

ELABORAÇÃO DE FERMENTADO FRISANTE DE MAÇÃ COM CARACTERÍSTICAS SEMELHANTES À SIDRA FRANCESAS

JOSÉ RICARDO FERREIRA DE CARVALHO*
KAROLLINE MARQUES DA SILVA**
DEISE ROSANA SILVA SIMÕES***
GILVAN WOSIACKI****
ALESSANDRO NOGUEIRA*****

Este trabalho teve como objetivo elaborar fermentado frisante de maçã com características de qualidade baseadas na sidra francesa e na preferência do consumidor brasileiro. Utilizou-se suco despectinizado da cultivar Gala no processo de crioconcentração e na elaboração do fermentado. Diluiu-se o grau alcoólico para 4,5º GL, sendo as correções de açúcares com o crioconcentrado e de acidez com ácido cítrico efetuadas com base no resultado da preferência dos consumidores pelo teste de ordenação. Definiu-se a espuma após teste com alginato de propileno glicol. O teor residual de açúcares corrigido com o suco crioconcentrado foi de 50 g.L⁻¹, aumentando seu o teor de fenólicos e sua atividade antioxidante. Corrigiu-se a acidez para 0,75 g.100mL⁻¹, tornando-a semelhante à da sidra francesa. A espuma, próximo ao natural, porém mais persistente foi conseguida com adição de alginato de propileno glicol na proporção de 4,0 g.hL⁻¹. O índice de aceitação do produto foi de 81,63% com tendência de intenção de compra de aproximadamente 85%, indicando que o produto atende ao gosto do consumidor. Desta forma, elaborou-se bebida com características da sidra francesa com ótima aceitação pelos consumidores e potencial de mercado.

PALAVRAS-CHAVE: CRIOCONECENTRADO; FERMENTADO DE MAÇÃ; FENÓIS; ATIVIDADE ANTIOXIDANTE; AVALIAÇÃO SENSORIAL.

- * Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR (e-mail: ricardocarvalho@bol.com.br).
- ** Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/Fundação Araucária, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, PR (e-mail: karollinesilva@gmail.com).
- *** Professora, Doutora em Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, PR (e-mail: deise.rsimoes@gmail.com).
- **** Pesquisador Sênior, Bolsista de PP/CNPq, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos (MesCTA), UEPG, Ponta Grossa, PR (e-mail: wosiacki@uol.com.br).
- ***** Professor, Doutor em Processos Biotecnológicos Agroindustriais, Departamento de Engenharia de Alimentos, UEPG, Ponta Grossa, PR (e-mail: alessandronog@yahoo.com.br).

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos, a produção de maçãs cresceu mais de 6.000%. Na safra de 1977/1978 foram produzidas 14.218 toneladas e em 2007/2008 esse número chegou a 900.418 toneladas. Porém, a maior safra registrada foi em 2006/2007, com 993.225 toneladas (FERREIRA, 2009). A produção de maçãs no Brasil está concentrada (99%) abaixo do Trópico de Capricórnio. O Estado de Santa Catarina responde por 51% da produção nacional, seguido pelo Rio Grande do Sul (44%) e Paraná (5%). Os três grandes pólos produtores são Vacaria (RS), São Joaquim (SC) e Fraiburgo (SC) e as cultivares Gala e Fuji representam mais de 90% da produção (EPAGRI, 2002; WOSIACKI *et al.*, 2008). Cerca de 20% a 30% das maçãs não apresenta qualidade para a comercialização *in natura*, devido fatores climáticos e fitopatológicos, sendo encaminhadas ao setor agroindustrial de processamento de sucos (clarificado, néctares e concentrado) ou produtos fermentados (sidra e vinagre) e destilados (*eau-de-vie* e calvados) (PAGANINI *et al.*, 2004).

As frutas sem pontos de podridão podem ser destinadas ao processamento de suco. A maior parte da produção de suco de maçã é exportada para os Estados Unidos da América sob a forma de suco clarificado concentrado (75ºBrix) para a elaboração de produtos infantis devido à pouca acidez (em média 0,36 g.100 mL⁻¹) e baixa adstringência. O teor de fenóis com média de 311 mg.L⁻¹, especialmente de procianidóis, e a baixa acidez são responsáveis pelo sabor tanante e essenciais para o desenvolvimento do sabor e da qualidade da bebida (WOSIACKI *et al.*, 2008; WOSIACKI e NOGUEIRA, 2010). Frutas de qualidade inferior são encaminhadas para a fabricação do fermentado de maçã, base para a elaboração da sidra, formulação de outras bebidas alcoólicas, vinagres e de destilado de maçã (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

O consumo de bebidas fermentadas de maçã vem diminuindo em função da falta de qualidade e de acompanhamento das tendências de mercado. A sidra brasileira tem sido elaborada da mesma forma desde a década de 70, momento em que foi estilizada para ser semelhante ao vinho branco frisante ou espumante (que “estoura”), além da embalagem ser parecida com a do champanha. Para isso, a formação de cor pela reação de escurecimento enzimático foi eliminada por adições de sulfito na etapa de Trituração, o que afeta diretamente a formação de aromas por leveduras oxidativas ou não convencionais presentes na epiderme das frutas. A fermentação alcoólica conduzida de forma rápida promove o aparecimento de aromas com notas “de fermento” que normalmente devem ser corrigidos antes do engarrafamento. O Decreto nº. 6.871 (BRASIL, 2009), que regulamenta a Lei nº. 8.918 (BRASIL, 1994) sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas possibilita que a sidra brasileira seja elaborada com adição de água e com elevadas concentrações de açúcar, podendo conter a mesma quantidade encontrada na maçã (cerca de 120,0 g.L⁻¹).

A sidra francesa é completamente diferente. A matéria-prima consiste de maçãs industriais com elevados teores de taninos, que conferem adstringência à bebida e acidez superior a das maçãs comerciais, tornando-a refrescante. A coloração varia do amarelo-claro ao laranjado-escuro, semelhante ao suco de maçã clarificado. Apresenta fermentação alcoólica lenta, obtida pela redução de biomassa (NOGUEIRA *et al.*, 2008), que promove a formação de aromas “frutados e/ou florais” por leveduras não convencionais, atributos muito desejados e procurados pelos consumidores. A fermentação não é conduzida até a exaustão, permitindo a permanência de açúcares residuais da própria fruta e proporcionando baixo grau alcoólico. Tais características distinguem essa bebida, reconhecida como uma das melhores mundialmente (NOGUEIRA e WOSIACKI, 2010).

Os compostos fenólicos da maçã influenciam a cor do suco, seu gosto amargo e a sensação de adstringência na formação de componentes dos aromas e claridade do suco. O interesse pelos compostos fenólicos reside na sua capacidade antioxidante, que contribui para a proteção dos efeitos prejudiciais de espécies reativas de oxigênio e peroxidação de lipídios que podem estar ligados a condições patológicas como, aterosclerose, câncer e inflamações crônicas (MANGAS *et al.*, 1999; LEE e SMITH, 2000; GOSSÉ *et al.*, 2005; SEERAM e NAIR, 2002). O perfil e a quantidade de compostos fenólicos em sucos de maçãs e sidras dependem do cultivar de maçã, do seu grau de maturação, das

condições culturais e do tipo de extração durante a operação de prensagem (LEA e ARNOLD, 1978). No processamento, a concentração de fenóis pode ser modificada pela reação de escurecimento enzimático devido à ação da polifenoloxidase (PPO) e formação de precipitados (CLIFF *et al.*, 1991; ZARDO *et al.*, 2008). Dessa forma, as maiores perdas de compostos fenólicos no processamento de maçãs ocorrem pela oxidação durante e após a operação de trituração, devido extração incompleta dos tecidos da fruta e durante a clarificação do suco (SLUIS *et al.*, 2002; SHAHIDI e NACZK, 1995).

A crioconcentração, concentração de alimentos líquidos por congelamento, envolve a cristalização fracionada da água em gelo e sua subsequente remoção sem alteração de outros componentes. Nos sucos, as baixas temperaturas usadas no processo causam alta retenção de compostos aromáticos (FELLOWS, 2006). A concentração por congelamento de suco de maçã pode aumentar até 3 vezes seu teor de fenóis, apenas dobrando-se o teor de açúcares (WIECHETECK *et al.*, 2005).

