

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

Descriptive quantitative analysis of a low alcohol cider

Autores | Authors

✉ **Nelci Catarina CHIQUETTO**

Universidade Estadual de Ponta Grossa
(UEPG)
Departamento de Engenharia de Alimentos
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748
Uvaranas, CEP: 84030-900
Ponta Grossa/PR - Brasil
e-mail: nccsilva@uepg.br

Deise Rosana Silva SIMÕES **Gilvan WOSIACKI**

Universidade Estadual de Ponta Grossa
(UEPG)
Departamento de Engenharia de Alimentos
e-mail: dsimoes@uepg.br
wosiacki@uol.com.br

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Publicado em: 08/06/2011

■ Resumo

Bebidas fermentadas sem álcool, ou com teor de etanol diminuído, são opções para os consumidores que buscam produtos alternativos tanto motivados pela redução de calorias quanto pela moderação dos efeitos prejudiciais do álcool. O produto obtido por fermentação alcoólica de mosto de maçãs com leveduras selecionadas recebe a denominação de sidra. O consumo dessa bebida no Brasil é tradicionalmente restrito às festas de fim de ano, não existindo hábito de consumo sistemático, rotineiro, ou esporádico. Novos produtos fermentados de suco de maçã podem eventualmente modificar esse hábito e a indústria sidrícola, acompanhando a indústria cervejeira e vinícola, pode oferecer produtos similares sem álcool ou com teor alcoólico diminuído a serem consumidos durante o ano inteiro. O objetivo do trabalho foi estabelecer os perfis sensoriais de uma sidra varietal da cultivar Belgolden obtida em laboratório e da mesma bebida com teor alcoólico diminuído por destilação descontínua a vácuo, seguindo-se a metodologia de análise descritiva quantitativa. A análise sensorial foi realizada através do recrutamento, seleção e treinamento de julgadores. Após seleção, os julgadores fizeram o levantamento da terminologia descritiva utilizando o método de rede. A habilidade de cada julgador em discriminar as amostras, bem como a repetibilidade, foi avaliada através da análise de variância (ANOVA) com dois fatores (amostras e repetição). A análise de componentes principais foi aplicada com o auxílio do programa SAS. Os descritores levantados pelos julgadores foram: cor amarela, aroma alcoólico, nota frutal, aroma fermentado, aroma cozido, gosto doce, ácido e amargo sendo que para textura não foi evidenciado descritor. Os dois primeiros componentes principais (CP) explicaram 76% da variabilidade entre as amostras, sendo que o primeiro CPI (47%) foi devido aos atributos aroma alcoólico, cozido, gosto ácido, amargo e cor amarela, enquanto que o segundo CPII (26%) foi associado ao gosto doce. O produto após destilação diferiu do de origem na composição e no teor dos voláteis, acidez, cor e gosto amargo, de acordo com as análises cromatográficas, físico-químicas e sensoriais. A ADQ permitiu descrever o perfil sensorial da sidra com álcool e da sidra obtida pelo processo de desalcoolização.

Palavras-chave: *Desalcoolização; Destilação a vácuo; Análise descritiva quantitativa (ADQ).*

■ Summary

Cider is the term used in most of the world for the beverage produced by apple juice alcoholic fermentation. In United States and Canada it is known by hard cider. No alcohol or low alcohol fermented beverages are options to those that search for low calories alternative products or drinks with less harmful effects on health. In Brazil cider is not ordinarily consumed its use being traditionally restricted to meetings and parties of the end of the year. New apple juice fermented products eventually could change this way of use and the cider industry as beer and wine industries could offer no alcohol or low alcohol drink to be consumed all around the year. Using descriptive quantitative analysis this work intend to fix the sensory profiles of cider produced in laboratory with a Belgolden cultivated variety and the profiles of a low alcohol drink produced with the same fermented material reducing its alcohol content by continuous vacuum distillation. The used describer itens were yellowish colour, alcohol-smell, fruit characteristic, fermented-smell, cook-smell, sweet, acid or bitter taste. For texture there was not a describer. The first two main components make clear the 76% variability between samples, the first component (47%) due to the attributes alcohol-smell, cook-smell, acid, bitter taste and yellowish colour while the second (26%) was associated to sweet taste. After distillation and chemical, chromatographic and sensory analysis the new product showed differences in composition, content of volatile components, total acidity, colour and bitter taste compared to the original fermented drink. The quantitative descriptive analysis permitted to fix the sensory profiles of cider and of the low alcohol beverage after reducing cider alcohol content.

