



BRUNA MARCACINI AZEVEDO

**“PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS (*Coffea arabica* L.)
EXPRESSOS ADOÇADOS COM SACAROSE E DIFERENTES
EDULCORANTES”**

CAMPINAS/SP
2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BRUNA MARCACINI AZEVEDO

**“PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS (*Coffea arabica* L.)
EXPRESSOS ADOÇADOS COM SACAROSE E DIFERENTES
EDULCORANTES”**

Orientador (a): Profa. Dra. Helena Maria André Bolini

Tese de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição, na Área de Concentração de Consumo e Qualidade de Alimentos.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELA ALUNA BRUNA MARCACINI AZEVEDO E ORIENTADA
PELA PROFA. DRA. HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI.

Assinatura da Orientadora

**CAMPINAS/SP
2013**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MÁRCIA REGINA GARBELINI SEVILLANO – CRB8/3647- BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP**

Azevedo, Bruna Marcacini.
Az25p Perfil sensorial de café (*Coffea arabica* L.) expresso adoçado com sacarose e diferentes edulcorantes / Bruna Marcacini Azevedo -- Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Helena Maria André Bolini.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Avaliação sensorial. 2. Café expresso. 3. Edulcorantes. 4. Análise descritiva quantitativa. 5. Análise tempo-intensidade I. Bolini, Helena Maria André, 1961- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Sensory profile of espresso coffee (*Coffea arabica* L.) sweetened with sucrose and different sweeteners

Palavras-chave em inglês:

Sensory evaluation

Espresso coffee

Sweeteners

Quantitative descriptive analysis

Time intensity analysis

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos

Titulação: Mestra em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora:

Helena Maria André Bolini [Orientador]

Karina de Lemos Sampaio

Lauro Luís Martins Medeiros de Melo

Data da defesa: 06-03-2013

Programa de Pós Graduação: Alimentos e Nutrição

Banca Examinadora

Profa. Dra. Helena Maria André Bolini
Orientadora

Dra. Karina de Lemos Sampaio
Membro Titular
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Lauro Luís Martins Medeiros de Melo
Membro Titular
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt
Membro Suplente
Universidade Estadual de Campinas

Profa. Dra. Patrícia Carla Barbosa Trevizam Moraes
Membro Suplente
Universidade Metodista de Piracicaba

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Ângela e Dennis, todo o meu amor e admiração. Obrigada por estarem sempre do meu lado, tanto nos momentos difíceis quanto nos momentos de sucesso. Vocês são um exemplo pra mim em todos os sentidos!

A minha orientadora, Professora Doutora Helena Maria André Bolini, sempre disposta a colaborar, com muita paciência, dedicação, respeito e amizade.

Ao grande amor da minha vida, Rafael, que sempre me apoiou e se preocupou comigo. Dividir esta etapa com você foi muito importante pra mim!

As minhas irmãs, Nathália e Liane, por todo o apoio e amizade!

As amigas queridas, Danielle, Janaína, Juliana F., Juliana K., Paula e Verônica, pela amizade tão verdadeira que construímos ao longo desses anos. O apoio de vocês colaborou muito com meu trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Análise Sensorial e do DEPAN, Lia, Alessandra, Cidinha, Marta, Eliana, Ana e Chico, pelo apoio, compreensão e amizade.

Ao Professor Doutor Flávio Luís Schmidt, pelos conhecimentos transmitidos e por estar sempre presente nas etapas deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora pelas sugestões, discussões e questionamentos.

A Empresa Café Canecão Ltda., pela doação do café Gourmet em grão torrado.

A minha equipe de provadores: Adriane, Alessandra, Ângela, Bruna, Carolina, Fernanda, Gisele, Gislaine, Izabela, Janaína, Joelma, Juliana B., Juliana K., Lia e Mariana, que foi essencial para a realização deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo, fará coisas admiráveis".

José de Alencar

RESUMO

O Brasil tem a maior produção de café no mundo e é o segundo mercado consumidor, atrás somente dos EUA. O consumo de café está crescendo constantemente, graças a seus efeitos fisiológicos e ao seu sabor e aroma agradáveis. Associado a este consumo, a maior preocupação com a saúde estimulou a área de pesquisa e desenvolvimento de alimentos de baixa caloria e adoçantes não calóricos. Os edulcorantes podem produzir uma variedade de características sensoriais, dependendo do alimento ou bebida ao qual foi adicionado, sendo necessário estudá-los individualmente. O objetivo deste estudo foi avaliar sensorialmente os cafés expressos adoçados com sacarose e diferentes edulcorantes (sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina e estévia). A avaliação sensorial foi realizada através da determinação da Doçura Ideal, Teste de Equivalência em Doçura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]), Análise de Aceitação e Análise Tempo-Intensidade para o estímulo gosto doce. A ADQ, Análise Tempo-Intensidade e Teste de aceitação foram avaliados por análise de variância (ANOVA), teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (ACP). A doçura ideal de sacarose no café expresso foi de 12,5%. O teste de equivalência de doçura revelou que a amostra com neotame teve a maior potência edulcorante entre os cinco edulcorantes testados, enquanto que a estévia apresentou o menor poder de dulçor. Os termos descritivos do café expresso com sacarose e adoçantes diferentes foram: cor marrom escuro (bebida café), cor marrom claro (espuma), presença de espuma, viscosidade aparente, aroma de café, aroma doce, aroma de baunilha, aroma torrado, sabor de caramelo, gosto doce, gosto doce residual, gosto amargo, gosto amargo residual, sabor de café, adstringência, sabor torrado e corpo. A ACP sugeriu que a amostra com sacarose foi caracterizada principalmente pelos atributos corpo e viscosidade, a amostra com sucralose pelo aroma doce, a amostra com o aspartame por doçura, a amostra com o neotame por adstringência, a amostra com a mistura de ciclamato/sacarina por amargor e gosto residual amargo e, por fim, a amostra com estévia por gosto doce residual. Os resultados não mostraram uma grande diferença no perfil sensorial das amostras de café expresso, mas a amostra com estévia foi a que apresentou maior variação. As amostras de café expresso foram muito semelhantes em relação à aparência, textura e aroma. O teste de aceitação verificou que a amostra com

aspartame apresentou maior aceitação entre os consumidores. Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) em relação aos atributos de aparência, aroma e textura, entre as seis amostras. A Análise Tempo-Intensidade revelou que a amostra com estévia apresentou os maiores valores de I_{max} (intensidade máxima), T_{imax} (tempo em que a intensidade máxima foi registrada); Área (área da curva de tempo x intensidade) e T_{tot} (tempo total de duração do estímulo).

Palavras chave: Café expresso; edulcorantes; análise sensorial.

ABSTRACT

Brazil has the biggest coffee beans production among all countries and is the second consumer market, following USA. The consumption of coffee beverages is growing steadily thanks to their physiological effects and pleasant flavor and aroma. In addition concern about health has given inputs to research and development on low calorie foods and non-caloric sweeteners. Sweeteners can produce a variety of sensory characteristics depending on the food or beverage in which they have been added, therefore it is necessary to study them individually. The objective of this study was to sensorially evaluate espresso coffee sweetened with various sweeteners (sucralose, aspartame, neotame, mixture of cyclamate/saccharin 2:1 and stevioside) and sucrose. The sensory evaluation was done through ideal and equivalent sweetness determinations, Quantitative Descriptive Analysis (QDA), Acceptance Analysis, and Time-Intensity Analysis for stimuli sweet taste. The QDA, time intensity analysis and acceptance test data were evaluated by the analysis of variance (ANOVA), Tukey's Test and the principal component analysis. The statistical analysis was carried out using the SAS program. The ideal sweetness of sucrose in espresso coffee was 12,5%. The equivalent sweetness determinations showed that neotame had the greatest potency amongst the five intensity sweeteners tested, while stevioside exhibited the smallest. The descriptive terms of the coffee espresso with sucrose and different sweeteners were: dark brown color, light brown color, foam, viscosity, coffee aroma, sweet aroma, vanilla aroma, roasted aroma, caramel flavor, sweetness, sweet aftertaste, bitterness, bitter aftertaste, coffee flavor, astringency, roasted flavor and body. The Principal Component Analysis (PCA) suggested that the sample with sucrose was mainly characterized by the body and viscosity, the sample with sucralose by the sweet aroma, the sample with aspartame by the sweetness, the sample with neotame by astringency, the sample with cyclamates/saccharine (2:1) blend by bitterness and bitter aftertaste, and, finally, the sample with stevioside by sweet aftertaste. The results did not show a great difference in the sensory profile of espresso coffee samples, however the sample with stevioside showed more variation. The samples were very similar in relation to appearance, aroma, and texture. The acceptance test showed a greater acceptance for the sample with aspartame. No statistically significant differences ($p > 0.05$) were observed for

appearance, aroma and texture, between all the samples. The Time-Intensity Analysis showed that the sample with stevioside presented highest I_{max} (maximum intensity), T_{max} (time in which the maximum intensity was recorded); Area (area of the curve $time \times intensity$) and T_{tot} (total duration time of the stimulus) of the all samples.

Key words: espresso coffee; sweeteners; sensory analysis.