Uma das mais importantes características de bebidas gaseificadas é a espuma, pois consiste no primeiro atributo percebido pelos consumidores. A sua formação está ligada à presença de pequenas bolhas lentamente liberadas através do líquido e sua persistência são características apreciadas (LIGER-BELAIR *et al.*, 1999). As bolhas de gás aumentam a percepção sensorial de vinhos frisantes por transportarem moléculas de aromas (LIGER-BELAIR *et al.*, 2001). A composição química de vinhos influencia a formação de espuma. Compostos nitrogenados, principalmente aminoácidos e polissacarídeos, apresentam correlação positiva com a formação e estabilidade de espumas (ANDRÉS-LACUEVA *et al.*, 1996; ANDRÉS-LACUEVA *et al.*, 1997; LÓPEZ-BARAJAS *et al.*, 1998; MORENO-ARRIBAS *et al.*, 2000). Porém, alguns autores discordam com relação às proteínas de vinhos e sua influência na formação de espuma (PUEYO, MARTIN-ALVAREZ e POLO, 1995). Na sidra, segundo Blanco-Gomis *et al.* (2007), foi observado que proteínas de massa molecular entre 75,3 e 154,4 kDa são as principais responsáveis pela formação de espuma, afetando diretamente o tempo de estabilidade. Alguns ácidos não voláteis, como o tartárico e o málico, exercem influência positiva na formação de espuma, enquanto o etanol, a acidez volátil e o dióxido de enxofre apresentam contribuição negativa para esse parâmetro (GIRBAU-SOLÁ *et al.*, 2002; LÓPEZ-BARAJAS *et al.*, 1998). Durante o estudo de espuma em bebidas frisantes torna-se necessário avaliar os seguintes parâmetros: [1] altura da espuma (AE), [2] altura de estabilidade da espuma (AEE) e [3] tempo de estabilidade (TE). AE está relacionada com a capacidade de formar espuma e consiste no principal indicador desse parâmetro para fermentados de frutas (GALLART *et al.*, 2004), AEE representa a capacidade de manter o colar estável e TE está relacionado à estabilidade da espuma (BLANCO-GOMIS *et al.*, 2007).

O objetivo deste trabalho foi a elaboração de fermentado frisante de maçã, a partir de maçãs provenientes do descarte comercial, com características de qualidade semelhantes à da sidra francesa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MAÇÃS

Na elaboração do produto foi utilizada a cultivar Gala, aproximadamente 100 kg, safra 2007/2008, adquirida no comércio da cidade de Ponta Grossa (PR). As frutas foram selecionadas e armazenadas a 10°C (refrigeradores) até o momento do seu processamento em suco e fermentado alcoólico. Os reativos utilizados foram *pro analysis* e os equipamentos e materiais fornecidos pelos Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

2.2 MICRORGANISMO

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* Fermol® Bouquet (AEB Group), comercializada na forma seca ativa, foi utilizada nos experimentos como inóculo de levedura fermentativa.

2.3 FERMENTADOR PILOTO

Desenvolveu-se fermentador em aço inox, com capacidade para 25 litros, resistente à pressão de 2,0 bar (Figura 1), sendo o gás carbônico (CO_2) adquirido da empresa White Martins. O cilindro utilizado tem capacidade de 5,0 kg de CO_2 com teor de pureza entre 98 a 99%. O gás foi incorporado na bebida na etapa final, no fermentador piloto mediante sistema desenvolvido para essa finalidade, consistindo de válvula em aço inoxidável conectada ao tanque e envolvida com pedra vulcânica porosa (Figura 1 acessório 10), conectado numa válvula de controle de entrada do gás e de controle da pressão interna do cilindro (Figura 1 acessório 8). Usou-se para a dissolução do gás, temperatura próxima de zero grau Celsius, obtida mediante banho termostatizado (Tecnal, TE 2000) com circulação de água fria pela camisa do tanque. O tempo do processo foi de aproximadamente 30 minutos, variando conforme a temperatura. Estabeleceu-se a pressão de gás carbônico no produto em 2,0 bar.

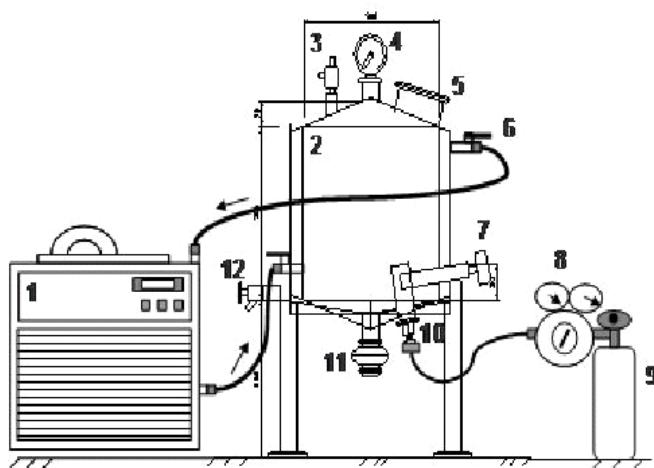


FIGURA 1 - DESENHO DO FERMENTADOR PILOTO

(1) sistema refrigeração; (2) tanque encamisado de aço inox; (3) válvula de segurança regulada para 2 bar; (4) manômetro; (5) abertura para entrada de amostra e limpeza; (6) válvula de saída de água fria; (7) termômetro; (8) válvula reguladora de gás carbônico; (9) cilindro de gás carbônico; (10) válvula para injeção de gás carbônico; (11) dreno e (12) ponto de coleta de amostra ou do produto.

2.4 SUCO DE MAÇÃ DESPECTINIZADO

As maçãs foram selecionadas, lavadas e fragmentadas em processador de laboratório (Metvisa, Tipo MPA). Submeteu-se a massa ralada à pressão de 3,0 kgf.cm^2 durante 5 minutos (Prensa hidráulica Eureka, Hoppe Ind. Ltda, Brasil). Não foram utilizados antioxidantes. O suco bruto foi tratado com pectinase (Pectinex 3XL, Novozymes do Brasil) na concentração de 3,0 mL.hL^{-1} , durante 60 minutos a 45°C, sendo trasfegado após sedimentação (WOSIACKI *et al.*, 1989). Esse produto foi utilizado no experimento de elaboração da bebida, na obtenção do crioconcentrado e do fermentado de maçã e também no experimento de verificação de perda de fenóis pela clarificação com gelatina.

2.5 SUCO DE MAÇÃ CRIOCONECENTRADO

Distribuiu-se o suco varietal de maçã despectinizado em formas de alumínio de 40 cm x 20 cm, as quais foram sobrepostas e intercaladas com folha de polipropileno de 1,0 cm e condicionadas em freezer horizontal a -18°C. Após 24 horas, o produto congelado foi transferido para recipiente de tecido (*cheese cloth*) e centrifugado a 2800 rpm (WAMKE, Centrífuga Cônsl) até cessar a

saída de suco da centrífuga, separando dessa forma o gelo do suco concentrado (WIECHETECK *et al.*, 2005).

2.6 FERMENTADO DE MAÇÃ

O fermentado de maçã foi elaborado segundo Nogueira *et al.* (2007). O suco de maçã despectinizado foi transferido para fermentadores esterilizados de 0,5 a 25,0 L. Nos fermentadores de 0,5 L (Erlenmeyer) utilizou-se batoque em solução de metabissulfito de potássio a 300 mg.L⁻¹ (M1005.01AG – Synth). No fermentador piloto, a anaerobiose foi mantida com a pressão de gás carbônico através da válvula de segurança, calibrada para suportar no máximo 2 bar de pressão. Utilizou-se levedura comercial seca ativa *Saccharomyces cerevisiae* re-hidratada conforme recomendações do fabricante e inoculada na população de $2,0 \times 10^6$ células.mL⁻¹ em todos os ensaios de fermentação.