Key words: *Dealcoholization; Vacuum distillation; Quantitative descriptive analysis (ADQ).*

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

1 Introdução

A sidra é definida, pela legislação brasileira, como a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto de maçã fresca, sã e madura, do suco concentrado de maçã ou ambos, com ou sem a adição de água com graduação alcoólica de 4 a 8% em volume, a 20 °C. A sidra poderá ser desalcoolizada por meio de processo tecnológico adequado e, neste caso, deverá ser denominada de sidra sem álcool, desde que o teor alcoólico seja menor ou igual a 0,5% em volume (BRASIL, 2009). Na Europa, a nova Organização Comum de Mercado (COM) criou uma nova regulamentação vitivinícola em que são autorizadas novas práticas enológicas. A desalcoolização parcial faz parte destas práticas. As técnicas que permitem diminuir o teor de álcool dos vinhos foram autorizadas pela nova regulamentação nº 606 de 10 de julho 2009, aplicável a partir do dia 1 de agosto de 2009. A diminuição do teor de álcool é, no entanto, limitada a -2% do volume (COTTEREAU, 2010).

A destilação descontínua envolve a separação de uma mistura colocada inicialmente em uma caldeira e o fracionamento é feito até que certa quantidade de produto desejado seja destilada. A composição do topo varia durante a operação e um certo número de retiradas (cortes) de produtos pode ser feita (LUZ JUNIOR., 1993). A fração residual do fundo pode ou não ser recuperada como produto final. No caso da desalcoolização de vinhos, o principal produto de interesse é a fração residual do fundo.

Os principais componentes do sabor das sidras podem ser quimicamente agrupados em ácidos, açúcares, fenóis e álcoois. Dentre os álcoois, o etanol é quantitativa e qualitativamente o mais importante e contribui para o sabor e aroma. Confere "corpo" à bebida, mascara a percepção dos ácidos e aumenta a percepção da doçura. Influencia na percepção do odor porque tem aroma "adocicado" e levemente "frutado" e afeta a volatilidade dos outros componentes ativos do aroma (DÜRR, 1986).

As moléculas responsáveis pelo aroma específico e característico das sidras compreendem uma mistura de compostos voláteis como álcoois, aldeídos, ésteres, terpenos e ácidos (BERTRAND, 1996). Além da mistura de aromas presente nas sidras ser muito complexa, sua percepção é influenciada pela presença das moléculas não voláteis. Essas moléculas podem mascarar ou intensificar o aroma (RICHARD e MULTON, 1992). A intensidade e a qualidade de um aroma não são necessariamente determinadas pelos componentes presentes nas maiores concentrações. O olfato humano é bastante sensível e determinados compostos podem ser detectados em concentrações molares de 10^{-18} (MONTEIRO, 1984).

Em vinhos, o teor de 10% de etanol diminui a percepção da acidez e aumenta a da doçura (MÉNORET et al., 1990). No caso das cervejas e da sidra, duas ou três vezes menos alcoólicas no início, a desalcoolização deve alterar menos o equilíbrio sensorial.

A análise descritiva quantitativa (ADQ) foi desenvolvida por Stone et al. (1974) e consiste na descrição completa de todas as características de um produto sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo (QUEIROZ e TREPTOW, 2006). Dentre as aplicações mais frequentes da ADQ, destacam-se a investigação dos efeitos dos ingredientes ou variáveis no processamento e na qualidade sensorial final do produto e a correlação com medidas instrumentais (DAMÁSIO e COSTELL, 1991; STONE e SIDEL, 1998; MURRAY et al., 2001).

O objetivo do trabalho foi a avaliação, pela ADQ, de uma bebida fermentada de suco de maçã da cultivar Belgolden com teor de álcool diminuído pelo processo de desalcoolização por destilação a vácuo.

2 Material e métodos

A matéria-prima para a obtenção do mosto despectinizado enzimaticamente consistiu de 175 kg de maçãs da cultivar Belgoden provenientes da região de Fraiburgo - SC.

A fermentação foi feita em escala de laboratório com uma cepa liofilizada de *Saccharomyces cerevisiae* usada industrialmente para a produção de vinhos, conforme indicação do fabricante Lallemand INC.

Para a desalcoolização, foi utilizada uma coluna piloto de destilação de vidro de 1,2 m de altura e diâmetro de 80 mm e dividida em duas seções iguais por um distribuidor de aço inox. A seção superior continha anéis de vidro de 9,0 mm de diâmetro e 11 mm de altura e a seção inferior, anéis de aço inox de 5,0 mm de diâmetro.

O ensaio de destilação da sidra foi feito utilizando-se como parâmetros a carga térmica da caldeira de 1 017 336 J.h⁻¹, vácuo de 620 mm Hg (Pressão absoluta = 61 mm Hg); temperatura de fundo de 42 °C; razão de refluxo de 0,8 e volume inicial no refulador de 3000 mL.

2.1 Análises físico-químicas e cromatográficas

A acidez titulável e a cor foram determinadas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

Os açúcares redutores totais foram determinados pelo método colorimétrico de Somogyi-Nelson (SOMOGGYI, 1952).

Os compostos fenólicos foram analisados colorimetricamente pelo método de Folin-Ciocalteu. Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹ de catequina (IAL, 2005).

