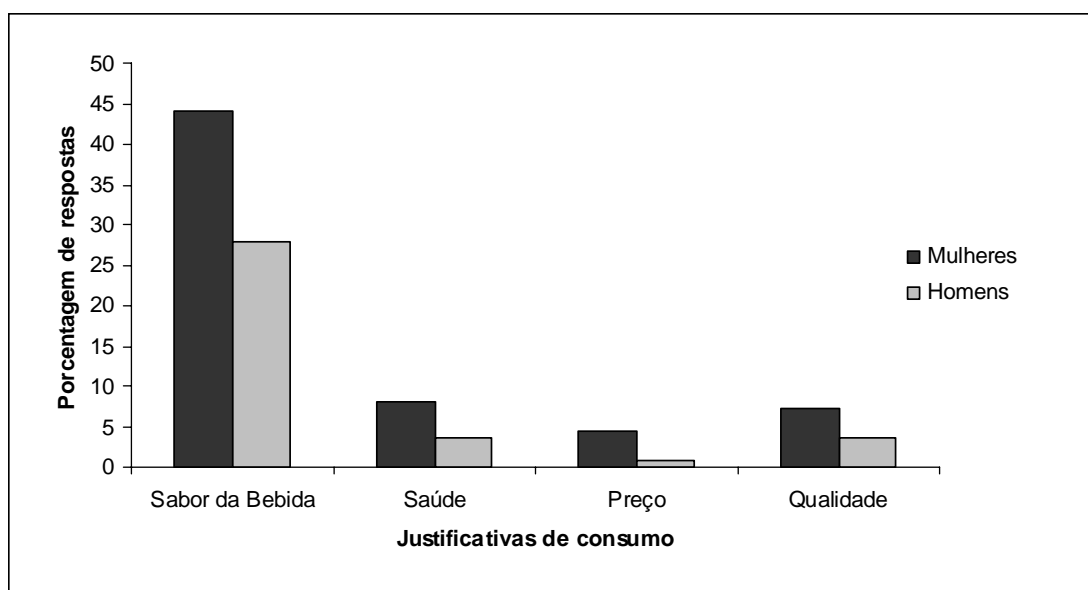


Figura 2.21 Justificativas dos consumidores pela opção da bebida

2.3.5 Aceitação dos Fermentados Varietais de Maçã

A análise de variância dos valores de aceitação (Tabela 2.10) revelou diferença significativa ($p=0,00000116$) a 5% de significância entre as amostras avaliadas. Foi observada também diferença significativa entre os provadores ($p=0,009524$), o que pode ser considerado normal em testes de consumidores, onde o grau de gostar ou desgostar difere entre si com relação às amostras.

Tabela 2.11 Resultados da análise de variância para aceitação dos fermentados de maçã

Fonte da variação	Gl	SQ	MQ	F	P	F crítico
Provadores	99	164,67	1,6633	1,48849	0,009524	1,322451
Amostras	2	32,75	16,373	14,6525	1,16E-06	3,041521
Resíduo	198	221,25	1,117			
Total	299	418,67				

NOTA: SQ = soma dos quadrados; gl = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = estatística de Snedecor; p = probabilidade; Os números em negrito e em itálico indicam diferença entre as amostras em nível de 5%

A Tabela 2.12 apresenta a média da aceitação das amostras analisadas. Observa-se que as amostras de fermentado provenientes das cultivares Gala e Joaquina não diferiram entre si ($p>0,05$), apresentando médias bem próximas (4,52 e 4,48, respectivamente), enquanto que a amostra referente ao fermentado da cv Fuji obteve a menor média (3,80). Apesar das médias obtidas pelas amostras não estarem num patamar totalmente desejado (acima de 5 na escala hedônica utilizada), isto é provavelmente explicado pelo fato de o maior número de

consumidores que participaram do teste de aceitação preferir amostras de vinhos suaves, o que não correspondeu à realidade das amostras apresentadas, que se enquadram na categoria de fermentados secos conforme Tabela 2.6 que mostra a quantidade de açúcar residual.

Tabela 2.12 Média da aceitação das amostras de fermentado de maçã

Fermentado de maçã	Média	% de aprovação*
Fuji	3,80 ^b ±1,15	33
Gala	4,52 ^a ±1,11	55
Joaquina	4,48 ^a ±1,15	54

NOTA: Notas seguida de mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey; * notas ≥ 5

A Figura 2.22 ilustra a distribuição da freqüência de notas atribuídas às amostras de fermentado de maçã. Observa-se que a maior freqüência de notas concentra-se na parte que corresponde à categoria “gostar” (nota 5) na escala hedônica. O fermentado da maçã Fuji foi o que obteve mais baixa concentração de notas nos níveis hedônicos positivos, enquanto sua maior participação foi referente à categoria hedônica “desgostar” (nota 3). A maior presença de freqüência foi sempre no lado negativo da escala, enquanto que para as outras duas amostras o resultado mostra-se invertido, o que permite indicar a utilização das maçãs Gala e Joaquina para a fabricação de fermentados.

A amostra de fermentado elaborado a partir da maçã Fuji obteve apenas 33% de aceitação contra 67% de rejeição dos consumidores. A amostra de fermentado de maçã Fuji, de menor aceitação, apresentou um número maior de atributos menos apreciados, sendo a doçura com a maior porcentagem de respostas (36%), seguidas dos atributos gosto amargo (32%) e cor (31%) (Figura 2.22).

As demais amostras de fermentado elaborados a partir da maçã Gala e Joaquina obtiveram 55% e 54%, respectivamente, de aprovação. Os atributos sensoriais mais apreciados pelos provadores nas amostras de fermentado de maçã Gala e Joaquina foi a aparência (70% e 66%) a cor (68% e 66%) o aroma (49%) e o sabor (41% e 42%), respectivamente, influenciando no grau de aceitação das mesmas, apresentando uma alta porcentagem de respostas e muita semelhança no percentual entre as mesmas (Figura 2.23).

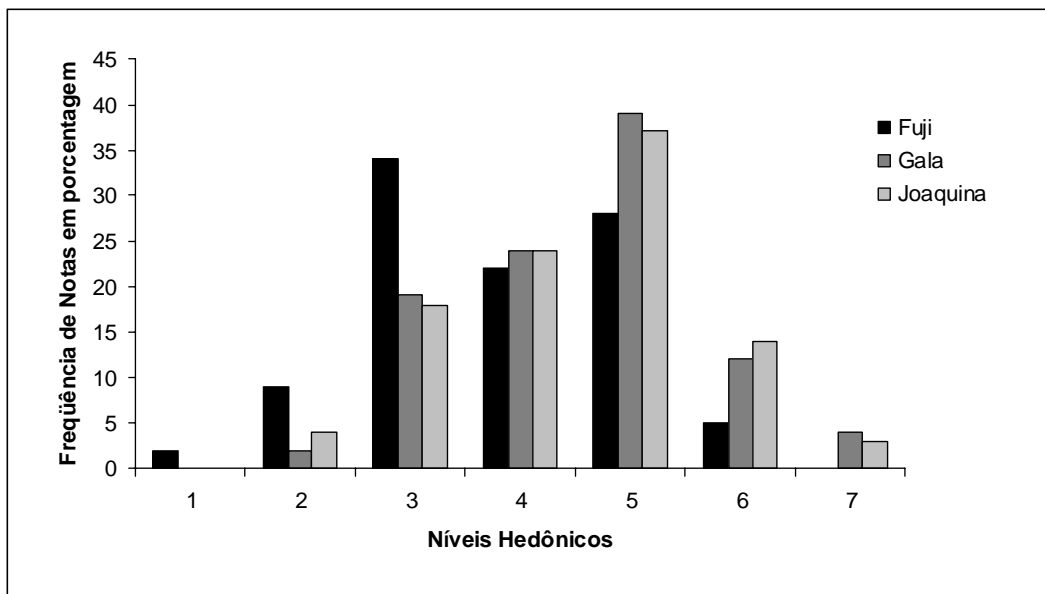


Figura 2.22 Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais da Fuji, Gala e Joaquina

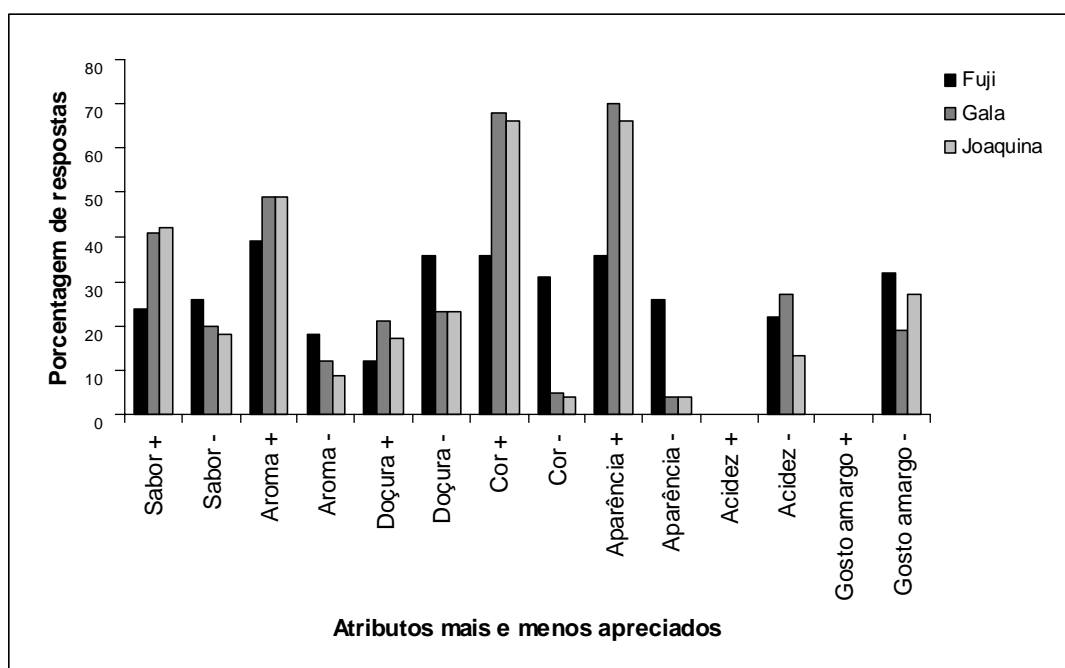


Figura 2.23 Atributos mais e menos apreciados pelos consumidores nos fermentados de maçã

Observa-se que os atributos aparência e cor aparecem nas duas colunas, tanto para as características mais apreciadas quanto para as menos apreciadas. Estes dois atributos aparecem de forma equilibrada, o que evidencia a divisão de grupos de provadores com tendências diferentes.

Resultado importante é que o atributo acidez para o fermentado produzido com a maçã cv Joaquina apareceu nas características menos apreciadas, porém em

pequena frequência, o que é bastante satisfatório. Este atributo também foi enumerado nos outros fermentados e com maior índice. Outro fator importante a ser comentado é que tanto os atributos doçura como gosto amargo foram citados pelos participantes, e nota-se que praticamente nas mesmas proporções, o que mais uma vez evidencia que o fato das amostras serem fermentado seco, os participantes podem ter atribuído a ausência de açúcar como gosto amargo, e que esse atributo pode ter sido confundido também pelos participantes pelo atributo adstringência.

De acordo com LONA (1996), o vinho é considerado suave (doce) quando apresenta teor de açúcar superior a $20,1 \text{ g.L}^{-1}$. Desse modo, pode-se dizer que com relação às amostras dos fermentados testadas, a preferência dos consumidores foi para aqueles que estavam com teor maior de açúcares, apesar de estarem enquadrados como fermentados secos.

2.4 CONCLUSÕES

A maçã cultivar Joaquina, proposta como polinizadora da cv. Catarina em pomares comerciais, apresenta-se com características de uma fruta comercial, *doce-amarga* como a Fuji e a Gala.

Os resultados físico-químicos para os sucos das maçãs cv. Gala, Fuji e Joaquina não apresentaram diferença significativa, porém os julgadores em avaliação sensorial atribuíram para o suco da cv Joaquina as menores notas, com alto índice de rejeição (64%).

O fermentado varietal da Joaquina, físico-quimicamente semelhante aos da Fuji e Gala, teve aceitação semelhante ao da Gala, sendo o da Fuji rejeitado (67%).

A avaliação do perfil dos participantes permitiu verificar que: a porcentagem de homens e mulheres que participaram da avaliação sensorial dos sucos e dos fermentados de maçã foi de 32% e 68% e de 40% e 60%, respectivamente, sendo que mais de 71% dos participantes apresentaram idade inferior a 35 anos, caracterizando um público jovem; mais de 66% dos participantes dos fermentados preferiam vinho suave, 23% vinho seco e 11% vinho semi-seco; mais de 70% dos participantes responderam que consomem vinho pelo sabor da bebida, 11,7% pela saúde e 10,8% pela qualidade do produto; apenas 5% têm o hábito de consumir vinho todos os dias, 59% consome vinho uma vez ao mês e 36% uma vez na semana; e a quantidade situa-se entre 1 e 2 copos.

A maçã cv. Joaquina pode ser usada com parcimônia no processamento de suco e com segurança na produção de fermentado.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.141: Análise Sensorial dos Alimentos e Bebidas – Testes de Aceitabilidade**. São Paulo: ABNT, 8 p., 1998.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 15^a ed., Washington, 1141 p., 1995.
- BEECH, F.W. Cider-making and cider research. **Fermentation**, v. 6, n. 4, p. 259-270. 1993.
- BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 19, n. 2, p. 214-220, maio/ago. 1999.
- BONETI, J. I. D. S.; CESA, J. D.; PETRI, J. L.; HENTSCHKE, R. **Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: maçã**. Florianópolis: Epagri, p. 94, 1999.
- BONETI, J. I. D. S.; PEREIRA, A. J.; BRIGHENTI, E. Joaquina: nova cultivar de macieira resistente à sarna e de maturação precoce. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 16, n. 3, p. 70-73, nov. 2003.
- EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2^a. ed., p. 743, 2002.
- ESPERANCINI, M. S. T. Mercado brasileiro de bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado**. Botucatu: Edgard Blüchen, cap. 2, p. 21-49, 2005.
- FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. 1^a. ed. Campinas: Itai/Lafise, SP, 2002, 116 p.
- FERREIRA, V. L.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; DA SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. Testes afetivos. In: **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos**. Campinas: Profíqua, 1^a. ed., 2000, p. 54-71.
- GONÇALVEZ, N. Em boa fase: informações sobre o mercado e o cultivo de maçã. **Safra Revista do Agronegócio**. Fraiburgo, jul. 2005, 1 p.
- IAL. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. In: IAL. **Normas analíticas**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4^a. ed., 2005.
- KENNEDY, M.; LIST, D.; LU, Y.; FOO, L. Y.; NEWMAN, R.H.; SIMS, L.M.; BAIN, P. J.S.; HAMILTON, B.; FENTON, G. Apple pomace and products derived from apple pomace : uses, composition and analysis. In: **Modern methods of plant analyses. Analysis of plant waste materials**. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1999, p. 75-119.

LEA, A.; DRILLEAU, J. F. Cider-making. In: LEA, A. **Fermented beverage production**. London, 2003, p. 59-87.

LEE, S. S.; ROBINSON, F. M.; WANG, H. Y. Rapid determination of yeast viability. **Biotechnology and Bioengineering Symposium**, n. 11, 1981, p. 641-649.

LONA, A. A. **Vinhos**. Degustação, elaboração e serviço. Porto Alegre: Ed. Age, 1996, 151 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2nd Ed. Florida - USA: CRC Press, 1991. 354 p.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**. v. 165, 1944. p. 375.

NOGUEIRA, A.; VIEIRA, R. G.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Características físico-químicas de 103 cultivares de macieira analisadas nas safras de 1984 a 2004. XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, **Anais...**, Recife, setembro, 2004.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W.G. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005, cap. 16, p. 383-422.

PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Aptidão industrial de seis cultivares de maçã (dados da safra 2001/2002). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1.336-1.343, 2004.

QUEIROZ, E. C.; MENEZES, H. C. de. Suco de laranja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 221-254.

RSK. **RSK-Wert. Die Gesamtdarstellung**. Bonn: Flüssiges Obst GmbH, 1987, p. 204.

SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugar. **Journal of Biology Chemistry**. 1945.

SCHOBINGER, U. **Frucht und Gemüsesäfte**. Stuttgart: Ulmer Verlag, 1987, p. 626.

TANNER, H.; BRUNNER, H. R. **Getränke Analytik - Untersuchungsmethode für die Labor – und Betriebspraxis**. Wädenswill: Verlag Helles, 1985, p. 206.

TSAU, R.; YANG, R.; XIE, S.; SOCKOVIE, E.; KHANIZADEH, S. Which polyphenol compounds contribute to the total antioxidant activities of apple? **J. Agric. Food Chem.**, v. 53, n. 12, p. 4.989-4.995, 2005.

VINSON, J. A.; SU, X.; ZUBIK, L.; BOSE, P. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, n. 11, p. 5.315-5.321, 2001.

WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Suco de maçã. In: VENTURINI FILHO, W.G. **Tecnologia de bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005, cap. 12, p. 255-292.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, n. 12, p. 4.026-4.037, 2004.

Capítulo 3

Efeito da Redução de Biomassa no Processamento de Fermentado de Maçã Gala e Joaquina

RESUMO

A redução de biomassa é a eliminação parcial das leveduras fermentativas durante o processo de fermentação, podendo contribuir para o desenvolvimento de leveduras oxidativas, responsáveis pela formação dos compostos aromáticos e propiciando a produção de produtos com melhor qualidade devido à fermentação lenta. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do processo de redução de biomassa nas características dos fermentados de maçã das cultivares Gala e Joaquina, utilizando condições semelhantes às observadas no setor agroindustrial, já que até 30% da produção de maçãs pode virar descarte mesmo estando adequadas para o processamento, onde a alternativa para agregar valor a essa matéria-prima seria a elaboração de bebidas fermentadas. Os fermentados de maçã foram elaborados a partir da fermentação do suco extraído da maçã, sendo submetidos ao processo de redução de biomassa após 48 horas do início da fermentação. Os resultados mostram que a população máxima atingida de leveduras foi de $4,4 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ e $9,8 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ para o fermentado de Joaquina e Gala seco, respectivamente; e $6,8 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ e $1,4 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ para fermentado de Joaquina e Gala com redução de biomassa, respectivamente. O teor de açúcares residuais nos fermentados Gala e Joaquina foram de 4,92 e 7,30 g.100mL⁻¹, e a graduação alcoólica de 4,47 e 3,13°GL, respectivamente. A redução de biomassa proporcionou uma fermentação lenta que facilitou o monitoramento da fermentação, proporcionando produtos com açúcares residuais da própria fruta, conseqüentemente mais doces e apreciados pelos consumidores.

Palavras-chave: maçã; fermentação; redução de biomassa.

ABSTRACT

The biomass reduction is the partial elimination of the biomass during the fermentation process, contributing to the development of oxidative yeasts, responsible for the formation of the smell compounds and providing the formation of higher quality products due to the slow fermentation. Therefore, the proposal of this work was to evaluate the influence of the process of the biomass reduction in the characteristics of the apple fermented beverages produced out of the Gala and Joaquina cultivars, using similar conditions to the ones used in the agro-industrial sector, once up to 30% of the apple production may be dismissed even being adequate for processing, when the alternative to aggregate value to this raw material would be the production of fermented beverages. The apple fermented beverages were manufactured from the fermentation of the juice extracted from the fruit, being submitted to biomass reduction process after 48 hours since the beginning of the fermentation. The results show that the highest yeast population was of $4,4 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ and $9,8 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ for the dry Joaquina and Gala fermented beverages, respectively, and of $6,8 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ and $1,4 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ for the fermented of Joaquina and Gala types with biomass reduction, respectively. The drift of residual sugars in the Gala and Joaquina fermented beverages was of 4,92 e 7,30 g.100mL⁻¹, and the alcoholic graduation was of 4,47 and 3,13°GL, respectively. The biomass reduction provided a slow fermentation, which facilitated the monitoring and controlling of the individual operations, providing products with residual sugars from the fruit itself, therefore sweeter and more appreciated by the consumers.

Key-words: apple; fermentation; biomass reduction.

CAPÍTULO 3

3 EFEITO DA REDUÇÃO DE BIOMASSA NO PROCESSAMENTO DE FERMENTAÇÃO DE MAÇÃ GALA E JOAQUINA

3.1 INTRODUÇÃO

A sidra pode ser definida como uma bebida frisanse de baixo grau alcoólico, obtida pela extração do suco de maçãs (BRASIL, 2000; CLETO e CONSOLINI, 2005) através de prensagem mecânica, seguida por dois processos microbiológicos de grande importância: a fermentação alcoólica e a conversão malolática (LAPLACE, 2001). O processo para obtenção da sidra francesa, caracterizada como a melhor do mundo, considera a fermentação oxidativa como parte do processo microbiológico, pois as leveduras oxidativas, de baixa atividade fermentativa, produzem aromas que recebem notas frutais e florais que melhoram a qualidade do produto final (LEQUÉRE e DRILLEAU, 1998).

A fermentação alcoólica do produto francês apresenta características diferentes de outros processos industriais. Primeiro por ser uma fermentação lenta (1 a 2 meses); segundo por ser parcial, pois mantém açúcares residuais e os teores de álcool não ultrapassam a 5%, e terceiro por ser considerada mista, ou seja, é conduzida pela microbiota presente na epiderme da fruta (MICHEL *et al.*, 1988).

Essas características não são observadas no processamento brasileiro porque as elevadas temperaturas na época de processamento aceleram a velocidade de fermentação; os teores de sulfitos utilizados acima do limite máximo de 350 ppm adicionados antes da fermentação eliminam microrganismos, necessitando assim de inóculo de leveduras fermentativas comerciais. Outra característica observada é que as fermentações são conduzidas até exaustão dos açúcares, sendo corrigidos posteriormente no produto para valores acima de 50 g.L⁻¹ (NOGUEIRA *et al.*, 2003).

Na fermentação natural da sidra, a cepa *Saccharomyces cerevisiae* variedade *uvarum* é a principal levedura fermentativa encontrada. A fermentação alcoólica pode ser conduzida por inóculo comercial ou pela microbiota natural

presente na epiderme da fruta (MICHEL *et al.*, 1988; LEQUÉRÉ e DRILLEAU, 1993; LEQUÉRÉ e DRILLEAU, 1998).

O método tradicional francês considera que para obtenção de uma sidra de qualidade é necessário fermentação lenta, porque na fermentação rápida a presença de aroma de fermento mascara o aroma frutado considerado desejável à qualidade do produto. O aroma fermentado é produzido em grande quantidade devido às elevadas temperaturas e grande população de leveduras (DRILLEAU, 1991), podendo diminuir um pouco na fase de maturação, mas se estiver presente em grande quantidade permanecerá no produto final (LEQUÉRÉ, 1991).

No processamento da sidra no Brasil, essas condições não são observadas, onde a fermentação é rápida (7-15 dias) e com consumo total dos açúcares. Isso porque o processamento ocorre durante o verão, época da colheita da maçã, com temperatura ambiente na média de 25°C (NOGUEIRA *et al.*, 2003).

NOGUEIRA *et al.*, (2003) através da análise sensorial de 14 cultivares, onde foram analisados os sucos e os fermentados, obtidos de forma semelhante ao processo industrial brasileiro, observaram que a nota para o atributo aroma do suco variou entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”; já para o fermentado variou entre “desgostei moderadamente” e “indiferente”, o que caracteriza a falta de aroma no produto.

O processo de redução de biomassa consta na eliminação parcial da biomassa contribuindo para o desenvolvimento das leveduras oxidativas, responsáveis pela formação dos compostos aromáticos durante o processo de fermentação, propiciando produtos com melhor qualidade, devido à fermentação lenta em função da diminuição de nutrientes devido ao primeiro crescimento de leveduras (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

Sendo assim, a proposta do trabalho foi de caracterizar o processo fermentativo para as cultivares Gala e Joaquina avaliando o efeito da eliminação de biomassa nas características dos produtos, utilizando condições semelhantes às observadas no setor agroindustrial, com o objetivo de elaborar fermentados com melhor qualidade, já que até 30% da produção de maçãs pode virar descarte industrial mesmo estando adequadas para o processamento, conforme descrito por WOSIACKI *et al.*, (2002), sendo uma alternativa para agregar valor à elaboração de bebidas fermentadas como a sidra, de acordo com PAGANINI *et al.*, (2004).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Matéria-Prima

As matérias-primas utilizadas para a pesquisa foram maçãs das cultivares Gala e Joaquina. A cultivar Joaquina foi adquirida pela parceria com a Estação Experimental de São Joaquim da EPAGRI (SC), e a cultivar Gala adquirida no comércio local.

A partir de 50 kg de maçãs de cada cultivar foram produzidos sucos e bebidas fermentadas pelo processo de fermentação alcoólica com cepa de levedura seca ativa (LSA) comercial de *Saccharomyces cerevisiae*. A enzima Pectinex 3XL (Novozymes do Brasil) foi fornecida pela LNF de Bento Gonçalves (RS).

O processamento dos sucos e dos fermentados de maçã foram realizados no Departamento de Engenharia de Alimentos – DEA, sendo que foram utilizados os laboratórios de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal; de Pesquisa em Ciência e Tecnologia, e de Análises físico-químicas da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, em Ponta Grossa – PR.

3.2.2 Elaboração dos Fermentados de Maçã

Os fermentados de maçã foram elaborados a partir da fermentação do suco extraído da maçã, colhida por técnicos especializados e mantidas sob frigo-conservação até o momento do processamento em nível de bancada.

As frutas limpas foram fragmentadas em microprocessador de laboratório (Processador Metvisa, tipo MPA) e acondicionadas em telas plásticas perfuradas superpostos a uma pressão de 3 kgf.cm^{-2} durante 5 minutos (Prensa Eureka, Hoppe Ind. Ltda., Brasil). Ao suco foi adicionado pectinase (Pectinex 3XL Novozymes do Brasil) a concentração de 3 mL.hL^{-1} (45°C , 60 minutos) e após sedimentação foi trasfegado, filtrado e adicionado metabissulfito de potássio na concentração de 100 mg.L^{-1} para prevenir reações indesejáveis. O mosto despectinizado e trasfegado de cada cultivar foi acondicionado em frascos de 9 L, munido de batoque. Levedura seca ativa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* (Bouquet – Danstar Ferment. AG, Dinamarca) re-hidratada segundo informações do fabricante foi inoculada no mosto com uma população inicial de $2,0 \times 10^6 \text{ ufc.mL}^{-1}$. O processo fermentativo

transcorreu entre 15-20 dias a temperatura ambiente (18 a 25°C), sendo após esse período trasfegado, filtrado e engarrafado, e estabilizado por armazenamento a 8°C.

3.2.3 Redução de Biomassa nos Fermentados de Maçã

Os fermentados elaborados a partir de maçãs das cultivares Gala e Joaquina foram submetidos ao processo de redução de biomassa após 48 horas do início da fermentação (NOGUEIRA *et al.*, 2007). A redução de biomassa consiste na eliminação parcial da biomassa (leveduras fermentativas) contribuindo para o desenvolvimento das leveduras oxidativas, responsáveis pela formação dos compostos aromáticos durante o processo de fermentação, propiciando produtos com melhor qualidade, devido à fermentação lenta em função da diminuição de nutrientes consumido pelas leveduras durante o primeiro crescimento.

A redução parcial da biomassa foi realizada nos dois fermentadores (um para cada cultivar), no final da fase exponencial de crescimento, que corresponde a aproximadamente 48 horas de fermentação. No momento da redução de biomassa foi conduzida a trasfega dos mostos e contagem de células na biomassa e no mosto, a fim de possibilitar os cálculos para que seja colocado volume adequado de biomassa no fermentador para a população de leveduras retornarem à população inoculada ($2,0 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹). O mosto em fermentação foi homogeneizado e centrifugado a 2000 rpm (Centrífuga Fanem Ltda, Modelo 214) durante 20 minutos. Ao sobrenadante foi adicionado mosto sem centrifugação após o cálculo do volume exato necessário para reiniciar um novo crescimento com uma população de $2,0 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹.

Os mostos foram monitorados durante o período de fermentação com relação à temperatura, contagem de células em Câmara de Neubauer (LEE *et al.*, 1981), peso seco de levedura e perda de massa nos fermentadores (BELY *et al.*, 1990). Para esse monitoramento foi conduzida paralelamente à fermentação 5 fermentadores com capacidade para 500 mL, onde nos tempos 0; 1; 1,5; 2,5; 5 e 15 dias de fermentação para processo seco e 0, 3, 4, 6, 8 e 20 dias de fermentação para o processo doce foram feitas contagens de células e peso seco de levedura. Inicialmente cada fermentador foi inoculado com $2,0 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ da levedura comercial *Sacharomyces cerevisiae bouquet* (Danstar Ferment AG, Dinamarca) na forma seca ativa, reidratada conforme indicações do fabricante. A redução de

biomassa foi realizada, nas duas fermentações, no final da fase exponencial de crescimento. O mosto em fermentação foi homogeneizado e centrifugado a 2000 rpm (Centrifuga Fanem Ltda, Modelo 214) durante 20 minutos. Ao sobrenadante foi adicionado mosto sem ter sido centrifugado a fim de deixar a população de leveduras em $2,0 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹, para iniciar um novo crescimento, sendo que as leveduras que foram centrifugadas foram descartadas.