2.7 ELABORAÇÃO DO PRODUTO

Diluiu-se o fermentado de maçã com água destilada até o grau alcoólico de 4,5°GL (Figura 2), que foi utilizado em misturas com suco crioconcentrado nos teores finais de 30,00; 50,00 e 70,00 g.L⁻¹ de açúcares residuais. Para cada mistura corrigiu-se o pH com ácido cítrico (18427-Biotec) a partir de solução a 30% nos seguintes teores de acidez 0,95; 0,75; 0,60 e 0,45 g.100mL⁻¹. As misturas foram analisadas sensorialmente por teste de ordenação-preferência, visando eleger a combinação preferida.

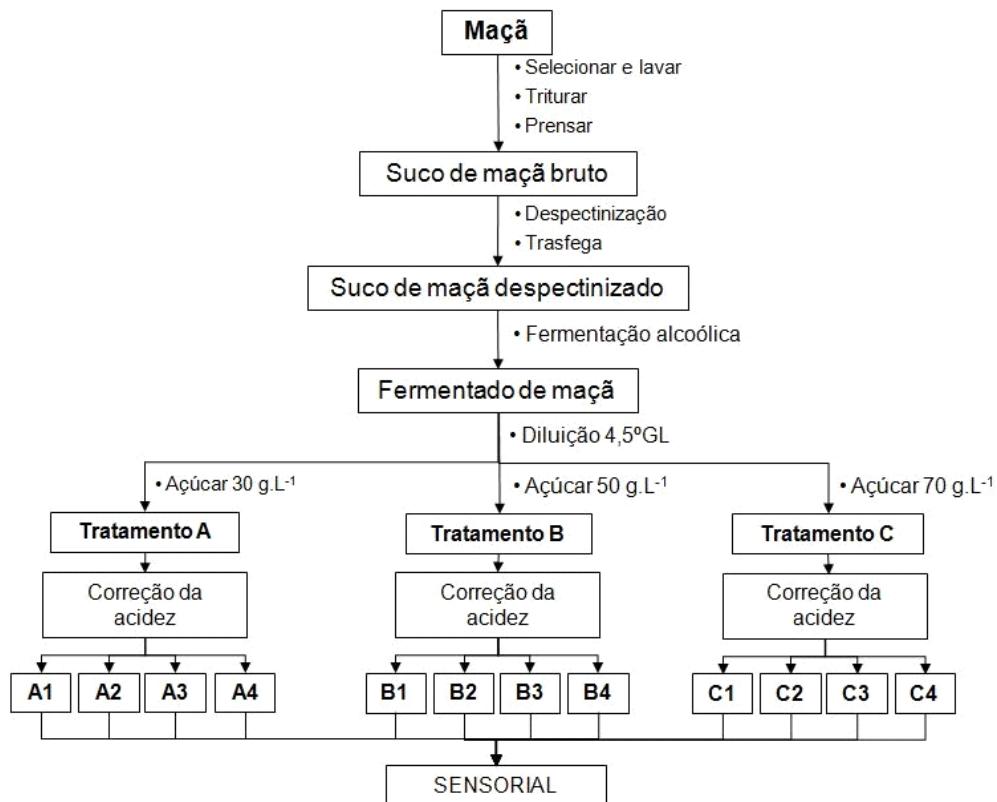


FIGURA 2 - FLUXOGRAMA EXPERIMENTAL DE DESENVOLVIMENTO DA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE MAÇÃS

Avaliação do açúcar (crioconcentrado) 30 (A); 50 (B) e 70 (C) g.L⁻¹ e da acidez 0,90 (1); 0,75 (2); 0,60 (3) e 0,45 (4) g.100mL⁻¹.

2.8 MONITORAMENTO DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Monitorou-se a fermentação pela contagem de leveduras vivas em câmara de Neubauer (XB-K-25, SMIC, China) (LEE, ROBINSON e WANG, 1981) e estabeleceu-se a cinética de fermentação pela perda de gás carbônico. Durante a fermentação, o açúcar transformado em etanol libera gás carbônico, determinado pela perda de massa monitorada por sucessivas pesagens do fermentador (ROGER *et al.*, 2002). O grau alcoólico foi determinado por ebulliometria.

2.9 CONCENTRAÇÃO DO ESTABILIZANTE DE ESPUMA

Testou-se o alginato de propileno glicol (Kelcoloid) nas concentrações de 3,0; 4,0 e 5,0 g.hL⁻¹. O estabilizante foi dissolvido em água a 30°C e aquecido até a temperatura de 65°C com auxílio de agitador com aquecimento. A solução permaneceu em repouso para equilíbrio da temperatura com a do ambiente, sendo logo em seguida adicionada à bebida em pequenas doses. Foram usadas nos testes, em triplicata, taças de vidro de 12 cm de altura com 190 mL de volume. Amostra gaseificada, na temperatura de 10°C, foi adicionada na mesma vazão até a espuma atingir a borda da taça. Nesse momento determinou-se o tempo de persistência da espuma e suas características visuais.

2.10 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os teores de glucose foram determinados por método enzimático e os açúcares redutores pelo método clássico de Somogyi-Nelson, conforme descrito por Tanner e Brunner (1985), expressos em g.100 mL⁻¹, enquanto a frutose foi calculada por diferença. A sacarose para ser analisada por essa técnica foi, previamente, hidrolisada com HCl concentrado (5,0 mL de amostra/1,0 mL de ácido). A acidez total titulável, calculada com o fator do ácido málico foi determinada com NaOH 0,1 M, utilizando-se fenolftaleína 1% como indicador (IAL, 2008). Analisou-se a acidez volátil pelo arraste de vapor e titulação com NaOH 0,1 N na presença de fenolftaleína 1% como indicador, usando-se no cálculo o fator do ácido acético (CHAVARRIA, *et al.*, 2008). O teor de álcool etílico foi determinado por ebulliometria e o teor de nitrogênio total pelo clássico método de Kjedhal, segundo Julien, Trioli e Dulau (2001). Os compostos fenólicos foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteau (SINGLETON e ROSSI, 1965). Em tubo de ensaio foram adicionados 8,4 mL de água destilada, 100 µL de amostra ou padrão de catequina, devidamente diluída, e 500 µL do reativo de Folin-Ciocalteau. Após 3 min de reação adicionou-se 1,0 mL de carbonato de sódio saturado em cada tubo, que foram agitados. Depois de 1 h efetuou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Shimadzu – Mod. UV-Mini 1240) a 720 nm, tendo como branco a solução contendo os reativos da análise e o inibidor enzimático. Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹ de fenólicos totais, utilizando-se catequina como padrão (200 mg.L⁻¹).

2.11 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Para a determinação da atividade antioxidante utilizou-se o método de FRAP, descrito por Benzie e Strain (1996) e Pulido, Bravo e Saura-Calixto (2000). Como padrão usou-se o reativo ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-carboxílico (TROLOX – Flucka Chemicals Suisse – Cód. 56510) em concentração apropriada para a diluição realizada em cada amostra. Em seguida, 3,0 mL do reagente FRAP e 0,1 mL do padrão ou amostra foram adicionados em tubo de ensaio e a leitura da absorbância realizada a 593 nm, utilizando-se o reagente FRAP como branco. O resultado foi expresso como µmol de redução de ferro/poder antioxidante (valor de FRAP).