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

As análises cromatográficas dos compostos etanol, metanol, propanol-1, metil2- propanol1, metil2-butanol1, metil3-butanol1, etanal, acetato de etila, butirato de etila, acetato de isoamila, hexanoato de etila, acetato de hexila, lactato de etila, hexanol, octanoato de etila, ácido isobutírico, ácido butírico, decanoato de etila, ácido isovalérico, succinato de dietila, acetato de 2-fenil etila, dodecanoato de etila, ácido hexanoico, 2-fenil etanol, ácido octanoico foram determinados por cromatografia em fase gasosa segundo Bertrand (1981), em cromatógrafo de fase gasosa CG Máster.

2.2 Análise sensorial

Os perfis sensoriais da sidra e da sidra com teor diminuído em álcool foram determinados por julgadores treinados, seguindo-se a metodologia de análise descritiva quantitativa (ADQ) conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998).

2.2.1 Seleção

Os julgadores foram recrutados entre funcionários, professores e acadêmicos do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa. A seleção dos candidatos foi feita através de testes de reconhecimento de odores e gostos básicos. A habilidade dos indivíduos em reconhecer odores básicos foi avaliada utilizando-se 15 substâncias aromáticas: fermento, cerveja, queijo, manteiga, maçã, vodka, vinagre, limão, canela, vinho, cravo, mel, camomila, café, chocolate e solicitando-se que tentassem identificá-las ou as associassem a alguma coisa, anotando em ficha própria.

As substâncias foram colocadas em tubos de ensaio de 30 mL, codificados com números de três dígitos, cobertos com algodão, envoltos e tampados com folha de alumínio, sendo que a tampa foi perfurada no momento da realização do teste. À identificação correta do odor atribuiu-se nota 3, à associação nota 2, ao erro nota 1 e à falta de resposta nota 0. Foram selecionados os candidatos que atingiram 70% de acertos (MEILGAARD et al., 1999).

A capacidade dos indivíduos em reconhecer gostos básicos foi avaliada utilizando-se soluções aquosas contendo sacarose (4,0 g.L⁻¹), cloreto de sódio (0,75 g.L⁻¹), ácido cítrico (0,125 g.L⁻¹) e cafeína (0,025 g.L⁻¹). A apresentação dos quatro gostos básicos foi feita de forma aleatória. O critério para aprovação nesse teste foi de 100% de identificação (DUTCOSKY, 2007).

2.2.2 Levantamento da terminologia

Após seleção dos julgadores, o produto foi apresentado, sendo solicitado que os descrevessem integralmente quanto aos atributos de aparência, sabor

e sinestésicos, desenvolvendo uma terminologia a partir da qual os julgadores foram treinados a reconhecer e discriminar as sensações (QUEIROZ e TREPTOW, 2006). Para a determinação dos descritores, foi utilizado o método de rede (ou *grid*) (DUTCOSKY, 2007), no qual as amostras são apresentadas de forma pareada aos julgadores, em cabines individuais, juntamente com a ficha própria. Solicitou-se que fossem listadas as diferenças e similaridades entre elas com relação à aparência, sabor e textura.

Conduziu-se uma discussão com a equipe para agrupar os termos descritivos mais utilizados. Para facilitar o consenso entre os julgadores, foi feita a definição de cada um dos termos que fariam parte da ficha da avaliação sensorial das sidras (STONE e SIDEL, 1985).

2.2.3 Treinamento

Nas sessões de treinamento foram apresentadas as soluções de referência, representando os extremos da escala ancorada para cada um dos termos descritivos selecionados.

2.2.4 Teste sensorial

Para avaliar o desempenho de cada julgador, amostras de sidras varietais produzidas no Centro de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa foram apresentadas em três sessões acompanhadas da ficha de avaliação (Figura 1).

Os julgadores receberam 40 mL de cada amostra, com temperatura ao redor de 16 °C, como sugerido por

Nome: _____	Data: _____								
Por favor, em cada amostra, avalie a intensidade de cada um dos atributos utilizando a escala correspondente									
Amostra:									
Aparência									
Cor amarela	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Aroma									
Alcoólico	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Nota frutal	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Fermentado	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Cozido	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Gosto									
Doce	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Ácido	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						
Amargo	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouco</td> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	+	+	+	+	Pouco			Muito
+	+	+	+						
Pouco			Muito						

Figura 1. Modelo da ficha para a avaliação do desempenho dos julgadores.

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

Amerine e Roessler (1983), em copos plásticos brancos de 50 mL, codificados com três dígitos, sendo que a ordem de apresentação das amostras foi aleatória. Os atributos sensoriais foram avaliados sob luz branca, em cabinas individuais.

2.2.5 Avaliação dos resultados

A habilidade de cada julgador em discriminar as amostras, bem como a repetibilidade, foi avaliada através da análise de variância (ANOVA) com dois fatores (amostras e repetição). A análise de componentes principais foi aplicada com o auxílio do programa SAS for Windows (SAS, 1989).

3 Resultados e discussão

3.1 Características físico-químicas e cromatográficas

As características físico-químicas da sidra e da sidra com teor de álcool diminuído estão demonstradas na Tabela 1.