Lista de Figuras

Figura 1	Evolução do consumo interno de café no Brasil, no período de 1990 até Abril de 2012.....	7
Figura 2	Estrutura química da sucralose.....	15
Figura 3	Estrutura química do aspartame.....	17
Figura 4	Estrutura química do neotame.....	18
Figura 5	Estrutura química da sacarina.....	19
Figura 6	Estrutura química do ciclamato.....	20
Figura 7	Estrutura química do esteviosídeo.....	21
Figura 8	Modelo de Ficha utilizado no Teste de Aceitação com Escala do Ideal.....	35
Figura 9	Gráfico utilizado na seleção dos provadores utilizando análise sequencial.....	36
Figura 10	Modelo de Ficha utilizado no Teste de Estimativa de Magnitude.....	38
Figura 11	Modelo de ficha utilizada no Teste de Aceitação.....	42
Figura 12	Gráfico e equação da reta obtidos no teste de determinação da concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao café expresso.....	48
Figura 13	Frequência de consumo de café por dia (%).....	49
Figura 14	Forma de consumo do café (%).....	49
Figura 15	Tipo de café de maior preferência (%).....	50
Figura 16	Momento do dia em que os indivíduos costumam consumir café (%).	50
Figura 17	Local de maior consumo do café (%).....	51
Figura 18	Aspectos relacionados à qualidade do café para os provadores (%)....	51
Figura 19	Influência do preço no momento da compra do café.....	52
Figura 20	Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação a 12,5% de sacarose em café expresso.....	53
Figura 21	Ficha utilizada na seleção dos provadores para a ADQ [®] de café expresso.....	58
Figura 22	Ilustração fotográfica da mesa de ADQ [®] com as referências utilizadas para o treinamento dos provadores.....	63

Figura 23	Gráfico radar ou “aranha” com as médias dos atributos das amostras de café expresso adoçado com açúcar e diferentes edulcorantes.....	66
Figura 24	Figura bidimensional da ACP (componentes principais I e II) das amostras de café expresso adoçadas com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura ciclamato/sacarina e estévia.....	67
Figura 25	Figura bidimensional da ACP (componentes principais I e III) das amostras de café expresso adoçadas com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura ciclamato/sacarina e estévia.....	68
Figura 26	Parâmetros da curva tempo-intensidade.....	69
Figura 27	Curvas tempo-intensidade, características do estímulo doce, para as amostras de café expresso.....	73
Figura 28	Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais do atributo gosto doce das amostras de café expresso adoçadas com edulcorantes a 12,5% de equivalência de doçura.....	74
Figura 29	Figura bidimensional da análise do Mapa de Preferência Interno das seis amostras de café expresso.....	76
Figura 30	Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de café expresso em relação aos atributos da ADQ® e dados de impressão global do teste de aceitação.....	77
Figura 31	Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de café expresso em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação.....	78
Figura 32	Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de café expresso em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação.....	79

Lista de Tabelas

Tabela 1	Edulcorantes e valores máximos permitidos para uso em alimentos e bebidas com substituição total de açúcares.....	22
Tabela 2	Concentrações de sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura ciclamato/sacarina 2:1 e estévia utilizadas para determinação da equivalência de doçura em relação à concentração de 12,5% de sacarose em café expresso.....	38
Tabela 3	Teor de umidade e sólidos totais do grão torrado, café expresso e borra.....	44
Tabela 4	Média das massas de entrada e saída da máquina de café expresso..	44
Tabela 5	Resultados das análises físico-químicas do café expresso.....	46
Tabela 6	Parâmetros de cor L*, a* e b* do café expresso.....	47
Tabela 7	Coefficiente angular, intercepto na ordenada e função de potência dos resultados obtidos nos testes utilizando escala de magnitude, para determinar as equivalências de doçura dos edulcorantes, em café expresso a 12,5% de sacarose.....	53
Tabela 8	Concentração e potência dos edulcorantes em relação à sacarose a 12,5% em café expresso.....	54
Tabela 9	Definições e referências para os atributos levantados pelos provadores para café expresso.....	56
Tabela 10	Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras ($F_{amostra}$)	61
Tabela 11	Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$)	62
Tabela 12	Médias dos atributos do café expresso adoçado com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina (2:1) e estévia, a 12,5% de equivalência de doçura.....	64
Tabela 13	Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras para o estímulo doce.....	70
Tabela 14	Níveis de significância (p) para provadores em função de	71

	repetibilidade das amostras para o estímulo doce.....	
Tabela 15	Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo doce, do café expresso com diferentes edulcorantes, com equivalência a 12,5% de sacarose.....	71
Tabela 16	Médias obtidas no teste de aceitação (n = 121) do café expresso adoçado com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina (2:1) e estévia.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	HISTÓRIA DO CAFÉ.....	3
2.2	PRÉ-PROCESSAMENTO DOS GRÃOS DE CAFÉ.....	4
2.3	CARACTERÍSTICAS DO CAFÉ.....	5
2.4	CAFÉ EXPRESSO.....	8
2.4.1	Cafés Especiais.....	9
2.4.1.1	Café Gourmet ou de Qualidade Superior.....	11
2.5	EDULCORANTES DE ALTA INTENSIDADE.....	12
2.5.1	Sucralose.....	14
2.5.2	Aspartame.....	15
2.5.3	Neotame.....	17
2.5.4	Mistura Ciclamato/Sacarina.....	18
2.5.4.1	Sacarina.....	18
2.5.4.2	Ciclamato.....	19
2.5.5	Estévia.....	20
2.5.6	Regulamentação para edulcorantes.....	21
2.6	SACAROSE.....	22
2.7	ANÁLISE SENSORIAL.....	23
2.7.1	Análise Descritiva Quantitativa.....	24
2.7.2	Análise Tempo-Intensidade.....	25
2.7.3	Teste Afetivos.....	26
2.7.4	Doçura Ideal e Estimativa de Magnitude.....	27
3	OBJETIVOS.....	29
3.1	OBJETIVO GERAL.....	29
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1	MATERIAL.....	30
4.2	MÉTODOS.....	30
4.2.1	Preparo do café expresso.....	30

4.2.2	Caracterização da máquina de café expresso.....	31
4.2.3	Análises Físico-químicas do café expresso.....	32
4.2.3.1	Acidez titulável e pH.....	32
4.2.3.2	Sólidos solúveis Totais (°Brix).....	33
4.2.3.3	Cor.....	33
4.2.4	Análise Sensorial.....	34
4.2.4.1	Determinação da Concentração Ideal de Sacarose no café expresso.....	34
4.2.4.2	Pré-seleção da equipe de assessores para Equivalência de Doçura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ [®]) e Análise Tempo-Intensidade.....	35
4.2.4.3	Determinação da equivalência de doçura.....	37
4.2.4.4	Análise Descritiva Quantitativa.....	39
4.2.4.4.1	Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos provadores.....	39
4.2.4.4.2	Seleção final da equipe de assessores.....	39
4.2.4.4.3	Avaliação das amostras.....	40
4.2.4.5	Análise Tempo-Intensidade.....	40
4.2.4.6	Teste de Aceitação.....	41
4.2.4.7	Análise Estatística.....	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA MÁQUINA DE CAFÉ EXPRESSO.....	44
5.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO CAFÉ EXPRESSO.....	46
5.2.1	Acidez titulável, pH, Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e Cor.....	46
5.3	ANÁLISE SENSORIAL.....	47
5.3.1	DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO IDEAL DE SACAROSE NO CAFÉ EXPRESSO.....	47
5.3.2	RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO SOBRE O CONSUMO DE CAFÉ.....	48
5.3.3	PRÉ-SELEÇÃO DA EQUIPE DE PROVADORES.....	52
5.3.4	DETERMINAÇÃO DA EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA EM CAFÉ EXPRESSO.....	52

5.3.5	ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ®).....	55
5.3.5.1	Desenvolvimento da terminologia descritiva.....	55
5.3.5.2	Treinamento e seleção da equipe de provadores para Análise Descritiva Quantitativa.....	60
5.3.5.3	Análise Descritiva Quantitativa de café expresso com sacarose e diferentes edulcorantes.....	63
5.3.6	ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE (TI).....	69
5.3.6.1	Seleção de provadores para a Análise Tempo-Intensidade de estímulo doce em café expresso.....	70
5.3.6.2	Análise Tempo-Intensidade para o estímulo doce em café expresso.....	71
5.3.7	TESTE DE ACEITAÇÃO.....	74
5.3.8	CORRELAÇÃO DOS DADOS DESCRITIVOS COM O TESTE DE ACEITAÇÃO.....	77
6	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
	APÊNDICES.....	99

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas mundialmente. No Brasil, o seu consumo também se destaca, sendo o segundo mercado consumidor desta bebida, atrás somente dos Estados Unidos (Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC, 2011).

No período compreendido entre maio/2011 e abril/2012, a ABIC registrou o consumo de 19,975 milhões de sacas de 60 quilos no Brasil, representando um acréscimo de 3,05% em relação ao período anterior correspondente (maio/10 a abril/11), que havia sido de 19,38 milhões de sacas (ABIC, 2012a).