2.12 AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA (TESTE DE ORDENAÇÃO)

As avaliações sensoriais dos produtos elaborados foram realizadas após aprovação do projeto de pesquisa pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP), de acordo com o parecer n° 44/2008

referente ao protocolo 11242/08. Todos os julgadores estavam cientes desse protocolo de pesquisa e participaram das avaliações sensoriais de livre e espontânea vontade, sendo informados que poderiam desistir dos trabalhos em qualquer momento da pesquisa. Participaram da avaliação sensorial de preferência dos fermentados de maçãs 50 pessoas, distribuídas entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários administrativos da UEPG. O teste de ordenação NBR 13.170 (ABNT, 1994) foi aplicado para os fermentados do grupo A (30 g.L^{-1} de açúcar residual com os teores de acidez 0,90 (1); 0,75 (2); 0,60 (3) e 0,45 (4) g.100mL^{-1}), grupo B (50 g.L^{-1} de açúcar residual com os mesmos teores de acidez) e grupo C (70 g.L^{-1} de açúcar residual com os mesmos teores de acidez) (Figura 2). Primeiramente, aplicou-se o teste de ordenação para cada grupo, visando definir a combinação do teor de açúcar e acidez preferida pelos consumidores nas concentrações propostas. Após as avaliações, a amostra preferida em cada grupo foi novamente submetida ao teste de ordenação a fim de eleger o produto preferido pelos consumidores. O teste foi realizado em cabines individuais sob luz branca no Laboratório de Análise Sensorial da UEPG. As amostras foram codificadas com números aleatórios e servidas aos julgadores em taças formato tulipa, confeccionadas em policloreto de vinila (PVC) transparente com 55 mL de capacidade. As amostras foram mantidas refrigeradas até o momento da avaliação (7°C), sendo servida a quantidade de 30 mL. Foi solicitado aos julgadores que, entre uma amostra e outra, lavassem a boca com água para retirada do gosto residual da amostra anterior e que ordenassem as amostras com relação à preferência (FERREIRA *et al.*, 2000), colocando-as em ordem decrescente (a amostra preferida em primeiro lugar e assim sucessivamente), conforme modelo proposto na Figura 3.

TESTE DE ORDENAÇÃO					
Universidade Estadual de Ponta Grossa					
Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos					
Nome			Data		
Sexo () F () M			Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50		
Avalie as amostras codificadas de fermentado de maçã e coloque-as em ordem de preferência, sendo a mais preferida em primeiro lugar:					
Código das amostras:					
1	_____	2	_____	3	_____
4	_____				
Observações:					

FIGURA 3 - FICHA DE TOMADA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DA BEBIDA FRISANTE DE MAÇÃ

2.13 TESTE SENSORIAL DE ACEITABILIDADE DA BEBIDA

A aceitabilidade do fermentado frisante de maçã foi avaliada de acordo com a metodologia descrita por FARIA e YOTSUYANAGI (2002). Participaram da avaliação 168 consumidores, compreendendo alunos de graduação, pós-graduação, professores e funcionários da UEPG (parecer aprovado pela COEP nº 44/2008). A amostra de fermentado frisante de maçã foi codificada com números aleatórios e servida refrigerada (7°C) aos consumidores em taças formato tulipa na quantidade de 30 mL. Aos consumidores foi solicitado que avaliassem a amostra de acordo com a escala proposta

pela NBR 14.141 (ABNT, 1998) com relação à aceitabilidade. A intenção de compra do produto foi determinada perante a atitude do consumidor em situação hipotética de compra, usando-se escala hedônica de 7 pontos (Figura 4).

TESTE DE ACEITABILIDADE	
Universidade Estadual de Ponta Grossa	
Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos	
Nome: (opcional).....	Data:
Sexo: () F () M	Idade: () < 25 () 25-35 () 36-50 () > 50
1- Você está recebendo uma amostra de uma bebida de baixo grau alcoólico. 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 - Indiferente 3 - Desgostei 2 - Desgostei muito 1 - Desgostei muitíssimo	
2- Agora, indique sua atitude com o produto caso encontre o mesmo numa situação de compra independente do local.	
() Certamente eu compraria () Provavelmente eu compraria () Talvez eu compraria () Talvez eu compraria / Talvez eu não compraria () Provavelmente eu não compraria () Certamente eu não compraria	
Observações:	

FIGURA 4 - FICHA DE TOMADA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DO FERMENTADO FRISANTE DE MAÇÃ

2.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos dados referentes à preferência das amostras por ordenação foi realizada segundo a tabela de Newell e Mac Farlane 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, caso 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. O índice de aceitabilidade do fermentado frisante de maçã foi obtido pela média das respostas dos consumidores. A atitude de compra do produto foi demonstrada na forma de histogramas e porcentagem de intenção de compra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS PRODUTOS ISOLADOS

Na Tabela 1 podem ser observados os valores médios da composição físico-química do suco de maçã da cultivar Gala, utilizado para elaborar o crioconcentrado e o fermentado de maçã. Os valores de açúcares atestam o grau de maturidade das frutas e correspondem aos encontrados por Wosiacki *et al.* (2008). Segundo a classificação de Drilleau (1991), as frutas são consideradas boas

(130 – 138 g.L⁻¹) em relação ao teor total de açúcares. Os baixos teores de acidez (< 0,45 g.100mL⁻¹) indicam que esse suco é proveniente de maçãs produzidas para o consumo *in natura* (PAGANINI *et al.*, 2004). O teor de fenóis de 353 mg.L⁻¹ mostrou-se semelhante aos valores médios de sucos de maçãs provenientes de maçãs de mesa (WOSIACKI *et al.*, 2008). Os teores de nitrogênio de 94,97 mg.L⁻¹ permitem classificar o mosto em concentrações normais (75-149 mg.L⁻¹) para o desenvolvimento das leveduras durante o processo de fermentação alcoólica de mosto de maçãs (NOGUEIRA, QUÉRÉ e BULDIN, 2003).

Os valores físico-químicos do suco crioconcentrado com base nos açúcares indicam concentração de aproximadamente 3,3 vezes. Entretanto, a atividade antioxidante e o teor de nitrogênio do crioconcentrado aumentaram, aproximadamente, cinco (5) e quatro (4) vezes, respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SUCO DE MAÇÃ DESPECTINIZADO E DO SEU CRIOCONECENTRADO (CV. GALA)

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	SUCO	CRIOCONECENTRADO
ART g.100 mL ⁻¹	13,55 ± 0,26	44,45 ± 0,01
AR g.100 mL ⁻¹	11,33 ± 0,39	40,64 ± 1,74
Glucose g.100 mL ⁻¹	2,61 ± 0,02	8,26 ± 0,09
Frutose g.100 mL ⁻¹	8,72 ± 0,41	32,39 ± 1,70
Sacarose g.100 mL ⁻¹	2,21 ± 0,56	4,81 ± 0,34
Nitrogênio mg.L ⁻¹	94,97 ± 0,001	396,45 ± 0,01
Acidez titulável, g.100 mL ⁻¹	0,25 ± 0,01	0,70 ± 0,01
Fenóis totais, mg.L ⁻¹	353 ± 6	991 ± 24
Frap, µMol	3462 ± 139	11429 ± 598

Nota: (ART) açúcar redutor total; (AR) açúcar redutor.

A fermentação alcoólica foi conduzida no fermentador de 25 L, com 20 litros de volume útil, em anaerobiose durante 10 dias à temperatura ambiente (20-27°C). Em pequenos fermentadores de 500 mL (erlenmeyer) monitorou-se a fermentação e a perda de massa por liberação de gás carbônico (durante 15 dias) por pesagens do fermentador (Figura 5). Observou-se que após 6 dias de fermentação, com população inicial de 1,0 x 10⁷ células.mL⁻¹, os açúcares fermentescíveis foram totalmente consumidos, produzindo o total de 6,7°GL de etanol. Esse resultado, confirmado pela estabilização do peso do fermentador no mesmo tempo, indica o fim da liberação de gás carbônico. Para atingir a população máxima de leveduras (1,0 x 10⁸ células.mL⁻¹) foram consumidos aproximadamente 60 mg.L⁻¹ de nitrogênio total. Segundo Nogueira, Quere e Buldin (2003), de 20 a 30 mg.L⁻¹ de nitrogênio em mosto de maçãs são constituídos de aminoácidos não assimiláveis, justificando o residual encontrado (Figura 5B). Após 7 dias de fermentação, as leveduras iniciaram a fase de declínio celular e devido à autólise das células com liberação de compostos nitrogenados no meio, o teor de nitrogênio total aumentou para próximo de 60 mg.L⁻¹. Nessas condições, o processo de fermentação alcoólica terminou em 5 dias, tempo relativamente curto e interessante para indústria. Porém, esses compostos nitrogenados liberados no fermentado de maçã podem participar da formação de espuma na bebida, pois foram identificadas proteínas de massa molecular entre 75,3 e 154,4 kDa em sidras, que seriam as responsáveis pela formação da espuma característica (BLANCO-GOMIS *et al.*, 2007). Na maçã, existem apenas traços de proteínas, sendo o seu teor em compostos nitrogenados constituído de aminoácidos (LEA e DRILLEAU, 2003).