Com a diminuição de 64% do teor de etanol, a retenção dos componentes do aroma identificados foi da ordem de 44,8%.

Perez et al. (1989) fizeram ensaios de desalcoolização de vinhos em uma planta piloto, por destilação a vácuo a 37 °C, em coluna de recheio de 5,6 metros de altura, 150 mm de diâmetro, e obtiveram três frações: o produto desalcoolizado, uma fração condensada de topo e os componentes voláteis não condensados recolhidos no selo líquido da bomba de vácuo. Foram feitas análises físico-químicas nas frações e no vinho desalcoolizado reconstituído com água ao volume inicial. O vinho obtido era praticamente isento de álcool e diferiu basicamente do vinho de partida na composição dos voláteis. Praticamente todo linalol e o 2,3-butanodiol ficaram retidos, bem como uma parte do acetaldeído. O acetato de etila, metanol, propanol,

isobutanol e os álcoois isoamílicos se distribuíram entre as duas frações condensadas. Essas variações não resultaram em diferenças sensoriais de aceitação do produto e os autores concluíram que o vinho desalcoolizado por essa técnica pode servir como base para a elaboração de bebidas de baixo teor alcoólico com a incorporação de suco concentrado, de suco de uva, de vinho e de água gaseificada.

Os ésteres etílicos predominaram em razão da abundância do etanol no mosto e o acetato de etila representou 65,6% do total determinado para a sidra antes do processo de desalcoolização. Dentre os ésteres de ácidos graxos, os de baixo peso molecular representam uma importante classe de aromas. Os odores de frutas estão geralmente relacionados com acetatos, propionatos e butiratos (MACEDO e PASTORE, 1997). O acetato de hexila é um dos ésteres característicos do aroma das sidras, sendo descrito como doce, frutado, similar ao de maçãs e peras (SUOMALAINEN, 1981). A concentração desse composto foi de 0,40 mg.L⁻¹ na sidra antes da destilação.

Aproximadamente 42% da concentração de etanal foram mantidos após o processo, porém, o teor de etanal na sidra antes da destilação já estava abaixo do limite de percepção desse composto que é de 100-125 mg.L⁻¹ (MARGALITH e SCHWARTZ, 1970). Pérez et al. (1989) constataram que houve retenção de 64% desse composto em vinho tinto desalcoolizado por destilação a vácuo em planta piloto.

Dentre os álcoois, o fenil2-etanol foi o composto retido em maior proporção na sidra com teor de álcool diminuído. Esse resultado também foi determinado em vinho branco, desalcoolizado por destilação descontínua a vácuo por Silva et al. (2003). A permanência do fenil2-etanol no produto com teor de álcool diminuído é importante já que, segundo Pollard et al. (1966), esse composto contribui efetivamente para o aroma característico dos fermentados.

Tabela 1. Características da sidra e sidra com teor de álcool diminuído.

	Sidra	Sidra com teor de álcool diminuído
Etanol (g.L ⁻¹)	60,8 ± 0,31	21,9 ± 0,17
Ésteres totais (mg.L ⁻¹)	31,36 ± 3,93	3,24 ± 0,42
Etanal (mg.L ⁻¹)	69,64 ± 3,47	29,98 ± 10,57
Metanol (mg.L ⁻¹)	91,91 ± 2,01	70,79 ± 4,39
Álcoois superiores (mg.L ⁻¹)	198,65 ± 8,89	67,15 ± 17,63
Ácidos graxos (mg.L ⁻¹)	14,76 ± 0,93	10,70 ± 1,24
Cor (440 nm)	0,092 ± 0,002	0,101 ± 0,002
Cor (520 nm)	0,029 ± 0,002	0,032 ± 0,002
¹ Fenóis totais (mg.L ⁻¹)	408,6 ± 3,78	411,2 ± 0,58
Acidez total	3,91 ± 0,87	4,25 ± 0,31
Açúcares totais (g.L ⁻¹)	1,60 ± 0,23	1,80 ± 0,25

¹expressos como catequina.

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

O impacto isolado dos ácidos graxos sobre o aroma dos fermentados é pouco intenso nas concentrações determinadas, porém essa classe de compostos, como as demais, faz parte do conjunto dos aromas ou do buquê dos fermentados (MALLOUCHOS et al., 2003). Os ácidos graxos livres hexanoico e octanoico foram os componentes que ficaram retidos em maior proporção na sidra com teor de álcool diminuído.

O efeito da redução do volume que ocorre durante o processo de desalcoholização foi notado principalmente na elevação da acidez total, da cor e da concentração de açúcares.

3.2 Análise sensorial

O perfil sensorial da sidra com álcool e da sidra com teor de álcool diminuído por destilação descontínua a vácuo foi determinado por julgadores treinados, seguindo-se a metodologia de análise descritiva quantitativa (ADQ) conforme Stone e Sidel (1993).

3.2.1 Seleção dos julgadores

Foram selecionados 11 julgadores para compor a equipe para o método descritivo devido ao poder discriminativo e repetibilidade ($p_{amostra} \leq 0,50$ e $p_{repetições} \geq 0,05$, respectivamente).