O controle de temperatura foi feito com um termômetro espeto acondicionado nas mesmas condições dos fermentadores e a leitura da temperatura foi feita em cada momento da pesagem para verificar a liberação de gás carbônico. A Figura 3.1 ilustra um fluxograma do procedimento para obtenção dos fermentados seco e doce.

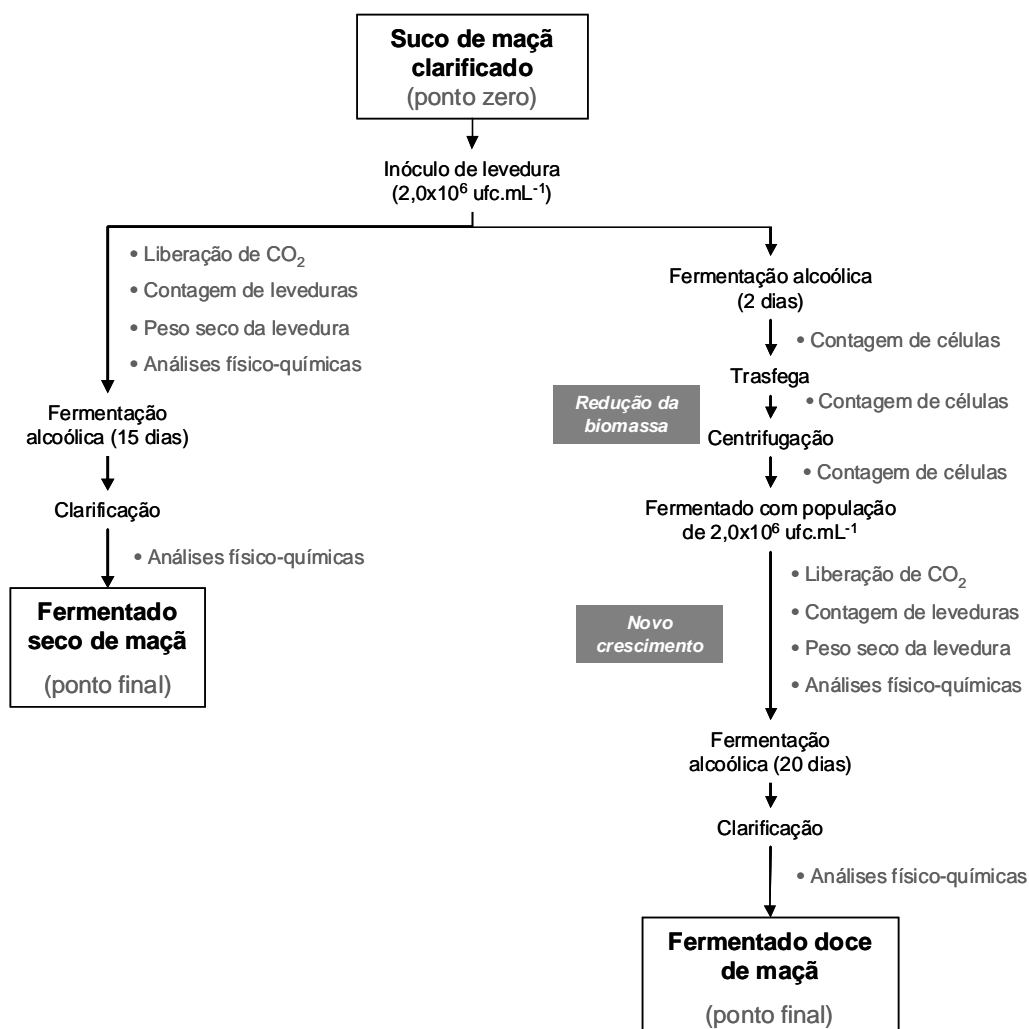


Figura 3.1 Procedimento para o processamento de fermentado seco e doce (com redução de biomassa)

3.2.3.1 Preparo do Inóculo das Leveduras Secas Ativas

O preparo do inóculo foi realizado segundo orientações do fabricante. Foram utilizados cepas de leveduras secas ativas (LSA) de *Saccharomyces cerevisiae bouquet* para o processamento da bebida fermentada na concentração de 20 g.hL⁻¹.

As leveduras que estavam sob refrigeração a 4°C foram pesadas em balança analítica AX200 (Shimadzu do Brasil) na concentração proporcional ao volume de cada fermentador. Foram acondicionadas em um béquer de 40 mL e hidratadas com 10 mL de solução a 3% de glicose por 20 minutos a temperatura ambiente.

Após a re-hidratação as leveduras foram inoculadas nos fermentadores realizando-se agitação com bastão de vidro para distribuição do inóculo. Essa concentração de leveduras (20 g.hL⁻¹) reportou uma população inicial de 2,0 x 10⁶ ufc.mL⁻¹, sendo verificada através da contagem de células.

3.2.3.2 Contagem de Células

A contagem de células foi feita em câmara de Neubauer com auxílio de um microscópio marca BIOVAL (LEE *et al.*, 1981). Em cada período de tempo estipulado, nos fermentadores pequenos, realizava-se a agitação vigorosa do fermentador e logo após retirava-se uma alíquota de 10 mL da parte central do fermentador, que era transferida para um tubo de ensaio. Para padronizar a leitura e separar as células que estavam em flóculos, o tubo de ensaio foi colocado em banho ultrassônico por 30 segundos. Em seguida, foi retirada uma amostra com um capilar que foi acondicionado na câmara de Neubauer para leitura no microscópio. Foi utilizada uma gota de azul de metileno 0,1% para separar e colorir as células mortas, realizando-se a contagem apenas nas células vivas (transparentes).

Não é indicado uma contagem de células inferior a 150 colônias em função do erro. Acima dessa contagem realizam-se diluições. Neste caso, após a primeira leitura, agitava-se novamente o tubo de ensaio em banho ultrassônico e retirava-se uma alíquota de 1 mL para um tubo de ensaio com 9 mL de água. Realizava-se novamente a agitação e nova contagem de células. Dependendo da fase da fermentação foi necessário até 3 diluições para conseguir fazer a contagem, levando-se em consideração essas diluições para efeito de cálculo do resultado.

3.2.3.3 Peso Seco de Levedura

Durante o monitoramento da fermentação, em cada ponto pré-estabelecido foi verificado o peso seco das leveduras. Para essa avaliação cadinhos previamente preparados em mufla a 550°C por 2 h, esfriados em dessecador e pesados foram utilizados em triplicada. Os dois fermentadores pequenos (um de cada cultivar) foram agitados por 5 minutos com agitador magnético e retiradas 3 alíquotas de 25 mL, sendo acondicionadas em frascos de centrífuga e centrifugadas a 3400 rpm por 20 minutos. Após centrifugação descartava-se o sobrenadante e adicionava-se 15 mL de água destilada, sendo novamente centrifugados a 3400 rpm por 20 minutos. Esse procedimento de adição de água foi repetido por 3 vezes. A adição de água destilada tem a função de lavar o precipitado retirando açúcares, que podem provocar erro na análise em função da caramelização quando submetidos à temperatura de secagem na estufa. O precipitado foi transferido para os cadinhos previamente preparados e, caso necessário, utilizada água destilada para auxiliar na retirada do precipitado dos tubos da centrífuga. Em seguida, os cadinhos foram acondicionados na estufa a 105 °C por 24 horas, retirados e acondicionados no dessecador à temperatura ambiente, e pesados.

3.2.4 Caracterização Físico-Química dos Fermentados de Maçã

As caracterizações físico-químicas dos fermentados de maçã e dos pontos de fermentação foram realizadas de acordo com metodologias oficiais quanto à acidez, fenóis totais, nitrogênio total por Kjeldahl, graduação alcoólica e açúcares redutores totais (SOMOGY (1945) modificado por NELSON (1944); TANNER e BRUNNER, 1985; RSK, 1987; AOAC, 1995; IAL, 2005), e a contagem de unidades formadoras de colônias de leveduras (ufc) em câmara de Neubauer (XB-K-25, SMIC, China) (LEE *et al.*, 1981).

Os açúcares redutores (AR) foram quantificados pelo método químico clássico de SOMOGYI (1945) modificado por NELSON (1944) assim como os açúcares redutores totais (ART) após a hidrólise da sacarose com HCl 1N (50°C/5 minutos). A glucose (GLU) foi quantificada pelo método enzimático da glucose oxidase, sendo a sacarose (SAC) e a frutose (FRU) calculadas por diferença, e todos os carboidratos foram expressos como monossacarídeos, em g.100 mL⁻¹ (IAL,

2005). A acidez titulável total foi determinada por neutralização com NaOH 0,1N até pH 7,0 com pHmetro ou a pH 8,33 com fenolftaleína e calculada como ácido málico expresso em g.100 mL⁻¹ (TANNER e BRUNNER, 1985). Os compostos fenólicos totais foram quantificados com o reativo de Folin Ciocalteau, utilizando-se a catequina como padrão para a reação colorimétrica e os resultados foram expressos como mg.L⁻¹ (TANNER e BRUNNER, 1985; RSK, 1987; IAL, 2005). Os teores de álcool etílico foram determinados por ebulliometria e a contagem de unidades formadoras de colônias de leveduras (ufc) em câmara de Neubauer (XB-K-25, SMIC, China) (LEE *et al.*, 1981).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Caracterização Físico-Química dos Sucos e Fermentados de Maçã

Na Tabela 3.1 estão apresentados os resultados das avaliações físico-químicas do suco despectinizado de maçãs das cultivares Gala e Joaquina, e dos fermentados de maçã, obtidos pelo processo tradicional (seco) e por redução de biomassa (doce).

Tabela 3.1 Características físico-químicas dos sucos e fermentados varietais de maçãs

Análises		ART, g.100 mL ⁻¹	Acidez total, g. 100 mL ⁻¹	Fenóis totais, mg.L ⁻¹	Etanol, °GL
Suco	Gala	12,53±0,710	0,440±0,007	110±4,900	0
	Joaquina	12,63±0,788	0,363±0,015	268±2,621	0
Fermentado Gala	Seco	0,55±0,196	0,480±0,008	340±3,182	6,90±0,01
	Doce	4,92±0,193	0,580±0,008	208±1,042	4,47±0,01
Fermentado Joaquina	Seco	0,27±0,090	0,716±0,010	276±1,203	7,20±0,01
	Doce	7,30±0,705	0,437±0,010	276±4,336	3,13±0,01

NOTA: ART: açúcares redutores totais
Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

Os resultados dos sucos para açúcares redutores totais apresentam-se muito próximos entre as cultivares Gala e Joaquina demonstrando o adequado grau de maturação das mesmas. De acordo com a classificação proposta por BEECH (1993) para as maçãs inglesas, o suco da cultivar Gala enquadrou-se na categoria *doces (sweet)* (acidez < 0,45 g.100 mL⁻¹ e < 200 mg.L⁻¹ de taninos) enquanto que o suco da cultivar Joaquina na categoria *amargo-doce (Bittersweet)* levando em consideração os limites de 0,45 g.100 mL⁻¹ e 200 mg.L⁻¹ para acidez e compostos fenólicos totais. Segundo BEAULIEU (2000), o teor de açúcares acima de 11,5 g.100 mL⁻¹ no mosto classifica-o como de elite para a elaboração da sidra.

Os compostos fenólicos mostraram alta variabilidade (110 a 340 mg.L⁻¹), resultante provavelmente do processo de clarificação do produto que foi realizado com gelatina, onde os compostos fenólicos podem combinar-se com a proteína (gelatina) interferindo diretamente nos resultados, ou ainda pela variabilidade analítica. NOGUEIRA *et al.*, (2003) ao caracterizar a qualidade de 10 marcas comerciais de sidras brasileiras também encontraram alta variabilidade na

composição dos compostos fenólicos (30,68 a 750 mg.L⁻¹). O valor médio para compostos fenólicos encontrados nos mostos brasileiros é de 300 mg.L⁻¹ (VIEIRA *et al.*, 2004) e para as maçãs industriais européias podem chegar até 7000 mg.L⁻¹ segundo SANONER *et al.*, (1999) e GUYOT *et al.*, (2003). O valor encontrado de compostos fenólicos para a cultivar Joaquina classifica-a como doce-amargo de acordo com o valor estipulado por DRILLEAU (1991) que é de 200 mg.L⁻¹.

Quanto à acidez das cultivares pode-se dizer que não é suficiente para melhorar a aptidão para o processamento agroindustrial, já que todas as cultivares são exclusivamente comerciais, classificando-as como doces ou pouco ácidas (<0,45 g.100 mL⁻¹) (BEECH, 1993; PAGANINI *et al.*, 2004). Os sucos das maçãs Gala e Joaquina enquadraram-se na classificação *doce – amargo* ou *bittersweet* (SCHOBINGER, 1987) face aos seus valores da proporção entre os açúcares e os ácidos. O comportamento da acidez nos fermentados Gala doce e Joaquina doce era esperado. O aumento da acidez foi devido à liberação de ácidos orgânicos pelas leveduras no processo de fermentação.

Com relação aos fermentados das maçãs Gala e Joaquina (seco e doce) pode-se dizer que após 15 e 48 dias de fermentação alcoólica o processo foi interrompido por trasfega e filtração para remoção das leveduras. Os resultados indicam que o período de fermentação de 15 dias foi suficiente para reduzir os teores de açúcares abaixo de 2,0 g.100 mL⁻¹, quando o fermentado de maçã é considerado como seco (NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005). Os açúcares residuais nos fermentados de maçã submetidos ao processo de redução de biomassa (Gala = 4,92 g.100 mL⁻¹ e Joaquina = 7,3 g.100 mL⁻¹) classificaram-se como sendo fermentados doces (>2g.100mL⁻¹) (NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005).

Os fermentados de maçã elaborados no processo seco tiveram uma graduação alcoólica maior devido à fermentação rápida dos açúcares e, portanto, apresentando maior quantidade de etanol; ao contrário, os fermentados elaborados pelo processo de redução de biomassa apresentaram graduação alcoólica menor (Gala = 4,47 °GL e Joaquina = 3,13°GL) do que aqueles elaborados pelo processo seco (Gala = 6,9 °GL e Joaquina = 7,2 °GL). Esses valores eram esperados porque devido à fermentação lenta no início do processo quando se reduz a biomassa, o consumo de nutrientes torna-se lento, permanecendo açúcares residuais (frutose) e conseqüentemente a graduação alcoólica é menor.

A legislação brasileira preconiza uma graduação alcoólica para fermentado de maçã e sidra que pode variar de 4% a 8%. Ao considerar essa legislação, o fermentado de maçã Joaquina doce não se enquadrava nesse percentual. Porém, pela legislação europeia, países como a Inglaterra e França permitem graduação alcoólica mínimas de 1,2% e 1,5%, respectivamente (NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005).

3.3.2 Redução de Biomassa

A Figura 3.2 apresenta a liberação de gás carbônico durante a fermentação do mosto da cultivar Gala no processo seco e a Figura 3.3 a liberação de gás carbônico no processo com redução de biomassa.

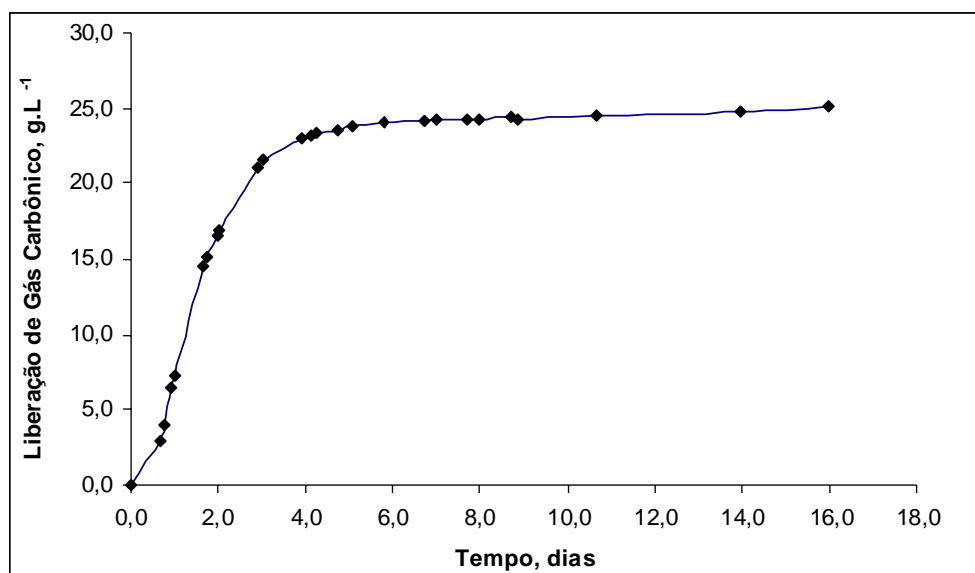


Figura 3.2 Liberação de gás carbônico durante a fermentação do mosto da cv Gala

Observa-se na Figura 3.2 que houve intensa liberação de gás carbônico nos quatro primeiros dias de fermentação, o que corresponde à fase exponencial e início da fase estacionária de crescimento da levedura, e na seqüência essa liberação ficou constante, até estabilização, ou seja, não houve liberação de gás devido ao consumo dos açúcares pelas leveduras. Isso indica que aproximadamente com 10 dias de fermentação os açúcares foram totalmente utilizados.

Na Figura 3.3 foram colocados os dois processos de elaboração dos fermentados de maçã juntos para visualizar o momento da redução de biomassa.

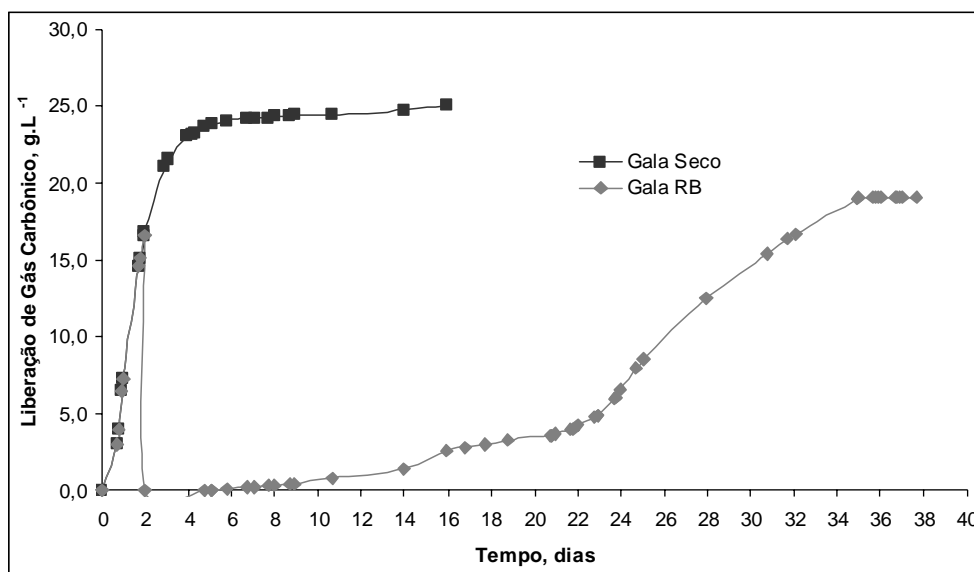


Figura 3.3 Liberação de gás carbônico na fermentação com redução de biomassa para a cv Gala

Observa-se na Figura 3.3 que até os 2 dias de fermentação, a liberação de gás carbônico teve um comportamento exponencial, e após ter sido reduzida a biomassa, o crescimento das leveduras teve a velocidade diminuída, necessitando de um tempo para começar a crescer novamente. A população de células foi calculada para ficar na ordem de $2,0 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹. A redução de biomassa foi estipulada para ser realizada entre 1,5 e 2,0 dias, porque reduzindo a população de leveduras antes de 1,5 dias e após 2 dias de fermentação não há efeito satisfatório em função de que muito cedo as leveduras não crescem o suficiente para consumir nutrientes, e após 2 dias, a maioria dos nutrientes já foram consumidos, restando uma pequena parte de açúcares residuais (NOGUEIRA *et al.*, 2007). LEQUÉRÉ (1991) indica como o melhor momento para redução de biomassa o fim da fase de crescimento.

A Figura 3.3 mostra que a redução parcial de biomassa ocorreu em 2 dias após o inóculo. Esse tempo foi definido com base no teor de nitrogênio do mosto (134 mg.L⁻¹ de nitrogênio total), que segundo NOGUEIRA e WOSIACKI (2005) é considerado normal (70 a 150 mg.L⁻¹). De acordo com DRILLEAU (1993), 80 a 90% do nitrogênio total é consumido durante a fase exponencial na fermentação da sidra.

Segundo GOÑI e AZPILICUETA (1999), o nitrogênio é um nutriente limitante para a fermentação, sendo essencial para a síntese de proteínas. Durante a fermentação rápida, o nitrogênio não é totalmente consumido na fase de crescimento, podendo ser responsável pela instabilidade microbiológica dos fermentados que serão gaseificados naturalmente em garrafa ou que não são pasteurizados,

resultando em explosões e/ou alterações sensoriais (NOGUEIRA, 2003). Porém, com a redução de biomassa, o nitrogênio é totalmente consumido (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

Sendo assim, pode-se dizer que nesse experimento a redução de biomassa ocorreu tardiamente, pois outros nutrientes também essenciais ao desenvolvimento das leveduras foram exauridos do meio causando baixa velocidade de fermentação, que na indústria é considerada como parada de fermentação. Como a velocidade da fermentação estava muito lenta, além do esperado, foi adicionado o aminoácido tiamina (essencial para o crescimento das leveduras) na concentração de $1600 \mu\text{g.L}^{-1}$ (concentração encontrada em sucos de maçã) para tentar reiniciar o crescimento da levedura. A tentativa não resultou no comportamento esperado, e como o crescimento estava ainda lento, foi acrescentado 30 mL de suco crio-concentrado a $45,5^\circ\text{Brix}$ para fornecer nutrientes às leveduras e conseqüentemente um novo crescimento.

A Figura 3.4 apresenta a liberação de gás carbônico do fermentado de maçã cultivar Joaquina no processo seco, e a Figura 3.5 apresenta a liberação de gás carbônico no processo de fermentação com redução de biomassa.

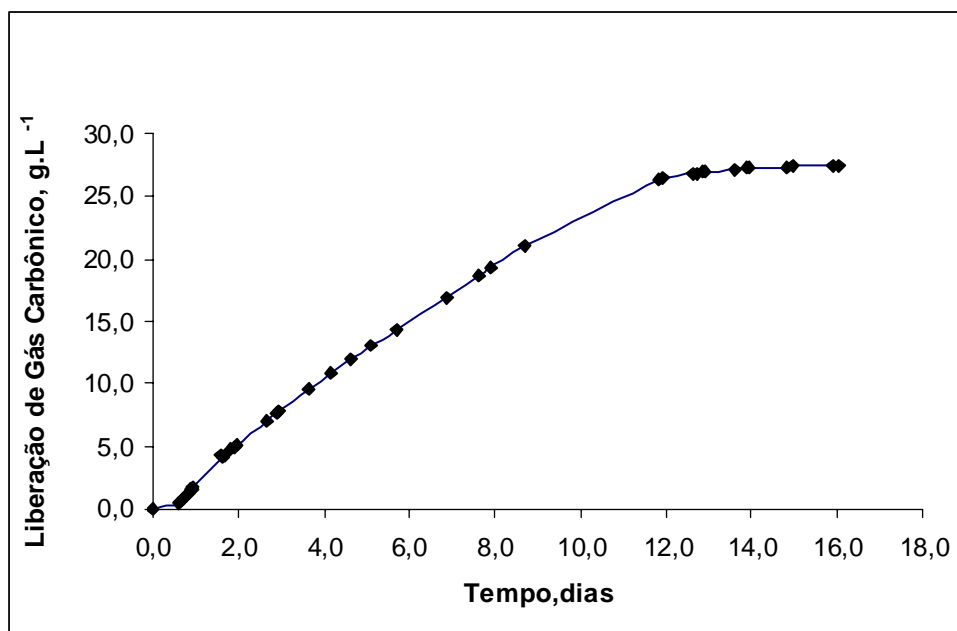


Figura 3.4 Liberação de gás carbônico durante a fermentação do mosto da cv Joaquina

Na Figura 3.4 observa-se que houve liberação de gás carbônico até o décimo segundo dia, porém de forma muito mais lenta quando comparado com a fermentação da cultivar Gala (Figura 3.2). Isso ocorreu porque o inóculo preparado

para a cultivar Gala foi calculado erradamente, sendo adicionado $2,0 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ e em função desse aumento da população inicial o comportamento da fermentação foi diferente. Praticamente em quase todo o período de fermentação foi liberado gás carbônico indicando que as leveduras consumiram os açúcares até exaustão completa, ficando constante pelos próximos 3 dias para completar os 15 dias de fermentação. Isso indica que para o fermentado da cultivar Joaquina aproximadamente 12 dias de fermentação foram suficientes para consumir todo o açúcar.

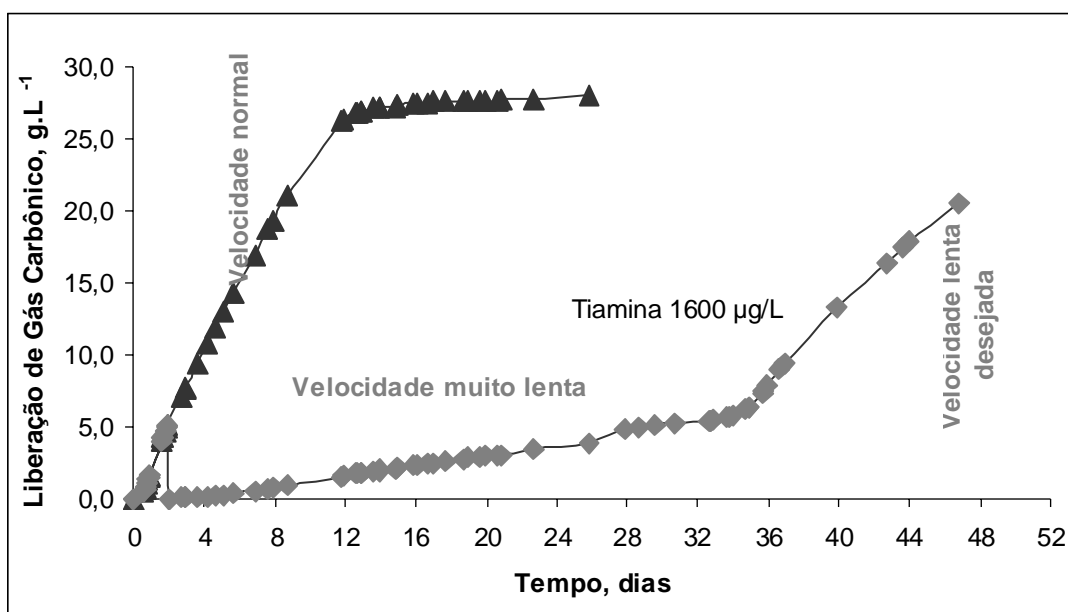


Figura 3.5 Liberação de gás carbônico na fermentação com e sem a operação de redução de biomassa no fermentado da cv Joaquina

Na Figura 3.5 foram colocados os dois processos de elaboração dos fermentados de maçã juntos para visualizar o momento da redução de biomassa. Observa-se que até os dois dias de fermentação, a liberação de gás carbônico teve um comportamento exponencial, e após ter sido reduzida a biomassa a velocidade da liberação de gás carbônico diminuiu, sendo necessário um período de tempo de 25 dias para as leveduras recomeçarem a crescer.

O comportamento do mosto na Figura 3.5 mostra que a redução parcial de biomassa ocorreu 2 dias após a inoculação. Este tempo foi definido com base no teor de nitrogênio do mosto (114 mg.L^{-1} de nitrogênio total), que segundo NOGUEIRA e WOSIACKI (2005) é considerado normal entre 70 a 150 mg.L^{-1} . Sendo assim, pode-se dizer que nesse experimento a redução de biomassa ocorreu tardiamente, pois outros nutrientes também essenciais ao desenvolvimento das leveduras foram

exauridos do meio causando baixa velocidade de fermentação, que na indústria é considerada como parada de fermentação. Como era uma segunda repetição e não havia mosto ou suco para uma terceira tentativa, da mesma forma que para o mosto da cultivar Gala, como a velocidade da fermentação estava lenta além do esperado, foi adicionado o aminoácido tiamina na concentração de $1600 \mu\text{g.L}^{-1}$ para tentar reiniciar o crescimento da levedura. A tentativa não resultou no comportamento esperado, e como o crescimento estava ainda lento, foi adicionado 30 mL de suco crio-concentrado a $45,5^\circ\text{Brix}$ para fornecer nutrientes às leveduras e conseqüentemente um novo crescimento. Em função desses acontecimentos, o tempo de fermentação tanto para o fermentado da cultivar Gala quanto para o da cultivar Joaquina foi bem maior que o estipulado que era de 20 dias, sendo concluído o processo em 48 dias. Segundo LEQUÉRÉ e DRILLEAU (1998), o tempo de fermentação para a sidra francesa com redução de biomassa pode variar entre 20 a 60 dias.