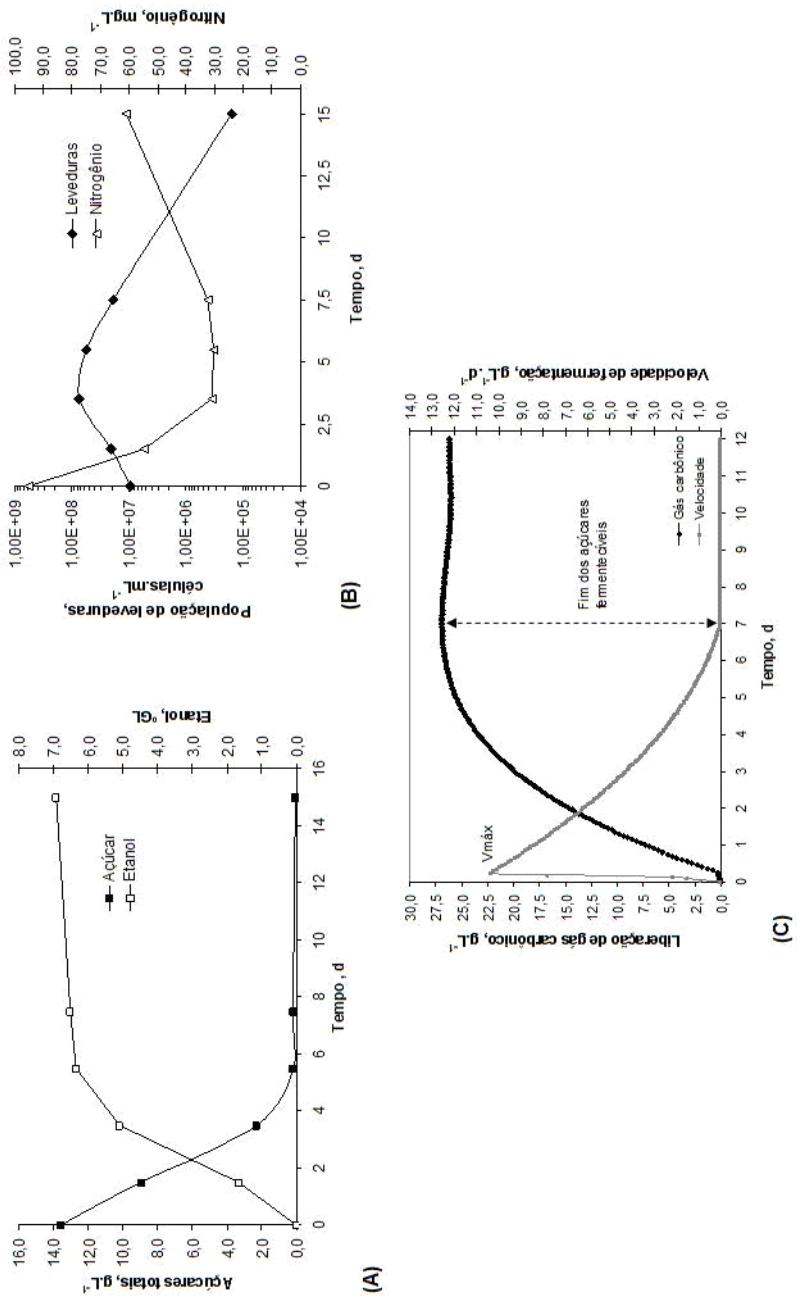


FIGURA 5 - MONITORAMENTO DA FERMENTAÇÃO: (A) CONSUMO DE AÇÚCARES E PRODUÇÃO DE ETANOL; (B) CURVA DE CRESCIMENTO DAS LEVEDURAS E EVOLUÇÃO DO NITROGÊNIO E (C) LIBERAÇÃO DE GÁS CARBÔNICO E VELOCIDADE DE FERMENTAÇÃO

Na Tabela 2 pode ser observada a composição físico-química do fermentado de maçã após 10 dias de fermentação. Os valores médios de açúcar confirmam o resultado da perda de massa. O teor alcoólico final de 6,9°GL corresponde ao teor de açúcar utilizado pela levedura. A acidez do fermentado mostrou-se semelhante à acidez do suco de maçã. O teor de fenóis diminuiu 16% com o processo fermentativo, próximo ao encontrado (12%) por Zardo *et al.* (2008) para a mesma cultivar. Porém, a atividade antioxidante diminuiu 33% em relação ao suco. Nogueira *et al.* (2008) observaram pequena redução no teor de fenóis durante a fermentação, sendo constatada diminuição na concentração de alguns compostos e aumento de outros.

Na elaboração do produto, o fermentado de maçã foi diluído com água potável até o valor de 4,5°GL (Tabela 2) a fim de se padronizar o teor alcoólico da bebida. O fermentado diluído foi corrigido com suco crioconcentrado para aumentar os teores de açúcares, fenóis totais e atividade antioxidante.

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FERMENTADOS DE MAÇÃ PADRÃO E DILUÍDO PARA 4,5°GL

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	FERMENTADO	FERMENTADO (DILUÍDO)
ART g.100 mL ⁻¹	0,05 ± 1,478	0,04 ± 0,001
AR g.100 mL ⁻¹	0,04 ± 0,004	0,03 ± 0,226
Glicose g.100 mL ⁻¹	0,003 ± 0,001	0,002 ± 0,001
Frutose g.100 mL ⁻¹	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01
Sacarose g.100 mL ⁻¹	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Nitrogênio mg.L ⁻¹	60,88 ± 0,001	46,95 ± 0,001
Acidez volátil g.100 mL ⁻¹	0,02 ± 0,001	0,01 ± 0,017
Acidez titulável, g.100 mL ⁻¹	0,23 ± 0,004	0,13 ± 0,007
Teor alcoólico, °GL	6,90 ± 0,020	4,45 ± 0,050
Fenóis totais, mg.L ⁻¹	296 ± 15	196 ± 17
Frap, µMol	2308 ± 161	1517 ± 80

Nota: (ART) açúcar redutor total; (AR) açúcar redutor.

3.2 AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DOS FERMENTADOS FRISANTES DE MAÇÃ

Para avaliação da preferência dos fermentados frisantes de maçã (cultivar Gala), as concentrações de açúcar avaliadas foram de 30 (A), 50 (B) e 70 (C) g.L⁻¹ e as de acidez 0,90; 0,75; 0,60 e 0,45 g.100 mL⁻¹. Esses valores foram definidos após a realização de testes em laboratório com 50 participantes, sendo 53% mulheres e 47% homens. Os consumidores representaram o público jovem, sendo mais de 90% deles com idade inferior a 35 anos.

Na Tabela 3 pode ser observada a somatória das ordens obtidas a partir do teste de ordenação para preferência com três (3) tratamentos (A, B e C) e quatro (4) teores de acidez. No grupo do tratamento A, o fermentado denominado A1 foi o preferido e o A4 o menos preferido. A partir da diferença mínima significativa (DMS) obtida pela tabela de Newell e Mac Farlane (QUEIROZ e TREPTOW, 2006) para cinquenta julgamentos e quatro fermentados obteve-se o valor 34. De acordo com esse valor pode-se dizer que não foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os fermentados A2, A3 e A4, sendo o fermentado A1 diferente dos demais. Conforme os resultados pode-se dizer que para o teor de açúcar de 30 g.L⁻¹, a bebida com acidez de 0,90 g.100mL⁻¹ foi a preferida. No grupo do tratamento B, os valores de B1, B3 e B4 ficaram muito próximos não sendo significativos ao nível de probabilidade de 5%. A bebida preferida na concentração de 50 g.L⁻¹ foi o fermentado B2, com correção de acidez para 0,75 g.100 mL⁻¹. O fermentado C3, do grupo C, foi o

preferido na concentração de açúcar de 70 g.L⁻¹ e com acidez de 0,60 g.100 mL⁻¹. O fermentado C2 foi o menos preferido. Entre os demais fermentados não foi detectada diferença significativa ao nível de probabilidade de 5%, com base na tabela de Newell e Mac Farlane (QUEIROZ e TREPTOW, 2006). De acordo com os resultados obtidos pode-se dizer que para o teor de açúcar de 70 g.L⁻¹, o fermentado com acidez de 0,60 g.100 mL⁻¹ foi o preferido.