3.2.2 Levantamento da terminologia

Foi conduzida uma discussão com a equipe para agrupar os termos descritivos mais utilizados. Foram

eliminados aqueles sinônimos, duvidosos e os que apareceram com frequência baixa, sendo escolhidos 8 termos. Foi feito um glossário com esses termos para facilitar o consenso entre os julgadores, que foi utilizado durante as análises. A definição dos termos descritores, bem como as referências de intensidade que ancoraram os extremos das escalas durante o treinamento dos julgadores, encontra-se na Tabela 2.

3.2.3 Treinamento

Os valores dos níveis de significância em função da discriminação das amostras e em função da repetibilidade para cada julgador em relação a cada atributo foram avaliados. Os julgadores que não apresentaram repetibilidade e discriminação foram submetidos a novas sessões de treinamento, somente para os atributos específicos. Do total de 11 julgadores inicialmente selecionados, dois foram excluídos em função do baixo poder de discriminação e repetibilidade.

3.2.4 Perfil sensorial das amostras de sidra

Os dados foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP), que permite analisar globalmente os resultados. A Figura 2 mostra o plano fatorial dos atributos das amostras de sidra. O primeiro Componente Principal (CP) explicou 47% da variação total que existe entre as amostras de sidra, e os dois primeiros Componentes Principais (CPI e CPII) explicaram 76% da variabilidade entre as amostras.

Tabela 2. Definições e referências para os termos descritores levantados pelos julgadores.

Termo descritor	Definição	Referência
Aparência		
Cor amarela	Cor semelhante à cor da cerveja	Pouco: 60 mL de vinho Branco de Mesa Suave da Marca Salton Muito: 60 mL de cerveja desgasificada da marca Skol
Aroma		
Alcoólico	Aroma de álcool, de bebida alcoólica	Pouco: 60 mL de solução aquosa de vodka da marca Romanoff 1:5 (v/v) Muito: 60 mL de solução aquosa de vodka da marca Romanoff 1:2 (v/v)
Nota Frutal	Aroma semelhante ao da fruta madura	Pouco: 60 mL de solução aquosa de suco despectinizado de maçã variedade Belgolden 1:1 (v/v) Muito: 60 mL de suco despectinizado de maçã variedade Belgolden
Fermentado	Relacionado ao aroma de fermento de panificação, cerveja	Pouco: 60 mL de solução aquosa de cerveja desgasificada da marca Skol 1:1 (v/v) Muito: 60 mL de cerveja desgasificada da marca Skol
Cozido	Relacionado ao aroma de vinho fervido, suco fervido	Pouco: 60 mL de sidra da variedade Belgolden Muito: 80 mL de sidra da variedade Belgolden (fervura por 15 min)
Gosto		
Doce	Gosto relacionado ao açúcar	Pouco: Solução aquosa de açúcar da marca Dolce 15 g.L ⁻¹ Muito: Solução aquosa de açúcar da marca Dolce 50,0 g.L ⁻¹
Ácido	Gosto azedo, como vinagre ou limão	Pouco: Solução aquosa de ácido málico (Reagen) 0,20 g.L ⁻¹ Muito: Solução aquosa de ácido málico (Reagen) 1,0 g.L ⁻¹
Amargo	Gosto relacionado ao café sem açúcar	Pouco: Solução aquosa de cafeína (Reagen) 0,15 g.L ⁻¹ Muito: Solução aquosa de cafeína (Reagen) 0,3 g.L ⁻¹

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

Na ACP, os descritores sensoriais são representados como vetores, sendo que os que se apresentam longos ao serem decompostos em um eixo CP, explicam mais a variabilidade entre as amostras mostradas naquele CP (SILVA e DAMÁSIO, 1994).

Verifica-se na Figura 2, que os 47% da variabilidade entre as amostras, explicada pelo primeiro Componente Principal foram devidos principalmente aos atributos: aroma alcoólico, aroma cozido, gosto ácido, gosto amargo e cor amarela, que apresentaram correlação $\geq 0,70$ com este componente. A variabilidade no segundo Componente Principal (26%) está associada ao gosto doce cuja correlação com este componente foi $\geq 0,70$.

Vetores próximos uns dos outros indicam atributos que possivelmente apresentam alta correlação entre si. Assim, analisando-se a figura, é possível sugerir a correlação linear positiva entre os atributos cor amarela e aroma cozido e correlação linear negativa entre cor amarela e gosto amargo. Verificou-se por análise espectrofotométrica que a intensidade da cor amarela da sidra com teor reduzido em álcool é maior do que a do produto inicial e pode ser devida à redução do volume que ocorre durante o processo de destilação. O aroma "cozido" também pode estar relacionado com o processo de desalcoolização. O desequilíbrio no sabor do produto desalcoolizado com a predominância de notas ácidas pode dificultar a percepção dos outros constituintes do sabor, dentre eles o gosto amargo (MÈNORET et al., 1990). O gosto doce possivelmente apresenta correlação linear positiva com o aroma frutado, como pode ser observado na Figura 2. Segundo Lona (1996), os aromas adocicados que lembram frutas maduras potencializam a percepção do gosto doce em vinhos. O álcool etílico e o glicerol também potencializam a sensação de doçura em vinhos, na opinião de alguns autores (AMERINE e ROESSLER, 1983; LONA, 1996).