O elevado consumo de café no Brasil se deve a fatores como: o crescimento do consumo fora do lar; a entrada no mercado de novos produtos e a melhoria da qualidade, com a ampliação da oferta de produtos diferenciados. A ABIC acredita na crescente preferência dos consumidores por produtos monitorados quanto à qualidade e muitas marcas trazem os símbolos de seus programas de certificação de qualidade, como o Selo de Pureza ABIC ou o Selo de Qualidade PQC – Programa de Qualidade do Café (ABIC, 2012a).

Atualmente, o Brasil também é o maior produtor mundial de café, sendo responsável por 30% do mercado internacional, volume equivalente à soma da produção dos outros seis maiores países produtores (ABIC, 2011). A produção de café no ano comercial de 2012 foi em torno de 50,5 milhões de sacas de 60 quilos (ABIC, 2012b).

Pesquisas recentes encontraram que o consumo moderado de café tem efeitos benéficos, como a redução dos riscos de câncer de fígado (LARSSON; WOLK, 2007), de câncer de cólon, de cálculos biliares, de cirrose no fígado e de doença de Parkinson (MURIEL; ARAUZ, 2010).

O café também apresenta relevância no aspecto socioeconômico, considerando que a produção e comercialização desta bebida empregam cerca de 20 milhões de pessoas em todo o mundo (MORAIS et al, 2007).

A descoberta do café expresso pelos brasileiros segue uma tendência mundial de se consumir cafés com padrões de bebidas superiores, os quais são produzidos com grãos frescos e selecionados, de alta qualidade, com aroma e sabores intensos.

Segundo Barão (2004), o aumento da busca por um café de qualidade está acompanhado à tendência de um novo hábito de consumo, no qual há uma maior preocupação com a saúde e com a aparência. Assim, aumentou-se a procura por alimentos e bebidas de baixa caloria e adoçantes não calóricos, utilizados em substituição à sacarose, o que impulsionou o desenvolvimento de inúmeros edulcorantes, que auxiliam na redução e manutenção do peso corporal, no controle do Diabetes e na prevenção da cárie dental.

Entre as substâncias edulcorantes permitidas para consumo no Brasil, destacam-se: neotame, aspartame, mistura de ciclamato/sacarina, sucralose e estévia. Estes produtos devem apresentar, além da segurança absoluta, características sensoriais agradáveis, semelhantes às da sacarose. Desse modo, a Análise Sensorial representa a única técnica capaz de avaliar a aceitação e as características sensoriais de um edulcorante, considerando ainda que cada edulcorante apresenta características sensoriais distintas, que podem variar em função do alimento ou bebida ao qual foi adicionado.

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]), a Análise Tempo-Intensidade (TI) e o Teste de Aceitação são testes sensoriais capazes de identificar e quantificar as diferentes características dos edulcorantes nos alimentos e bebidas e verificar a sua aceitação no mercado.

A ADQ[®] é uma técnica usualmente utilizada para analisar descritivamente as características sensoriais de alimentos e bebidas. O grupo de assessores desenvolve um vocabulário próprio e são treinados para utilizar escalas e descrever as amostras de acordo com suas características (SCHMIDT; MIGLIORANZA, 2010).

A Análise Tempo-Intensidade consiste na medida da velocidade, duração e intensidade percebidas por um único estímulo, através da associação da percepção humana com recursos da informática (REIS, 2007).

O Teste de Aceitação fornecerá informações sobre qual edulcorante é o mais aceito pelos consumidores, como substituto da sacarose, no café expresso.

Neste sentido, o presente trabalho visou estudar o perfil sensorial dos cafés expressos adoçados com as principais substâncias edulcorantes permitidas para uso em alimentos no Brasil, através de técnicas sensoriais adequadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 História do café

O café é de origem da Etiópia, centro da África, e seu nome vem da palavra árabe *qahwa*, que significa vinho, por isso o café era conhecido como “vinho da Arábia”. O hábito de consumir café veio da cultura árabe, sendo que a fruta era consumida e só se conheciam as propriedades estimulantes. Em 1000 d.C., os árabes consumiam uma infusão com cerejas com água fervida, e somente no século XIV, a torrefação foi desenvolvida e a bebida adquiriu um aspecto mais parecido com o dos dias atuais (FRANCO, 2001).

O café conquistou definitivamente a Europa a partir de 1615, trazido dos países árabes por comerciantes italianos. O hábito de tomar café, principalmente em Veneza, estava associado aos encontros sociais e à música que ocorriam nas *Botteghe Del Caffè*. Em 1687, os turcos abandonaram várias sacas de café às portas de Viena, após uma tentativa frustrada de conquista, e estas foram usadas como prêmio pela vitória. Assim, é aberta a primeira *coffee house* de Viena e difundido o hábito de coar a bebida e bebê-la misturada com leite, o famoso café vienense (ABIC, 2011).

O café chegou ao norte do Brasil, mais precisamente em Belém, em 1727. Já naquela época, o café possuía grande valor comercial. Devido às nossas condições climáticas favoráveis, o cultivo de café se espalhou rapidamente, com produção voltada para o mercado doméstico. Num espaço de tempo relativamente curto, o café passou de uma posição secundária para a de produto-base da economia brasileira. Desenvolveu-se com total independência, ou seja, apenas com recursos nacionais, sendo a primeira realização exclusivamente brasileira que visou à geração de riquezas (ABIC, 2011).

Implantada com o mínimo de conhecimento da cultura, em regiões que mais tarde se tornaram inadequadas para seu cultivo, a cafeicultura no centro-sul do Brasil começou a ter problemas em 1870, quando uma grande geada atingiu as plantações do oeste paulista provocando prejuízos incalculáveis. No entanto, depois de uma longa crise, a cafeicultura nacional se reorganizou e os produtores, industriais e exportadores voltaram a dar credibilidade à produção do café. A busca pela região ideal para a cultura

do café se estendeu por todo o país, estando presente hoje em regiões dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Bahia e Rondônia. O café continua sendo considerado até hoje como um dos produtos mais importantes para o Brasil e é, sem dúvida, o mais brasileiro de todos (ABIC, 2011).

2.2 Pré-processamento dos grãos de café

Na cadeia agroindustrial, o café é um dos produtos agrícolas cujo processamento requer especial atenção, a fim de preservar as suas qualidades. O fruto de cafeeiro é formado pelo exocarpo (casca), mesocarpo (mucilagem) e o endocarpo coriáceo (pergaminho), contendo dois lóculos e duas sementes envolvidas separadamente pelo pergaminho. Estas sementes têm formato, plano-convexas, elípticas ou ovais, contendo um sulco longitudinal na face plana. As sementes de café são constituídas de embrião, endosperma, película prateada ou espermoderma e endocarpo (BORÉM, 2008).

O ponto ideal de colheita é quando o fruto está maduro e este se torna matéria-prima para obtenção de um café de boa qualidade (PIMENTA, 2003). O cafeeiro pode apresentar frutos em diferentes estágios de maturação (imaturos, cerejas, passas e secos) devido à característica da planta em exibir várias florações em diferentes épocas do ano (BÁRTHOLO; GUIMARÃES, 1997).

No Brasil, a colheita é feita predominantemente por derriça, colhendo-se uma mistura de frutos de diferentes características com relação à maturação, cor, densidade e teor de umidade. A presença de frutos imaturos tem sido responsável por sérios prejuízos na qualidade do produto final (PIMENTA, 2003).

Na fase de pré-processamento, os lotes de café são uniformizados por meio da separação hidráulica, a fim de melhorar a eficiência da secagem e a qualidade do produto (SILVA, 2000; BORÉM, 2008). Segundo Reinato e colaboradores (2005) e Borém (2008), a etapa é realizada em lavadores, com dispositivos que separam os frutos pesados (cereja, verdeoengo e verde), dos leves ou boias, constituídos por frutos defeituosos e/ou com menor teor de água.

Historicamente, dois diferentes métodos são usados para o processamento do café: a via seca e a via úmida. O processamento por via seca consiste em submeter os frutos à secagem intactos, sem a remoção do exocarpo, originando o café natural ou café

em coco. Nesse sistema, os grãos são espalhados no terreiro, após a lavagem, para a pré-secagem, visando reduzir o teor de água e o tempo necessário para secagem em secadores mecânicos, geralmente utilizados para que o café atinja determinado percentual de umidade. Por sua vez, o processamento via úmida pode produzir três tipos de café: os cafés descascados, dos quais a mucilagem remanescente do descascamento não é removida dos grãos; os cafés despulpados, originados de frutos descascados mecanicamente e a mucilagem remanescente é removida por fermentação biológica; e os cafés desmucilados, nos quais a mucilagem é removida mecanicamente (BORÉM, 2008). No Brasil, o processamento via seca é a forma mais utilizada (MALTA; CHAGAS; OLIVEIRA, 2003).

A principal técnica para conservação de grãos durante o armazenamento é a redução do seu metabolismo, através da remoção de água por meios artificiais e do controle da temperatura durante a estocagem. A secagem pode ser definida como um processo simultâneo de transferência de energia e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção parcial de água no grão por meio de evaporação, geralmente, por convecção forçada de ar aquecido, permitindo sua conservação durante o armazenamento (BROOKER; BARKER; HALL, 1992).

No Brasil, a secagem do café é realizada em terreiros, em secadores mecânicos ou combinando terreiros e secadores (REINATO et al, 2005; BORÉM, 2008), sendo o método em terreiros o mais utilizado pelos produtores, em pelo menos uma das fases do processo de secagem (RESENDE; SIQUEIRA; ARCANJO, 2009).