TABELA 3 - RESULTADOS DO TESTE DE ORDENAÇÃO-PREFERÊNCIA PARA AS AMOSTRAS DE FERMENTADO FRISANTE DE MAÇÃS PADRONIZADO COM 30 (A), 50 (B) E 70 G.L⁻¹ (C) DE AÇÚCAR E COM ACIDEZ DE 0,90 (1); 0,75 (2); 0,60 (3) E 0,45 G.100 mL⁻¹ (4)

Tratamento A (30 g.L ⁻¹ de açúcar)	Σ das ordens	Tratamento B (50 g.L ⁻¹ de açúcar)	Σ das ordens	Tratamento C (70 g.L ⁻¹ de açúcar)	Σ das ordens
A1	87 ^b	B1	128 ^a	C1	129 ^a
A2	123 ^a	B2	85 ^b	C2	157 ^a
A3	134 ^a	B3	138 ^a	C3	90 ^b
A4	156 ^a	B4	149 ^a	C4	124 ^a

DMS = diferença mínima significativa = 34 por Newell e Mac Farlane; totais de ordenação seguida pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si (5%). Avaliação feita com 50 participantes.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da ordenação-preferência para as combinações preferidas de açúcares e acidez. A amostra B2 apresentou a menor soma de ordem, sendo a preferida. Notou-se tendência pela combinação meio ácido e doce, reportada pelo valor intermediário de açúcar e acidez nessa amostra. Essa característica é observada em frisantes de frutas e bebidas não alcoólicas carbonatadas. Sabe-se que existe relação entre docura e acidez e que um estímulo pode se sobrepor ou suprimir a percepção sensorial de outro. Pode-se dizer que a adaptação do estímulo doce aumenta o sabor áspero dos ácidos e vice-versa.

TABELA 4 - RESULTADOS DO TESTE DE ORDENAÇÃO-PREFERÊNCIA PARA AS AMOSTRAS DE FERMENTADO FRISANTE DE MAÇÃS COM TRÊS COMBINAÇÕES DE AÇÚCAR E ACIDEZ

Amostra	A1 (Açúcar: 30,00 g.L ⁻¹ e acidez: 0,90 g.100 mL ⁻¹)	B2 (Açúcar: 50,00 g.L ⁻¹ e acidez: 0,75 g.100 mL ⁻¹)	C3 (Açúcar: 70,00 g.L ⁻¹ e acidez: 0,60 g.100 mL ⁻¹)
Total	193 ^a	136 ^b	171 ^a

NOTA: DMS = diferença mínima significativa = 34 por Newell e Mac Farlane; totais de ordenação seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si (5%). Avaliação feita com 50 participantes.

De acordo com os resultados obtidos, o fermentado frisante de maçã preferido pelos consumidores continha 50 g.L⁻¹ de açúcar e 0,75 g.100 mL⁻¹ de acidez.

Na Tabela 5 pode ser observada a composição físico-química do fermentado diluído, corrigido com suco de maçã crioconcentrado para 50 g.L⁻¹ de açúcares. Esse valor é considerado suave para a sidra francesa, >42 g.L⁻¹ (LEA e DRILLEAU, 2003) e para a sidra brasileira, > 20 g.L⁻¹ (NOGUEIRA e WOSIACKI, 2005), porém sabe-se que o brasileiro prefere bebidas adocicadas e que os europeus apreciam as mais amargas com baixa docura. A correção com o suco crioconcentrado, além de dobrar os valores de nitrogênio total, fenóis totais e atividade antioxidante em relação ao fermentado diluído, enriqueceu o aroma do

fermentado que apresentou características de produto frutado com leve percepção de aroma de maçã. A sidra francesa é reconhecida por apresentar aroma com nota floral e frutado (LEA e DRILLEAU, 2003). O teor de compostos fenólicos no fermentado corrigido ficou acima do valor observado para o suco, porém não ressaltou a adstringência e o teor de atividade antioxidante mostrou-se semelhante ao do suco (Tabela 1). A acidez, que proporciona a sensação de refrescância ao produto foi corrigida para 0,75 g.100mL⁻¹ com adição de ácido cítrico. Segundo Beech (1972) e Drilleau (1991), os mostos de maçã com acidez acima de 0,45 g.100mL⁻¹ e teor de fenóis totais maior que 200 mg.L⁻¹ são classificados como ácido-amargo. Assim, a formulação final proporcionou equilíbrio entre açúcar, taninos e acidez com base nos resultados dos testes sensoriais realizados, definindo o “corpo” da bebida. Na situação francesa torna-se necessária a mistura de cultivares para obtenção de balanço adequado de açúcares, acidez e taninos, parâmetros significativos para a obtenção de produto de qualidade, dificilmente encontrado numa única cultivar (LEA e DRILLEAU, 2003). O residual de açúcares normalmente está situado entre <28 g.L⁻¹ (seca) e 28 -42 g.L⁻¹ (semi-seca), o que intensifica o gosto amargo e ácido (DRILLEAU, 1991).

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FERMENTADO DE MAÇÃ DILuíDO E CORRIGIDO COM SUCO CRIOCONECENTRADO

Análises físico-químicas	Fermentado (corrigido)
ART g.100 mL ⁻¹	4,82 ± 0,23
AR g.100 mL ⁻¹	4,16 ± 0,23
Glicose g.100 mL ⁻¹	1,23 ± 0,01
Frutose g.100 mL ⁻¹	3,71 ± 0,17
Sacarose g.100 mL ⁻¹	0,66 ± 0,10
Nitrogênio mg.L ⁻¹	91,84± 0,01
Acidez volátil g.100 mL ⁻¹	0,02 ± 0,01
Acidez titulável, g.100 mL ⁻¹	0,74 ± 0,01
Teor alcoólico, °GL	4,49 ± 0,036
Fenóis totais, mg.L ⁻¹	429 ± 40
Frap, µMol	3195 ± 164

Nota: (ART) açúcar redutor total; (AR) açúcar redutor;

3.3 ESTABILIZANTE DE ESPUMA

Observou-se pequena formação de espuma no produto gaseificado que se desintegrava rapidamente em testes prévios. Elaborou-se, então, ensaio com diferentes adições do estabilizante alginato propileno glicol com a finalidade de manter por mais tempo a espuma natural do produto. A concentração de 5,0 g.hL⁻¹ do estabilizante proporcionou espuma alta e espessa com persistência >1,5 minutos. Na concentração de 3,0 g.hL⁻¹ (utilizado em cervejaria), a espuma ficou quebradiça com persistência inferior a 40 segundos. Com 4,0 g.hL⁻¹, a espuma mostrou-se semelhante à espuma natural, porém com boa estabilidade (persistência de 1,20 a 1,30 minutos), sendo essa a concentração escolhida para ser adicionada ao produto.

3.4 AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DO FERMENTADO FRISANTE DE MAÇÃS

A porcentagem de homens e mulheres que participaram da avaliação sensorial foi de 52% e 48%, respectivamente. Das 168 pessoas que participaram da avaliação de aceitabilidade do fermentado frisante de maçã, 62% (34% mulheres e 28% homens) pertenciam à faixa etária menor que 25 anos. Do total de participantes, 88% informaram idade inferior a 35 anos, caracterizando a predominância de público jovem.

A partir dos 168 resultados, a média de aceitabilidade obtida para a amostra de fermentado

frisante de maçã foi de 5,72 na escala hedônica de 1 a 7. Transformando o valor médio em índice de aceitabilidade pode-se dizer que o fermentado frisante de maçã obteve índice de 81,63%, considerado muito bom e com boas perspectivas de mercado. Observa-se no histograma representado na Figura 6A que a maior frequência de notas apareceu na parte positiva da escala (entre as categorias “gostei, gostei muito e gostei muitíssimo”), somando 92,29% entre esses grupos. Tal resultado é satisfatório, pois se trata de produto novo. Suas características diferenciadas atenderam ao gosto do consumidor em função da menor graduação alcoólica, cor atraente e a presença de espuma que melhora sua aparência. Essas características foram citadas com maior frequência no local destinado aos comentários na ficha de avaliação da amostra. Apenas pequena parcela (< 5%) dos julgadores atribuiu notas correspondentes a “desgostar” do produto.