Na Figura 3.5 pode-se ser observado o momento da adição de tiamina e do suco crio-concentrado, evidenciando que após a adição desses nutrientes a fermentação procedeu com velocidade esperada.

3.3.3 Monitoramento da Fermentação

O monitoramento da fermentação foi realizado através das avaliações da contagem de células, peso seco de levedura e monitoramento da temperatura externa de fermentação.

A Figura 3.6 apresenta o mapa do controle de temperatura durante o processo fermentativo. Na Figura 3.6, nota-se que a variação da temperatura de fermentação ficou entre 20 e 24 °C. Na indústria o processo fermentativo é feito a temperatura ambiente, nos meses de verão (30-40°C). Nesse experimento teve-se a intenção de refletir algumas condições utilizadas pela indústria.

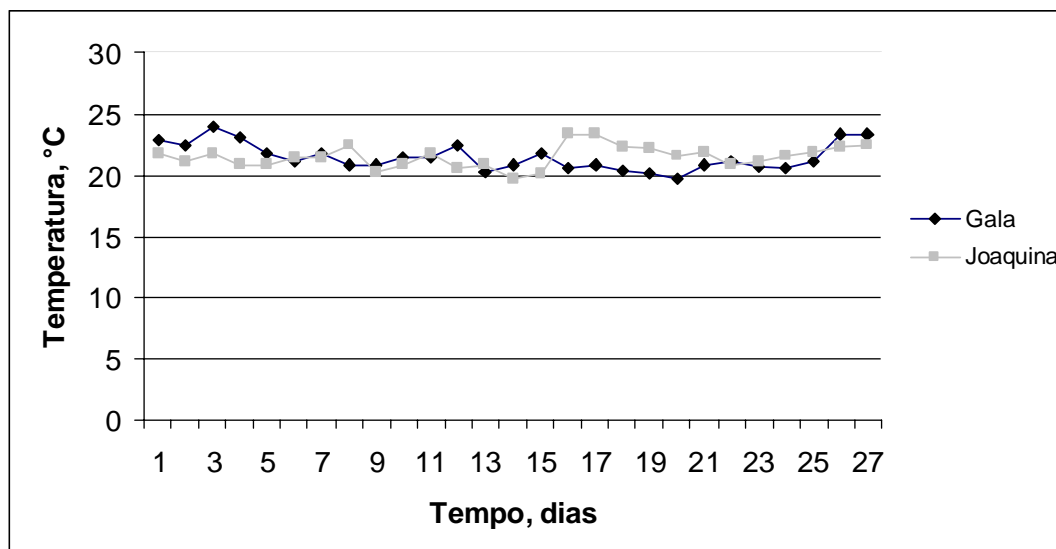


Figura 3.6 Variação da temperatura durante a fermentação

As Figuras 3.7 e 3.8 apresentam o comportamento dos açúcares redutores totais durante o processo de fermentação.

Observa-se nas Figuras 3.7 e 3.8 que à medida que a fermentação ocorre, há uma diminuição dos açúcares que são consumidos pelas leveduras produzindo etanol e gás carbônico. Nota-se também que nos dois fermentados conduzidos no processo seco o consumo de açúcares foi praticamente total, com 0,55 e 0,27 g.100 mL⁻¹ de ART para fermentado de maçã Gala e Joaquina seco, respectivamente.

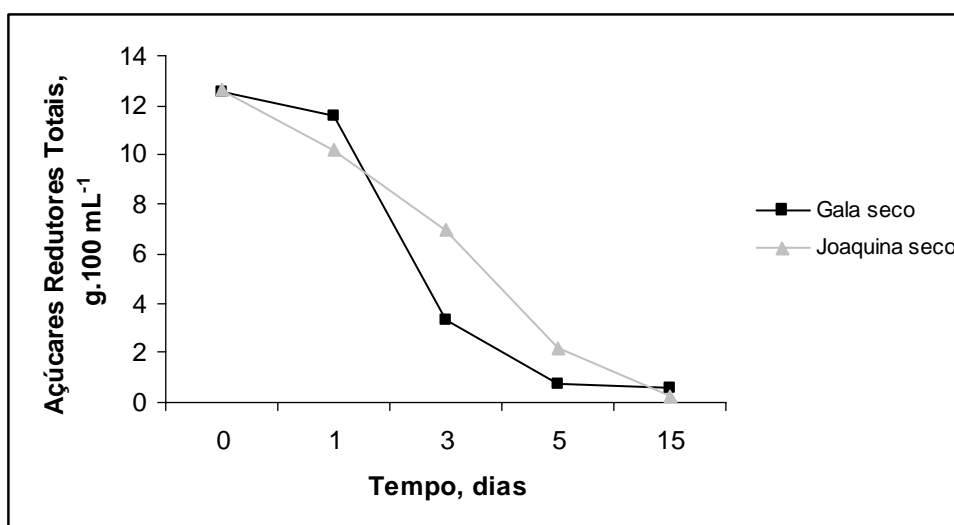


Figura 3.7 Açúcares redutores totais nos fermentados secos de maçã

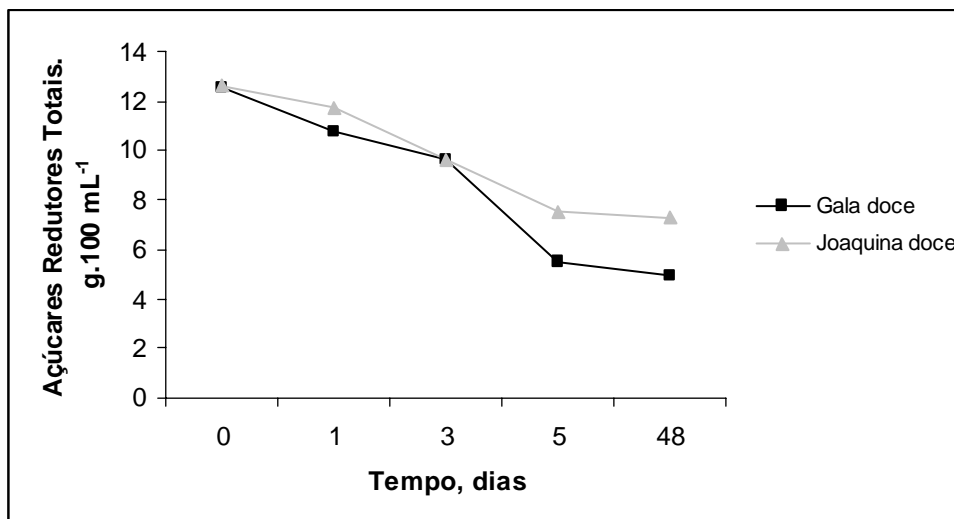


Figura 3.8 Açúcares redutores totais nos fermentados doces de maçã

Comportamento diferente foi observado na Figura 3.8 para os fermentados de maçã submetidos à redução de biomassa. Verifica-se que no início da fermentação o consumo de açúcares é semelhante, porém após a redução de biomassa o consumo dos açúcares torna-se mais lento, e conseqüentemente a quantidade de açúcares residuais é maior tornando o produto mais doce (4,92 para fermentado Gala doce e 7,30 g.100 mL⁻¹ para Joaquina doce), concentração interessante ao produto, em função da preferência dos consumidores brasileiros por bebidas suaves (NOGUEIRA *et al.*, 2003). Para as sidras disponíveis no mercado é realizada a correção dos açúcares com sacarose para torná-la bebida suave, porém eleva o teor de calorias e mascara o corpo da bebida (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

Observa-se que para os fermentados conduzidos sem redução de biomassa após 2 dias de fermentação houve um decréscimo brusco nos açúcares enquanto que àqueles submetidos à redução de biomassa o consumo de açúcares foi lento.

As Figuras 3.9 e 3.10 apresentam a evolução da graduação alcoólica nos fermentados de maçã.

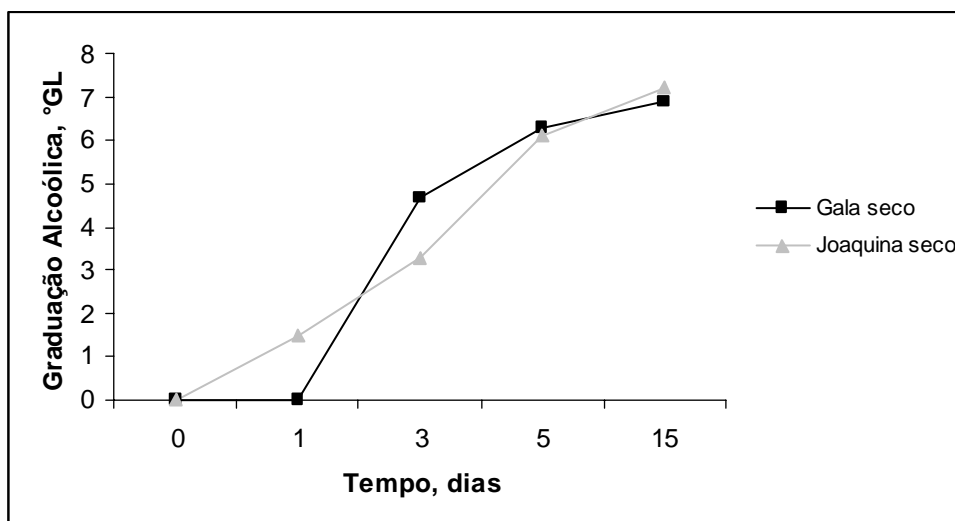


Figura 3.9 Evolução da graduação alcoólica para os fermentados secos de maçã

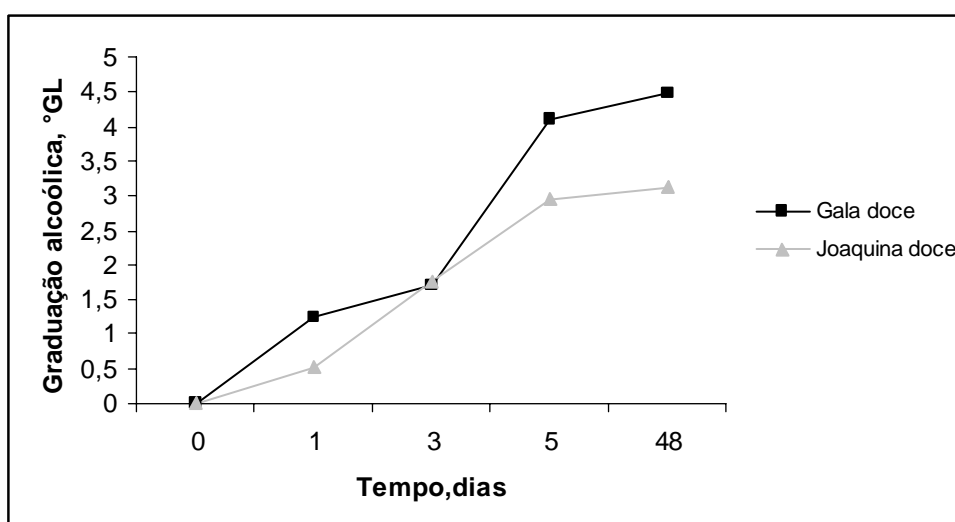


Figura 3.10 Evolução da graduação alcoólica para os fermentados doces de maçã

O comportamento da Figura 3.9 mostra que à medida que o tempo passa a graduação alcoólica aumentou. Observa-se que para a fermentação conduzida até o consumo total dos açúcares a graduação alcoólica foi maior quando comparado com a fermentação submetida à redução da biomassa (Figura 3.10), o que era esperado. Esse perfil está associado ao consumo dos açúcares em função do tempo. Para o fermentado seco a graduação alcoólica final foi maior (6,9°GL e 7,2°GL), e para o fermentado com redução de biomassa (4,47°GL e 3,13°GL) foi menor para os fermentados Gala e Joaquina seco e doce, respectivamente. NOGUEIRA *et al.*, (2007) encontraram graduação alcoólica de 4,20°GL em fermentado de maçã com redução de biomassa.

A Figura 3.11 apresenta o comportamento da acidez durante a fermentação. Observa-se que durante a fermentação ocorreu um aumento no valor da acidez, provavelmente devido à liberação de ácidos orgânicos e que após consumidos podem ter sido transformados pelas leveduras em outros compostos, como por exemplo, compostos voláteis.

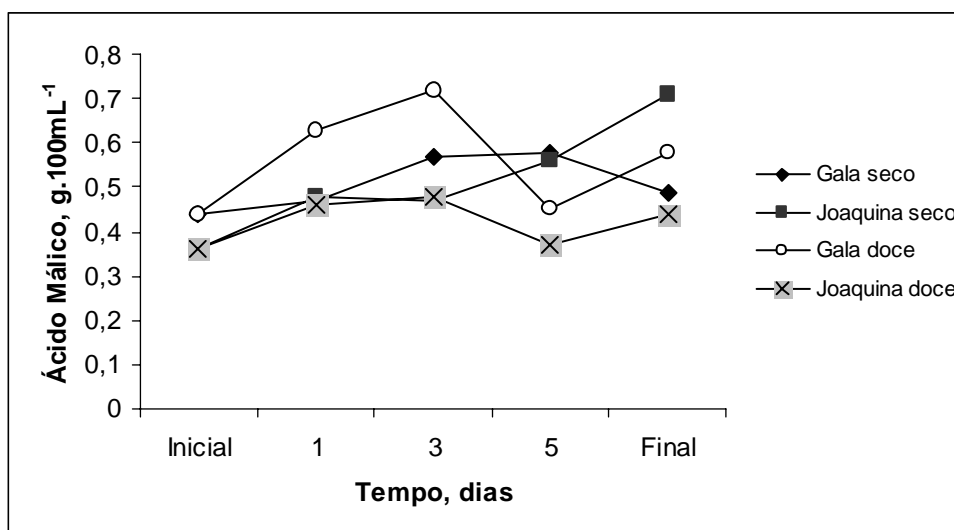


Figura 3.11 Evolução da acidez durante a fermentação

A Figura 3.12 apresenta o comportamento dos compostos fenólicos na fermentação. Observa-se uma variabilidade resultante provavelmente do processo de clarificação do produto e por serem diferentes cultivares, mas que não compromete os valores médios esperados que são de 300 mg.L⁻¹ de acordo com VIEIRA *et al.*, (2004).

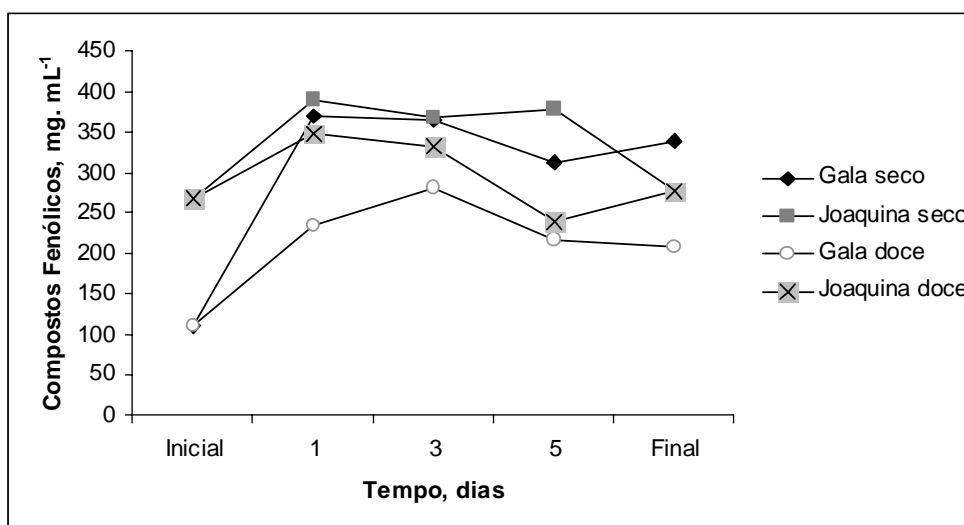


Figura 3.12 Comportamento dos compostos fenólicos durante a fermentação

As Figuras 3.13 e 3.14 apresentam o peso seco da levedura em função de tempo de fermentação.

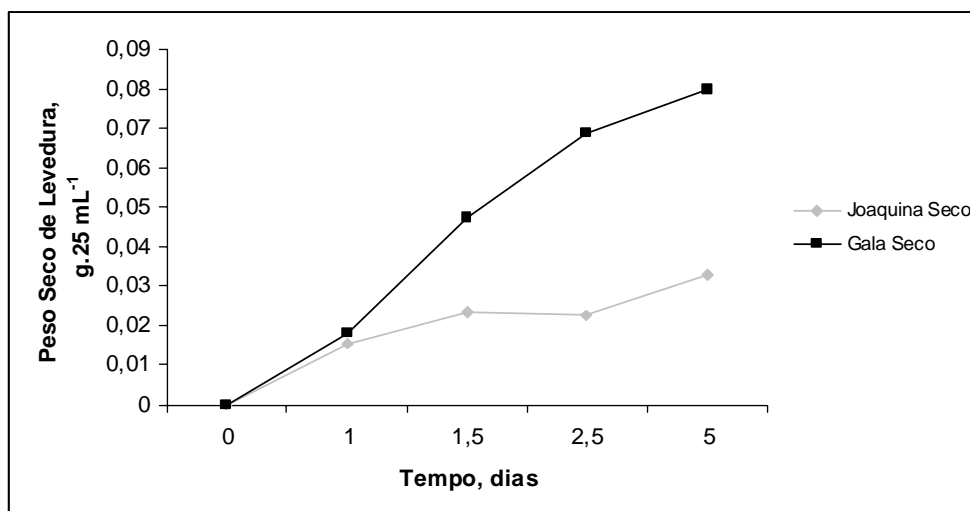


Figura 3.13 Peso seco das leveduras nos fermentados secos de maçã

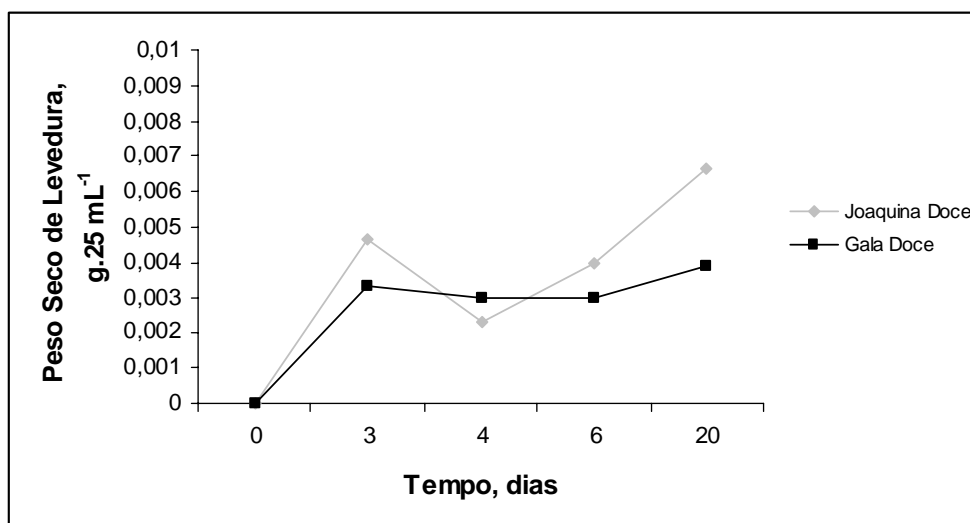


Figura 3.14 Peso seco das leveduras nos fermentados doces de maçã

Observa-se na Figura 3.13 que à medida que a fermentação ocorre o peso seco aumenta em função do aumento da biomassa. Para os fermentados Gala e Joaquina seco houve um comportamento crescente do peso seco das leveduras em função do aumento da biomassa devido, provavelmente, à presença de nutrientes que proporcionaram o processo de fermentação. Com essa amostragem para o processo seco não foi possível verificar o momento de estabilização de crescimento das leveduras que provavelmente seria demonstrado no ponto final de fermentação. Para os fermentados com redução de biomassa (Figura 3.14) observa-se um

comportamento diferente porque os pontos apresentados são após a redução, evidenciando assim a baixa velocidade de fermentação devido a uma baixa população. Como a velocidade de fermentação foi baixa os pontos de amostragem não foram suficientes para verificar o aumento no crescimento das leveduras mesmo que em proporções menores. Este comportamento também se reflete quando se verifica a contagem de células nesses pontos de fermentação (0; 1; 1,5; 2,5; 5 e 15 dias para o seco e 0; 3; 4; 6; 8 e 20 para redução de biomassa).

As Tabelas 3.2 e 3.3 apresentam os resultados referentes à população de leveduras coletadas em pontos (dias) definidos durante a fermentação.

Tabela 3.2 População de leveduras nos pontos de fermentação do mosto da cv Joaquina

População (ufc.mL ⁻¹)	Inicial	1 dia	1,5 dias	2,5 dias	5 dias
Joaquina seco	2,0x10 ⁶	2,5x10 ⁷	4,1x10 ⁷	4,4x10 ⁷	3,4x10 ⁷
	Inicial	3 dias	4 dias	6 dias	8 dias
Joaquina doce	2,0x10 ⁶	4,23x10 ⁶	3,12x10 ⁶	6,8x10 ⁶	6,0x10 ⁶

Tabela 3.3 População de leveduras nos pontos de fermentação do mosto da cv Gala

População (ufc.mL ⁻¹)	Inicial	1 dia	1,5 dias	2,5 dias	5 dias
Gala seco	2,0x10 ⁶	3,48x10 ⁷	4,76x10 ⁷	6,04x10 ⁷	9,8x10 ⁷
	Inicial	3 dias	4 dias	6 dias	---
Gala doce	2,0x10 ⁶	9,7x10 ⁵	1,4x10 ⁶	6,5x10 ⁵	---

Observa-se nas Tabelas 3.2 e 3.3 que a população máxima para os fermentados Gala e Joaquina secos foi da ordem 10⁷ ufc.mL⁻¹ e o teor de açúcares residuais foi de 0,55 e 0,27 g.100 mL⁻¹, conforme Tabela 3.1, respectivamente; ao contrário, aos fermentados Gala e Joaquina com redução de biomassa a população máxima atingiu a ordem de 10⁶ ufc.mL⁻¹ e teores de açúcares residuais de 4,92 e 7,3 g.100 mL⁻¹, conforme Tabela 3.1, respectivamente.

As fermentações onde houve redução parcial de biomassa apresentaram uma população máxima inferior com relação àquelas sem a operação. Segundo DRILLEAU (1990), isso ocorre devido ao esgotamento de vitaminas e compostos

nitrogenados utilizados no primeiro crescimento, que são essenciais para a síntese de proteínas, sendo o nitrogênio considerado como principal nutriente limitante para a fermentação (GOÑI e AZPILICUETA, 1999).

Conforme a Tabela 3.2 a maior população foi na ordem de $4,4 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ e $9,8 \times 10^7$ ufc.mL⁻¹ para fermentado Joaquina e Gala seco, respectivamente; e $6,8 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ e $1,4 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ para fermentado Joaquina e Gala com redução de biomassa, respectivamente. Resultados semelhantes encontraram NOGUEIRA *et al.* (*in press*) quando estudaram a influência do conteúdo de nitrogênio no mosto para fermentados de maçãs, que encontraram uma população máxima de leveduras na ordem de $7,0 \times 10^6$ ufc.mL⁻¹ para os fermentados de maçãs Gala e Joaquina quando submetidos à redução de biomassa.

3.4. CONCLUSÕES

A graduação alcoólica dos fermentados de maçã cv. Gala e cv. Joaquina com o processo de redução de biomassa foi reduzida (4,47 e 3,13°GL), proporcionando produtos mais doces e mais apreciados pelos consumidores.

A redução de biomassa propiciou uma fermentação lenta que facilita o monitoramento e controle da fermentação.

Os fermentados de maçã Gala e Joaquina obtidos pelo processo de redução de biomassa apresentaram açúcares residuais da própria fruta pelo fato da fermentação ser parcial.

REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15^a. ed., Washington, 1141 p., 1995.

BEAULIEU, F. D. **Les cidres et leurs eaux-de-vie**. ed. Rennes: Ouest-France, 2000. p. 63.

BEECH, F. W. English Cidermaking: technology, microbiology and biochemistry. In: **Progres in Industrial Microbiology** (Ed. F. W., Beech) p. 133-213, Long Ashton, 1993.

BELY, M.; SABLAYROLLES, J. M.; BARRE, P. **Description of Alcoholic Fermentation Kinetics : Its Variability and Significance**. Am. J. Enol. Vitic., v. 41, n. 4, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 3510, 16 de junho de 2000. Altera dispositivos do regulamento aprovado pelo Decreto 2314, de 04 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, 2000. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/>. Acesso em: 05 abril 2007.

CLETO, F. V. G.; CONSOLINI, F. Legislação Brasileira de Bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 1-20.

DRILLEAU, J. F. La fermentation en cidrerie. Quelques généralités et principes d'élaboration. **Pomme**, n. 21, p. 20-22, 1990.

DRILLEAU, J. F. Produits cidricoles. Quelques mots sur les composés phénoliques (tanins). **Technologie**, v. 23, p. 21-22, 1991.

DRILLEAU, J. F. Réunion annuelle Certec : azote et fermentation ; composés phénoliques et oxydation. **Pomme à cidre**, v. 33, p. 24-25, 1993.

GOÑI, D. T.; AZPILICUETA, C. A. Use of nitrogen compounds in spontaneous and inoculated wine fermentations. **J. Agri. Food Chem.**, n. 47, p. 4018-4024, 1999.

GUYOT, S.; MARNET, N.; SANONER, P.; DRILLEAU, J. F. Variability of the polyphenol composition of apple cider (*Malus domestica*) fruits and juices. **J. Agri. Food Chem.**, n. 51, p.6240-6247, 2003.

IAL. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. In: IAL. **Normas Analíticas**. 4^a. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

LAPLACE, J. M.; JACQUET, A.; TRAVERS, I.; SIMON, J. P., *et al.* Incidence of land and physicochemical composition of apples on the qualitative and quantitative development of microbial flora during cider fermentations. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 107, n. 4, p. 227-233, 2001.

LEE, S. S.; ROBINSON, F. M.; WANG, H. Y. **Rapid Determination of Yeast Viability**. *Biotechnology and Bioengineering Symp.* n. 11, p. 641-649. 1981.

LEQUÉRÉ, J. M.; DRILLEAU, J. F. Fermentation of French cider, the process and yeast species. **Fermentation – Food, Drink and Waste management, the Future. Britt. Atlantic Conference**, 1993.

LEQUÉRÉ, J. M.; DRILLEAU, J. F. Microbiologie et technologie du cidre. **Revue des Oenologues**, n. 88, p. 17-20, 1998.

LEQUÉRÉ, J. M. Fermentation du cidre. Pour une élaboration de qualité. **Pomme**, n. 22, p. 17-19, 1991.

MICHEL, A. Production du cidre a la ferme. **Pomme**, v. 17, n. 9, p. 12, 1988.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**. v. 165, 1944. p. 375.

NOGUEIRA, A.; MONGRUEL, C.; SIMÕES, D. R. S.; WASZCZYNSKYJ, N.; WOSIACKI, G. Effect of Biomass Reduction on the Fermentation of Cider. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 6, p. 1089-1098, november, 2007.

NOGUEIRA, A.; ALBERTI, A.; DRILLEAU, J. F.; LEQUÉRÉ, J. M.; WOSIACKI, G. Apple Wine Fermentation. Influence of the nitrogen content in the must. **Food Technology and Biotechnology** (in press).

NOGUEIRA, A.; SWIECH, B. P.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Características físico-químicas e sensoriais de suco de maçã clarificado e fermentado. **Publicatio. UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 12, n. 3, p. 15-23, dez. 2006.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R. A.; SIMÕES, D. R. S.; DRILLEAU, J. F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 289-298, jul./dez. 2003.

NOGUEIRA, A. **Tecnologia de processamento sidrícola: efeitos do oxigênio e do nitrogênio na fermentação lenta da sidra**. 2003. 191 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 383-422.

PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físico-químicas (dados da safra 2001/2002). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1336-1343, nov.-dez., 2004.

RSK. **RSK- Wert. Die Gesamtdarstellung.** Bonn. Flüssiges Obst GmbH.1987. p. 204.

SANONER, P.; GUYOT, S.; MARNET, N.; MOLLE, D.; DRILLEAU, J. F. Polyphenol profiles of French apple varieties (*Malus domestica* ssp.). **J. Agri. Food Chem.**, n. 47, p. 4847-4853, 1999.