Após a secagem, o café é armazenado, com a finalidade de manter a qualidade do produto no período entre colheita e comercialização. Nesta etapa, é preciso que haja um controle rígido sobre a temperatura, umidade e luz, bem como o combate eficiente às pragas que possam contaminar os grãos (CORADI; BORÉM; OLIVEIRA, 2008).

2.3 Características do café

O café é uma planta dicotiledônea da família das Rubiáceas e do gênero *Coffea*. Dentre as várias espécies conhecidas, as mais comercializadas são a *Coffea arabica* e a *Coffea canephora*, comercialmente conhecidas por café arábica e café robusta, respectivamente. No Brasil, a produção de café arábica se concentra em São Paulo,

Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, enquanto o café robusta é cultivado principalmente no Espírito Santo e Rondônia (ABIC, 2011).

O café foi cultivado pela primeira vez pelos árabes, por isso a denominação *Coffea arabica* L., nome científico da mais importante espécie, responsável por cerca de dois terços da produção mundial (ILLY, 2002). O restante da produção advém da espécie *C. canephora*, a qual apresenta plantas mais produtivas e adaptadas a regiões mais quentes (PASCOAL, 2006).

Estas duas espécies possuem características físico-químicas bem diferenciadas, divergindo também em preço, qualidade e aceitação dos consumidores. O produto da espécie *Coffea arabica* é de qualidade superior e de maior aceitação em todos os mercados, e é caracterizado por alguma acidez e aroma intenso. Por sua vez, o café obtido da espécie *Coffea canephora* apresenta amargor e sabores de terra e madeira típicos (BANDEIRA et al, 2009) e destina-se aos *blends* e à indústria de café solúvel, favorecida pelo menor preço e pela maior concentração de sólidos solúveis, proporcionando um maior rendimento industrial (ILLY, 2002).

O café arábica (*Coffea arabica*) é originário da Etiópia, encontrado em altitudes de 900 a 2000 metros, e o teor de cafeína é baixo (entre 0,9% a 1,5%) . Os frutos são redondos, suaves, levemente amargos, perfume intenso e encontrado em duas variedades: arábica (típica) e Bourbon. O café robusta (*Coffea canephora*), por sua vez, é encontrado em terrenos baixos, cujo teor de cafeína é mais alto (entre 2% e 4,5%). Os frutos são arredondados e menores que os frutos do café arábica. As principais variedades encontradas são Robusta e Nganda (Conselho Nacional do Café - CNC, 2010).

O grupo arábica é classificado em sete subgrupos de bebida, sendo os primeiros quatro subgrupos de bebidas finas e os três últimos subgrupos de bebidas fenicadas: 1) estritamente mole: café que apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém mais acentuado; 2) mole: café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado; 3) apenas mole: café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar; 4) duro: café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém, não apresenta paladares estranhos, 5) riado: café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio; 6) rio: café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio; 7) rio zona: café que apresenta aroma e sabor muito

acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar (SCHMIDT; MIGLIORANZA, 2010).

Por sua vez, o grupo robusta é classificado em quatro subgrupos: 1) Excelente: café que apresenta sabor neutro e acidez mediana; 2) Boa: café que apresenta sabor neutro e ligeira acidez; 3) Regular: café que apresenta sabor típico de robusta sem acidez; 4) Anormal: café que apresenta sabor não característico ao produto (SCHMIDT; MIGLIORANZA, 2010).

A produção mundial destas duas espécies de café encontra-se distribuída em 55 países, aproximadamente. No entanto, são dez países que se destacam como os maiores produtores - Brasil, Vietnã, Colômbia, Indonésia, Etiópia, México, Índia, Peru, Honduras e Guatemala. A produção mundial de café chegou, em 2011, a 131 milhões de sacas, aproximadamente (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC, 2012).

Além de ser o maior produtor de café, o Brasil é o segundo mercado consumidor de café, incluindo o arábica e o robusta, e caminha para se tornar o maior consumidor de café do mundo, superando até mesmo os Estados Unidos. Mesmo diante da crise mundial, em 2009, a expansão do consumo no Brasil foi de 4% e o consumo per capita alcançou 5,8 quilos por ano de café. Segundo a OIC, o consumo brasileiro de café subiu 49% em 10 anos (CARVALHO NEWS, 2010).

A Figura 1 ilustra de forma clara o aumento do consumo de café neste período e a tendência de um consumo cada vez mais elevado no Brasil.

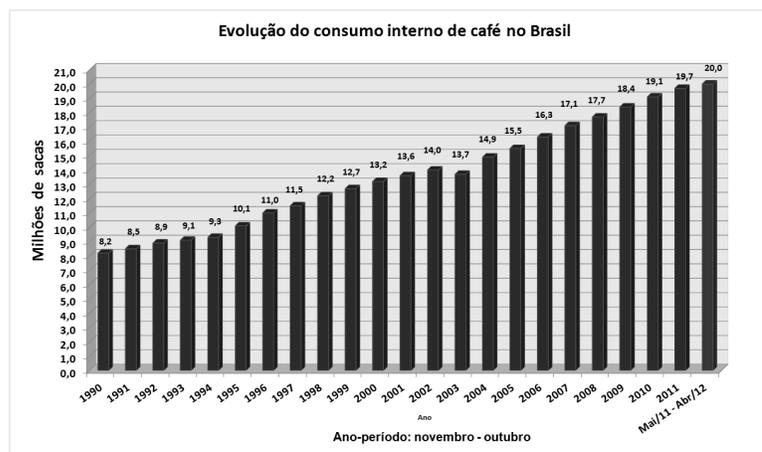


Figura 1 - Evolução do consumo interno de café no Brasil, no período de 1990 até Abril de 2012 (ABIC, 2012).

Este consumo elevado de café não ocorre pelo seu valor nutricional, mas pela sensação de prazer e satisfação proporcionados a quem consome a bebida. Assim, o sabor expressa o valor comercial do produto, ou seja, a qualidade, que é então buscada pelos os segmentos produtivos constantemente (ILLY, 2002; SOUZA; SAES; OTANI, 2002).

A qualidade da bebida é primordial para valorizar o produto e está associada aos diversos constituintes químicos do grão, responsáveis pelas características qualitativas da bebida (BYTOF et al, 2007; CHALFOUN; PARIZZI, 2008). A composição química do café verde depende das condições ambientais, das práticas culturais, da época de colheita, do clima, do solo e principalmente de sua origem genética. O café é composto por mais de 700 componentes, incluindo alcalóides, como a cafeína e a trigonelina, minerais, ácidos clorogênicos, carboidratos, aminoácidos e lipídeos (FRANCA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005).

A qualidade da bebida também está relacionada à satisfação de cada consumidor na observação da combinação balanceada de aromas e sabores, que se tornam perceptíveis apenas com a torração dos grãos (BORÉM, 2008).

Na torrefação ocorrem simultaneamente centenas de reações químicas que conferem ao café o sabor e aroma característico. Alguns exemplos incluem reações de Maillard (escurecimento não enzimático), reações de Strecker, degradação de proteínas, polissacarídeos, ácidos clorogênicos e trigonelina (MARIA et al, 1996).

O sabor e o aroma característico, assim como acidez, corpo, adstringência e sabor residual, são atributos associados à bebida importantes na determinação da aceitação pelo consumidor, que está disposto a pagar mais por produtos de maior qualidade (MARTINEZ; LECHA, 2002).

2.4 Café expresso

Segundo Pino (2008), o consumo de café de qualidade é cada vez maior no mercado interno e também no mercado externo, principalmente com o crescimento do consumo do café expresso, no qual o sabor e o aroma são mais evidentes, acentuando tanto as características positivas como também negativas.

O café expresso teve origem na Itália e hoje é amplamente disseminado em diversos países, como nos Estados Unidos, no Japão, no Canadá, entre outros. Pode ser definido como uma bebida polifásica, obtida pelo processo de percolação de água quente sob pressão em grãos de café compactados (ALBANESE et al, 2009).

Um café expresso de boa qualidade deve ter atributos sensoriais específicos relacionados à aparência, sabor e aroma, como gosto amargo balanceado, corpo forte, aroma intenso e presença de espuma com textura compacta. A presença e a intensidade de cada termo descritor sensorial deste tipo de café são influenciadas pela origem botânica do café, pelo grau de torração dos grãos de café, e principalmente, pelas variáveis do processo de percolação (tipo de cafeteira expresso, grau de moagem, temperatura e pressão da água e tempo de percolação) (ANDUEZA; PEÑA; CID, 2003).

O preparo deste tipo de café é feito por máquinas tipo expresso, e exige *blends* elaborados especificamente para esse fim, combinando diferentes origens com diferentes formas de manejo (café orgânico, por exemplo) e de preparo pós-colheita (natural, cereja descascado, lavado e desmucilado). Os grãos para expresso devem ser Gourmet ou Qualidade superior, variedade de Café Especial, com grau de torra variando de moderadamente escuro a médio claro (VEGRO, 2002).