Analizando os resultados apresentados sob a forma de histograma (Figura 6B), que reporta a atitude dos consumidores perante o produto, observa-se forte tendência de intenção de compra por parte de aproximadamente 85% dos julgadores, considerando a soma das três últimas categorias. Apenas 6% dos julgadores ficaram indecisos, e menos de 8,5% não comprariam o produto. Esses resultados indicam que a bebida apresenta potencial de mercado significativo e a possibilidade de ser realizada a avaliação da aceitabilidade em grande escala em diversas regiões do Brasil, ou nas regiões com maior consumo de bebidas.

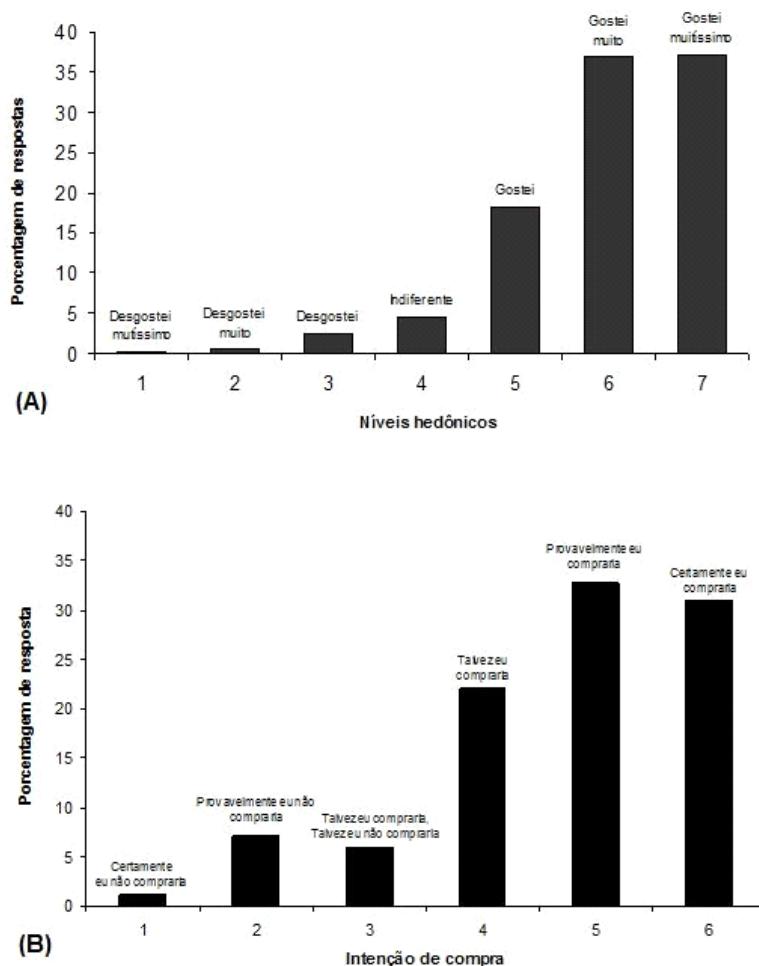


FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DAS PORCENTAGENS DE VALORES ATRIBUÍDOS AO FERMENTADO FRISANTE DE MAÇÃ PARA ACEITABILIDADE (A) E FREQUÊNCIA DAS CATEGORIAS DE INTENÇÃO DE COMPRA PARA O PRODUTO DESENVOLVIDO (B)

4 CONCLUSÃO

O fermentado de maçã diluído para 4,5ºGL foi corrigido com suco crioconcentrado para 50 g.L⁻¹ de açúcares totais. Essa correção aumentou o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante, que permaneceram semelhantes ao do suco antes da fermentação. A mistura do crioconcentrado com o fermentado proporcionou aroma frutado à bebida, intensificado pelo gás carbônico. A acidez, corrigida para 0,75 g.100 mL⁻¹ semelhante à de maçãs ácidas na França, proporcionou equilíbrio entre acidez e açúcares. A espuma, próximo ao natural, porém mais persistente, foi conseguida com a adição de alginato na proporção de 4,0 g.hL⁻¹. A amostra preferida no teste de ordenação foi a que continha 50 g.L⁻¹ de açúcares e 0,75 g.100 mL⁻¹ de acidez. Na avaliação da aceitabilidade obteve-se índice de 81,63% e intenção de compra de aproximadamente 85%, indicando que o produto apresenta potencial tecnológico para comercialização. As principais características atribuídas ao produto pelos consumidores foram a boa aparência, a presença de espuma, o sabor e a baixa graduação alcoólica. Desta forma, foi possível elaborar fermentado frisante de maçã semelhante à sidra francesa a partir de maçã de mesa (Gala), demonstrando a possibilidade de se fabricar produto com qualidade mediante adaptações de tecnologia, conhecimento dos padrões de identidade do produto europeu e preferências do consumidor brasileiro.

ABSTRACT

ELABORATION OF A SPARKLING APPLE WINE WITH CHARACTERISTICS SIMILAR TO THE FRENCH CIDER

In this paper the objective was to elaborate a fermented sparkling beverage with apple based on the French cider standard of quality and on the Brazilian consumer preference. The depectinized Gala juice was used for crio-concentration as well as for fermentation. Alcoholic degree was normalized to 4.5º GL, sugar and acidity were adjusted with crioconcentrate and citric acid respectively according to the sequential order test. Foam was achieved after tests with propyl glycol alginate. Residual sugar content after correction using crioconcentrate juice was of 50 g.L⁻¹, increasing its phenolic compounds and antioxidant activity. Acidity was adjusted to 0.75 g.100 mL⁻¹ becoming similar to the French cider acidity. Foam more stable than the natural was reached with the utilization of propylene glycol alginate at a proportion of 4.0 g.hL⁻¹. The acceptance of the product was of 81.63% and intention of purchase was of approximately 85%, indicating that the product attend to the consumers preference. In this manner was elaborated a beverage with characteristics of the French cider that was well accepted by consumers showing a market potential.

KEY-WORDS: CRYOCONCENTRATE; APPLE WINE; PHENOL; ANTIOXIDANT ACTIVITY; SENSORY ANALYSIS.

REFERÊNCIAS

- 1 ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.141**: escalas utilizadas em análise sensorial dos alimentos e bebidas – testes de aceitabilidade. São Paulo, 1998. 8 p.
- 2 ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.170**: teste de ordenação em análise sensorial. São Paulo, 1994. 7 p.
- 3 ANDRES-LACUEVA, C.; GALLART, M.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Influence of variety and aging on foaming properties of sparkling wine (Cava). I. *J. Agric. Food Chem.*, v. 44, n. 12, p. 3826-3829, 1996.
- 4 ANDRES-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M.; BUXADERAS, S.; DE LA TORRE BORONAT, M.C. Influence of variety and aging on foaming properties of Cava (sparkling wine). II. *J. Agric. Food Chem.*, v. 45, n.7, p. 2520-2525, 1997.
- 5 BEECH, F. English cidermaking: technology, microbiology and biochemistry. *Progress in Industrial Microbiology*, v.11, p.133-213, 1972.
- 6 BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