SCHOBINGER, U. **Frucht und Gemüsesäfte.** Stuttgart: Ulmer Verlag, p. 626, 1987.

SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugar. **Journal of Biology Chemistry.** 1945.

TANNER, H.; BRUNNER, H. R. Getränke Analytik - Untersuchungsmethode für die Labor- und Betriebspraxis. Wädenswil. Verlag Helles. 1985. p. 206.

VIEIRA, R. G.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C.; DENARDI, F.; WOSIACKI, G. Características físico-químicas de amostras de 103 cultivares de maçãs colhidas nas safras de 1982 a 2004. In: XIII Encontro Estadual de Iniciação Científica, 2004, Londrina. **Anais...CD.** Londrina: UEL, 2004.

WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C.; DENARDI, F.; CAMILO, A. P. Apple varieties growing in subtropical areas. The situation in Santa Catarina. **Fruit Processing**, Schönborn DE, v. 12, n. 1, p. 19-28, 2002.

WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Suco de maçã. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado.** São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 255-292.

WOSIACKI, G. Apple varieties growing in subtropical areas: the situation in Santa Catarina - Brazil. **Fruit Processing**, v. 12, n. 1, p. 19-28, 2002.

WOSIACKI, G.; KAMICOGA, A. T. M.; NEVES, J. F. Características do suco clarificado de maçãs. **Alimentos e Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 37, p. 76-79, 1991.

WOSIACKI, G.; CHERUBIN, R. A.; SANTOS, D. S. Cider processing in Brazil. **Fruit Processing**, v. 7, n. 7, p. 242-249, 1997.

XU, Y.; ZHAO, G. A.; WANG, L. P. Controlled formation of volatile components in cider making using a combination of *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora valbyensis* yeast species. **J. Ind. Microbiol Biotechnol.**, v. 33, p. 192-196, 2006.

YULIANTI, F.; REITMEIER, C. A.; BOULSTON, T. D. Consumer sensory evaluation and flavor analyses of pasteurized and irradiated apple cider with potassium sorbate. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 5, p.193-197, 2004.

ZARDO, D. M. **Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em maçãs e seus produtos.** Ponta Grossa, 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Capítulo 4

Compostos Voláteis dos Fermentados de Maçã

RESUMO

Aroma é a sensação percebida pelos sentidos do gosto e olfato, produzida quando se ingere o alimento, sendo um dos mais importantes atributos dos alimentos e bebidas. O aroma da sidra é constituído principalmente por alcóois superiores e ésteres. As sidras de qualidade apresentam gosto doce, aromas frutados e perfumados, enquanto produtos com aromas picantes, sufocantes, com gosto ácido, adstringente, não são bem aceitos. Desse modo, o objetivo desse estudo foi avaliar a composição de compostos voláteis dos fermentados de maçã da cv Gala e Joaquina, determinando suas concentrações em alcóois e ésteres usando a cromatografia em fase gasosa. Maçãs da cv Gala e Joaquina foram utilizadas para a elaboração dos fermentados de maçã, obtidos em bancada de laboratório com protocolos definidos. O isolamento dos compostos voláteis foi realizado por extrações líquido-líquido com solventes apropriados e as fases orgânicas foram separadas por decantação. A avaliação cromatográfica dos isolados de fermentados de maçã foi realizada por cromatografia de alta resolução. Foram quantificados 19 compostos entre eles alcóois superiores, acetatos, ácidos graxos e ésteres. Resultados para alcóois isoamílicos obtidos estão dentro da faixa de valores preconizados pela literatura, enquanto que as concentrações de octanoato de etila foram mais baixas do que as desejáveis. Os compostos acetato de etila, acetato de 2-fenil etila e acetato de hexila, nas concentrações encontradas, permitem dizer que são capazes de conferir aos fermentados aromas frutados e perfumados, dentro de concentrações satisfatórias para a composição do aroma dos produtos. Se for levado em consideração a razão alcóois e ésteres para o fermentado Joaquina submetido à redução parcial de biomassa (doce), observa-se que esse produto apresentou maior intensidade de aroma quando comparado com o fermentado Gala submetido ao mesmo processo.

Palavras-chave: fermentado de maçã; compostos voláteis; alcóois superiores, ésteres; cromatografia em fase gasosa.

ABSTRACT

Scent is the sensation perceived through the smell and taste senses produced while having a foods and/or drinks, being one of the most important appeals of foods and drinks. The apple wine scent is basically made of superior alcohols and esthers. The high quality apple wines present sweet taste and fruited and perfumed scents, while spicy smell products, considered suffocating, with acid taste, adstringent, are not well accepted. This way, this study aimed to evaluate the composition of volatile compounds of the Joaquina and Gala cultivars fermented beverages, determining their alcohol and esthers concentrations throughout chromatography in the gas stage. Gala and Joaquina cultivars apples were used for the production of the apple fermented beverages, obtained in the laboratory counter with defined products. The isolation of the volatile compounds was made through liquid-liquid extractions, using proper solvents, and the organic stages were separated by decantation. The chromatographic evaluation of the isolated apple fermented beverages was performed by high resolution chromatography. There were quantified 19 compounds, among them superior alcohols, acetates, fatty acids and esthers. The results obtained for isoamilic alcohols are within the range of values presented in the literature, while the concentrations of ethyl octanoate were lower than what is desired. The compounds ethyl acetate, 2-phenylethyl acetate and hexil acetate, in the concentrations that were found, make to possible to say that they are able to give the fermented beverages fruited and perfumed scents, within satisfactory conditions for the composition of the scent of the products. If we consider the reason alcohols-esthers for the Joaquina fermented submitted to the partial biomass reduction (sweet), it is shown that this product presented a higher intensity of scent in comparison to the Gala fermented onewhich was submitted to the same process.

Key-words: apple fermented beverage; volatile compounds; superior alcohols; esthers; gas stage chromatography.

CAPÍTULO 4

4 COMPOSTOS VOLÁTEIS DOS FERMENTADOS DE MAÇÃ

4.1 INTRODUÇÃO

Aroma é a sensação percebida pelos sentidos do gosto e olfato, produzida quando se ingere o alimento, sendo um dos mais importantes atributos dos alimentos e bebidas.

Os compostos voláteis são responsáveis pelo sabor característico dos alimentos (THOMAZINI e FRANCO, 2000; BASTOS *et al.*, 2002).

A aceitação e consolidação de bebida alcoólica fermentada está diretamente relacionada ao seu sabor, que é considerado como a resposta integrada ao gosto (doce, salgado, amargo, ácido) e ao aroma, dada pela presença de numerosos compostos voláteis. Em bebidas alcoólicas alguns desses compostos têm origem no próprio fruto, outros são gerados durante o processo fermentativo e outros são provenientes de reações químicas durante o envelhecimento (GARRUTI, 2001).

Sob o ponto de vista analítico, muitas das substâncias de maior relevância aromática estão em níveis muito baixos. Traços de ácidos graxos como o hexanóico, octanóico, decanóico e seus ésteres correspondentes de etila, todos são produtos do metabolismo das leveduras. Outros compostos como o etil fenol, etil catecol e etil guaiacol são também habituais e desejáveis, caso estejam em quantidades muito pequenas, contribuindo com características doce-amargas do aroma e são muito interessantes (PICINELLI *et al.*, 2002).

Segundo GATFIELD (1995) e PINHEIRO e PASTORE (2003), os compostos químicos responsáveis pelos aromas característicos são: alcóois, ácidos, ésteres, cetonas, lactonas, aldeídos e outras moléculas complexas que resultam do metabolismo secundário de plantas ou podem ser obtidas de fontes animais. Certos fungos, leveduras e bactérias também apresentam potencial para o metabolismo secundário e podem produzir aromas (ARMSTRONG e BROWN, 1994; MANLEY, 1995; WELSH, 1995). A produção de ésteres formados por fungos e leveduras são exemplos de metabólitos secundários, e que não são essenciais para o metabolismo,

sendo o mecanismo responsável pela remoção de ácidos e alcóois da célula e do meio, pois se houvesse acúmulo desses compostos, poderiam ser tóxico para a célula (MARQUES e PASTORE, 1999).

Na maçã um componente de impacto é o 2-metil-butirato de etila (WONG, 1995). De acordo com RODRIGUEZ-AMAYA (2003), outro composto de impacto na maçã é etil-3-metil-butirato. Estudos realizados por JANZANTTI, FRANCO e LANÇAS (2000) para identificar compostos voláteis de maçãs da cultivar Fuji revelaram a presença de 84 compostos voláteis. São encontrados em maior proporção os ésteres acetato de butila, acetato de 2-metil butila, acetato de hexila e o terpeno α -farneseno. Segundo AVAKYANTS *et al.*, (1981), citados por FRAILE, GARRIDO E ANCÍN (2000), o fundamental aroma da maçã é devido a quatro ésteres: o acetato de etila, o acetato de isoamil, o hexanoato de etila e o acetaldeído.

O aroma da sidra é constituído por alcóois superiores, tais como os amílicos, 2-fenil-etanol, butanol, 2-3 butanodiol, e isobutanol, e ésteres como o acetato de etila. Alguns desses compostos são próprios da maçã como, por exemplo, o butanol, enquanto que os outros como os alcóois amílicos e o acetato de etila são produtos da fermentação (PICINELLI *et al.*, 2002). De acordo com LEGUERINEL *et al.*, (1987), sidras de qualidade apresentam gosto doce, aromas frutados e perfumados, enquanto produtos com aromas picantes, sufocantes, com gosto ácido, adstringente, não são bem aceitas. O isobutanol aumenta os aromas frutados e perfumados e o 2-3-butanodiol apresenta ação inibidora sobre o aroma. A frutose funciona como amplificador de aromas frutados em sidras pouco fermentadas.

Nos produtos de fermentação rápida, a presença de aroma de fermento mascara ou substitui o aroma frutado considerado como benéfico à qualidade da sidra. Esse aroma indesejável diminui um pouco na fase de maturação, porém se for expressivo durante a fermentação permanecerá no produto final (LEQUÉRÉ, 1991). Segundo DRILLEAU (1991), compostos gerados, como diacetil e acetoína, mostram efeitos sensoriais indesejáveis típicos de produtos rançosos. Estes compostos são produzidos em grande quantidade em fermentações rápidas devido às temperaturas elevadas e presença de uma grande população de leveduras.

Desta forma, pode haver grande quantidade de aromas indesejáveis ou ditos “de fermento” ao produto final, proveniente de um processo fermentativo rápido e também da ausência de leveduras oxidativas, responsáveis pela formação de aromas classificados como “frutados” (LEQUÉRÉ e DRILLEAU, 1998), que são

eliminadas pela ação do SO_2 , normalmente adicionado no início e durante o processo.

A proposta desse estudo foi avaliar alguns compostos voláteis dos fermentados de maçã da cv Gala e Joaquina, determinando suas concentrações em álcoois e ésteres usando a cromatografia em fase gasosa.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Fermentado de Maçã

As maçãs da cv Gala e Joaquina, colhidas por técnicos especializados e mantidas sob frigo-conservação até o momento do processamento em nível de bancada, foram utilizadas para a elaboração dos fermentados de maçã, processados no Centro de Tecnologia de Alimentos – CTA envolvendo os laboratórios do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, em Ponta Grossa - PR.

As frutas selecionadas e limpas foram fragmentadas em microprocessador de laboratório (Processador Metvisa, tipo MPA) sendo que a massa ralada foi acondicionada em pacotes de plástico poroso que, superpostos, foram submetidos a uma pressão de 3 kgf.cm^{-2} durante 5 minutos (Prensa Eureka, Hoppe Ind. Ltda., Brasil). O suco foi tratado com pectinase (Pectinex 3XL Novozymes do Brasil) a concentração de 3 mL.hL^{-1} (25°C , 60 minutos) e após sedimentação foi trasfegado e filtrado em papel. O mosto despectinizado de cada cultivar foi trasfegado e acondicionado em um frasco de 9 L, munido de batoque. Levedura seca ativa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* (Bouquet – Danstar Ferment. AG, Dinamarca), re-hidratada, foi inoculada no mosto com uma população inicial de $2 \times 10^6 \text{ ufc.mL}^{-1}$. O processo fermentativo transcorreu durante 15 dias (seco) e 48 dias (doce) a temperatura ambiente (de 18 a 25°C), sendo após esse período trasfegado, filtrado e engarrafado, e então estabilizado por armazenamento a 8°C .

Os fermentados de maçã foram elaborados a temperatura ambiente (18 a 25°C) para refletir as condições da indústria.

Soluções referências foram utilizadas para determinação dos compostos voláteis nos fermentados, sendo uma para álcoois e outra para ésteres a partir de padrões cromatográficos.

4.2.2 Avaliação dos Compostos Voláteis

4.2.2.1 Preparo das Amostras

As amostras dos fermentados armazenados à temperatura de 8°C foram retiradas do refrigerador, e misturadas duas garrafas para melhor homogeneização. Os frascos com os fermentados estavam rosqueados em recipiente adequado e filme plástico ao redor da rosca para evitar escape do aroma.

4.2.2.2 Isolamento dos Compostos Voláteis

O isolamento dos compostos voláteis foi realizado por extrações líquido-líquido com solventes apropriados de acordo com BERTRAND (1975). Foram feitas 3 extrações na mesma amostra. A quantidade de amostra foi de 50 mL, quando foram adicionados H₃PO₄ 30% em água (0,3 mL), e acrescentados os padrões internos ácido heptanóico e octanol-3 (2 mL de cada) e éter:hexano (1:1, v/v) (com 4, 2 e 2 mL), com agitação por 5 minutos em cada extração, e acondicionamento da emulsão em funil de separação, para separação das fases. As fases orgânicas foram coletadas por decantação. Retirou-se a primeira extração em recipiente apropriado e o restante recondicionou-se no erlenmeyer, fazendo novamente as extrações. Repetiu-se esta operação mais uma vez. Após três extrações obteve-se os compostos voláteis isolados.

A determinação dos compostos acetato de etila, acetaldeído, álcool isoamílico, álcool isobutílico, álcool isopropílico, metil-2-propanol-1, propanol-1, etanal, metanol, 2-fenil etanol, acetato de 2 fenil etila, acetato de hexila, acetato de isoamila, ácido butírico, ácido octanóico, butirato de etila, decanoato de etila, dodecanoato de etila, hexanoato de etila, hexanol, lactato de etila, octanoato de etila e succinato de dietila foi realizada por cromatografia em fase gasosa.

A metodologia utilizada para determinação do etanal, metanol, álcool isoamílico, álcool isobutílico, álcool isopropílico, metil-2-propanol-1, propanol-1 e acetato de etila foi de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2000) utilizando cromatógrafo a gás VARIAN 3900, equipado com detector de ionização de chama, coluna capilar de 60 m de comprimento, 53 mm de diâmetro interno e 1,0 µm de espessura do filme da fase ligada.

No preparo das amostras para determinação dos álcoois, os fermentados foram destilados em evaporador rotativo TECNAL acoplado a uma bomba a vácuo (600 mmHg). Foram utilizados 200 mL de amostra que foram acondicionados no balão e evaporados por 20 minutos. A evaporação da amostra foi utilizada devido à restrição da coluna cromatográfica em relação aos açúcares.

O padrão interno foi o pentanol-1 em solução a 40% em etanol. Foram utilizados 9 mL da amostra e adicionado 1 mL de solução de padrão interno. Injetou-se 1 µL no modo de divisão da amostra (1:20).

As condições cromatográficas foram as seguintes:

Coluna: Supelco WAX com 60 m de comprimento, 53 mm de diâmetro interno e 1,0 µm de espessura do filme da fase ligada

Gás de arraste: N₂ (nitrogênio a 4 psi)

Temperatura do injetor: 250°C split (1:20)

Temperatura do DIC (Detector de Ionização de Chama): 300°C

Programação da coluna: temperatura inicial de 35°C mantida por 10 minutos, elevação até 110°C a 3°C/min por 10 minutos, elevação da temperatura até 190°C a 30°C/min por 2,4 minutos

Tempo total da corrida: 50,07 minutos

A Tabela 4.1 apresenta a composição da solução de referência para álcoois.

Tabela 4.1 Concentração dos padrões de álcoois e aldeído

Componentes	Concentração (mg. L ⁻¹)
Acetato de etila	145,0
Etanal	76,0
Metanol	191,0
Álcool isoamílico – Metil 2 butanol 1	260,0
Álcool isobutílico - Metil 2 propanol 1	65,2

Para a determinação das concentrações dos componentes foi utilizada a relação:

$$C = \frac{A_{ca}}{A_{pi}} \cdot \frac{m_{pi}}{m_{ca}} \cdot C_{pi} \cdot Fr \quad , \quad \text{onde:}$$

C = concentração do composto analisado na amostra em µg/g

A_{ca} = área ou altura da amostra

A_{pi} = área ou altura do padrão interno

m_{pi} = massa do padrão interno

m_{ca} = massa da amostra

C_{pi} = concentração do padrão interno na solução

Fr = fator de resposta.

As determinações de ésteres etílicos de ácidos graxos, acetatos de álcoois superiores, ácidos graxos livres, ácidos graxos voláteis, succinato de dietila, lactato de etila, acetato de etila, hexanol 1 e 2 fenil etanol foram feitas segundo BERTRAND (1975). Os extratos foram caracterizados em cromatógrafo a gás VARIAN 3900, equipado com detector de ionização de chama, coluna capilar de 60 m de comprimento, 53 mm de diâmetro interno e 1,0 μm de espessura do filme da fase ligada. Utilizou-se padrões de ésteres para quantificação dos compostos voláteis presentes nas amostras.

As condições cromatográficas foram as seguintes:

Gás de arraste: N_2 (nitrogênio a 2 psi)

Temperatura do injetor: 220°C splitless

Temperatura do DIC (Detector de Ionização de Chama): 250°C

Programação da coluna: temperatura inicial de 30°C mantida por 5 minutos, elevação até 200°C a 3°C/min por 50 minutos

Tempo total da corrida: 111,67minutos

Foi injetado 1 μL do isolado dos compostos voláteis, no modo sem divisão da amostra.

A composição da solução de referência para a análise de ésteres etílicos de ácidos graxos, acetatos de álcoois superiores, ácidos graxos livres, ácidos graxos voláteis, succinato de dietila, lactato de etila, acetato de etila, hexanol 1 e 2 fenil etanol está demonstrada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Composição da solução de referência para análise de ésteres etílicos de ácidos graxos, acetatos de álcoois superiores, ácidos graxos livres, ácidos graxos voláteis, succinato de dietila, lactato de etila, acetato de etila, hexanol 1 e 2 fenil-etanol.

Componentes	Concentração (mg. L ⁻¹)
Butirato de etila	67,0
Acetato de isoamila	26,0
Hexanoato de etila	27,0
Acetato de hexila	27,0
Lactato de etila	135,0
Hexanol	26,0
Octanol 3 (PI)	156,0
Octanoato de etila	30,0
Ácido butírico	32,0
Decanoato de etila	28,0
Succinato de dietila	31,0
Acetato de 2-fenil etila	63,0
Dodecanoato de etila	25,0
2 fenil-etanol	387,0
Ácido heptanóico (PI)	196,0
Ácido octanóico	77,0

Para a determinação das concentrações dos componentes foi utilizada a relação:

$$C = \frac{A}{H} \cdot \frac{h}{i} \cdot I, \text{ onde:}$$

C = concentração do componente (mg.L⁻¹).

A = concentração da substância na solução de referência (mg.L⁻¹).

H = área do pico da substância na referência.

h = área do pico da substância na amostra.

i = área do pico do padrão interno na amostra.

I = área do pico do padrão interno na referência.

4.2.2.3 Avaliação Cromatográfica

A avaliação cromatográfica dos fermentados de maçã foi realizada por cromatografia de alta resolução em cromatógrafo VARIAN 3900 acoplado a um microcomputador equipado com o programa Workstation 5.0 para ambiente Windows.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Determinação dos Alcóois nos Fermentados Varietais

As concentrações de álcoois das amostras foram calculadas a partir do cromatograma obtido pela solução de referência.

O aroma e os produtos secundários de fermentação dependem das características físico-químicas dos mostos e características dos microrganismos; e das condições de fermentação. Foram analisados nos fermentados os constituintes voláteis principalmente de origem fermentativa.

A Tabela 4.3 apresenta a concentração média dos álcoois nos fermentados de maçã Gala e Joaquina seco e doce, respectivamente.

Tabela 4.3 Concentrações médias dos álcoois e aldeído nos fermentados de maçã

Padrões mg.L ⁻¹	Álcoois isoamilicos*	Etanal	2-Fenil etanol*	Hexanol*	Metanol	Isobutilico*	∑ álcoois superiores*
Gala doce	95,75	14,60	40,96	2,14	26,73	11,10	149,95
Joaquina doce	115,19	6,75	42,08	1,29	35,98	10,07	168,63
Joaquina seco	190,75	22,62	104,87	1,89	77,21	13,55	311,06

NOTA: *Somatório dos álcoois superiores

Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

Observa-se na Tabela 4.3 que a concentração de etanal foi inferior no fermentado Joaquina doce. De acordo com LIU e PILONE (2000), o etanal é um importante composto volátil encontrado em muitas bebidas dentre elas a sidra, e sua concentração fica em torno de 50 mg.L⁻¹. Em baixos níveis, contribui para um aroma frutal apreciável, mas em altas concentrações apresenta um aroma irritativo pungente. MANGAS *et al.*, (1996) citam que os níveis de acetaldeído não podem explicar determinadas diferenças sensoriais, pois seu limiar de percepção é alto e pequenas mudanças nos níveis de acetaldeído podem exercer influência no aroma. Seu limite de percepção é de 100-125 mg.L⁻¹ (MARGALITH e SCHWARTZ, 1970).

Os resultados estão dentro de limites encontrados pelos autores. O fermentado Joaquina seco apresentou a maior concentração de etanal e o fermentado da Joaquina doce a menor, o que é bastante interessante em função do aroma que este composto representa em concentrações menores.

O 2-fenil etanol é um álcool que contribui significativamente para o aroma das sidras, sendo caracterizado como aroma perfumado (rosas) (DÜRR, 1986). MANGAS *et al.* (1996), ao estudarem os componentes voláteis por extração em fase sólida de

duas sidras asturianas com perfis sensoriais diferentes, uma caracterizada por apresentar aroma frutal e a outra por apresentar aroma pungente (picante), encontraram valores de 2-fenil etanol entre 185,24 e 57,30 mg.L⁻¹. Pode-se então perceber que sidras com aromas frutais apresentaram maiores concentrações desse álcool. Ao observar o comportamento dos fermentados, verifica-se que o fermentado Joaquina seco apresentou maiores concentrações de 2-fenil etanol quando comparado aos dois fermentados com redução de biomassa que tiveram valores muito próximos. Se considerar a faixa de valores encontrados em sidras asturianas (29,6 a 243,8 mg.L⁻¹) (PICINELLI *et al.*, 2002), os valores estão dentro dos parâmetros, porém ainda baixos para os fermentados doces. O 2-fenil etanol também pode ser proveniente da maçã a partir de precursores não voláteis que são hidrolisados por enzimas presentes na fruta durante a prensagem. Ressalta-se que as características das maçãs para a elaboração da sidra asturiana são diferentes das características físico-químicas das maçãs brasileiras. CHIQUETTO (2004) trabalhando com a cultivar Belgonden encontrou valores menores quando a fermentação foi com temperatura controlada (1,65 mg.L⁻¹ com fermentação entre 8-10°C e 40,18 mg.L⁻¹ para fermentação entre 23-26°C)

O metanol resulta da hidrólise das pectinas e está relacionado com o tipo de mosto e à tecnologia de vinificação. Então, quanto maior a concentração em pectina, maior a probabilidade da formação do metanol, que tem limite fixado em 200 mg.L⁻¹ (PICINELLI *et al.*, 2002). Os sucos de maçãs foram despectinizados antes da fermentação com a enzima Pectinex que apresenta alta atividade pectinolítica, sendo o valor encontrado entre 26 e 78 mg.L⁻¹.

Valores para álcoois isoamílicos obtidos por PICINELLI *et al.*, (2000) na avaliação da qualidade de 94 sidras comerciais asturianas, reportados com valores entre 64,8 e 290,8 mg.L⁻¹, estão dentro da faixa dos encontrados para as sidras elaboradas. Esses autores relatam que concentrações superiores a 300 mg.L⁻¹ proporcionam a diminuição da qualidade aromática. RIBÉREAU-GAYON *et al.*, (1998) afirmaram que as carências do mosto em nitrogênio leva a uma maior formação de álcoois superiores. De acordo com essa afirmação, os resultados apresentados na Tabela 4.3 quanto aos álcoois isoamílicos estariam adequados quando os fermentados obtidos da cv Joaquina (114 mg.L⁻¹ de nitrogênio total) tiveram maiores concentrações de álcoois superiores do que o fermentado obtido pela cv Gala (134 mg.L⁻¹ de nitrogênio total), conforme resultados no item 3.3.2 no

capítulo 3. As condições do processo fermentativo favorecem a formação dos álcoois superiores que dependem das cepas de leveduras, cultivares, pH e temperatura. LEGUERINEL *et al.*, (1988) observaram um aumento nas concentrações de álcoois isoamílicos e do propanol-1 com o aumento da temperatura em sidras. A maior quantidade de álcoois superiores formadas em sidras ocorre entre as temperaturas na faixa de 15 a 25°C, diminuindo fora dessa faixa (MAFART, 1989).

Os fermentados varietais avaliados apresentaram concentrações de hexanol baixas, sendo um resultado positivo porque o hexanol quando em concentrações elevadas confere aromas herbáceos aos vinhos, sendo indesejáveis.

4.3.2 Concentração de Ésteres nos Fermentados Varietais

As concentrações de ésteres das amostras foram calculadas a partir das relações entre as áreas no cromatograma obtido pela solução de referência.

A Tabela 4.4 apresenta as concentrações médias de acetato de etila, lactato de etila, succinato de dietila, dos ésteres de ácidos graxos e dos acetatos de álcoois superiores nas sidras varietais Gala doce e Joaquina doce e seco, respectivamente.

Tabela 4.4 Concentração média dos ésteres nos fermentados varietais de maçã

Padrões, Mg.L ⁻¹	Acetato de etila	Acetato de 2-fenil etila	Acetato de hexila	Acetato de Isoamila	Butirato de etila	Decanoato de etila
Gala doce	136,04	0,252	0,052	0,879	3,39	0,059
Joaquina doce	113,50	0,053	0,100	0,258	3,86	0,041
Joaquina seco	124,50	0,080	0,014	0,058	3,74	0,103

NOTA: Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

continuação da tabela 4.4.....

Padrões, mg.L ⁻¹	Dodecanoato de etila	Hexanoato de etila	Lactato de etila	Octanoato de etila	Succinato de dietila	∑ dos ésteres
Gala doce	0,034	ND	60,79	0,175	0,061	201,7
Joaquina doce	0,022	ND	83,28	0,063	0,098	201,3
Joaquina seco	0,030	ND	84,02	0,361	0,146	213,1

De acordo com EBELER (2001), numerosos ésteres de acetato e etil ésteres de ácidos graxos contribuem com características de aromas frutados em vinhos. O 3-metil butil acetato aparece como um dos mais importantes ésteres aparecendo em concentrações de 0-23 mg.L⁻¹ e tem um limiar de percepção de 0,16 mg.L⁻¹. Mais de 800 compostos voláteis foram encontrados em vinhos, contudo apenas alguns parecem contribuir efetivamente para a complexidade do aroma. WILLIANS *et al.*,

(1978) preconizam que a composição de ésteres é similar em todas as bebidas alcoólicas.

Os ésteres são formados enzimaticamente durante a fermentação e com exceção do acetato de etila apresentam odor “frutado” e “floral” (WILLIAMS, 1974). A temperatura de fermentação e a espécie de levedura influenciam na formação desses compostos. De acordo com PICINELLI *et al.*, (2002), o acetato de etila apresenta grandes diferenças nos valores de concentração em sidras, desde 17 até 220 mg.L⁻¹, ele se associa a aromas que vão desde frutal quando em concentrações inferiores a 100 mg.L⁻¹ até aromas picantes (pungentes) quando estão acima de 200 mg.L⁻¹. Observa-se que os valores de acetato de etila foram próximos, mas observa-se também que o fermentado Joaquina doce obteve menor valor, mais próximos do valor de 100 mg.L⁻¹, o que pode indicar um aroma mais frutado. MARGHERI *et al.*, (1986) constataram que as diferenças de valores de nitrogênio nos mostos de vinhos não interferem nas concentrações de ésteres etílicos. Desse modo, a pequena diferença da concentração de nitrogênio inicial entre os mostos Gala e Joaquina não teria relação com as diferenças nas concentrações encontradas dos compostos voláteis.

O acetato de 2-fenil etila foi observado em pequenas concentrações, porém, sua presença representa um indicativo de aromas perfumados. MANGAS *et al.*, (1996) encontraram valores de 1,21 mg.L⁻¹ em sidras com características frutais, sendo que este composto não foi detectado nas sidras pungentes.