2.4.1 Cafés Especiais

O Brasil, além de ser o maior produtor e exportador de café no mundo, tem sido reconhecido como um dos grandes fornecedores mundiais de cafés especiais – diferenciados pela sua qualidade, sabor e agregação de valores socioambientais. A produção brasileira de cafés especiais representa, atualmente, aproximadamente 15% do mercado internacional da bebida (BRASIL, 2012). Devido ao sabor suave e peculiar, seu consumo no mercado internacional tem aumentado significativamente e o Brasil é o único país que tem condições de sustentar esta demanda no futuro, estimada em 15 milhões de sacas por ano (MOREIRA, 2000). Apesar do consumo desses produtos no país ainda ser pequeno, devido à falta de divulgação e ao preço, que é de duas a quatro vezes o dos cafés comuns, o mercado dos cafés especiais vem começando a conquistar

espaço internamente, reproduzindo, tardiamente, uma realidade no exterior (NASCIMENTO; MORAIS; ROCHA, 2003).

Atualmente, com este mercado em ascensão, o segmento dos cafés especiais vem estimulando a produção e o consumo de cafés especiais (NETO, 2008). Na balança comercial, cerca de 10% do total de café comercializado no mundo é especial. No Brasil, essa parcela é bem inferior a 5% (BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2008), assim, abrem-se oportunidades ao setor, uma vez que os rendimentos obtidos com este café são diferenciados.

As percepções do consumidor têm contribuído para a inserção de cafés especiais. O consumidor brasileiro também tem exigido pureza, sabor e aroma ao degustar ou adquirir o produto (INTERSCIENCE, 2008).

Os cafés especiais possuem características que vão além da qualidade final da bebida, associada às suas características tangíveis (propriedades físicas, sensoriais e locacionais), considerando também características intangíveis relacionadas a questões tecnológicas, preservação do meio-ambiente e responsabilidade social. O conceito de cafés especiais é apresentado por Zylbersztajn e Farina (2001):

O conceito de cafés especiais está intimamente ligado ao prazer proporcionado pela bebida. Tais cafés destacam-se por algum atributo associado ao produto, ao processo de produção ou a serviço a ele relacionado. Diferenciam-se por características como qualidade superior da bebida, aspecto dos grãos, forma de colheita, tipo de preparo, história, origem dos plantios, variedades raras e quantidades limitadas, entre outras. Podem também incluir parâmetros de diferenciação que se relacionam à sustentabilidade econômica, ambiental e social da produção (p. 15).

Existem cinco categorias de Cafés Especiais:

a) Café de Origem (*Estate Coffee*): identificado por sua origem. Desse modo, os cafés podem ser diferenciados pela região produtora, solo, clima e temperatura que dão as características diferenciadas a esse café especial (SAES, 2008).

b) Café Sombreado: para a sua produção, reproduz-se o habitat natural da planta, podendo ser produzido sob diversos níveis de sombreamento, com baixo número de espécies de árvores ou uma maior biodiversidade, sendo essa cobertura florestal um

excelente habitat para os pássaros e por isso a denominação *eco-friendly* (PONTE, 2004).

c) Café Orgânico: a produção do café orgânico elimina o uso de fertilizantes e agrotóxicos, contribuindo para a manutenção dos solos e do meio ambiente (SAES, 2008).

d) Café *Fair Trade*: tipo de comércio solidário (*Fair Trade*), no qual as preocupações são as condições sócio-econômicas dos produtores nos países em desenvolvimento, envolvendo o pagamento de salários justos aos trabalhadores, trabalho cooperativo, educação do consumidor, sustentabilidade ambiental, suporte técnico e financeiro e respeito à identidade cultural (SAES, 2006).

A quinta categoria refere-se ao Café Gourmet ou de Qualidade Superior, tipo de café que foi avaliado sensorialmente neste estudo.

2.4.1.1 Café Gourmet ou de Qualidade Superior

O café Gourmet é uma categoria de Café Especial que apresenta características de Tipo 3, de acordo com uma escala de 2 a 8 (segundo a quantidade de defeitos em uma amostra de 300g), com grãos de aspecto uniforme e uma bebida mole ou estritamente mole (REVISTA CAFEICULTURA, 2011).

Segundo a Resolução SAA - 31, de 22 de junho de 2007, este produto possui somente atributos de qualidade positivos e elevado valor agregado, uma vez que é constituído de grãos de cafés 100% arábica, de origem única ou misturada e são completamente ausentes de defeitos pretos, verdes e ardidos (PVA), preto/verdes e/ou fermentados.

Ainda de acordo com esta Resolução, o café Gourmet possui as seguintes características:

- Aroma característico, marcante e intenso;
- Acidez variável (baixa a alta);
- Amargor típico;
- Sabor característico, equilibrado e limpo;

- Ausência de sabores estranhos;
- Nenhuma adstringência;
- Qualidade Global classificada como muito boa a excelente.

Esses cafés têm apresentado crescimento no consumo superior ao café tradicional nos últimos anos. Os dados divulgados pela *United States Department of Agriculture* (USDA) mostram uma queda no consumo per capita de cafés tradicionais nos Estados Unidos, enquanto o consumo de café Gourmet vem aumentando no país. Ainda que o crescimento seja descontínuo, houve um aumento no consumo de 0,22 xícaras/dia em 1999 para 0,33 em 2006, enquanto o café tradicional passou de 1,48 para 1,44 no mesmo período (USDA, 2011).

No Brasil, segundo informações da ABIC em sua pesquisa anual sobre as Tendências de Consumo de Café, o consumo de café gourmet cresceu 21,3% em 2010. O estudo também revelou que 45% dos entrevistados estão dispostos a pagar mais caro por um bom café (ABIC, 2010).

Diante deste contexto, o segmento Gourmet correspondeu, no ano de 2010, a 4% do mercado aproximadamente, ou 800 mil sacas, com uma participação entre 6% a 7% na receita, o que significa um volume de R\$380 milhões (ABIC, 2010).

Segundo Souza e Saes (2001), o café Gourmet é o único comercializado via mercado e não exige a rastreabilidade do produto. Isso porque a identificação da qualidade depende da prova de xícara, que é um dos instrumentos para verificar se o produto é ou não *gourmet*, caracterizado aqui como bem de experiência. Nas outras categorias, as características de bens de crença exigem a rastreabilidade do processo produtivo.

2.5 Edulcorantes de Alta Intensidade

Os edulcorantes são aditivos alimentares de baixo ou inexistente valor energético, com poder adoçante superior ao da sacarose (BRASIL, 1997). Estas substâncias são consideradas não calóricas por não serem metabolizadas pelo organismo ou pela sua utilização em quantidades muito pequenas, tornando o aporte calórico insignificante (CAVALLINI; BOLINI, 2005).

Estas substâncias podem ser sintéticas ou naturais. Entre os edulcorantes sintéticos destacam-se: sacarina, ciclamato, aspartame, sucralose, acesulfame-K, neohesperidina, dihidrochalcona, naringina e perilartina. Por sua vez, os edulcorantes naturais compreendem: miraculina, monelina e taumatina de origem protéica e glicirrizina, osladina e esteviosídeo de origem glicosídica (MONTIJANO; TOMÁS-BARBERÁN; BORREGO, 1998).

Os edulcorantes, em geral, foram inseridos na alimentação cotidiana e encontram-se em quase todos os alimentos que são consumidos pela população, com a função de substituir a sacarose. Esta busca por alternativas para a substituição da sacarose ocorre principalmente devido a alguns fatores: controle de peso, obesidade e doenças como Diabetes. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, até 2015, aproximadamente 2,3 bilhões de adultos terão excesso de peso e mais de 700 milhões serão obesos. Além disso, a OMS destaca que a prevalência média de Diabetes no mundo é de 10%, embora em muitas regiões, como nas Ilhas do Pacífico, esse valor alcance 33% (OMS, 2012).

Os diversos edulcorantes permitidos para uso em alimentos e bebidas dietéticas possuem características específicas de intensidade e persistência do gosto doce e da presença ou não de gosto residual. Além disso, tais características podem variar em função das concentrações dos edulcorantes. Esses fatores são determinantes na aceitação, preferência e escolha pelos consumidores (CARDELLO; SILVA; DAMASIO, 2000).

Segundo diversos autores, um edulcorante ideal deveria apresentar as seguintes características: poder adoçante igual ou superior ao da sacarose; ausência de cor e de odor; perfil de sabor agradável, tão próximo possível quanto ao da sacarose, sem sabor residual; facilidade de dissolução; compatibilidade química com outros aditivos e demais componentes dos alimentos; estabilidade química e térmica, tanto em meio ácido, quanto básico; baixo teor calórico (<2 kcal/g); não cariogenicidade; segurança em termos de saúde pública; metabolismo normal ou resistência à digestão; facilidade de produção, transporte e estocagem; disponibilidade comercial e custo competitivo em comparação à sacarose e outros edulcorantes (SALMINEM; HALLIKAINEN, 1990; STAMP, 1990; MONTIJANO; TOMÁS-BARBERÁN; BORREGO, 1998; NABORS, 2002; LINDLEY, 2002).

De modo geral, nenhum edulcorante preenche todos os requisitos enumerados anteriormente. Assim, é recomendada a utilização de combinações de edulcorantes para compensar as limitações individuais de cada um deles, proporcionando o desenvolvimento de produtos com melhor sabor, maior vida útil e, muitas vezes, com custos de formulação reduzidos (MONTIJANO; TOMÁS-BARBERÁN; BORREGO, 1998).