Os vetores que formam um ângulo de 180 graus entre si, provavelmente apresentarão correlação linear negativa significativa ($p < 0,05$). A Figura 2 sugere a existência de uma correlação linear negativa entre os atributos gosto ácido e aroma alcoólico. Possivelmente, na amostra com aroma alcoólico menos intenso o gosto ácido será mais perceptível. Segundo Mènoret et al. (1990), o sabor agradável de um vinho devido ao equilíbrio entre o etanol, a adstringência e a acidez é progressivamente alterado durante a desalcoolização por destilação a vácuo. As notas ácidas predominam deixando a bebida muito "agressiva". Uma redução na percepção do aroma alcoólico é esperada após a remoção do etanol pela destilação.

Na Figura 3, as amostras estão representadas por triângulos, cujos vértices indicam as médias de cada repetição realizada pela equipe de análise sensorial.

Quando os vértices dos triângulos estão próximos, indica que houve boa repetibilidade das avaliações pela equipe. Pode ser observado que a repetibilidade para a sidra com teor de álcool diminuído foi melhor do que para a sidra com álcool, o que não impediu a discriminação entre elas. O primeiro Componente Principal permitiu a discriminação entre a sidra com álcool e a sidra com teor de álcool diminuído. A amostra de sidra com álcool ficou alocada à esquerda, enquanto que a sidra com teor de álcool diminuído ficou à direita.

Na ACP, as amostras localizam-se na mesma região que as caracterizam, quando os espaços das amostras e dos atributos são sobrepostos. Portanto, por

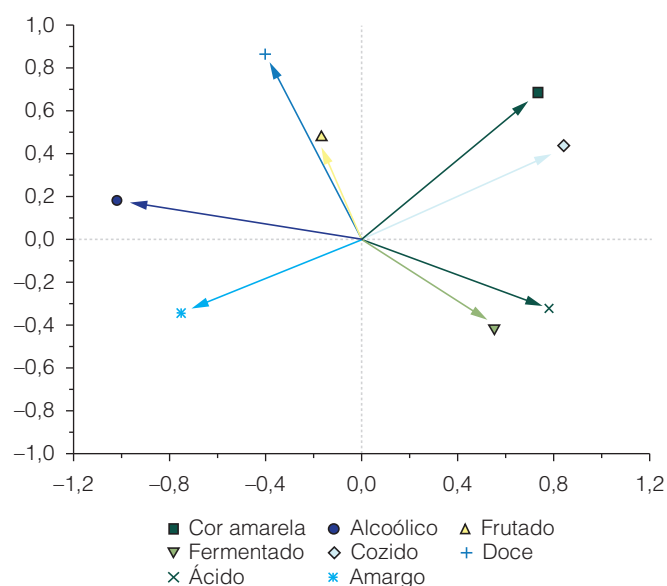


Figura 2. Análise de componentes principais das duas amostras de sidra – representação dos atributos sensoriais.

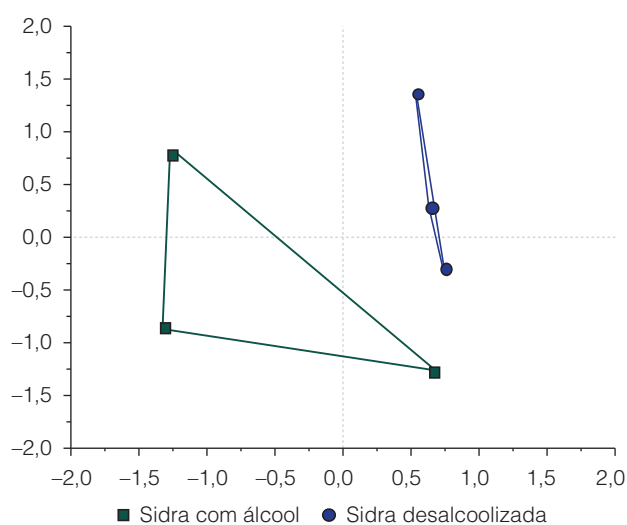


Figura 3. Análise de componentes principais das amostras de sidra com álcool e sidra com teor de álcool diminuído – representação das amostras.

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

meio desta análise, a amostra de sidra com álcool pode ser caracterizada por apresentar maior intensidade de aroma alcoólico, gosto amargo e gosto doce, enquanto que a amostra de sidra com teor de álcool diminuído pode ser caracterizada por apresentar maior intensidade de cor amarela, aroma cozido e gosto ácido. Na Figura 4, é mostrada a representação gráfica do perfil sensorial da sidra com álcool e com teor diminuído em álcool.