O nível de succinato de dietila foi detectado em todos fermentados. A presença do lactato de etila em bebidas alcoólicas pode ser pequena em função de seu alto valor de limiar de percepção com valores de 250 mg.L⁻¹.

O acetato de hexila é um dos ésteres característicos do aroma das sidras, descrito como doce, frutado, como de maçãs e pêras (SUOMALAINEN, 1981). Limites de concentrações entre 0,06 a 0,3 mg.L⁻¹ são aceitáveis, coincidindo com os valores obtidos nessa pesquisa.

Observa-se na Tabela 4.4 que o acetato de isoamila, caracterizado por apresentar aroma de banana, apareceu em maior concentração no fermentado Gala doce. MANGAS *et al.*, (1996) ao estudarem componentes de aroma e sabor em sidras encontraram valores entre 0,28 a 0,58 mg.L⁻¹. Esse autores apontam que as sidras com características frutais apresentaram valores de 0,28 mg.L⁻¹ enquanto que sidras com aromas pungentes apresentaram 0,58 mg.L⁻¹ de acetato de isoamila. Ao

observar os valores encontrados na Tabela 4.4, de acordo com a citação dos autores, pode-se dizer que o fermentado Joaquina doce teria o aroma mais frutado, enquanto que o fermentado Gala doce apresentaria aroma pungente.

De acordo com GUTH (1997) o limiar de detecção olfativa do butirato de etila em solução hidroalcoólica é de 0,020 mg.L⁻¹. As concentrações encontradas nos fermentados foram semelhantes às obtidas por CHIQUETTO (2004). FALCÃO (2008) aponta que esse composto participa ativamente no aroma dos vinhos, conferindo notas “frutadas”.

Quanto à concentração de octanoato de etila, as amostras apresentaram baixas concentrações, menores que as indicadas por PICINELLI *et al.*, (2002) com valores entre 0,6 e 2,2 mg.L⁻¹. Porém XU, ZHAO e WANG (2006) observaram concentrações menores (0,04; 0,23; 1,02 mg.L⁻¹), mais próximas das encontradas nesse estudo. Esse composto tem como descrição sensorial mais freqüente aroma frutal e de casca de maçã.

A Tabela 4.5 apresenta a concentração média dos ácidos graxos voláteis detectada nos fermentados.

Tabela 4.5 Concentração média de ácidos graxos voláteis nos fermentados varietais de maçã

Padrões, mg.L ⁻¹	Acido butírico	Acido octanóico	∑ dos ácidos
Gala doce	15,69	4,40	20,09
Joaquina doce	16,55	2,69	19,24
Joaquina seco	3,54	4,25	7,79

NOTA: Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

Os ácidos graxos voláteis presentes nos vinhos estão relacionados com aromas negativos (acima de 20 mg.L⁻¹) (SHINOHARA, 1985). Porém, esses compostos em quantidades abaixo de 20 mg.L⁻¹ podem ser importantes para o equilíbrio aromático porque são compostos opostos a hidrólise dos ésteres correspondentes.

Os ácidos butírico, isobutírico e isovalérico têm odores fortes, acres e persistentes, lembrando queijo deteriorado. Os ácidos graxos livres, octanóico, decanóico e dodecanóico têm igualmente odores desagradáveis, lembram ranço, sabão. O ácido octanóico em concentrações entre 1,9 e 5,4 mg.L⁻¹ não é significativo (PICINELLI *et al.*, 2002) e as concentrações encontradas na pesquisa não influenciaram negativamente à qualidade dos fermentados elaborados.

O aroma dos fermentados é formado por um conjunto de classes de compostos, que mesmo em pequenas concentrações, são importantes para compor o perfil aromático dos produtos.

De acordo com MALLOUCHOS *et al.*, (2003), um indicador do aroma frutado como característica dominante do bouquet dos vinhos pode ser a razão entre as concentrações totais de ésteres e álcoois superiores. XU, ZHAO e WANG (2006) apontam que essa relação afeta a qualidade da sidra e o balanço dos componentes do aroma. Se for levado em consideração essa razão, observa-se que o fermentado Joaquina doce teve maior intensidade de aroma quando comparado com o fermentado Gala doce. LEGUERINEL *et al.*, (1987) citaram que a frutose atua como um amplificador do aroma em sidras, então apesar da razão entre alcóois e ésteres ter sido menor para os fermentados doces em relação ao fermentado Joaquina seco, a frutose residual no fermentado Joaquina doce pode ter colaborado para uma melhor apreciação do aroma nos produtos elaborados com redução de biomassa.

4.4 CONCLUSÕES

O fermentado Joaquina seco apresentou maior concentração em etanal, enquanto que o fermentado Joaquina doce a menor, sendo interessante em função do aroma que este composto representa em baixas concentrações.

O fermentado Joaquina seco apresentou maiores concentrações de 2-fenil etanol e os dois fermentados com redução de biomassa (doce) apresentaram valores ainda baixos.

Valores para álcoois isoamílicos encontrados estão dentro da faixa de valores preconizados pela literatura, enquanto que as concentrações de octanoato de etila foram mais baixas do que as desejáveis.

As baixas concentrações em hexanol nos fermentados varietais indicaram resultado satisfatório porque esse composto em concentrações elevadas confere aromas indesejáveis.

Os compostos acetato de etila, acetato de 2-fenil etila e acetato de hexila, nas concentrações encontradas, conferem aos fermentados aromas frutados e perfumados.

De acordo com a concentração de acetato de isoamila encontrada, o fermentado Joaquina doce apresentou aroma mais frutado, enquanto que o fermentado Gala doce apresentou aroma pungente.

As concentrações obtidas para o ácido octanóico não influenciaram negativamente na qualidade dos fermentados elaborados.

A razão álcoois e ésteres para o fermentado Joaquina submetido à redução parcial de biomassa (doce), apresentou maior intensidade de aroma quando comparado com o fermentado Gala submetido ao mesmo processo.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, D. W.; BROWN, L. A. Aliphatic, aromatic, and lactone compounds. In: **Bioprocess Production of Flavor, Fragrance, and Color Ingredients**. 1994.
- BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 122-129, maio-ago. 2002.
- BERTRAND, A. Recherches sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gaseuse. France. **Thèse** (Docteur d'Etat és Sciences) – Université de Bordeaux II. 1975.
- CHIQUELTO, N. C. **Avaliação do processo biotecnológico e determinação das condições de desalcoolização da bebida obtida por fermentação controlada de suco de maçã**. Curitiba, 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) - Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Paraná.
- DRILLEAU, J.F. Produits cidricoles. Quelques mots sur les composés phénoliques (tanins). **Technologie**, v. 23, p. 21-22, 1991.
- DÜRR, P.; SCHOBINGER, U. The contribution of some volatiles to the sensory quality of apple and orange juice odour. **Flavour**, New York, 1981.
- DÜRR, P. The flavour of cider. In: MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. **Food flavours**. Part B. The flavour of beverages. England: Elsevier, p. 85-97. 1986.
- EBELER, S. E. Analytical Chemistry:unlocking the secrets of wine flavor. **Food Reviews International**, v. 17, n. 1, p. 45-64, 2001.
- FALCÃO, L. D.; REVEL, G.; ROSIER, J. P.; BORDIGNOS-LUIZ, M. T. Aroma impact components of Brazilian Cabernet Sauvignon wines using detection frequency analysis (CG-olfactometry). **Food Chemistry**, v. 107, p. 497-505, 2008.
- FRAILE, P.; GARRIDO, J. ANCÍN, C. Influence of a *Saccharomyces cerevisiae* selected strain in the volatile composition of rose wines. Evolution during fermentation. **J. Agric. Food Chem**, v. 48, p. 1789-1798, 2000.
- GARRUTI, D. S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. Campinas, 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.
- GATFIELD, I. L. Enzymatic and microbial generation of flavor. **Perfumer & Flavorist**, v. 20, p. 5-14, 1995.
- GUTH, H. Quantitation and sensory studies of character impact odourants of different white wine varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 3027-3032, 1997.

JANZANTTI, N. S.; FRANCO, M. R. B.; LANÇAS, M. F. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus domestica*) cultivar Fuji, por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. Campinas, maio.-ago. 2000.

LEGUERINEL, J. J.; CLERET, C. M.; BOURGEOIS, P.; MAFART, I. Essai d'évaluation des caractéristiques organoleptiques des cidres par analyses instrumentales. **Sciences des Aliments**, v. 7, n. 2, p. 223-239, 1987.

LEGUERINEL, J. J.; CLERET, C. M.; BOURGEOIS, P.; MAFART, I. Yeast strain and the formation of flavour components in cider. **Journal of the Institute of Brewing**. London, v. 96, p. 391-395, 1988.

LEQUÉRÉ, J. M. Fermentation du cidre. Pour une élaboration de qualité. **Pomme**, n. 22, p. 17-19, 1991.

LIU, S. Q.; PILONE, G. An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 35, p. 49-61, 2000.

MAFART, P. Souche de levure de fermentation et flaveur des boissons alcoolisées. **Bios.**, v. 20, n. 3. 1989.

MALLOUCHOS, A.; KOMAITIS, M.; KOUTINAS, A.; KANELAKI, M. Wine fermentation by immobilized and free cells at different temperatures. Effect of immobilization and temperature on volatile by-products. **Food chemistry**, v. 1, p. 109-113, 2003.

MANGAS, J. J.; GONZÁLEZ, M. P.; RODRÍGUEZ, R.; BLANCO, D. Solid-phase extraction and determination of trace aroma and flavour components in cider by GC-MS. **Chromatographia**, v. 42, n. 1/2, p. January, 1996.

MANLEY, C. H. The development and regulation of flavor, fragrance, and color ingredients produced by biotechnology. **Process of production of flavor, fragrance and color ingredients**. Edited by Alan Gabelmam, p. 19-39, 1995.

MARGALITH, P.; SCHWARTZ, Y. Flavour and microorganisms. **Advances in Applied Microbiology**, v. 12, p. 35-88, 1970.

MARGHERI, G.; VERSINI, G.; PELLEGRINI, R. TONON, D. L'azoto assimilabile e la tiamina in fermentazione, loro importanza qualitativa di qualità dei vini. **Vini d'Italia**. v. 3, p.71-86. 1986.

MARQUES, D. B.; PASTORE, G. M. Produção de Aromas Naturais por Microrganismos. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 80-85, jan./jun. 1999.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Determinação de alcoóis superiores, aldeídos acéticos, acetato de etila e metanol. Método 15, 2000.

PICINELLI, A.; SUÁREZ, B.; MORENO, J.; RODRIGUES, R.; GARCÍA, L. M. C.; BEDRIÑANA, R. M. P.; MANGAS, J. J. Técnicas analíticas en el control de calidad y caracterización de la sidra natura Asturiana. **Alimentaria**, p. 129-136, September. 2002.

PICINELLI, A.; SUÁREZ, B.; MORENO, J.; RODRIGUES, R.; CASO-GARCÍA, L. M.; MANGAS, J. J. Chemical Characterization of Asturian Cider. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 48, p. 3997-4002, 2000.

PINHEIRO, D. M.; PASTORE, G. M. Produção biotecnológica de compostos de aromas. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 195-206.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 177-194.

RIBERÉAU-GAYON, P. D. D.; DONÉCHE, B. LONVAUD, A. **Traité D'Oenologie. Microbiologie du Vin – Vinifications**. Paris. Dunod, 617 p. 1998.

SHINOHARA, T. Gas chromatographic analysis of volatile fatty acids in wine. **Agriculture, Biology and Chemistry Journal**, v. 49, p. 2211-2212, 1985.

SUOMALAINEN, H. Yeast esterases and aroma esters in alcoholic beverages. **Journal of the Institut of Brewing**, London, v. 87, p. 296-300, 1981.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, SBCTA**, Campinas, v. 34, n. 1, p.52-59, jan./jun. 2000.

WELSH, F. W. Overview of bioprocess flavor and fragrance production. In: **Bioprocess Production of flavor, Fragrance and Color Ingredients**, Ed. Alan Gabelman, 1995.

WILLIAMS, A. A. Flavour research and the cider industry. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 80, p. 455-470, 1974.

WILLIAMS, A. A.; MAY, H. V.; TUCKNOTT, O. G. Examination of fermented cider volatiles following concentration on the porous polymer PORAPAK Q. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 84, p. 97-100, 1978.

WONG, D. W. S. Flavor. In: **Química de los alimentos: mecanismos y teoría**. España. Acribia, 1995. p. 259-294.

XU, Y.; ZHAO, G. A.; WANG, L. P. Controlled formation of volatile components in cider making using a combination of *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora valbyensis* yeast species. **J. Ind. Microbiol Biotechnol**, v. 33, p. 192-196, 2006.

Capítulo 5

Avaliação Físico-Química e Caracterização Sensorial dos Fermentados de Maçã e Sidras

RESUMO

Pesquisas têm sido realizadas para aprimorar características agronômicas em cultivares de maçãs para desenvolvimento de produtos com qualidade definidas e apreciadas pelos consumidores, tão exigentes em função da vasta opção de produtos. A sidra é um fermentado de maçã gaseificado com baixa graduação alcoólica, caracterizada por apresentar baixa qualidade de aroma. Aceitação dos produtos depende da percepção de atributos sensoriais como cor, aparência, aroma, sabor e textura, sendo fatores decisivos para escolha. Assim, a proposta desse trabalho foi avaliar as características físico-químicas e sensoriais de 3 fermentados de maçã e sidras varietais quanto a atributos sensoriais importantes para sua aceitação, bem como verificar o aroma e a preferência entre elas. O suco clarificado e os fermentados foram obtidos em bancada de laboratório com protocolos definidos a partir das cvs Gala e Joaquina. Os fermentados de maçã foram submetidos a fermentação (rápida e lenta). As amostras foram caracterizadas segundo metodologias oficiais. Os fermentados de maçã foram avaliados sensorialmente quanto aos atributos aparência, cor, sabor, aroma e impressão global. Foi também avaliado a cor, doçura e acidez, com auxílio da escala do Ideal. O aroma das sidras varietais foi avaliado pelo teste de comparação pareada, e sua qualidade através do teste de aceitabilidade. Foi verificada a preferência entre as sidras varietais pelo teste de ordenação e incluída uma escala para avaliar a atitude de compra frente ao produto. A maçã cv Joaquina apresentou características de fruta comercial, *doce-amarga* como a Gala. O fermentado da cv Joaquina doce apresentou a melhor média de aceitação, melhor aparência, cor, aroma e sabor. Não foi percebida diferença no aroma das sidras, mas a qualidade nos produtos com fermentação lenta apresentou médias maiores do que por fermentação rápida. A sidra Joaquina doce foi a mais preferida em relação às outras, sendo constatada uma intenção de compra de 60%, indicando que a cv Joaquina tem propriedades inerentes ao fenótipo que permitem utilizá-la para elaboração de sidra com resultados sensoriais satisfatórios, viabilizando sua utilização para produção de sidra varietal de qualidade.

Palavras-chave: cv Joaquina; fermentação; sidra; avaliação sensorial; aceitabilidade.

ABSTRACT

Researches have been made in order to improve agronomic characteristics in apple cultivars and so develop products with defined qualities which are appreciated by the consumers, very demanding because of the wide range of offered products nowadays. The apple wine is a sparkling apple fermented drink with low alcoholic levels, known for presenting bad scent. The acceptance of the products depends on the perception of sensorial factors such as color, appearance, flavor and texture, those being fundamental factors at the moment of the consumers choice. So, the proposal of this work was to evaluate the chemical-physical and sensorial characteristics of three apple fermented beverages and varietal ciders regarding important sensorial attributes considering their acceptance, as well as evaluate the scent and the preference among them. The juice and the fermented beverages were obtained in a laboratory counter with defined protocols out of the Joaquina and Gala cultivars. The apple fermented ones were submitted to fermentation (fast and slow). The samples were characterized according to official methodologies. The apple fermented beverages were evaluated sensorially regarding their appearance, color, flavor, scent and overall impression. There were also evaluated the color, sweetness and acidity, using the "Ideal" scale. The scent of the varietal ciders was evaluated throughout the paired comparison test, and its quality was tested throughout the acceptance test. The preference among the varietal ciders was verified using the ordering test, and one scale used to evaluate the attitude of purchase considering the product was included. The Joaquina cv. apple presented commercial fruit characteristics, bitter-sweet just like Gala cv. The fermented of the sweet Joaquina cv. presented the best acceptance average, the best appearance, the best color, scent and flavor. It was not noticed any difference in the apple wine scents, although the quality in the slow fermentation products had higher averages than the one submitted to fast fermentation. The sweet Joaquina apple wine was the favorite one, presenting an intention of purchase of 60%, what indicates that the Joaquina cv. has properties inherent to the phenotype that allow it to be used in the apple wine production with satisfactory sensorial results, making its use adequate for quality varietal cider production.

Key-words: Joaquina; fermentation; cider; sensorial evaluation; acceptance.

CAPÍTULO 5

5 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DOS FERMENTADOS DE MAÇÃ E SIDRAS

5.1 INTRODUÇÃO

A maçã é uma fruta estudada por pesquisadores há muito tempo. Para melhorar características de qualidades, instituições brasileiras de pesquisa vêm se esforçando para aprimorar características agronômicas com o intuito de reduzir perdas causadas por pragas e doenças, e também proporcionar cultivares para o desenvolvimento de produtos com qualidade definida e apreciada pelos consumidores, tão exigentes em função da vasta opção de produtos comercializados no mercado.

De acordo com BRASIL (2000); CLETO e CONSOLINI (2005); NOGUEIRA e WOSIACKI (2005) sidra é a bebida com graduação alcoólica de 4% a 8% em volume, a 20°C obtida da fermentação alcoólica do mosto de maçã, podendo ser adicionada de suco de pêra, em proporção máxima de trinta por cento, e sacarose não superior aos açúcares da fruta.

No Brasil, a sidra apareceu na primeira metade do século XX, é suave, pouco aromática e com baixa acidez, uma vez que é produzido essencialmente de maçãs de mesa (NOGUEIRA, 2003).

A aceitação e consolidação de marca de bebida alcoólica fermentada estão diretamente relacionadas ao seu sabor. O sabor, por sua vez, é a resposta integrada ao gosto (doce, salgado, amargo, ácido) e ao aroma, dada pela presença de numerosos compostos voláteis (GARRUTI, 2001).

A percepção de atributos sensoriais como cor, aparência, aroma, sabor e textura são fatores decisivos para a aceitação do produto pelos consumidores (PAL, SACHDEVA e SINGH, 1995; DUXBURY, 2005).

Os métodos afetivos são testes de atitudes subjetivas, tais como aceitação e preferência de um produto. Têm por objetivo conhecer a opinião pessoal de um determinado grupo de consumidores. Os testes de aceitação avaliam o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de determinado produto, e teste de

preferência avaliam a preferência do consumidor por um produto em relação a outro. O uso da escala hedônica estruturada verbal de 9 pontos é um exemplo desse tipo de teste (MEILGAARD, CIVILLE e CAR, 1991).

Considerando que o teste de aceitação utilizando escala hedônica pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto, é possível obter através dos resultados desses testes, uma indicação do produto ou produtos que deverão receber maior atenção dada a possibilidade de virem a se tornar sucessos comerciais (GRIZOTTO e MENEZES, 2003).

Para alcançar o objetivo de desenvolver produtos de ótima aceitabilidade sensorial devem-se identificar as propriedades e níveis em que são importantes para a aceitabilidade. Existe de fato grande número de combinações de características e de seus respectivos níveis que podem produzir alimento que entre no rol dos produtos altamente aceitáveis (SCHUTZ, 1998).

Para OLIVEIRA e BENASSI (2003), a análise sensorial tem se mostrado uma técnica muito eficiente na avaliação da qualidade de alimentos pela habilidade de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, detectando particularidades do produto não medidas por outras técnicas, incluindo-se sua aceitação.

De acordo com QUEIROZ e TREPTOW (2006), na interação com o controle de qualidade, a análise sensorial torna-se insubstituível no desenvolvimento de especificações, para definir propriedades efetivamente subjetivas e que são fundamentais para a aceitação e preferência do consumidor, tornando-se indispensável na indústria de alimentos, no desenvolvimento de novos produtos, modificação de produtos já existentes, na otimização de processos, redução de custos, vida útil e pesquisa de mercado.

Esse trabalho teve como objetivo principal avaliar as características físico-químicas e sensoriais dos fermentados de maçã e sidras varietais submetidas ao processo de fermentação (seco e doce), verificando a influência do processo de redução de biomassa na melhoria da qualidade dos produtos, bem como determinar sua aceitabilidade.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Material

Os materiais utilizados para a pesquisa foram fermentados de maçãs das cultivares Gala e Joaquina (doce e seco) conforme fluxograma apresentado na Figura 5.1, os quais após avaliações sensoriais quanto à aceitabilidade foram gaseificados, sendo a partir de então denominados de sidras varietais para avaliação sensorial final.

Após o processo de fermentação foram obtidos quatro (4) produtos: dois (2) da cultivar Gala e dois (2) da cultivar Joaquina. Os produtos elaborados foram classificados em função do teor de açúcar, obtendo-se fermentados secos e doces.

Os fermentados considerados secos foram aqueles que foram levados até o consumo total dos açúcares pelas leveduras. Os fermentados doces foram aqueles submetidos ao processo de redução de biomassa, promovendo a fermentação lenta e a permanência de açúcares residuais, o que proporciona um produto doce e aromático.

Os fermentados de maçã foram elaborados através da fermentação do suco de maçãs cv Gala e Joaquina. O processamento dos fermentados de maçã foi realizado no Centro de Tecnologia de Alimentos – CTA, envolvendo o Laboratório de Tecnologia e Processamento de Frutas, Laboratório de Análises Físico-Químicas e Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, em Ponta Grossa - PR.

O fermentado filtrado e engarrafado foi estabilizado por armazenamento a 8°C até a realização dos testes.

A Figura 5.1 ilustra melhor os quatro tipos de fermentados obtidos.

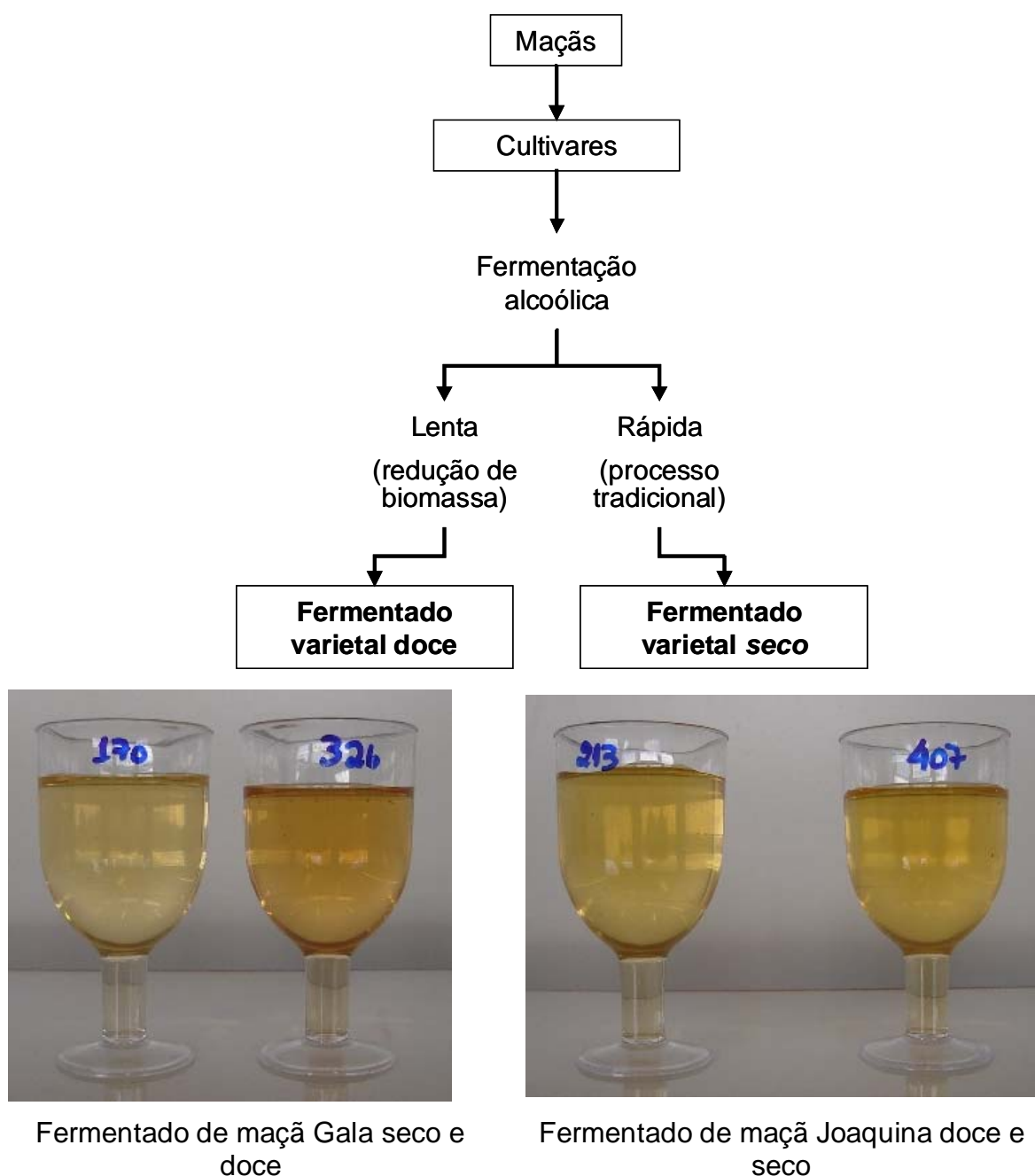


Figura 5.1 Esquema para obtenção dos quatro fermentados e fotos de cada produto

5.2.2 Caracterização Físico-Química dos Sucos e Fermentados de Maçã

As amostras de sucos e fermentados de maçã foram caracterizadas segundo metodologias oficiais segundo a AOAC (1995) e IAL (2005), quanto à acidez, fenóis totais, açúcares redutores totais e graduação alcoólica por ebulliometria para os produtos fermentados.

Os açúcares redutores totais foram quantificados pelo método químico clássico de SOMOGYI (1945) modificado por NELSON (1944) após a hidrólise da

sacarose com HCl 1N (50°C/5 minutos), sendo os carboidratos expressos como monossacarídeos, em g.100 mL⁻¹ (IAL, 2005). A acidez titulável total foi determinada por neutralização com NaOH 0,1 N até pH 7,0 com pHmetro ou a pH 8,33 com fenolftaleína e calculada como ácido málico expresso em g.100 mL⁻¹ (TANNER e BRUNNER, 1985). Os compostos fenólicos totais foram quantificados com o reativo de Folin Ciocalteau utilizando-se a catequina como padrão para a reação colorimétrica e os resultados foram expressos em mg.L⁻¹ de catequinas (RSK, 1987; IAL, 2005). Os teores de álcool etílico foram determinados por ebuliometria.

5.2.3 Avaliação Sensorial dos Fermentados de Maçãs

5.2.3.1 Avaliação da Aceitação dos Fermentados de Maçã

A avaliação sensorial foi realizada após aprovação do projeto de pesquisa pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP) para aprovação das avaliações sensoriais dos produtos elaborados. As avaliações sensoriais foram aprovadas de acordo com o parecer n° 24/2006 referente ao protocolo 03858/06. Todos os provadores estavam cientes desse protocolo de pesquisa e participaram das avaliações sensoriais de livre e espontânea vontade, estando cientes que poderiam desistir dos trabalhos em qualquer momento da pesquisa.

Participaram da avaliação sensorial de aceitação dos fermentados de maçã 50 pessoas, distribuídos entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Inicialmente foi perguntado aos consumidores sobre o hábito de consumo de vinho branco. Foram escolhidos àqueles consumidores potenciais do produto.

A aceitação dos fermentados de maçã foi avaliada de acordo com metodologia descrita por MEILGAARD *et al.*, (1991). O teste foi realizado em cabines individuais sob luz branca no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Amostras foram codificadas com números aleatórios e servidas aos provadores de forma monádica em taças formato tulipas confeccionadas em policloreto de vinila (PVC) transparente com 55 mL de capacidade (Figura 5.1). A quantidade de cada amostra servida aos provadores foi de 30 mL.

As amostras foram mantidas refrigeradas até o momento da avaliação (4-7°C). Foi solicitado aos julgadores que entre uma amostra e outra lavassem a boca com água para retirada do gosto residual da amostra anterior. Para expressar a sensação percebida utilizaram uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (Figura 5.2).

Aos provadores foi solicitado que avaliassem as amostras de acordo com a escala proposta pela NBR 14.141 (ABNT, 1998) com relação à aceitabilidade no modelo de ficha exposto na Figura 5.2.