Outro aspecto que motiva o uso de misturas de edulcorantes é o sinergismo observado entre alguns compostos, que corresponde a interações sensoriais positivas entre eles, resultando em potencialização do poder adoçante. Combinações de ciclamato/sacarina e aspartame/acessulfame estão entre as mais clássicas e conhecidas, havendo, no entanto, outras possibilidades (VERDI; HOOD, 1993; VON RYMON LIPINSKI, 1996).

Os edulcorantes avaliados neste estudo foram sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina e estévia com 95% de rebaudiosídeo.

2.5.1 Sucralose

A sucralose (FIGURA 2), quimicamente denominada 4-cloro-4- deoxi-a-D-galactopiranosídeo, é um edulcorante artificial, obtido a partir da sacarose, por um processo de cloração da molécula de sacarose nas posições 4,1' e 6', provocando a inversão da molécula. Com a alteração da configuração, as ligações glicosídicas ficam mais resistentes à hidrólise ácida e enzimática, prejudicando sua absorção, sendo então eliminada nas fezes. Tal fato diminui seu potencial de fornecimento energético, tornando-a uma substância não calórica (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION - ADA, 2004a).

Esta substância é altamente solúvel em água, etanol e metanol; sua solubilidade em água aumenta com a temperatura, de aproximadamente 28,3 g/ 100 mL, a 25°C, até 66,0 g/ 100 mL, a 60°C. Em solução, apresenta viscosidade similar à da sacarose e seu efeito a tensão superficial é praticamente desprezível, o que significa que o uso deste edulcorante em produtos líquidos normalmente não implica em problemas de dissolução ou formação de espuma (GOLDSMITH; MERKEL, 2001).

O seu poder adoçante é 400 a 800 vezes maior que o da sacarose (ADA, 2004b). Apresenta o perfil de sabor mais semelhante ao do açúcar, em relação a todos os outros edulcorantes, além de não apresentar sabor residual amargo/metálico (CAMPOS, 2002).

Segundo a ADA de 2004, a ingestão máxima permitida é de 5 mg/kg/dia. Este valor é difícil de ser atingido, uma vez que, devido ao elevado potencial de dulçor da sucralose, quantidades extremamente baixas do edulcorante são necessárias para atingir os níveis de dulçor desejados nas suas diferentes aplicações (WALLIS, 1993).

As aplicações deste edulcorante incluem produtos forneados, bebidas em geral (incluindo café e chás), gomas de mascar, molhos para salada, produtos lácteos, sobremesas congeladas, produtos instantâneos, frutas processadas, geleias, xaropes e produtos de confeitaria (GOLDSMITH; MERKEL, 2001).

A sucralose é permitida para uso em alimentos e bebidas no Brasil desde 1995 (BRASIL, 1995).

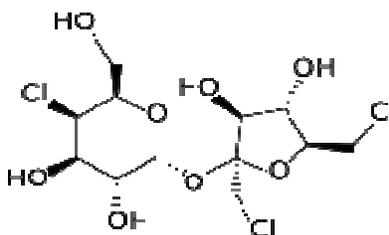


Figura 2 - Estrutura química da sucralose

2.5.2 Aspartame

O composto N-L-a-aspartil-Lfenilalanina- l-metil éster, mais conhecido como aspartame (FIGURA 3), possui gosto doce intenso e estabilidade ótima em pH 4,3. Além disso, o seu ponto isoelétrico é 5,2, no qual se encontra a maioria dos alimentos e bebidas (WELLS, 1989).

O aspartame tem poder adoçante 200 vezes superior ao da sacarose (STEGINK; FILER, 1984). O seu consumo tem crescido muito, e sua utilização nos produtos "diet" e "light" tem tido grande êxito por ter ele características semelhantes às da sacarose (RE, 1990).

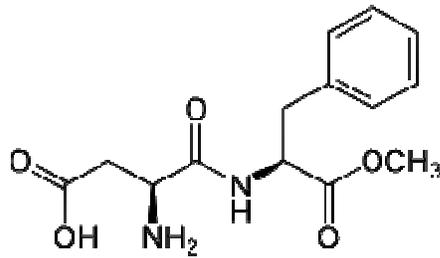
Este edulcorante não possui gosto residual amargo ou sabor metálico normalmente associado a certos edulcorantes como acesulfame-K, ciclamato e sacarina. A curva de tempo-intensidade do aspartame, comparada à da sacarose, é caracterizada por um desenvolvimento mais lento e persistente da sensação de dulçor (MONTIJANO; TOMÁS-BARBERÁN; BORREGO, 1998; BUTCHKO et al, 2001).

O edulcorante apresenta também a propriedade de realçar e estender determinados sabores, especialmente os de frutas, sendo este efeito mais pronunciado no caso de sabores naturais do que sintéticos. Em contrapartida, alguns sabores indesejáveis podem ser também realçados pelo aspartame, como é o caso do amargor característico de certos tipos de cacau (BUTCHKO et al, 2001; NABORS, 2002).

Apesar de sofrer hidrólise em condições excessivas de calor, o aspartame suporta processamento térmico a alta ou ultra-alta temperatura, por curto período de tempo, como é o caso de alguns produtos lácteos e sucos. Por outro lado, sua utilização não é adequada para aplicações em que seja empregado aquecimento muito drástico por tempo prolongado, como por exemplo, o forneamento, a esterilização e a fritura (STAMP, 1990; NABORS, 2002).

Entre as aplicações mais comuns do aspartame encontram-se bebidas carbonatadas, refrescos em pó, iogurtes, bebidas lácteas, adoçantes de mesa, confeitos, sobremesas em pó, gomas de mascar, chás instantâneos, produtos a base de cereais e sorvetes (BUTCHKO et al, 2001).

Há uma restrição do consumo deste edulcorante para pessoas portadoras de um erro inato do metabolismo denominado Fenilcetonúria, causado por ausência ou deficiência da fenilalanina hidroxilase, que converte a fenilalanina em tirosina. Isto se deve ao fato deste edulcorante conter fenilalanina, que não poderá ser metabolizada por estes indivíduos (VAN SPRONSEN; ENNS, 2010). O acúmulo deste aminoácido no sangue causa anormalidades nas respostas cerebrais, podendo resultar em retardo mental, caso não haja o controle da ingestão deste aminoácido (SCRIVER; KAUFMAN, 2001).



N-L- aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster

Figura 3 - Estrutura química do aspartame (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

2.5.3 Neotame

O neotame (FIGURA 4), edulcorante artificial derivado do aspartame, é um dipeptídeo composto pelos aminoácidos ácido aspártico e fenilalanina. Portanto, possui essencialmente as mesmas qualidades do mesmo, como gosto doce próximo ao da sacarose, sem gosto residual amargo ou sabor metálico (NOFRE; TINTI, 2000).

Tem poder adoçante de aproximadamente 7.000 a 13.000 vezes superior ao da sacarose, por isso é necessária uma pequena quantidade para adoçar os produtos alimentares (ADA, 2008).

O neotame possui estabilidade a 80°C, na faixa de pH 3,0 - 5,5, indicando a possibilidade de sua utilização em produtos submetidos a tratamentos térmicos a altas temperaturas, por curtos períodos de tempo, com perdas mínimas durante tais processos (NOFRE; TINTI, 2000; THE NUTRASWEET, 2005).

O perfil temporal de sabor do neotame em água é similar ao do aspartame, com uma resposta ligeiramente mais lenta em relação à liberação do gosto doce, sem diferença significativa na retenção do dulçor. Em soluções aquosas de neotame, o dulçor aumenta com o aumento da concentração, enquanto que outros atributos de sabor, como amargo, azedo e metálico, permanecem insignificantes. O perfil de sabor característico do neotame permite substituições parciais de adoçantes calóricos em diferentes aplicações, sem comprometimento do sabor e com benefícios desejáveis em termos de redução calórica (PRAKASH et al, 2002).

Entre as principais aplicações deste edulcorante destacam-se bebidas prontas para consumo (refrigerantes, sucos e néctares), refrescos em pó, iogurtes, produtos de panificação, gomas de mascar, adoçantes de mesa e bebidas lácteas, como edulcorante

único ou na forma de combinações, com edulcorantes naturais e/ou artificiais (NOFRE; TINTI, 2000; STARGEL et al, 2001).

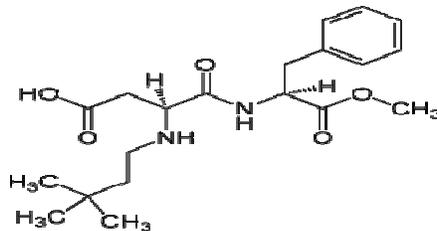


Figura 4 - Estrutura química do neotame (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

2.5.4 Ciclamato/Sacarina

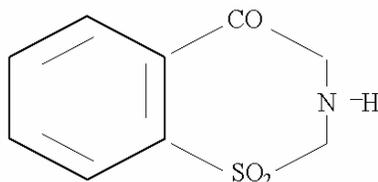
2.5.4.1 Sacarina

A sacarina (FIGURA 5) apresenta poder edulcorante de 300 a 700 vezes maior que o da sacarose e exibe liberação lenta do sabor doce, que persiste ao atingir sua máxima intensidade. A presença de gosto residual amargo, sabor metálico e adstringente são características geralmente associadas a este edulcorante e tendem a aumentar conforme se eleva sua concentração (BAKAL, 1987; PEARSON, 2001). A ingestão diária máxima permitida é de 5 mg/kg/dia (ADA, 2004a).