A ACP é uma forma gráfica de representar os resultados e, como tal, apenas sugere certas tendências. Para verificar as sugestões da ACP, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias.

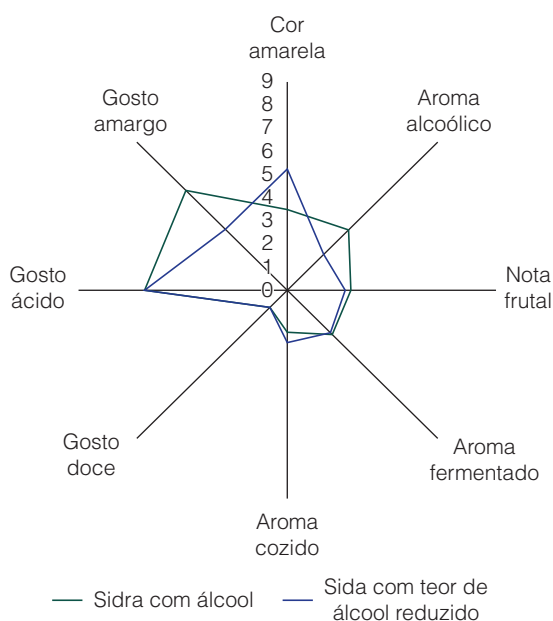


Figura 4. Representação gráfica do perfil sensorial da sidra com álcool e com teor diminuído em álcool.

A ADQ das amostras de sidra foi realizada por nove julgadores treinados e, através da ANOVA dos resultados, verificou-se se havia interação significativa ($p < 0,05$) entre tratamento e julgador.

De acordo com Stone e Sidel (1993), quando o valor de F para interação tratamento x julgador for significativo ($p < 0,05$), é necessária a construção de gráficos para constatar se as interações são graves ou não. Quando as interações significativas acontecem, a razão mais provável é que as notas de intensidade foram registradas pelos julgadores em porções diferentes nas escalas. Verificou-se que não houve interação significativa para os oito atributos: cor amarela, aroma alcoólico, nota frutal, aroma fermentado, aroma cozido, gosto doce, gosto ácido e gosto amargo.

Nas análises de variância efetuadas, os valores de F dos julgadores foram significativos para todos os atributos, o que pode ser explicado, apesar do treinamento, que os julgadores provavelmente usaram diferentes níveis da escala para expressar a sensação provocada por uma mesma amostra.

Os valores obtidos de F para os tratamentos foram significativos para os atributos cor amarela, aroma alcoólico e gosto amargo, indicando que os julgadores identificaram diferenças sensoriais entre as amostras testadas. Os valores médios para cada atributo estão representados na Tabela 3.

A sidra com teor diminuído em álcool apresentou maior intensidade média para o atributo cor amarela em relação à sidra com álcool. O gosto amargo e o aroma alcoólico foram mais intensos para a sidra com álcool. Para os atributos nota frutal, aroma fermentado, aroma cozido, gosto doce e gosto ácido, não houve diferença significativa entre as duas amostras de sidra avaliadas.

Tabela 3. Intensidade média dos atributos sensoriais para a sidra com álcool e para a sidra com teor de álcool diminuído conforme ADQ.

Atributos	Amostra	
	Sidra com álcool	Sidra com teor de álcool diminuído
Aparência		
Cor amarela*	3,53 ^a ± 1,90	5,31 ^b ± 2,22
Aroma		
Alcoólico*	3,73 ^a ± 2,46	2,26 ^b ± 1,88
Nota frutal*	2,77 ^a ± 1,83	2,54 ^a ± 1,59
Fermentado*	2,69 ^a ± 1,81	2,61 ^a ± 1,71
Cozido*	1,75 ^a ± 0,96	2,21 ^a ± 0,83
Sabor		
Gosto doce*	1,05 ^a ± 0,68	1,09 ^a ± 0,42
Gosto ácido*	6,07 ^a ± 0,73	6,28 ^a ± 0,77
Gosto Amargo*	6,21 ^a ± 1,21	3,82 ^b ± 0,97

*Médias de três repetições e nove provadores; ^{a, b}Médias na mesma linha acompanhadas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. et al.

4 Conclusões

Com a diminuição de 64% do teor de etanol, a retenção dos componentes do aroma identificados foi da ordem de 44,8%.

A ADQ permitiu descrever o perfil sensorial da sidra com álcool e da sidra obtida pelo processo de desalcoholização.

Os descritores utilizados foram cor amarela, aroma alcoólico, nota frutal, aroma fermentado, aroma cozido, gosto doce, ácido e amargo; não foi evidenciado descritor para textura das sidras.

Os dois primeiros componentes principais explicaram 76% da variabilidade entre as amostras, sendo que o primeiro CPI (47%) foi devido aos atributos aroma alcoólico, cozido, gosto ácido, amargo e cor amarela, enquanto que o segundo CPII (26%) foi associado ao gosto doce.