- 7 BLANCO-GOMIS, D.; MANGAS-ALONSO, J.J.; JUNCO-CORUJEDO, S.; GUTIERREZ-ALVAREZ, M.D. Cider proteins and foam characteristics: a contribution to their characterization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.55, n.7, p.2526-2531, 2007.
- 8 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 4 de junho de 2009.
- 9 CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.S.; ZANUS, M.C.; ZORZAN, C.; MARODIN, G.A.B. Caracterização físico-química do mosto e do vinho Moscato Giallo em videiras cultivadas sob cobertura de plástico. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.43, n.7, p.911-916, 2008.
- 10 CLIFF, M.; DEVER, M.C.; GAYTON, R. Juice extraction process and apple cultivar influences on juice properties. *Journal of Food Science*, v.56, n.6, p.1614-1627, 1991.
- 11 DRILLEAU, J.F. Consolider les connaissances et maîtriser la qualité du produit fini. *Revue Pomme à Cidre*, n.23, p.23-25, 1991.
- 12 EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. *A cultura da macieira*. Florianópolis, 2002. 743 p.
- 13 FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: Ital/Lafise, 2002. 116 p.
- 14 FERREIRA, P. Yes, nós temos maçãs. *Inovação em Pauta*, n. 5, p.43-47, fev./mar., 2009.
- 15 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, 2000, p. 54-71.
- 16 FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos**: princípios e práticas. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- 17 GALLART, M.; TOMÁS, X.; SUBERBIOLA, G.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Relationship between foam parameters obtained by the gas-sparging method and sensory evaluation of sparkling wines. *J. Sci. Food Agric.*, v. 84, n.2, p.127-133, 2004.
- 18 GIRBAU-SOLA, T.; LOPEZ-BARAJAS, M.; LOPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Foam aptitude of trepat and monastrell red varieties in Cava elaboration. 2. Second fermentation and aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.50, n.20, p.5600-5604, 2002.
- 19 GOSSÉ, F.; GUYOT, S.; ROUSSI, S.; LOBSTEIN, A.; FISCHER, B.; SEILER, N.; RAUL, F. Chemopreventive properties of apple procyanidins on human colon cancer-derived metastatic SW620 cells and in a rat model of colon carcinogenesis. *Carcinogenesis*, v.26, n.7, p.1291-1295, 2005.
- 20 IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. In: _____. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 5. ed. São Paulo, 2008.
- 21 JULIEN, A.; TRIOLI, G.; DULAU, L. Maîtrise de la fermentation alcoolique: les facteurs de croissance de la levure et la prévention des arrêts. Partie 2: Gestion de la fermentation alcoolique et prévention des arrêts de fermentation. *Revue des Œnologues*, n.101, p.25-29, 2001.
- 22 LEA, A.G.; ARNOLD, G.M. The phenolics of ciders: bitterness and astringency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.29, n. 5, p.478-483, 1978.
- 23 LEA, A.; DRILLEAU, J.F. Cidermaking. In: LEA, A.G.H.; PIGGOTT, J.R. (Eds.) **Fermented beverage production**. 2nd ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003. p.59-87.
- 24 LEE, C.Y.; SMITH, N.L. Apples: an important source of antioxidants in the American diet. *New York Fruit Quarterly*, v.8, n.2, p.15-17, 2000.
- 25 LEE, S.S.; ROBINSON, F.M.; WANG, H.Y. Rapid determination of yeast viability. *Biotechnology and Bioengineering Symposium*, n.11, p.641-649, 1981.
- 26 LIGER-BELAIR, G.; MARCHAL, R.; ROBILLARD, B.; VIGNES-ADLER, M.; MAUJEAN, A.; JEANDET, P. Study of effervescence in a glass of champagne: frequencies of bubble formation, growth rates, and velocities of rising bubbles. *Am. J. Enol. Vitic.*, v. 50, n. 3, 1999, p.317-323, 1999.
- 27 LIGER-BELAIR, G.; LEMARESQUIER, H.; ROBILLARD, B.; DUTEURTRE, B.; JEANDET, P. The secrets of fizz in champagne wines: a phenomenological study. *Am. J. Enol. Vitic.*, v.52, n.2, p.88-92, 2001.
- 28 LÓPEZ-BARAJAS, M.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S.; DE LA TORRE BORONAT, M.C. Effect of vinification and variety on foam capacity of wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, v. 49, p. 397-402, 1998.

- 29 MANGAS, J.J.; RODRIGUEZ, R.; SUAREZ, B.; PICINELLI, A.; DAPENA, E. Study of the phenolic profile of cider apple cultivar at maturity by multivariate techniques. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.10, p.4046-4052, 1999.
- 30 MORENO-ARRIBAS, V.; PUEYO, E.; NIETO, F.J.; MARTIN, A.; LVAREZ, P.J.; POLO, M.C. Influence of the polysaccharides and the nitrogen compounds on foaming properties of sparkling wines. **Food Chem.**, v. 70, p. 309-317, 2000.
- 31 NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Sidra. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Org.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. v.1, p. 113-142.
- 32 NOGUEIRA, A.; MONGRUEL, C.N.; SIMÓES, D.R.S.; WASZCZYNSKYJ, N.; WOSIACKI, G. Effect of biomass reduction on the fermentation of cider. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.6, p.1089-1098, 2007.
- 33 NOGUEIRA, A.; QUÉRÉ, J.M.L.; GESTIN, P.; MICHEL, A.; WOSIACKI, G.; DRILLEAU, J.F. Slow fermentation in French cider processing due to partial biomass reduction. **J. Inst. Brew.**, v.114, n.2, p.102-110, 2008.
- 34 NOGUEIRA, A.; QUÉRÉ, J. M. L.; BULDIN, R. Oxygène et stabilité des cidres. **Revue Pomme à Cidre**, v. 5, p.16-17, 2003.
- 35 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.1336-1343, 2004.
- 36 PUEYO, E.; MARTIN-ALVAREZ, P.J.; POLO, M.C. Relationship between foam characteristics and chemical composition in wines and Cavas (sparklingwines). **Am. J. Enol.Vitic.**, v.46, p.518-524, 1995.
- 37 PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p.3396-3402, 2000.
- 38 QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R.O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Editora da Furg, 2006.
- 39 ROGER, J.M.; SABLAYROLLES, J.M.; STEYER, J.P.; BELLON-MAUREL, V. Pattern analysis techniques to process fermentation curves: application to discrimination of enological alcoholic fermentations. **Biotechnol. Bioeng.**, v.79, n.7, p.804-815, 2002.
- 40 SEERAM, N.P.; NAIR, M.G. Inhibition of lipid peroxidation and structure activity related studies of the dietary constituents anthocyanins, anthocyanidins and catechins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.5308-5312, 2002.
- 41 SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics**: sources, chemistry, effect, applications. Pennsylvania: Technomic, 1995. 321 p.
- 42 SILVA, M.A.A.P. **Métodos de avaliação sensorial de alimentos**. Campinas: Escola de Extensão UNICAMP, 1997, 71 p. (Apostila).
- 43 SINGLETON, V.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.
- 44 SLUIS, A.A. Van der; DEKKER, M.; JONGEN, W.M.F.; SKREDE, G. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple juice. I. Effect of existing production methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.25, p.7211-7219, 2002.
- 45 TANNER, H.; BRUNNER, H.R. **Getränke anlytik**: untersuchungsmethode für dia labor und betriebspraxis. Schwäbische Hall: Ulmer Verlas, 1985. 206 p.
- 46 WIECHETECK, F.V.B.; NOGUEIRA, A.; DRILLEAU, J.F.; WOSIACKI, G. Efeito da crioconcentração sobre o teor de compostos fenólicos em mostos industriais de maçãs. **Publicatio UEPG. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v.11, n.1, p.27-34, 2005.
- 47 WOSIACKI, G.; NAMIUCHI, N.N.; CERIBELLI, M.I.P.F.; SATAQUE, E.Y.; SICHIERI, V.L.F.S.; OLIVEIRA, T.C.R.M.; OLIVEIRA, C.E. Estabilidade do suco clarificado de maçã. Parte I – Processo de obtenção do suco de maçã. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 32, n.4, p. 775-786, 1989.
- 48 WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N.C.; DENARDI, F.; VIEIRA, R.G. Quality profile of samples of 139 apples cultivars harvested in Brazil from 1982 to 2006. **Acta Alimentaria**, v.37, n.1, p.9-22, 2008.
- 49 WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Suco de maçã. In: VENTURINI FILHO, W.G. (Org.). **Bebidas não-alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. v. 2, p.269-302.

- 50 ZARDO, D.M.; ALBERTI, A.; DANTAS, A.P.C.; GUYOT, S.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante em fermentados de maçã. **Semina. Ciências Agrárias**, v.29, p.829-838, 2008.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Ponta Grossa por ceder os laboratórios para a realização deste trabalho, bem como ao CNPq pela concessão de bolsas que subsidiaram o trabalho dos pesquisadores, e ao Grupo de Trabalho sobre Maçã – GTM (www.uepg.br/gtm) pelo apoio complementar.