Uma das principais vantagens deste edulcorante é a estabilidade em temperaturas altas e meio ácido, sem perda de suas propriedades. Somente em condições extremas de temperatura e pH, por tempos prolongados de exposição, ocorre hidrólise da molécula, produzindo os ácidos 2-sulfobenzóico e 2-sulfamoil benzóico (PEARSON, 2001).

Pode ser utilizada misturada com outros adoçantes, como por exemplo, o ciclamato, que possui a vantagem particular de reduzir o gosto amargo residual da sacarina, quando associado a ela (HIGGINBOTHAM, 1983). Outras opções de edulcorantes para uso combinado com a sacarina incluem o aspartame, a sucralose e o acessulfame-K, além de misturas de sacarina, aspartame e ciclamato (PEARSON, 2001).

As principais aplicações da sacarina em alimentos incluem: adoçantes de mesa e para uso culinário, bebidas em geral, confeitos, geleias, sobremesas, gomas de mascar, molhos para saladas, sorvetes e sobremesas (STAMP, 1990; PEARSON, 2001).



Imida do ácido sulfobenzóico

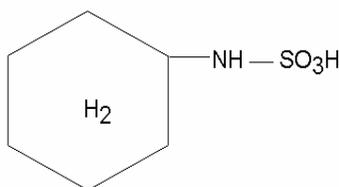
Figura 5 - Estrutura química da sacarina (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

2.5.4.2 Ciclamato

O consumo do ciclamato (FIGURA 6) cresceu muito a partir da década de 60, quando este edulcorante passou a ser adicionado em bebidas e alimentos em conjunto com a sacarina, uma vez que a combinação destes edulcorantes resulta em potencialização do gosto doce e, ao mesmo tempo, mascara o gosto amargo residual da sacarina (SALMINEN; HALLIKAINEN, 1990; BOPP; PRICE, 2001).

O ciclamato é aproximadamente 30 a 60 vezes mais doce que a sacarose e extremamente estável em uma ampla faixa de pH e temperatura, assim como na presença de luz e oxigênio. Seu perfil tempo-intensidade é caracterizado por liberação lenta e persistente do gosto doce, quando comparado à sacarose, sendo muitas vezes associado a sabor residual desagradável (GONZALES, 2000; BOPP; PRICE, 2001).

O uso do ciclamato como edulcorante é bastante adequado para produtos à base de frutas, devido à propriedade de realçar sabores frutais e mascarar a acidez excessiva, muito comum em produtos desta natureza. Outras aplicações típicas deste edulcorante são: bebidas em geral, iogurtes de frutas, gelatinas, cereais matinais, sorvetes, gomas de mascar, sobremesas e confeitos (NABORS, 2002).



Ácido ciclohexansulfâmico

Figura 6 - Estrutura química do ciclamato (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996)

2.5.5 Estévia

Estévia é o nome comum utilizado para o extrato das folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni, planta originária da Serra do Amambay, na fronteira do Brasil com o Paraguai (BAKAL; NABORS, 1986). Trata-se de produto novo e promissor no mercado mundial, por ser natural, possuir gosto doce e ser ausente de calorias, podendo ser utilizado como um substituto da sacarose ou como uma alternativa para edulcorantes artificiais (ANTON et al, 2010; DAS; DANG; SHIVANANDA, 2006).

As folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni têm propriedades funcionais e sensoriais superiores aos de muitos outros edulcorantes de alta intensidade, e é provável que se torne a principal fonte adoçante para o crescente mercado de alimentos naturais no futuro (GOYAL et al, 2010).

Os adoçantes naturais das folhas de Stevia, chamados glicosídeos de esteviol, são diterpenos, isolados e identificados como esteviosídeo, esteviolbiosídeo, rebaudiosídeos (A, B, C, D, E, F) e dulcosídeo (GEUNS, 2003). Os esteviosídeos (FIGURA 7) conferem o gosto amargo ao produto e os seus anômeros, os rebaudiosídeos, conferem a doçura (HIGGINBOTHAM, 1983).

Apresenta poder adoçante de 100 a 300 vezes maior que o da sacarose, no entanto, essa potência pode variar dependendo da pureza e da proporção de esteviosídeo e rebaudiosídeo encontrados no extrato (BAKAL; NABORS, 1986).

Estudos permitiram o desenvolvimento de um novo extrato, com uma maior proporção de rebaudiosídeo A (entre 40 e 97 %), que fornece um produto mais agradável que os primeiros extratos utilizados (HOUGH, 1996).

Quando usado isoladamente, a estévia apresenta gosto doce retardado e demorado, com característica de alcaçuz ou mentol. A associação com outros edulcorantes aumenta o poder adoçante destes, reduzindo a proporção dos artificiais, melhorando o paladar final e diminuindo o sabor residual, além da redução do custo final (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

A estévia serve como uma realçadora de sabor e mantém-se estável quando combinada com alimentos ácidos. A alta temperatura não destrói as suas propriedades edulcorantes, não fermenta e não faz com que o produto perca coloração, tornando este edulcorante adequado para alimentos e bebidas quentes (SAHELIAN; GATES, 1999).

Seu uso foi regulamentado pela Portaria n°14 desde 1988 (BRASIL, 1988).

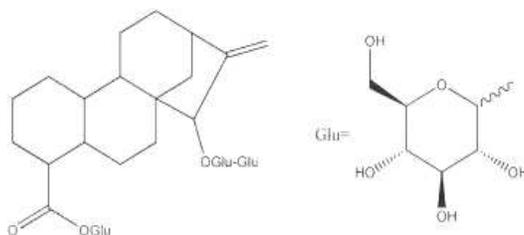


Figura 7 - Estrutura química do esteviosídeo

2.5.6 Regulamentação para edulcorantes

A segurança de um edulcorante é de extrema importância, por isso, é necessária a realização de vários ensaios toxicológicos para verificação da existência de possíveis efeitos adversos decorrentes da exposição a estes compostos. A aprovação de um edulcorante para uso em alimentos é regulamentada pelo *Joint Expert Comitee on Food Additives* (JECFA), a partir dos dados obtidos com estes estudos.

No Brasil, a regulamentação do uso destes edulcorantes é de responsabilidade do Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com base em laudos fornecidos pelo JECFA, cabendo a esta aceitar ou não a recomendação do Comitê. Os tipos de edulcorantes não calóricos atualmente permitidos para comercialização no Brasil são: sacarina sódica, ciclamato de sódio, aspartame, acessulfame de potássio, sucralose, estévia, neotame e taumatina (BRASIL, 2008).

A Ingestão Diária Aceitável (IDA) é definida como a estimativa da quantidade de um aditivo alimentar, expressa em relação ao peso corporal, que pode ser ingerida por toda a vida sem risco apreciável à saúde. O cálculo da IDA é feito dividindo-se o NOEL (dose sem efeito observável) por um fator de incerteza, que normalmente é 100 e representa a variação de sensibilidade entre indivíduos da mesma espécie e a extrapolação de dados animais para humanos. Os valores de IDA para os edulcorantes permitidos no Brasil e avaliados neste estudo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Edulcorantes e valores máximos permitidos para uso em alimentos e bebidas com substituição total de açúcares.

Aditivo	Limite máximo (g/100 mL)
Sucralose	0,025
Aspartame	0,075
Neotame	0,0065
Ciclamato	0,04
Sacarina	0,015
Esteviosídeo	0,06

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008).

2.6 Sacarose

A sacarose é um dissacarídeo composto de glicose e frutose, unidos por ligação α (1,2). A sua doçura é considerada padrão para qualquer outro tipo de adoçante natural ou artificial, calórico ou não calórico (GAVA, 1986). Fornece 4 kcal/g e apresenta solubilidade em água de 2 g/ml a 25°C (CAMPOS, 1993).

É o carboidrato mais empregado na indústria de alimentos devido a vários atributos nutricionais, sensoriais, físicos, químicos e microbiológicos, tais como: longa história de uso; excelente aceitabilidade de sabor; modifica positivamente a textura dos alimentos, conferindo corpo e tornando a textura mais plástica; melhora a aparência e coloração dos alimentos; excelente conservante, pois diminui a atividade da água inibindo o crescimento de microrganismos; baixo custo; apresenta propriedades de

caramelização e substrato de fermentação (GAVA, 1986; WITTING PENNA, WEINACKER, 1990).

Apesar das inúmeras funções tecnológicas, o fato de a sacarose fornecer um rápido aporte energético e um grande número de calorias tem se tornado um risco para a sociedade devido ao sedentarismo e excesso de calorias presente nas dietas. Outro inconveniente da sacarose é o fato de ser considerada uma substância cariogênica (UMBELINO, 2005).