A amostra de sidra com álcool foi caracterizada por apresentar maior intensidade de aroma alcoólico e gosto amargo, enquanto que a amostra de sidra com teor de álcool diminuído foi caracterizada por apresentar maior intensidade de cor amarela.

Para os atributos nota frutal, aroma fermentado, aroma cozido, gosto doce e gosto ácido, não houve diferença significativa entre as duas amostras.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14.140: Teste de Análise Descritiva Quantitativa**. São Paulo: ABNT, 1998. 5 p.

AMERINE, M. A.; ROESSLER, E. B. **Wines-an introduction**. Davis: University of California Press, 1983. 356 p.

BERTRAND, A. Formation des substances volatiles au cours de la fermentation alcoolique, Incidence de la qualité du vin. **Collectanea de la Societé Française de Microbiologie**, Reims, p. 251-267, 1981.

BERTRAND, A. Les substances aromatiques des fermentations. In: RENCONTRES OENOLOGIQUES: LES ARÔMES DES VINS, 1996, Montpellier. **Journée...** Montpellier: Faculté de Pharmacie, 1996a. p. 1-11. Comptes rendues de la journée de rencontres oenologiques: les arômes des vins.

BRASIL. Decreto nº 6871 de 04 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8918 de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 jun. 2009.

COTTEREAU, P. Desalcoholização parcial de vinhos: nova prática enológica. **Revista Internet de Viticultura e Enologia**, Vila Real, n. 7, p.1-4, 2010. Disponível em: <<http://www.infowine.com>>. Acesso em: 12 dez. 2010.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Analisis Sensorial Descriptivo: Generación de descriptores y selección de Catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p. (Coleção Exatas; 4).

DÜRR, P. The flavour of cider. In: MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. **Food flavours. Part B. The Flavour of Beverages**. England: Elsevier, 1986. p.85-97.

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

LONA, A. A. **Vinhos-Degustação, Elaboração e Serviço**. Porto Alegre: Age. 1996. 151 p.

LUZ JUNIOR, L. F. L. **Modelagem e Simulação de Coluna Multicomponentes em Batelada**, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Faculdade de Engenharia química, Universidade de Campinas, 1993.

MACEDO, G. A.; PASTORE, G. M. Lipases microbianas na produção de ésteres formadores de aroma. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 115-119, 1997.

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**, London, v. 1, p. 109-113, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00247-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00247-9)

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3. ed. Chicago: CRC Press, 1999. 387 p. <http://dx.doi.org/10.1201/9781439832271>

MARGALITH, P.; SCHWARTZ, Y. Flavour and microorganisms. **Advances in Applied Microbiology**, San Diego, v. 12, p. 35-88, 1970. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2164\(08\)70582-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2164(08)70582-3)

MÈNORET, Y.; HUBERT, C.; KOHLER, D. Nouvelles boissons a teneur reduite en alcool. **Comptes Rendues de l'Academie d'Agriculture de France**, Paris, n. 5, p. 101-110, 1990.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de Avaliação Sensorial**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, 1984.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, Barking, v. 34, p. 461-471, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00070-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00070-9)

POLLARD, A.; KIESER, M. E.; BEECH, F. W. Factors influencing the flavour of cider: The effect of fermentation treatments on fusel oil production. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 29, p. 253-259, 1966.

Análise descritiva quantitativa de sidra com teor alcoólico diminuído

CHIQUETTO, N. C. *et al.*

- PÉREZ, R.; SALVADOR, M. D.; MELERO, R.; NADAL, M. I.; GASQUE, F. Desalcoholización de vino mediante destilación en columna. Ensayos previos. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 29, n. 1, p. 124-130, 1989.
- QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Ed. da Furg, 2006. 268 p.
- RICHARD, H.; MULTON, J. L. **Les arômes alimentaires**. Paris: Collection Sciences & Techniques agro-alimentaires, Tec&Doc-Lavoisier, 1992. 436 p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. **Statistical Analysis System Institute**. versão 6.12. Cary: The SAS Institute, 1989-1996.
- SILVA, N. C. C.; LEAL, E. S.; KAMINSKI, M.; NEVES, L. S.; WOSIACKI, G. Desalcoholização de vinho por destilação a vácuo em batelada. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 8., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA-PR, 2003.
- SILVA, M. A. P.; DAMÁSIO, M. H. **Curso: Análise Sensorial Descritiva**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1994. 59 p.
- SOMOGGYI, M. Notes on sugar determination. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 195, n. 1, p. 19-23, 1952.
- STONE, H.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. Sensory evaluation by descriptive analyses. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 28, n. 11, p. 24-33, 1974.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. London: Academic Press, 1985, 338p.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1993. 295 p.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. Quantitative Descriptive Analyses: developments, applications, and the future. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 8, p. 54-57, 1998.
- SUOMALAINEN, H. Yeast esterases and aroma esters in alcoholic beverages. **Journal of the Institut of Brewing**, London, v. 87, p. 296-300, 1981.