TESTE DE ACEITABILIDADE	
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial	
Nome:.....	Data:
Sexo: () F () M	Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50
Você está recebendo uma amostra de fermentado de maçã. Por favor, prove a amostra e avalie segundo a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou do produto:	
9 - Gostei extremamente	
8 - Gostei muito	
7 - Gostei moderadamente	
6 - Gostei ligeiramente	
5 - Indiferente	
4 - Desgostei ligeiramente	
3 - Desgostei moderadamente	
2 - Desgostei muito	
1 - Desgostei muitíssimo	
<u>Amostra</u>	<u>Valor</u>
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Observações:.....	
<i>Obrigada pela colaboração!!!</i>	

Figura 5.2 Ficha de tomada de dados para avaliação sensorial da aceitabilidade dos fermentados de maçã

Os fermentados foram avaliados quanto ao perfil de atributos mais importantes para determinação de sua aceitação. Desse modo, foi solicitado aos provadores que avaliassem as amostras de acordo com a escala no modelo de ficha

exposto na Figura 5.3 quanto aos atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global.

PERFIL DE ATRIBUTOS

Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Departamento de Engenharia de Alimentos
 Laboratório de Análise Sensorial

Nome:..... Data:

Sexo: () F () M Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50

Você está recebendo uma amostra de fermentado de maçã. Prove a amostra e avalie segundo a escala abaixo o quanto você gostou de cada atributo desse produto:

9 Gostei extremamente
 8 Gostei muito
 7 Gostei moderadamente
 6 Gostei ligeiramente
 5 Indiferente
 4 Desgostei ligeiramente
 3 Desgostei moderadamente
 2 Desgostei muito
 1 Desgostei muitíssimo

1. O que você achou da aparência do produto?
2. O que você achou da cor do produto?
3. O que você achou do aroma do produto?
4. O que você achou do sabor do produto?
5. Qual sua impressão global para o produto?

Aparência	Valor	Cor	Valor	Aroma	Valor	Sabor	Valor
Amostra		Amostra		Amostra		Amostra	
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Impressão Global	Valor
Amostra	
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Observações:.....

Obrigada pela colaboração!!!

Figura 5.3 Ficha de tomada de dados para avaliação do perfil sensorial das amostras de fermentados de maçã

Teste de aceitabilidade foi aplicado utilizando a escala do ideal (Just right scale) avaliando a cor, doçura e acidez, onde o provador compara a amostra com seu próprio padrão mental do que seja uma cor, doçura e acidez ideal para fermentado de maçã. Desse modo, foi solicitado aos provadores que avaliassem as amostras de acordo com a escala no modelo de ficha exposto na Figura 5.4 quanto à cor, doçura e acidez.

TESTE DE ACEITABILIDADE PELA ESCALA DO IDEAL				
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial				
Nome:.....		Data:		
Sexo: () F () M		Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50		
Você está recebendo uma amostra de fermentado de maçã. Prove a amostra e avalie segundo a escala abaixo:				
1. O que você achou da cor dessa amostra?				
Amostra				
_____	_____	_____	_____	Extremamente mais escura que o ideal
_____	_____	_____	_____	Muito mais escura que o ideal
_____	_____	_____	_____	Ligeiramente mais escura que o ideal
_____	_____	_____	_____	Cor ideal
_____	_____	_____	_____	Ligeiramente mais clara que o ideal
_____	_____	_____	_____	Muito mais clara que o ideal
_____	_____	_____	_____	Extremamente mais clara que o ideal
2. O que você achou da doçura dessa amostra?				
Amostra				
_____	_____	_____	_____	Extremamente mais doce que o ideal
_____	_____	_____	_____	Muito mais doce que o ideal
_____	_____	_____	_____	Ligeiramente mais doce que o ideal
_____	_____	_____	_____	Doçura ideal
_____	_____	_____	_____	Ligeiramente menos doce que o ideal
_____	_____	_____	_____	Muito menos doce que o ideal
_____	_____	_____	_____	Extremamente menos doce que o ideal
3. O que você achou da acidez dessa amostra?				
Amostra				
_____	_____	_____	_____	Extremamente mais ácida que o ideal
_____	_____	_____	_____	Muito mais ácida que o ideal
_____	_____	_____	_____	Ligeiramente mais ácida que o ideal
_____	_____	_____	_____	Acidez ideal
_____	_____	_____	_____	Ligeiramente menos ácida que o ideal
_____	_____	_____	_____	Muito menos ácida que o ideal
_____	_____	_____	_____	Extremamente menos ácida que o ideal
Observações:.....				
Obrigada pela colaboração!!!				

Figura 5.4 Ficha de tomada de dados para avaliação da aceitabilidade das amostras utilizando a escala do ideal

A intenção de compra dos fermentados de maçã foi avaliada perante a atitude do consumidor numa situação hipotética de compra do produto. A Figura 5.5 apresenta o modelo de ficha utilizada para tomada dos dados de intenção de compra.

TESTE DE ATITUDE DE COMPRA	
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial	
Nome:..... Data: Sexo: () F () M Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50	
Você está recebendo uma amostra de fermentado de maçã. Por favor, prove a amostra e avalie segundo a escala abaixo:	
1. Se você encontrasse esse produto no mercado, você:	Amostra _____ _____ _____ _____ _____
Certamente compraria Provavelmente compraria Talvez comprasse, talvez não comprasse Provavelmente não compraria Certamente não compraria	
Observações:.....	
<i>Obrigada pela colaboração!!!</i>	

Figura 5.5 Ficha de tomada de dados para intenção de compra das amostras de fermentados de maçã

A Figura 5.6 mostra o acondicionamento dos fermentados nas taças e a aparência dos fermentados de maçã.



Figura 5.6 Amostras de fermentados de maçã das cultivares Gala e Joaquina (doce e seco) respectivamente

5.2.3.2 Gaseificação dos Fermentados de Maçã

Após a análise sensorial de aceitabilidade dos quatro fermentados de maçãs e avaliação dos resultados, foi realizada a gaseificação dos fermentados mais aceitos, que foram submetidos à avaliação quanto à preferência (FERREIRA *et al.*, 2000), passando a serem denominadas de sidras varietais.

Para a gaseificação dos produtos, foi utilizado um gaseificador de bancada portátil REFRILAR acoplado a um cilindro de gás carbônico (CO₂). Antes da gaseificação as amostras dos fermentados foram colocadas em freezer horizontal por 1 h para diminuir a temperatura e facilitar a incorporação do gás carbônico. Segundo orientações do fabricante, a quantidade de gás carbônico incorporada está em função do tempo de abertura da válvula. A indicação do tempo foi de 2 segundos. Os fermentados foram acondicionados no balão do gaseificador um de cada vez e foram gaseificados. Após a gaseificação, o produto foi acondicionado em garrafas de 260 mL e as tampas metálicas colocadas por pressão.

A Figura 5.7 apresenta o modelo utilizado para a gaseificação dos fermentados de maçã.



Figura 5.7 Gaseificador acoplado ao cilindro de gás carbônico

O termo fermentado de maçã é o produto elaborado a partir da fermentação da fruta e o termo sidra quando esse fermentado é gaseificado. O termo vinho de fruta foi substituído pelo termo fermentado da fruta correspondente segundo a legislação brasileira vigente. Sendo assim, os fermentados de maçãs após a gaseificação passaram a ser chamados de sidras varietais.

5.2.3.3 Avaliação do Aroma das Sidras Varietais

Para as 3 amostras de sidras varietais (Gala doce; Joaquina seco e Joaquina doce) foi aplicado o teste de comparação pareada de acordo com a NBR 13.088 (ABNT, 1994), solicitando aos provadores que circulassem a amostra mais aromática em cada um dos pares apresentados, e que em seguida avaliassem a qualidade do aroma segundo uma escala hedônica estruturada de 9 pontos. Foram comparados pares de amostras de sidras varietais com a intenção de avaliar se o processo de redução de biomassa refletiu na melhoria do aroma. Foram comparados os pares de amostras de sidras varietais Gala doce e Joaquina seco; e Joaquina seco e doce.

Participaram da avaliação sensorial 20 pessoas, consumidores de vinho branco, distribuídos principalmente entre alunos de pós-graduação e professores da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

O teste de comparação pareada foi realizado em cabines individuais sob luz branca no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Amostras codificadas com números aleatórios de três dígitos (PEDRERO e PANGBORN, 1989) foram apresentadas aos provadores aos pares (4 repetições em horários e dias alternados), em taças formato tulipas confeccionadas em policloreto de vinila (PVC) com 55 mL de capacidade. A quantidade utilizada para cada amostra foi de aproximadamente 25 mL.

As amostras foram retiradas do refrigerador 1 hora antes da avaliação. Foi solicitado aos provadores que cheirassem as amostras com aspirações curtas e rápidas para não ocorrer a fadiga sensorial prejudicando assim a avaliação.

As Figuras 5.8 e 5.9 mostram o modelo de ficha de comparação pareada para avaliação do aroma das sidras varietais e o modelo da ficha para tomada de dados da qualidade do aroma das sidras.

<p>TESTE DE COMPARAÇÃO-PAREADA Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial</p>			
Nome:.....		Data:	
Sexo: () F	() M	Idade: () < 25	() 25-35 () 36-50 () > 50
<p>1. Por favor, aspire (cheire) os pares de amostras codificadas de sidra e faça um círculo na amostra mais aromática.</p>			
407	_____	170	_____
623	_____	213	_____
<p>Observações:.....</p>			
<p><i>Obrigada pela colaboração!!!</i></p>			

Figura 5.8 Ficha de tomada de dados para comparação pareada do aroma das sidras varietais

TESTE DE ACEITABILIDADE PARA O AROMA

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Departamento de Engenharia de Alimentos
Laboratório de Análise Sensorial

Nome:..... Data:

Sexo: () F () M Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50

1. Dê uma nota de acordo com a escala abaixo para a qualidade do aroma da amostra que você circulou.

9 Gostei extremamente		
8 Gostei muito		
7 Gostei moderadamente	Amostra	Valor
6 Gostei ligeiramente	_____	_____
5 Indiferente	_____	_____
4 Desgostei ligeiramente		
3 Desgostei moderadamente		
2 Desgostei muito		
1 Desgostei muitíssimo		

Observações:.....

Obrigada pela colaboração!!!

Figura 5.9 Ficha de tomada de dados para aceitabilidade do aroma das sidras varietais

5.2.3.4 Teste de Ordenação para Preferência das Sidras Varietais

Para as três (3) amostras de sidras varietais (Gala doce; Joaquina seco e Joaquina doce) foi aplicado o teste de ordenação conforme a NBR 13.170 (ABNT, 1994) quanto à preferência. Na seqüência, foi solicitado aos provadores que para a amostra mais preferida no teste de ordenação indicassem a atitude frente ao produto, conforme escala proposta (FERREIRA *et al.*, 2000) na Figura 5.10.

Participaram da avaliação sensorial das sidras varietais 71 pessoas, entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

O teste de ordenação de preferência foi realizado em cabines individuais sob luz branca no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. As três amostras de sidras varietais codificadas com números aleatórios de três dígitos foram apresentadas aos provadores em taças formato

tulipas confeccionadas em policloreto de vinila (PVC) transparente com 55 mL de capacidade. A quantidade utilizada para cada amostra foi de 30 mL.

As amostras foram mantidas refrigeradas até o momento da avaliação (4-7°C). Para retirada do gosto residual entre uma amostra e outra, foi solicitado aos provadores que entre as provas lavassem a boca com água.

Aos consumidores foi solicitado que avaliassem as 3 amostras de fermentados de acordo com a preferência, colocando-as em ordem decrescente, ou seja, a amostra mais preferida deveria aparecer em primeiro lugar e assim sucessivamente.

A Figura 5.10 mostra o modelo de ficha de avaliação da ordenação de preferência entre as amostras de sidras varietais.

TESTE DE ORDENAÇÃO – PREFERÊNCIA	
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial	
Nome:..... Data:	
Sexo: () F () M Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50	
1. Avalie as amostras codificadas de sidra e coloque-as em ordem de preferência (a amostra mais preferida deve ficar em primeiro lugar).	
Ordem	Amostra
1	
2	
3	
Observações:.....	
Obrigada pela colaboração!!!	

Figura 5.10 Ficha de tomada de dados para ordenação das amostras de sidras varietais

A atitude do consumidor foi também avaliada para uma situação hipotética de compra do produto, sendo solicitado aos provadores que na amostra mais preferida pronunciassem sua atitude perante o produto.

TESTE DE ATITUDE DE COMPRA	
Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos Laboratório de Análise Sensorial	
Nome:.....	Data:
Sexo: () F () M	Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50
1. Com relação a amostra que você colocou em primeiro lugar: Se você encontrasse esse produto no mercado, você:	
	Amostra
Certamente compraria	_____
Provavelmente compraria	_____
Talvez comprasse, talvez não comprasse	_____
Provavelmente não compraria	_____
Certamente não compraria	_____
Observações:.....	
Obrigada pela colaboração!!!	

Figura 5.11 Ficha de tomada de dados para atitude de compra das sidras varietais

5.2.4 Análises Estatísticas

Os dados referentes à aceitação das quatro amostras foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) tendo-se como causas da variação amostras e provadores, teste de Tukey para comparação das médias (5% de significância) e análise dos Componentes Principais (ACP). Os resultados foram avaliados pelo *software* STATISTICA® (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

A partir das respostas dos provadores foram construídos histogramas de frequência para visualização dos resultados.

Os resultados referentes à comparação-pareada foram avaliados em função das respostas dos provadores, sendo anotado o número total de testes aplicados e a soma do número de julgamentos para a amostra mais aromática. De acordo com a tabela proposta por MEILGARD, CIVILLE e CARR (1991), é verificado o número mínimo de respostas necessárias para estabelecer significância. Se a soma da amostra indicada como mais aromática for maior ou igual ao número mínimo tabelado, significa que há diferença de aroma de uma amostra em relação à outra ao nível de significância estabelecido (FERREIRA *et al.*, 2000).

A análise dos dados referentes à preferência das amostras por ordenação foi realizada segundo a tabela de Newell e McFarlane proposta na NBR 13.170 (ABNT, 1994), que fornece valores da diferença crítica entre os somatórios de ordenação, a partir do número de julgamentos e número de amostras avaliadas. Assim, se a diferença entre a soma das ordens de duas amostras for maior ou igual ao número tabelado, pode-se dizer que existem diferenças significativas de preferência entre elas, ao nível de probabilidade considerado.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Caracterização Físico-Química dos Sucos e Fermentados de Maçã

Na Tabela 5.1 estão apresentados os resultados das avaliações físico-químicas do suco despectinizado de amostras de maçãs das cultivares Gala e Joaquina.

Tabela 5.1 Indicadores de qualidade dos sucos de maçã das cvs Gala e Joaquina

Cultivar	Açúcares redutores totais, g.100mL ⁻¹	Acidez total, g.100mL ⁻¹	Fenóis totais, mg.L ⁻¹	Razão açúcares ácido, adimensional
Gala	12,53±0,708	0,4422±0,008	110±4,922	28,36±2,040
Joaquina	12,63±0,788	0,3626±0,015	269±2,621	34,83±0,988

NOTA: Valores médios obtidos a partir de 3 repetições

Analisando os resultados obtidos, observa-se que os teores de açúcares redutores totais são muito próximos entre as cultivares Gala e Joaquina, indicando que as frutas estavam adequadamente maduras. Os açúcares são importantes como fonte de carbono para o processo fermentativo, sendo que a concentração apresentada pelos sucos indicou a possibilidade da obtenção de fermentado com graduação alcoólica superior a 4°GL preconizado pela legislação para sidras (BRASIL, 2000). Observou-se uma maior variação na quantificação dos compostos fenólicos (110 a 269 mg.L⁻¹), resultante provavelmente do processo de clarificação do produto que é realizado com gelatina, onde os compostos fenólicos podem combinar-se com as proteínas (gelatina) interferindo diretamente nos resultados ou ainda pela variabilidade analítica. WOSIACKI e NOGUEIRA (2005) ao avaliarem 124 cultivares de maçãs brasileiras produzidas no período de 1982 a 2003 encontraram como mínimos e máximos para fenóis os valores de 101 a 833 mg.L⁻¹, o que indica a possibilidade do resultado encontrado para a cultivar Gala (110 mg.L⁻¹). Os polifenóis da maçã são importantes na qualidade final das sidras e contribuem para a formação do “corpo” da bebida (DRILLEAU, 1993).

De acordo com a classificação proposta por BEECH (1993) para as maçãs inglesas, o suco da cultivar Gala enquadrou-se na categoria *doces (sweet)* (acidez < 0,45 g.100 mL⁻¹ e < 200 mg.L⁻¹ de fenóis totais) enquanto que o suco da cultivar Joaquina ficou na categoria *amargo-doce (Bittersweet)* levando em consideração os limites de 0,45 g.100 mL⁻¹ e 200 mg.L⁻¹ para acidez e compostos fenólicos totais.

Valores superiores (488 mg.L^{-1}) encontraram PICINELLI-LOBO *et al.*, (in press) ao estudar as propriedades sensoriais na gaseificação da sidra asturiana.

Embora existam diferenças entre os sucos segundo os teores de ácido málico, esta qualidade não é suficiente para melhorar sua aptidão para o processamento agroindustrial, já que todas as cultivares são exclusivamente comerciais segundo a razão entre os teores de açúcares e de ácidos. A pequena diferença existente entre os sucos em termos de acidez, qualifica-os como *doces* ou *pouco ácidos* uma vez que todos apresentam índices abaixo de $0,45 \text{ g.100 mL}^{-1}$ preconizados na literatura por BEECH (1993). Os sucos das maçãs Gala e Joaquina enquadraram-se na classe estritamente comercial face aos seus valores da proporção entre os açúcares e os ácidos, superiores ao limite agroindustrial fixado em 20 (SCHOBINGER, 1987), sendo compatíveis com a classificação *doce – amargo* ou *bittersweet*.

A Tabela 5.2 apresenta os resultados físico-químicos obtidos da análise das amostras de fermentados varietais de maçã.

Tabela 5.2 Características físico-químicas dos fermentados varietais de maçã

Fermentados	Açúcares redutores totais, g.100 mL^{-1}	Acidez total, g.100 mL^{-1}	Fenóis totais, mg.L^{-1}	Etanol, °GL
Gala seco	$0,55 \pm 0,196$	$0,4864 \pm 0,008$	$340 \pm 3,182$	$6,90 \pm 0,01$
Joaquina seco	$0,27 \pm 0,090$	$0,7163 \pm 0,019$	$277 \pm 1,203$	$7,20 \pm 0,01$
Gala doce	$4,92 \pm 0,193$	$0,5792 \pm 0,008$	$208 \pm 1,042$	$4,47 \pm 0,01$
Joaquina doce	$7,30 \pm 0,705$	$0,4377 \pm 0,018$	$276 \pm 4,336$	$3,13 \pm 0,01$

As condições utilizadas para elaboração dos fermentados secos e doces foram 15 dias de fermentação para o vinho seco e 48 dias de fermentação para o fermentado doce. Dessa forma, após 15 e 48 dias de fermentação alcoólica, o processo foi interrompido por trasfega e filtração a fim de remover as leveduras.

As análises indicaram que o tempo de fermentação de 15 dias foi suficiente para diminuir o teor de açúcares até valores abaixo de $2,00 \text{ g.100 mL}^{-1}$, quando o fermentado de maçã é considerado como seco e acima como doce (NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005). A graduação alcoólica nos fermentados de maçã variou entre 3,13 a $7,20 \text{ °GL}$. Resultados semelhantes foram encontrados por PICINELLI *et al.*, (2000) em sidras asturianas onde a graduação alcoólica variou entre 5,3 e $6,9 \text{ °GL}$. CHIQUETTO (2004) ao estudar o processo de desalcolização da sidra utilizando a cultivar Belgonden encontrou de 4,3 a $6,1 \text{ °GL}$ usando diferentes cepas de leveduras.

Os fermentados elaborados no processo seco tiveram uma graduação alcoólica maior devido à fermentação rápida dos açúcares e, portanto, apresentaram uma maior graduação alcoólica quando comparados àqueles submetidos ao processo de redução de biomassa, que com fermentação mais lenta no início do processo permaneceram com açúcares residuais (frutose) e então apresentaram uma menor graduação alcoólica e gosto doce.

5.3.2 Avaliação Sensorial dos Fermentados de Maçã

5.3.2.1 Teste de Aceitabilidade dos Fermentados de Maçã

A porcentagem de homens e mulheres que participaram da avaliação sensorial foi de 62% e 38%, respectivamente. Das 50 pessoas que participaram da avaliação de aceitação dos fermentados de maçã, distribuídos entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da UEPG, observa-se que 56% do total (32% mulheres e 24% homens) pertenciam à faixa etária menor que 25 anos. Do total de participantes, 90% apresentaram idade inferior a 35 anos, caracterizando a predominância de um público jovem.

A Figura 5.12 mostra os resultados obtidos a partir das respostas dos participantes.

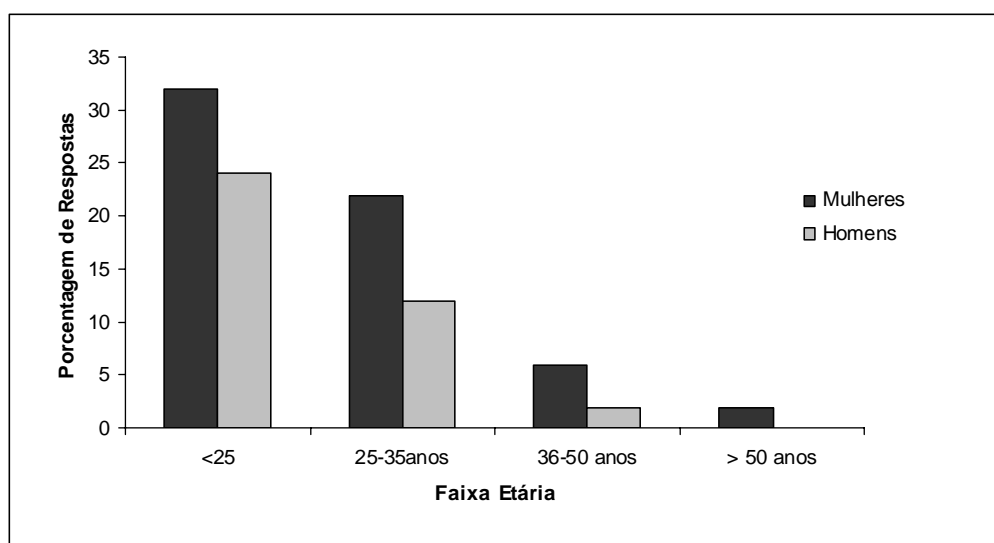


Figura 5.12 Distribuição de idade dos participantes da avaliação sensorial

Na Tabela 5.3 são apresentados os níveis de significância (p) da análise de variância (ANOVA) realizada com os resultados de aceitação, tendo como causas de variação amostras e provadores.

Tabela 5.3 Resultados da análise de variância para a aceitação dos fermentados de maçã

Fonte da variação	SQ	GI	QM	F	p	F crítico
Amostras	60,70	3	20,2333	4,95468	0,00263	2,66614
Provadores	215,22	49	4,39224	1,07556	0,36235	1,44070
Resíduo	600,30	147	4,08367			
Total	876,22	199				

NOTA: SQ = soma dos quadrados; gl = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = estatística de Snedecor; p = probabilidade; Os números em negrito e em itálico indicam diferença entre as amostras em nível de 5%.

O resumo da análise de variância revela que não foi observada diferença significativa ao nível de significância de 5% entre os provadores. Este fato pode ter ocorrido em função de terem sido escolhidos apenas as pessoas que indicaram ser consumidores de vinho, tornando a opinião mais homogênea perante as amostras, por terem conhecimento prévio sobre vinho branco, apesar de se tratar de um produto experimental, como é o caso dos fermentados de maçã.

Entre as amostras de fermentados avaliadas, a análise de variância revelou diferença significativa ($p=0,002636$) de aceitabilidade a 5% de significância. Em função desse resultado, aplicou-se o teste de diferença de médias de Tukey para encontrar as amostras que se destacam do grupo, e os resultados dos valores médios atribuídos a cada amostra encontram-se na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 Diferença mínima significativa entre as amostras

Fermentados	Médias	dms
Gala doce	5,06	1,04 (1° - 2°)s
Joaquina doce	6,01	1,48 (2° - 3°)s
Gala seco	4,62	0,92 (3° - 4°)ns
Joaquina seco	5,54	

NOTA: dms = diferença mínima significativa a 5% de significância (1,0374)
ns = não significativo; s = significativo

A partir das diferenças entre as médias das amostras verifica-se que não existe diferença significativa ($p>0,05$) entre as amostras de fermentados Gala doce com os fermentados Gala seco e Joaquina seco, e entre os fermentados Joaquina doce e Joaquina seco, e ainda entre os fermentados Gala seco e Joaquina seco; porém existe diferença significativa ($p<0,05$) entre os fermentados Joaquina doce

com Gala doce e Gala seco. Sendo assim, pode-se dizer que a amostra de fermentado de maçã da cultivar Joaquina com redução de biomassa (Joaquina doce) foi diferente das demais, apresentando a melhor média de aceitação entre as amostras avaliadas. BEHRENS, DA SILVA e WAKELING (1999) ao avaliarem a aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros encontraram maior aceitabilidade para duas amostras de vinhos suaves, refletindo mais uma vez a tendência do consumidor brasileiro pela preferência de vinhos doces (NOGUEIRA *et al.*, 2003).

A Tabela 5.5 apresenta a aceitação média das amostras analisadas.

Tabela 5.5 Aceitação média das amostras de fermentado de maçã

Fermentado de maçã	Média	% de aprovação*
Gala doce	5,06 ^{a,c} ± 1,83	64
Joaquina doce	6,10 ^b ± 2,14	76
Gala seco	4,62 ^{a,c} ± 2,07	54
Joaquina seco	5,54 ^{a,c} ± 2,08	70

NOTA: Notas seguida de mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey; Escala estruturada: 1=desgostei muitíssimo a 9=gostei muitíssimo; * notas ≥ 5.

Observa-se que a média das amostras de fermentado de maçã Gala doce, Gala seco e Joaquina seco foram próximas (5,06; 4,62 e 5,54, respectivamente), não diferindo entre si ($p > 0,05$). Este valor representa na escala hedônica entre as categorias “desgostei ligeiramente e indiferente”. Já a amostra de fermentado de maçã Joaquina doce diferiu significativamente das amostras ($p < 0,05$), tendo uma porcentagem de aceitação de 76% e a maior média obtida entre as amostras.

O fermentado que obteve menor porcentagem de aprovação entre os avaliados foi o proveniente da cultivar Gala (54%) tipo seco, não sendo um percentual desejável, apresentando média 4,62, localizada no lado negativo da escala hedônica, indicando baixa aceitação pelos consumidores. Este resultado provavelmente está associado às características da cultivar.

Resultado inverso apresenta-se para à cultivar Joaquina, que independentemente do processo de fermentação (com ou sem redução de biomassa) apresentou um percentual bem melhor (70% e 76%, respectivamente) quando comparado aos fermentados elaborados a partir da cultivar Gala (64% e 54%, respectivamente). Isso indica que a cultivar Joaquina tem propriedades inerentes que permitem utilizá-la para elaboração de fermentado varietal de qualidade.

A Figura 5.13 mostra a freqüência de notas obtidas ainda no teste de aceitabilidade para as amostras de fermentado de maçã. Observa-se no histograma que a maior freqüência de notas no lado positivo da escala foi para o fermentado Joaquina doce. Ao comparar os dois tipos de fermentados (seco e doce) observa-se que o fermentado Joaquina doce comparado ao fermentado Gala doce obteve maior freqüência de notas no lado positivo da escala. Pode ser visto nitidamente uma tendência de maior freqüência de notas no lado positivo para o fermentado Joaquina doce (nota 7) e maior freqüência no lado negativo da escala para o fermentado Gala doce (nota 3). O mesmo comportamento pode ser observado ao ser comparado os fermentados Joaquina seco e Gala seco, que tiveram a maior freqüência nas notas 6 e 3, respectivamente.

Esse comportamento verificado reflete a pesquisa realizada por NOGUEIRA *et al.*, (2003), que ao estudar os indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira, constataram que o consumidor tende a preferir uma sidra de tonalidade mais escura e doce, além de bem gaseificada.

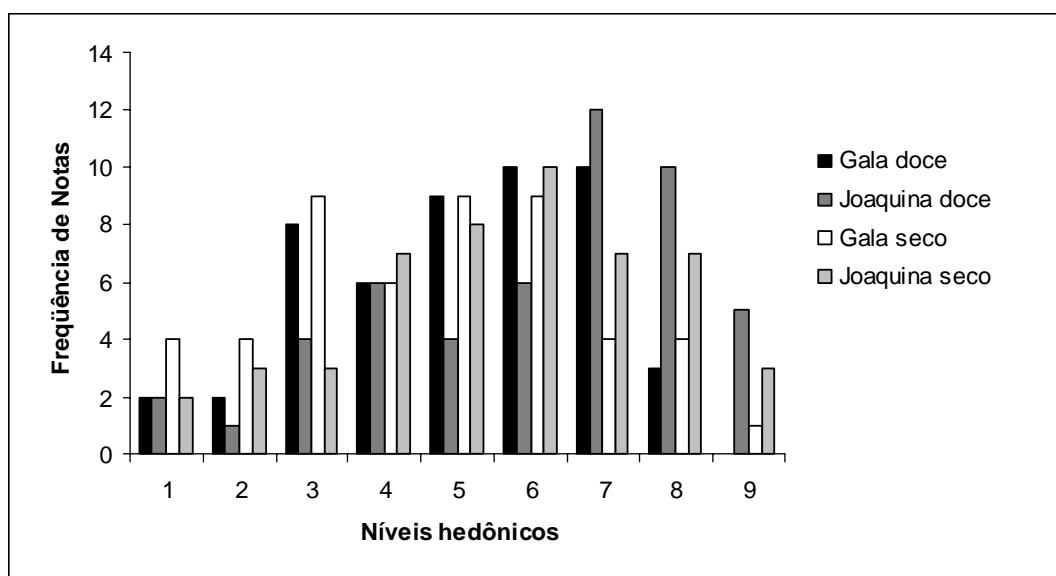


Figura 5.13 Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais Gala (doce e seco) e Joaquina (doce e seco)

O processo para elaboração dos fermentados das duas cultivares foi o mesmo; o tempo de fermentação diferiu em função da etapa de redução de biomassa que produz fermentados com açúcar residual (frutose) e mais aromáticos.

O comportamento dos consumidores perante os quatro produtos indica que existe uma maior aceitação para os produtos elaborados a partir da cultivar

Joaquina. Os dois produtos obtidos da cv Joaquina tiveram as melhores médias e conseqüentemente maiores índices de aceitação. O fato pode ser explicado em função das características inerentes a cultivar, e características físico-químicas que permitem a elaboração de um produto de qualidade, apontando a cv Joaquina com potencial tecnológico para elaboração de produto fermentado.

Resultados semelhantes encontraram FERTONANI *et al.*, (2006) quando avaliaram o potencial da cultivar Joaquina para elaboração de vinho seco de maçã, tendo indicadores sensoriais satisfatórios e bastante aceitáveis para a cultivar em estudo.

O grau de aceitação das amostras de fermentado de maçã pelos consumidores com relação à aparência, sabor, cor e aroma pode ser observado na Tabela 5.6 através dos valores médios atribuídos a cada amostra.

Tabela 5.6 Média da equipe de consumidores para a aceitação quanto à aparência, cor, sabor e aroma para amostras de fermentado de maçã

Fermentado de maçã	Aparência	Cor	Aroma	Sabor
Gala doce	6,64 ^a ±1,62	6,64 ^a ±1,93	5,68 ^a ±1,89	4,84 ^a ±2,17
Joaquina doce	7,26 ^a ±1,35	7,36 ^a ±1,25	6,80 ^b ±1,72	6,00 ^b ±2,39
Gala seco	6,88 ^a ±1,47	5,78 ^b ±1,63	5,52 ^{ac} ±1,95	4,12 ^{ac} ±2,16
Joaquina seco	6,96 ^a ±1,24	6,92 ^a ±1,42	6,14 ^{abc} ±1,98	5,48 ^{ab} ±2,11

NOTA: Notas seguida de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey; Escala estruturada: 1=desgostei muitíssimo a 9=gostei muitíssimo; * notas ≥ 5.

As médias para o atributo aparência situaram-se próximas ao grau “gostei moderadamente” na escala hedônica. Embora não tenha ocorrido diferença estatisticamente significativa entre as médias, foi possível observar, através da análise do histograma da Figura 5.14, pequenas diferenças na distribuição das freqüências dos valores hedônicos.

A aceitação média dos fermentados de maçã quanto à cor revelou diferença significativa a 5% de probabilidade. Os provadores apontaram o fermentado obtido pela cv Joaquina doce o que apresentou a melhor cor (7,36) e a pior cor foi indicada para o fermentado obtido a partir da cv Gala seco (5,78). Apesar dessa média ainda enquadrar-se entre as categorias “indiferente” e gostei ligeiramente”, pode-se dizer que o fermentado obtido a partir da cv Gala processo seco foi diferente dos demais com relação à cor.

Analisando-se a aceitabilidade das amostras com relação ao aroma, pode-se dizer que o fermentado Joaquina doce se diferenciou das amostras Gala doce e Gala

seco (médias 5,68 e 5,52, respectivamente), porém os provadores não detectaram diferença de aceitabilidade com relação ao aroma entre os fermentados Joaquina doce e seco, onde os valores médios foram próximos (6,8 e 6,14, respectivamente). Observa-se também que as médias de valores para os fermentados cv Joaquina foram mais uma vez apontados pelos provadores com melhor aceitabilidade.

Quanto ao sabor dos fermentados, pode-se dizer que houve diferença de aceitabilidade a 5% de probabilidade. Esse resultado se deve provavelmente à diferença entre os processos de elaboração: uma fermentação conduzida até a exaustão dos açúcares; e outra conduzida com a redução da biomassa, com a permanência de açúcar residual. Outro fator importante que deve ser levado em consideração são as características das cultivares, proporcionando impressão global e equilíbrio em cada bebida. A melhor média foi dada mais uma vez ao fermentado Joaquina doce (6,0) e a menor para o fermentado Gala seco (4,12).

A partir desses resultados constata-se que o fermentado elaborado com a cv Joaquina doce foi o mais aceito em todos os atributos avaliados, em segundo lugar aparece o fermentado Joaquina seco. Entre as 4 amostras avaliadas, o fermentado cv Gala seco foi inferior em aceitabilidade e nos demais atributos, sendo então não mais utilizado para a avaliação sensorial do aroma e preferência para os fermentados gaseificados.

As Figuras 5.14, 5.15, 5.16 e 5.17 mostram os histogramas da distribuição de frequência das notas atribuídas às amostras quanto aos atributos avaliados.

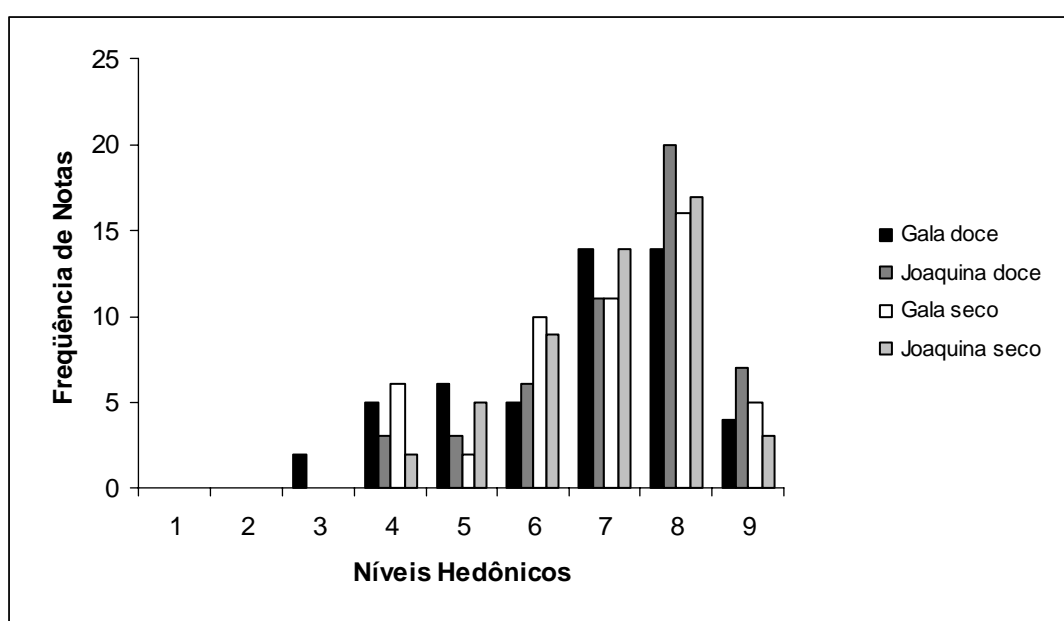


Figura 5.14 Distribuição das frequências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto à aparência

O histograma referente aos dados da aceitabilidade para aparência evidencia que a maior concentração de notas (7 e 8) refere-se aos níveis hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”, situando-se mais deslocadas na região de maior aceitação. Comportamento semelhante observa-se também para a aceitabilidade com relação à cor.

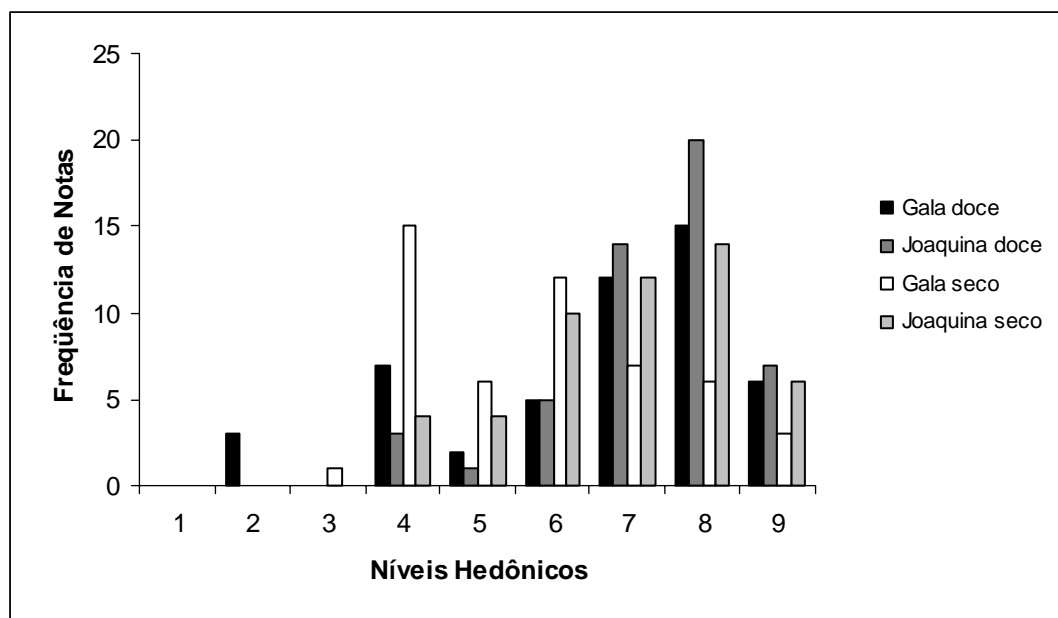


Figura 5.15 Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto à cor

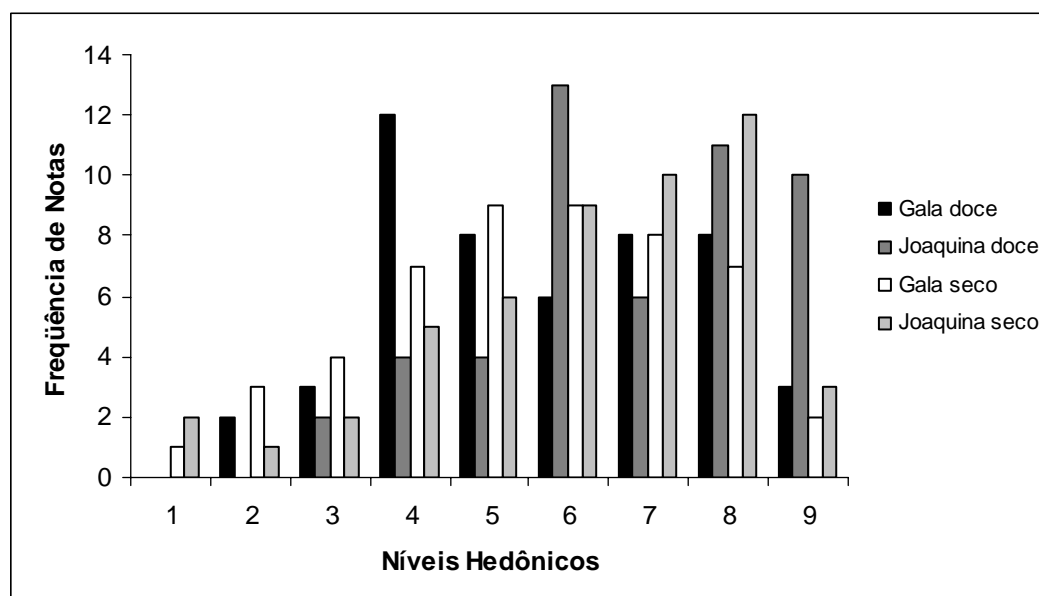


Figura 5.16 Distribuição das freqüências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto ao aroma

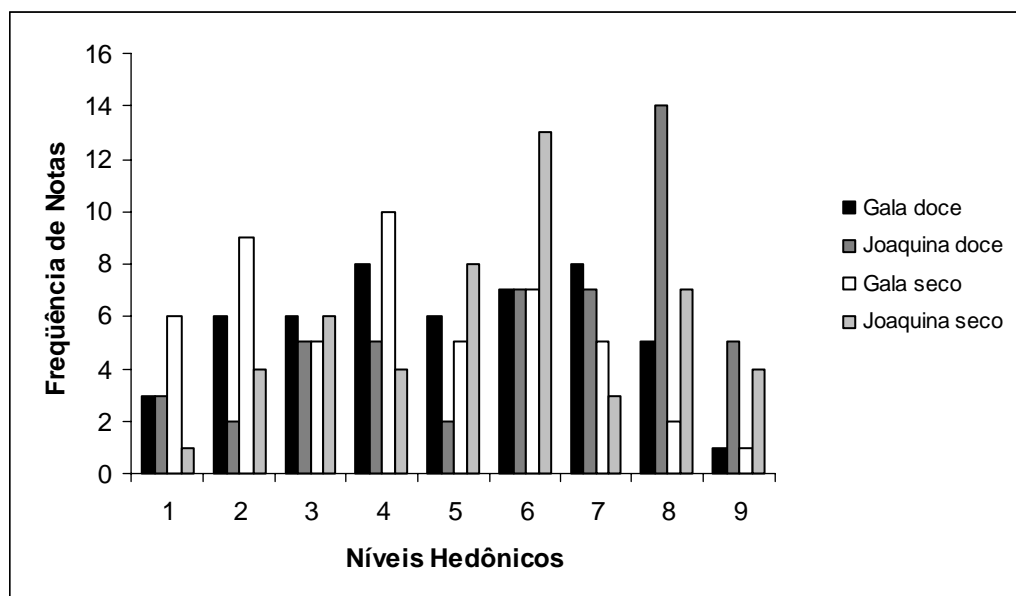


Figura 5.17 Distribuição das frequências de valores atribuídos aos fermentados varietais quanto ao sabor

A distribuição de frequência de notas para o sabor dos produtos mostra um comportamento diferente dos demais histogramas. Observa-se que ocorreram frequências em todos os níveis hedônicos, mesmo que em pequenas proporções. Esse fato ocorreu provavelmente em função de que em primeiro lugar o fermentado de maçã é um produto experimental, ainda pouco conhecido pelos provadores, que tem o hábito de consumir vinho de uva; e em segundo lugar por necessitar ainda de ajustes, já que os fermentados foram oferecidos aos provadores sem nenhum tipo de correção, o que geralmente não acontece nas sidras comercializadas no mercado.

Após aplicar a análise de variância (ANOVA) para verificar diferenças entre os fermentados nos atributos avaliados sensorialmente, e aplicação do teste de diferença entre as médias de Tukey, foi aplicado a Análise de Componentes Principais (ACP) nos atributos que apresentaram significância na ANOVA. Desse modo, foi retirado da ACP o atributo aparência (não significativo a 5%), permanecendo os atributos cor, aroma, sabor e impressão geral.

A aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada sobre a matriz de correlação. A Figura 5.18 mostra os resultados da ACP sobre a avaliação sensorial (Perfil de Atributos) realizada sobre fermentados de duas diferentes cultivares de maçã (Gala e Joaquina). Os dois primeiros eixos (Fator 1 x Fator 2) explicam 81,10% da variabilidade total dos dados, sendo 56,79% conferida ao Fator 1 e 24,31% ao Fator 2. O Fator 1 mostra principalmente a oposição entre as duas diferentes cultivares utilizadas na elaboração dos fermentados. Este eixo é

forte e negativamente correlacionado à variável aroma, sabor e impressão global (Tabela 5.7). O Fator 2 é fortemente e positivamente correlacionado à variável cor (Tabela 5.7). A projeção dos casos sobre os dois primeiros eixos mostra que os fermentados Joaquina tanto 'seco' quanto o 'doce' foram mais associados ao Fator 1 e aos atributos aroma, sabor e impressão global, sendo portanto os fermentados com maior aceitação pelos provadores, confirmando os resultados obtidos pela ANOVA (Tabela 5.6). Os fermentados com as maçãs Gala tipo doce e Joaquina tipo seco foram associados positivamente ao Fator 2 e, conseqüentemente, à variável cor (Tabela 5.7). Através da matriz correlação (Tabela 5.8), observou-se que as variáveis sabor e impressão global foram fortemente correlacionados ($R=0,87$).

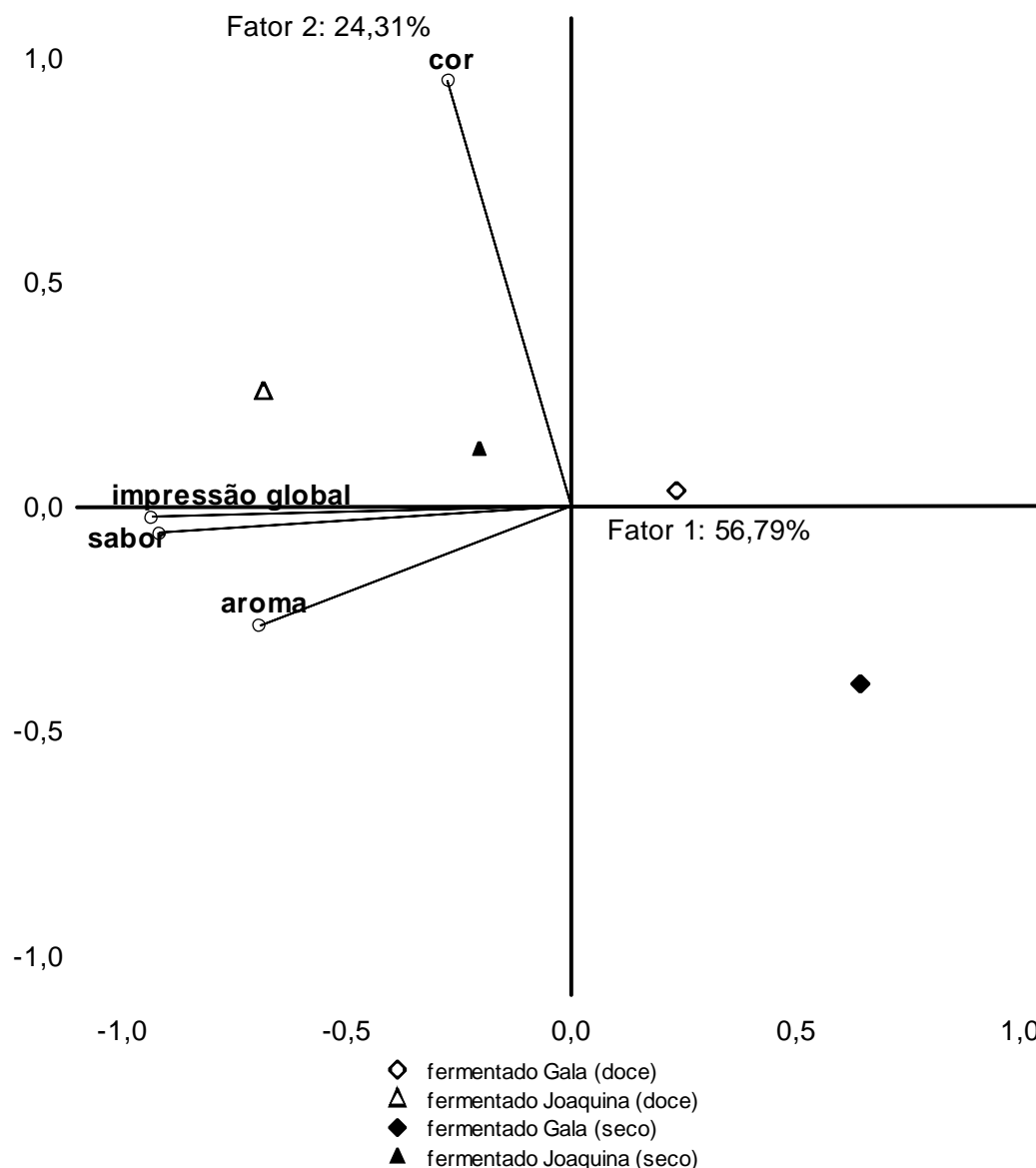


Figura 5.18 Análise de Componentes Principais (ACP) dos atributos sensoriais avaliados por Escala Hedônica para fermentado de maçã com e sem redução de biomassa (doce e seco)

Tabela 5.7 Correlação das variáveis com os fatores

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
Cor	-0,274448	0,947816	-0,161705	0,013213
Aroma	-0,693517	-0,264468	-0,669988	0,014406
Sabor	-0,918007	-0,059672	0,304057	0,247489
Impressão Geral	-0,934017	-0,023483	0,246142	-0,257827

Tabela 5.8 Coeficientes de correlação entre os atributos sensoriais dos fermentados de maçã

Variável	Cor	Aroma	Sabor	Impressão Geral
Cor	1,000000			
Aroma	0,048198	1,000000		
Sabor	0,149489	0,452286	1,000000	
Impressão Geral	0,190873	0,485341	0,869868	1,000000

Os resultados obtidos através da “escala do ideal” para analisar a cor, doçura e acidez das amostras de fermentado de maçã são mostrados na forma de histogramas nas Figuras 5.19, 5.20 e 5.21, respectivamente.

A maioria dos consumidores (mais de 50%) apontou que as amostras apresentaram cor ideal, variando em menor porcentagem nas categorias imediatamente próximas ao ideal.

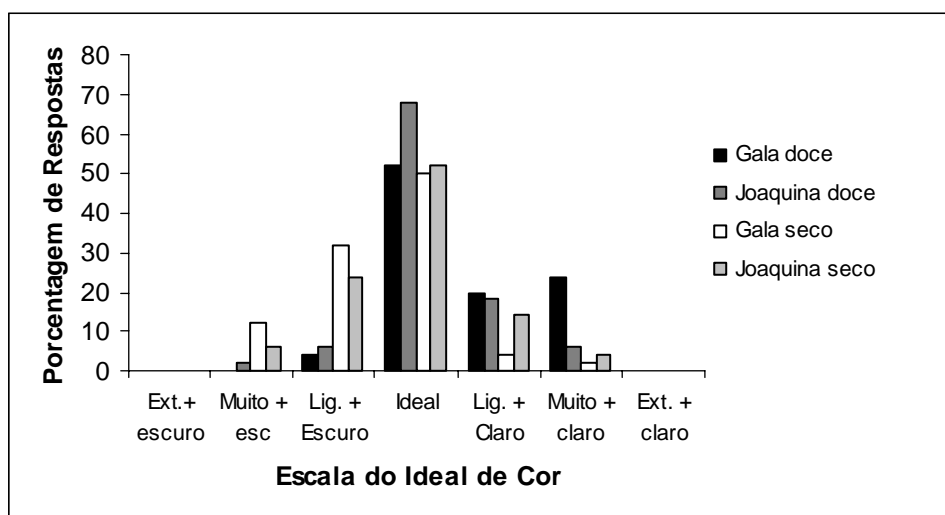


Figura 5.19 Frequência das categorias de cor pelos consumidores

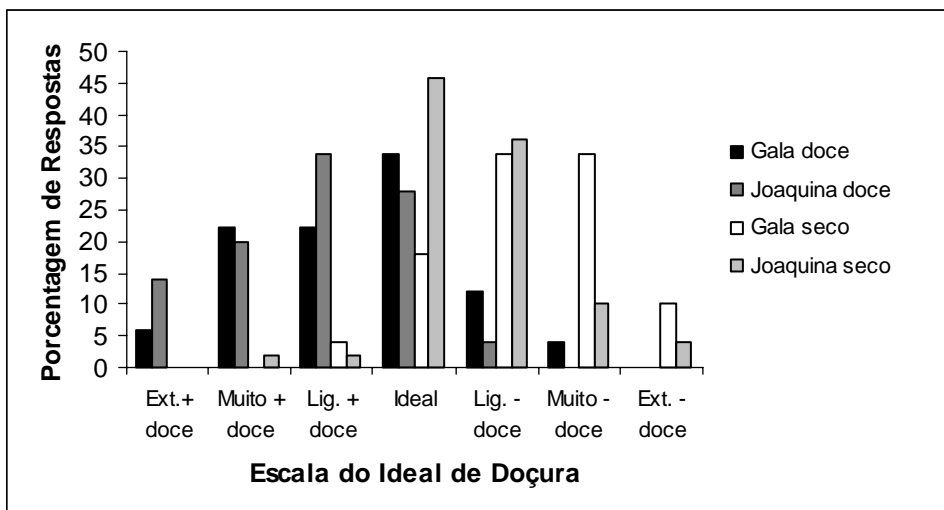


Figura 5.20 Frequência das categorias de doçura pelos consumidores

Os provadores tiveram uma opinião mais diversa sobre o atributo doçura nas amostras. A amostra do fermentado de maçã Gala tipo doce foi considerada muito doce por 50% dos provadores e ideal por 34%. Comportamento semelhante aconteceu para o fermentado de maçã Joaquina doce que foi considerado muito doce por 68% contra 28% considerado ideal. O fermentado que foi apontado como ideal foi o da maçã Joaquina tipo seco. Esse comportamento dos provadores perante as amostras pode ser devido ao fato de estarem acostumados com vinhos secos.

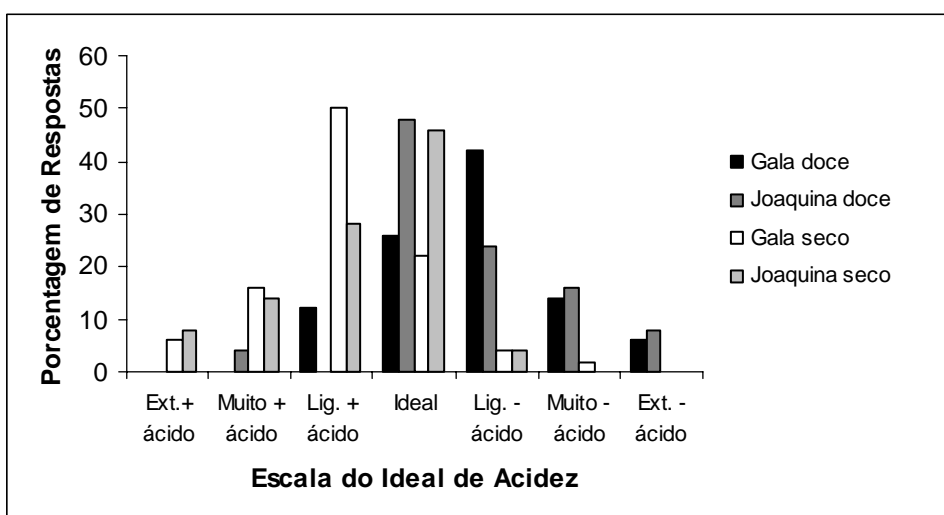


Figura 5.21 Frequência das categorias de acidez pelos consumidores

A amostra do fermentado Gala doce foi considerada ligeiramente menos ácida que o ideal por mais de 42%. As amostras do fermentado Joaquina doce e seco tiveram maior porcentagem (48% e 46%) na categoria ideal. A amostra do

fermentado de maçã Gala tipo seco foi apontada por mais de 50% como ligeiramente mais ácida que o ideal.

Analisando os resultados apresentados sob forma de histogramas nas Figuras 5.22 e 5.23, respectivamente, que reporta a atitude dos provadores perante os produtos, observa-se um comportamento inverso entre as duas cultivares. Na Figura 5.22 há uma tendência para intenção de compra por 40% dos provadores para os fermentados produzidos a partir da cv Joaquina, sendo que 24% dos provadores ficaram indecisos. De modo inverso, observa-se o comportamento da Figura 5.23 onde apenas 20% dos provadores apontaram intenção de compra para o fermentado elaborado a partir da cv Gala, contra 22% de indecisos e 58% com certeza de que não comprariam o produto.

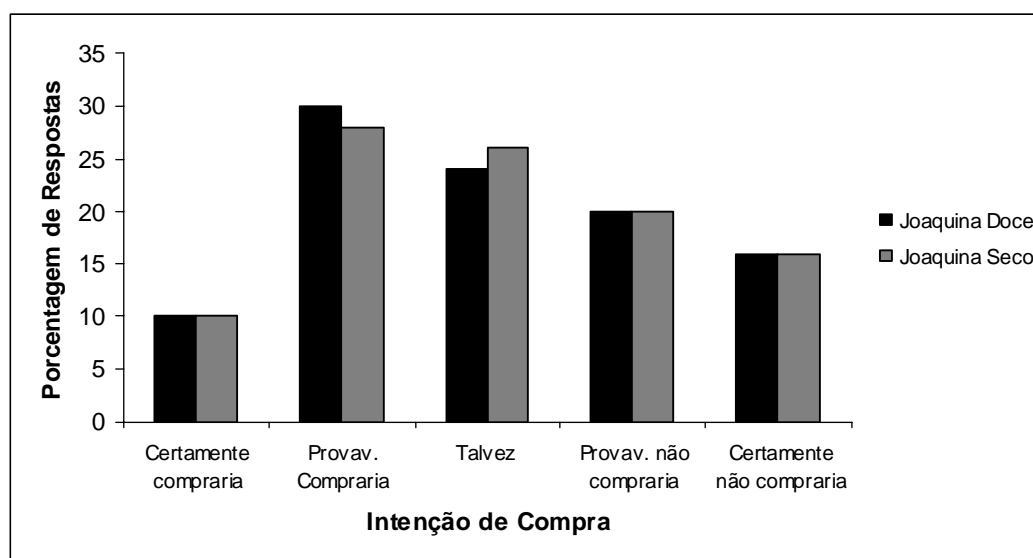


Figura 5.22 Frequência das categorias de intenção de compra para sidra Joaquina

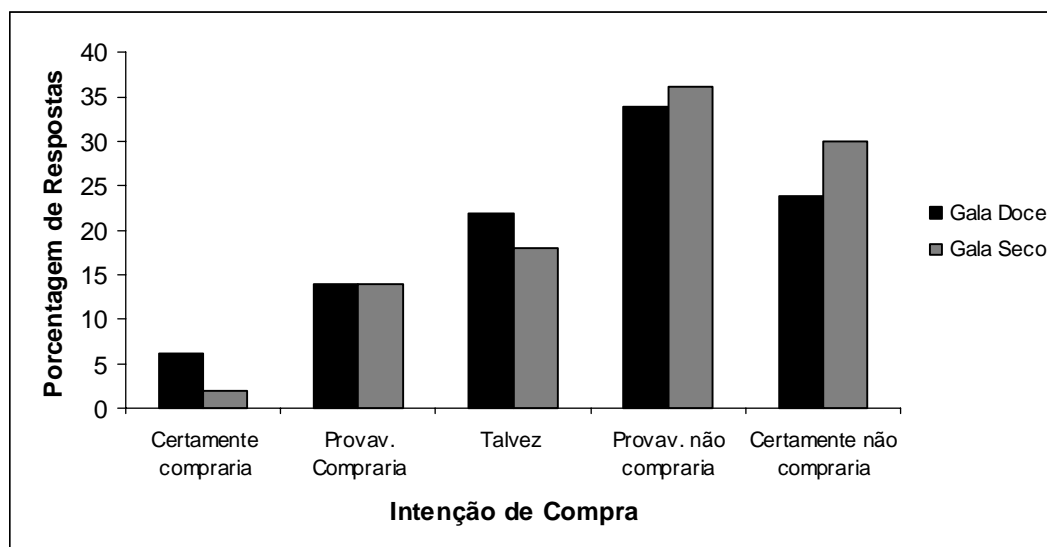


Figura 5.23 Frequência das categorias de intenção de compra para sidra Gala

5.3.2.2 Avaliação do Aroma das Sidras Varietais

Sabe-se que a gaseificação melhora várias qualidades nos produtos, por isso decidiu-se gaseificar somente no final da avaliação do processo sensorial. A qualidade do fermentado é melhorada com o processo de gaseificação, ou seja, se os fermentados tiveram boa aceitação, então o processo de gaseificação melhora as qualidades gerais dos produtos, mascarando alguns defeitos ainda existentes. Na fabricação de sidra no Brasil, o produto é de baixa qualidade e com aroma fermentado, ou seja, basicamente é uma água adoçada gaseificada e com acidez corrigida. Não existe uma identidade para o produto. Por isso a intenção de apresentar uma sidra varietal com qualidade.

A participação de homens e mulheres que realizaram o teste de comparação pareada foi de 45% e 55%, respectivamente. Em função da ausência de alguns participantes na quarta sessão para a repetição, teve-se um total de 70 julgamentos.

A Tabela 5.9 mostra os resultados referentes ao teste de comparação pareada dos fermentados de maçã Joaquina e Gala tipo seco e doce.

Tabela 5.9 Compilação dos dados do teste de comparação pareada

	Sidras Varietais	Respostas dos provadores
1° par	Joaquina doce	35
	Joaquina seco	35
2° par	Gala doce	35
	Joaquina seco	35

NOTA: Número mínimo de respostas para estabelecer diferença significativa a 5% de significância = 44

A partir dos resultados da Tabela 5.9 pode-se dizer que os provadores não perceberam diferença significativa de aroma entre as amostras de sidras, ou seja, a diferença entre as amostras não foi significativa o suficiente para ser percebida pelos provadores. Um dos fatores que pode ter ocorrido é que o processo de redução de biomassa nesse experimento tenha sido realizado tardiamente, diminuindo assim a produção das leveduras oxidativas, responsáveis pela maior produção de aromas nos produtos fermentados.

Com relação à qualidade do aroma dos produtos fermentados, de acordo com a escala hedônica, pode-se dizer que quando os provadores compararam os dois fermentados da cultivar Joaquina (doce e seco), as médias para o aroma ficaram próximas (7,17 e 6,81, respectivamente), que corresponde à categoria “gostei moderadamente”. O mesmo não pode ser afirmado para a comparação entre os fermentados Joaquina seco e Gala doce que obtiveram médias mais distantes (7,22 e 6,56, respectivamente). Apesar das médias estarem próximas, os produtos elaborados a partir da cv Joaquina obtiveram maiores médias quanto à qualidade do aroma. A Tabela 5.10 mostra as médias obtidas na escala hedônica para a qualidade do aroma das sidras.

Tabela 5.10 Médias dos resultados hedônicos para aroma das sidras

	Sidras Varietais	Médias
1° par	Joaquina doce	7,17
	Joaquina seco	6,81
2° par	Gala doce	6,56
	Joaquina seco	7,22

NOTA: Valores médios obtidos a partir de 4 repetições

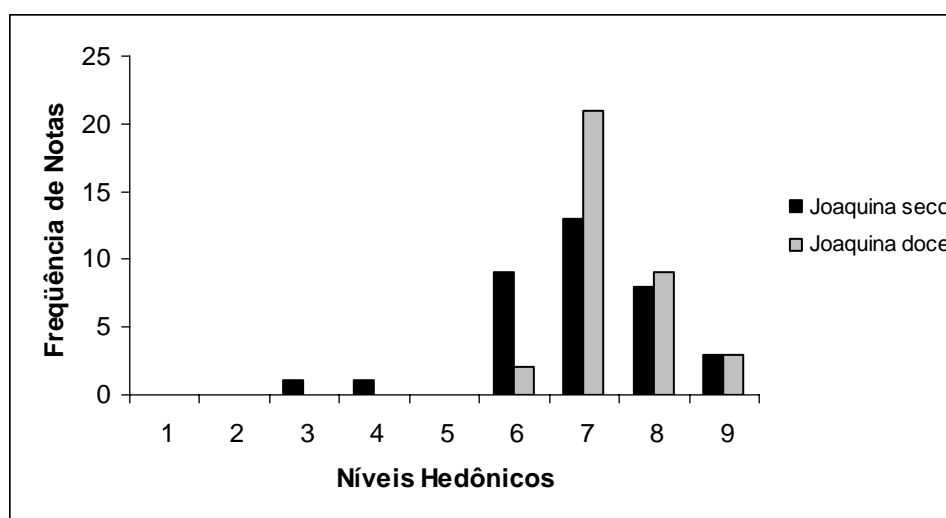


Figura 5.24 Distribuição das frequências de valores atribuídos às sidras Joaquina seco e doce quanto ao aroma

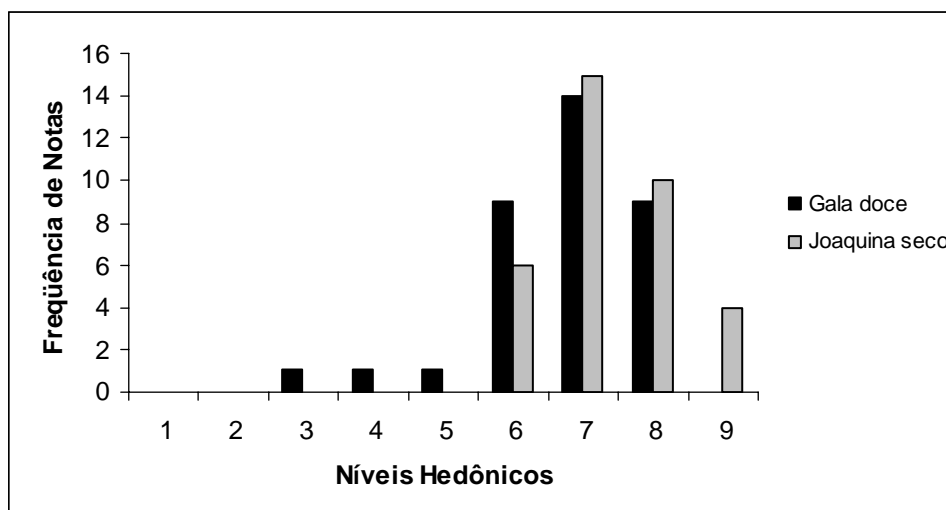


Figura 5.25 Distribuição das frequências de valores atribuídos às sidras Gala doce e Joaquina seco quanto ao aroma

Analisando-se as Figuras 5.24 e 5.25 que mostra a distribuição de frequência dos níveis hedônicos utilizados pelos provadores para avaliar o aroma das sidras, nota-se nitidamente que os provadores não ficaram indecisos e nem usaram categorias negativas, ficando a frequência mais deslocada para a região de maior aceitação (notas 7, 8 e 9). Quando a sidra Joaquina tipo doce e seco foi comparada, apesar de não ter sido detectada diferença de aroma entre as amostras, percebe-se que ocorreu uma maior frequência de notas para a sidra Joaquina doce. Já quando a sidra Gala doce e Joaquina seco foram comparadas, o comportamento foi diferente, tendo uma maior frequência e bastante aproximada na nota 7.

Comparando os resultados da Tabela 5.10 com a Tabela 5.6 observa-se que após o processo de gaseificação, as médias dos valores atribuídos às amostras quanto ao aroma melhoraram consideravelmente.

A Tabela 5.11 mostra a comparação dos resultados.

Tabela 5.11 Médias atribuídas ao aroma dos produtos antes e após gaseificação

Fermentados de maçã	Aroma antes gaseificação	Aroma após gaseificação
Gala Doce	5,68±1,89	6,56
Joaquina doce	6,80±1,72	7,17
Gala Seco	5,52±1,96	-
Joaquina seco	6,14±1,98	7,22

NOTA: Valores médios obtidos a partir de 70 julgamentos

5.3.2.3 Avaliação da Preferência das Sidras Varietais

Dos 71 participantes da avaliação sensorial para a preferência das sidras varietais, 66% eram mulheres e 34% homens. Mais uma vez os consumidores representaram um público participante jovem, perfazendo mais de 90% com idade inferior a 35 anos.

A Figura 5.26 mostra o resultado obtido a partir das respostas dos participantes.

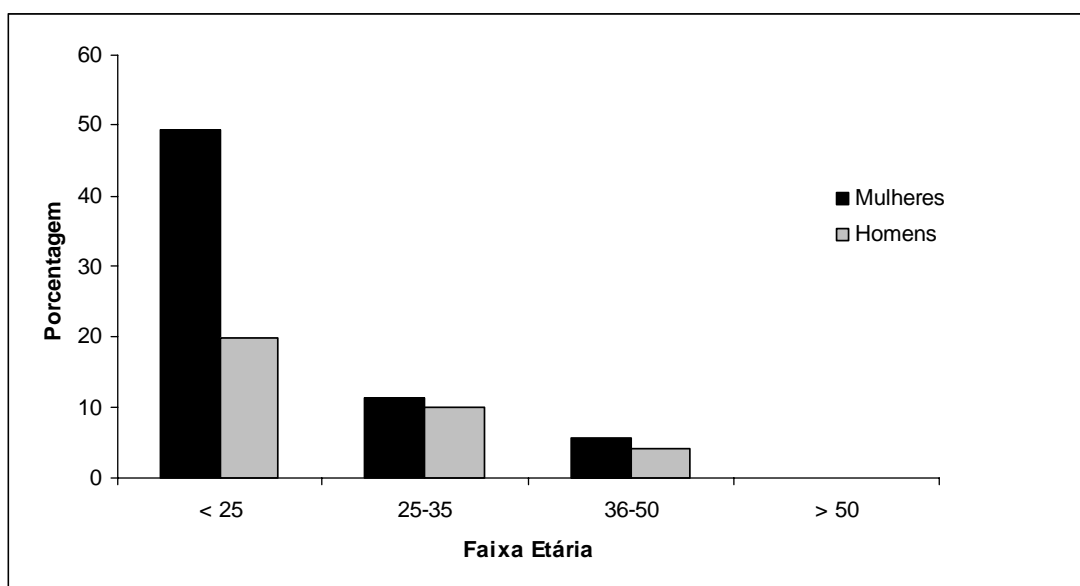


Figura 5.26 Distribuição de idade dos participantes da avaliação sensorial

A Tabela 5.12 mostra o resumo dos resultados obtidos a partir do teste de ordenação para preferência.

Tabela 5.12 Soma das ordens de cada amostra no teste de ordenação-preferência

Sidras	Total
Joaquina doce	107 ^b
Joaquina seco	165 ^a
Gala doce	154 ^a

NOTA: DMS =diferença mínima significativa = 28 por Newell e McFarlane
Totais com mesma letra não diferem significativamente entre si (5%)

Com relação à ordenação das amostras de sidras pelos provadores, foi possível observar que a amostra preferida foi a sidra Joaquina doce obtendo a menor soma de ordens, ou seja, sendo apontada mais vezes em primeiro lugar. Essa sidra se diferenciou das demais sidras avaliadas, sendo a amostra de sidra

Joaquina com redução de biomassa a que foi mais preferida entre as amostras avaliadas.

Os resultados da intenção de compra dos consumidores em relação às amostras estão apresentados na Figura 5.27, em porcentagem de respostas. Analisando os resultados pode-se verificar que a amostra que alcançou maior aceitação foi a sidra Joaquina doce (48%) considerando apenas as duas primeiras categorias, que correspondem a “certamente compraria” e “provavelmente compraria”, contra 15,49% das outras duas amostras. A porcentagem de indecisos variou de aproximadamente 3% a 11%. Apenas 1,41% dos participantes afirmou que provavelmente não compraria a sidra Joaquina doce. Somando os percentuais para cada amostra, a sidra Joaquina doce teve uma intenção de compra de 60% quando comparado com outras duas que tiveram aproximadamente 20% de intenção de compra. Esse resultado é bastante interessante, pois indica mais uma vez a viabilidade da utilização da cv Joaquina para produção de sidra varietal.

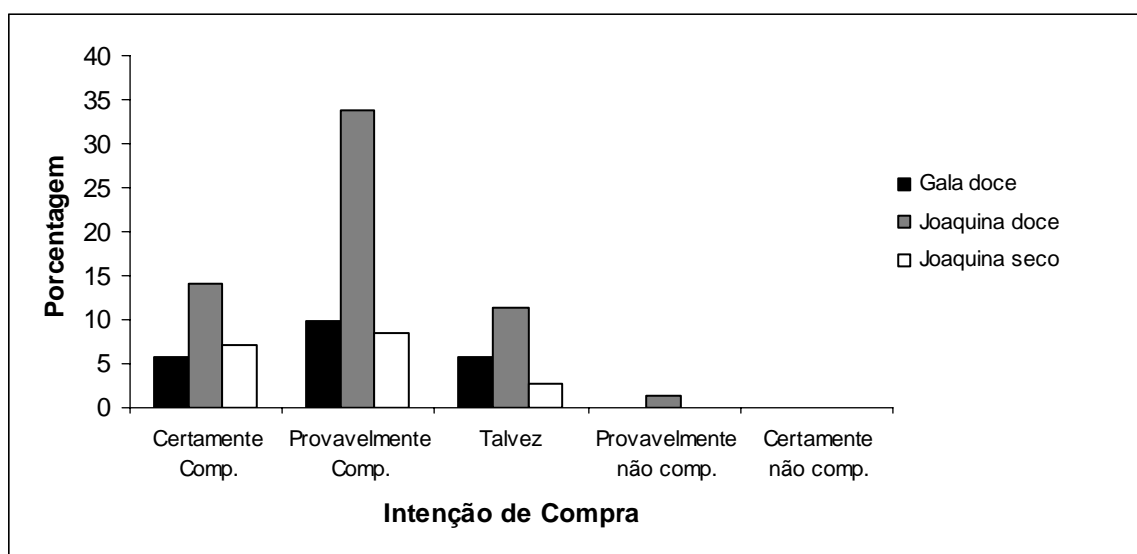


Figura 5.27 Frequência das categorias de intenção de compra para as sidras varietais

5.4 CONCLUSÕES

As amostras de suco de maçã das cultivares Gala e Joaquina apresentaram teores de açúcares redutores totais próximos indicando que as frutas estavam com o mesmo grau de maturação, classificando-se como *doce – amargo* ou *bittersweet*.

A análise de variância revelou diferença significativa ($p=0,002636$) de aceitabilidade a 5% de significância entre as amostras dos fermentados avaliados. O fermentado de maçã da cultivar Joaquina submetido ao processo de redução de biomassa (Joaquina doce) foi diferente dos demais, apresentando a melhor média de aceitação entre as amostras avaliadas (76%). O fermentado da cultivar Gala seco não foi bem aceito pelos consumidores quando comparado com os demais, tendo a menor média de aceitação (54%).

A aceitação média dos fermentados de maçã quanto ao atributo cor revelou diferença significativa a 5% de probabilidade, sendo o fermentado obtido pela cv Joaquina doce o que apresentou a melhor cor (7,36) e a pior cor foi indicada para o fermentado obtido a partir da cv Gala seco (5,78). O fermentado obtido a partir da cv Gala processo seco foi diferente dos demais com relação à cor.

Analisando-se a aceitabilidade das amostras com relação ao aroma, pode-se dizer que o fermentado Joaquina doce se diferenciou das amostras Gala doce e seco (médias 5,68 e 5,52, respectivamente), não sendo observada diferença de aceitabilidade com relação ao aroma entre os fermentados Joaquina doce e seco.

Quanto ao atributo sabor dos fermentados pode-se dizer que houve diferença de aceitabilidade a 5% de probabilidade. A melhor média foi dada mais uma vez ao fermentado Joaquina doce (6,00) e a menor para o fermentado Gala seco (4,12). O fermentado elaborado com a cv Joaquina doce foi melhor aceito em todos os atributos avaliados; em segundo lugar aparece o fermentado Joaquina seco, sendo o fermentado da cv Gala seco o pior em aceitabilidade e nos demais atributos.

Na Análise dos Componentes Principais (ACP) a projeção dos casos sobre os dois primeiros eixos mostra que os fermentados Joaquina tanto seco quanto doce foram mais associados ao Fator 1 e aos atributos aroma, sabor e impressão global, sendo portanto os fermentados com maior aceitação pelos provadores.

A maioria dos consumidores (mais de 50%) apontou que as amostras apresentaram cor ideal. A amostra do fermentado Gala doce foi considerada muito doce por 50% dos provadores e ideal por 34%. A amostra do fermentado Joaquina doce foi considerado muito doce por 68% contra 28% considerado ideal. A amostra que foi apontada como ideal foi o fermentado de maçã Joaquina seco com relação à cor.

A amostra do fermentado Gala doce foi considerada ligeiramente menos ácida que o ideal por mais de 42%. As amostras de fermentado Joaquina doce e seco tiveram maior porcentagem (48% e 46%) na categoria ideal. A amostra de fermentado Gala seco foi apontada por mais de 50% como ligeiramente mais ácida que o ideal.

No teste de comparação pareada, os provadores não perceberam diferença significativa de aroma entre as amostras de sidras. Já com relação à qualidade do aroma dos produtos fermentados, de acordo com a escala hedônica, pode-se dizer que os produtos elaborados a partir da cv Joaquina obtiveram maiores médias quanto à qualidade do aroma, ficando a freqüência mais deslocada para a região de maior aceitação (notas 7, 8 e 9)

Com relação à preferência dos consumidores no teste de ordenação entre as sidras, pode-se observar que a amostra preferida foi a sidra Joaquina doce sendo apontada mais vezes em primeiro lugar. Essa sidra se diferenciou das demais sidras avaliadas, ou seja, a amostra de sidra Joaquina com redução de biomassa foi a mais preferida entre as amostras avaliadas.

Os resultados da intenção de compra dos consumidores em relação às amostras mostram que a sidra Joaquina doce teve uma intenção de compra de 60% quando comparada com as outras duas que tiveram aproximadamente 20% de intenção de compra.

Os resultados indicam que a cultivar Joaquina tem propriedades inerentes ao fenótipo que permitem utilizá-la para elaboração de fermentado, apresentando respostas sensoriais satisfatórias que comprovam sua viabilidade para produção de sidra varietal de qualidade.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.141**: Escalas utilizadas em Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas. São Paulo: ABNT, 3 p., 1998.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.088**: Teste de Comparação pareada em Análise Sensorial dos Alimentos e Bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 7 p., 1994.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.170**: Teste de Ordenação em Análise Sensorial. São Paulo: ABNT, 7 p., 1994.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15^a. ed., Washington, 1141 p., 1995.
- BEECH, F.W. English Cidermaking: technology, microbiology and biochemistry. In: **Progres in Industrial Microbiology** (Ed. F. W., Beech) p. 133-213, Long Ashton, 1993.
- BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 19, n. 2, p. 214-220, maio/ago. 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 3510, 16 de junho de 2000. Altera dispositivos do regulamento aprovado pelo Decreto 2314, de 04 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, 2000. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/>. Acesso em: 05 abril 2007.
- CHIQUETTO, N. C. **Avaliação do processo biotecnológico e determinação das condições de desalcoolização da bebida obtida por fermentação controlada de suco de maçã**. Curitiba, 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) - Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Paraná.
- CLETO, F. V. G.; CONSOLINI, F. Legislação Brasileira de Bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 1-20.
- DRILLEAU, J. F. Réunion annuelle Certec : azote et fermentation ; composés phénoliques et oxydation. **Pomme à cidre**, v. 33, p. 24-25, 1993.
- DUXBURY, D. Flavor analysis integral to product development. **Food Technology**, v. 59, n. 2, p. 60-62, 2005.
- FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. 1^a. ed. Campinas: Itai/Lafise, SP, 2002, 116 p.

FERREIRA, V. L.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. V.; DA SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. Testes afetivos. In: **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos**. Campinas: Profíqua, 1. ed., 2000, p. 54-71.

FERTONANI, H. C. R.; SIMÕES, D. R. S.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Potencial da variedade *Joaquina* para o processamento de suco clarificado e vinho seco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 434-440, abr.-jun. 2006.

GARRUTI, D. S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. Campinas, 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de chips de mandioca. **Ciencia e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 79-86, dez. 2003.

IAL. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. In: IAL. **Normas Analíticas**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2. ed. Florida – USA: CRC Press, 354 p. 1991.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R. A.; SIMÕES, D. R. S.; DRILLEAU, J. F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. Physico-chemical quality of brasilian cider. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 289-298, jul./dez. 2003.

NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação e Mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 383-422.

NOGUEIRA, A. **Tecnologia de processamento sidrícola: efeitos do oxigênio e do nitrogênio na fermentação lenta da sidra**. 2003. 191 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 468-472, jul.-set. 2003.

PAL, D.; SACHDEVA, S.; SINGH, S. Methods for determination of sensory quality of foods: A critical appraisal. **Journal of Food Science Technology**, v. 32, n. 5, p. 357-367, 1995.

PEDRERO F., D. L.; PANGBORN, R. M. **Evaluación Sensorial de los Alimentos**. Métodos Analíticos. Ed. Alhambra Mexicana, 251 p. 1989.

PICINELLI-LOBO, A.; TASCÓN, N. F.; MADRERA, R. R.; VALLES, B. S. Sensory and foaming properties of sparkling cider. **Journal of Agricultural and Food Chemistry (in press)**.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos. Rio Grande: Ed. da Furg, 2006. 268 p.

RSK. **RSK- Wert. Die Gesamtdarstellung.** Bonn. Flüssiges Obst GmbH.1987. p. 204.

SCHOBINGER, U. **Frucht und Gemüsesäfte.** Stuttgart: Ulmer Verlag, 1987, p. 626.

SCHUTZ, H. G. Evolution of the sensory science discipline. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 42-46, 1998.

TANNER, H.; BRUNNER, H. R. **Getränke Analytik - Untersuchungsmethode für die Labor – und Betriebspraxis.** Wädenswill: Verlag Helles, 1985, p. 206.

WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Suco de maçã. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas:** matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p. 255-292.

CONCLUSÕES FINAIS

A maçã cultivar Joaquina apresentou características de uma fruta comercial, *doce-amarga* como a Fuji e a Gala. Seu suco não apresentou um bom índice de aceitação, porém o produto fermentado foi bem aceito e preferido quando submetido à avaliação sensorial.

Os fermentados de maçã Gala e Joaquina obtidos pelo processo de redução de biomassa apresentaram açúcares residuais da própria fruta pelo fato da fermentação ser parcial, e uma graduação alcoólica menor quando comparados àqueles produzidos pela fermentação rápida, proporcionando produtos mais doces e mais apreciados pelos consumidores.

Os compostos acetato de etila, acetato de 2-fenil etila e acetato de hexila, nas concentrações encontradas, conferem aos fermentados aromas frutados e perfumados. De acordo com a concentração de acetato de isoamila encontrada, o fermentado Joaquina doce apresentou aroma mais frutado, enquanto que o fermentado Gala doce apresentou aroma pungente.

O fermentado Joaquina seco apresentou maior concentração em etanal, enquanto que o fermentado Joaquina doce a menor. O fermentado Joaquina seco apresentou maiores concentrações de 2-fenil etanol e os dois fermentados com redução de biomassa (doce) apresentaram valores ainda baixos. As concentrações de octanoato de etila foram mais baixas do que as desejáveis. As baixas concentrações em hexanol nos fermentados varietais indicaram resultado satisfatório porque esse composto em concentrações elevadas confere aromas indesejáveis. As concentrações obtidas para o ácido octanóico não influenciaram negativamente na qualidade dos fermentados elaborados.

A razão álcoois e ésteres para o fermentado Joaquina submetido à redução parcial de biomassa (doce), apresentou maior intensidade de aroma quando comparado com o fermentado Gala submetido ao mesmo processo. Apesar da razão entre álcoois e ésteres do fermentado Joaquina seco ter sido maior, não foi significativa sensorialmente.

O fermentado de maçã cv Joaquina doce apresentou a melhor média de aceitação entre as amostras avaliadas, melhor aparência, cor, aroma e sabor. Em segundo lugar aparece o fermentado de maçã cv Joaquina seco.

Apesar de não ter sido percebida diferença sensorial no aroma das sidras avaliadas, a qualidade desse aroma nos produtos fermentados pelo processo de redução de biomassa apresentou médias maiores do que àqueles conduzidos por fermentação completa, sendo os fermentados da cv Joaquina os que obtiveram melhores notas.

Quanto à preferência, a sidra Joaquina doce foi a mais preferida em relação às outras, sendo constatada uma intenção de compra de 60%.

Os fermentados da cultivar Gala apresentaram características menos apreciáveis do que a cv Joaquina. Em função dos resultados, sua utilização é indicada para o processo com redução de biomassa.

Os resultados indicam que a cultivar Joaquina tem propriedades inerentes ao fenótipo que permitem utilizá-la para elaboração de fermentado, apresentando respostas sensoriais satisfatórias que comprovam sua viabilidade para produção de sidra varietal de qualidade.

SUGESTÕES

Realizar a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para as sidras elaboradas, descrevendo o perfil sensorial dos produtos.

Treinar uma equipe sensorial para avaliar os aromas extraídos das sidras, fazendo correlação com resultados obtidos pela CG-O.

Realizar a cromatografia a gás-olfatométrica (CG-O) para a sidra varietal Joaquina seco e doce correlacionando os cromatogramas com aromagramas médios da equipe sensorial, definindo a importância odorífera de cada composto e seu impacto sobre o produto.

Aplicar a espectrometria de massa (EM) para a identificação dos inúmeros compostos que compõem o aroma.

Avaliar o potencial de outras cultivares de maçãs, através da fermentação com redução de biomassa, e aplicar a CG-O para caracterizar cultivares potenciais para elaboração de sidras varietais aromáticas.