2.7 Análise Sensorial

A Análise sensorial é uma ciência utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais da forma como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (MININ; DELLA LUCIA; CARNEIRO, 2006), através de elementos da psicofísica (psico = reposta comportamental; física = estímulos) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

No Brasil, a análise sensorial só se desenvolveu a partir de 1954, devido à necessidade de classificação do café (MONTEIRO, 1984). Portanto, pode-se dizer que neste país a ciência desta análise se entrelaça com a história do comércio do café.

Em outros países, entretanto, a análise sensorial já se desenvolvia anteriormente, impulsionada pela expansão do conceito de controle de produção e de processo nas indústrias de alimentos na década de 40. Porém, apenas na década de 50, houve um grande desenvolvimento dos métodos de avaliação sensorial, seguindo este avanço significativo até a década de 70 (MININ; DELLA LUCIA; CARNEIRO, 2006).

Atualmente, esta ciência é considerada uma ferramenta indispensável para a indústria de alimentos e dispõe de vários métodos distintos, utilizados por diferentes tipos de provadores. Após a escolha do método e do tipo de provador mais adequado a cada situação, pode-se, com base nos resultados, estabelecer diferenças e preferências entre produtos, descrever qualidades ou quantificar atributos dos alimentos (SCHMIDT; MIGLIORANZA, 2010).

As metodologias sensoriais se dividem em três grupos: testes discriminativos, testes descritivos e testes afetivos (ROUSSEAU, 2004).

Os testes discriminativos são muito utilizados para investigar se há diferença sensorial ou não entre produtos e, em algumas metodologias, estimar o grau dessa diferença. Têm como vantagem serem de rápida análise, pois é necessário apenas contabilizar o número de respostas no teste aplicado e consultar a tabela estatística adequada para a metodologia utilizada. Em contrapartida, dependendo do teste utilizado o resultado apenas demonstrará se há ou não diferença entre os produtos testados, mas não avaliando o quão diferentes são. Além disso, não é possível determinar se o produto testado agradou ou não ao provador que estará degustando (ROUSSEAU, 2004).

Os testes descritivos são considerados os melhores métodos para se estabelecer um perfil sensorial, uma vez que fornecem descrições sensoriais completas dos produtos e identificam os principais atributos sensoriais relacionados à aceitação ou rejeição do produto (STONE; SIDEL, 2004).

Os métodos afetivos, assim como a maioria dos discriminativos, não requerem treinamento dos provadores e são importantes por expressar a opinião dos consumidores sobre o produto a ser testado (MININ; DELLA LUCIA; CARNEIRO, 2006).

2.7.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®])

A Análise Descritiva Quantitativa é uma metodologia mais sofisticada, quando comparada aos métodos discriminativos e ao de aceitação. Os resultados de um teste de análise descritiva completa fornecem descrições sensoriais de uma variedade de produtos, proporcionam uma base para o mapeamento das similaridades e diferenças do produto e fornecem também uma base para a determinação dos atributos que são importantes para a aceitação. Com os resultados obtidos, é possível relacionar um ingrediente específico ou uma variável do processo, com mudanças específicas em alguns (ou todos) atributos sensoriais de um produto (STONE; SIDEL, 2004).

Dentre as suas inúmeras aplicações, destacam-se: acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos, desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade de produtos industrializados e relação entre testes sensoriais e instrumentais (STONE; SIDEL, 2004).

A ADQ[®], associada ao estudo afetivo com consumidores, permite chegar a conclusões de extrema importância, como saber quais as características sensoriais e em

qual intensidade estão presentes nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores, e ainda verificar em que produtos concorrentes diferem sensorialmente entre si. Desta forma, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou colocados em um produto para que ele possa superar seu concorrente (STONE; SIDEL, 2004). É importante ressaltar que os assessores que participarem de testes descritivos não devem ser considerados mais como consumidores comuns do produto estudado e, então, devem ser evitados quando for realizado um teste afetivo com este produto (ROUSSEAU, 2004).

Apesar de ser um dos métodos descritivos mais utilizados, a aplicação da ADQ[®] requer que os provadores sejam recrutados e treinados, implicando na necessidade de tempo prolongado até se obter um resultado, além dos custos serem mais elevados que nos testes discriminativos e afetivos (ROUSSEAU, 2004).

2.7.2 Análise Tempo-Intensidade

A Análise Tempo-Intensidade é um complemento da análise sensorial clássica, já que fornece informações sobre a sensação percebida ao longo do tempo (CLIFF; HEYMANN, 1993). Consiste na medida da velocidade, duração e intensidade percebidas por um único estímulo, através da associação da percepção humana com recursos da informática (REIS, 2007).

Esta análise tem sido usada como ferramenta fundamental para pesquisa com doçura (CARDELLO; DA SILVA; DAMASIO, 1999) e amargor (LEACH; NOBLE, 1986; MONTEIRO, 2002).

É fundamental realizar este tipo de teste, uma vez que diferentes estímulos sensoriais possuem uma característica única no curso da percepção, que é o aumento da percepção seguido por uma intensidade máxima e culminando na sua extinção (KELLING; HALPERN, 1983).

O método Tempo-Intensidade permite quantificar diferenças temporais em características sensoriais, tais como gostos básicos, e percepções de sabores, como adstringência (LUNDAHL, 1992), além de oferecer melhor aproximação do “mundo real” do fenômeno associado à percepção de um estímulo que ocorre na cavidade oral

com o passar do tempo, que é impossível nos procedimentos de tempo livre (CARDELLO; DAMASIO, 1996).

Segundo Cardello e colaboradores (2003), o programa desenvolvido para a Análise Tempo-Intensidade denominado *Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes* - TIAFT (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2012) corresponde perfeitamente às expectativas na coleta de dados e obtenção de parâmetros das curvas do comportamento temporal da sacarose e edulcorantes estudados. Foi relatado também que o programa desenvolvido possibilitou a adequação e escolha de parâmetros como tempo de espera, tempo de ingestão e tempo de permanência do alimento na boca, a dimensão da escala a ser utilizada, entre outros parâmetros, relacionados com o tipo de material analisado e o objetivo do estudo.

2.7.3 Testes Afetivos

Os testes afetivos são uma importante ferramenta, pois determinam diretamente a opinião (preferência ou aceitação) do consumidor em relação a ideias, características específicas ou globais de determinado produto, sendo, por isso, também denominados de teste de consumidor (MININ; DELLA LUCIA; CARNEIRO, 2006).

Este tipo de teste não necessita de treinamento dos provadores e é muito utilizado na comparação de produtos concorrentes, no desenvolvimento de novos produtos e na melhoria da qualidade.

O Teste de Aceitação, tipo de método afetivo, avalia o quanto o consumidor gostou ou não de um determinado produto. Entre as escalas sensoriais existentes para medir a aceitação de um grupo de provadores, a que utiliza escala hedônica de nove centímetros é a mais aplicada, devido à sua simplicidade, confiabilidade e validade de seus resultados (STONE; SIDEL, 2004).

Os dados obtidos em um teste de aceitação em que se utiliza escala hedônica são submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) e ao teste de médias de Tukey, que verifica se há diferença significativa entre as médias, em um determinado nível de confiança, que é normalmente 95% (STONE; SIDEL, 2004; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Por sua vez, o Teste de Preferência avalia o quanto o consumidor prefere um produto em relação a outro(s). Quando três ou mais amostras são avaliadas, o Teste de Ordenação-Preferência é utilizado, no qual o provador é solicitado a avaliá-las e ordená-las em ordem crescente ou decrescente de preferência (STONE; SIDEL, 2004).

2.7.4 Doçura Ideal e Estimativa de Magnitude

A escala do ideal é o método afetivo mais aplicado para se medir a quantidade ideal de um determinado componente a ser adicionado para provocar a melhor aceitação e preferência de um grupo de provadores, devido à confiabilidade e validade de seus resultados e à simplicidade em ser utilizado pela equipe. Na determinação da Doçura Ideal, os consumidores avaliam as amostras e registram em uma escala específica o quão ideal estas amostras encontram-se, em relação ao atributo que se deseja avaliar, no caso, doçura, conforme o método de VICKERS (1988).

Os dados obtidos são então submetidos à análise estatística através de gráfico de distribuição das respostas sensoriais (em porcentagem), em função da concentração do componente que está variando e, também, por regressão linear simples entre os valores hedônicos e a concentração do componente que está variando (CARDOSO; BATTOCHIO; CARDELLO, 2004).

Outro estudo extremamente importante refere-se ao estudo do poder edulcorante de substâncias utilizadas na substituição da sacarose, e várias metodologias podem ser utilizadas, com o objetivo de determinar a equivalência de doçura: teste de ordenação, comparação pareada, estimativa de magnitude e comparação de um padrão de glicose com edulcorantes através de escala de intensidade (CARDELLO, 1996). No entanto, um dos métodos mais utilizados é o de Estimativa de Magnitude, que possibilita a medida quantitativa direta da intensidade de doçura subjetiva, ou de outros atributos que se deseja avaliar, como por exemplo, gosto salgado, entre outros.

O método consiste na apresentação de uma amostra referência aos provadores com uma intensidade designada com um valor arbitrário, por exemplo: 100, seguida por uma série de amostras em ordem casualizada, com intensidades maiores ou menores que a referência. Os provadores deverão estimar a intensidade do atributo avaliado (doçura, por exemplo) das amostras desconhecidas, e atribuir notas a elas, em relação à

referência (STONE; OLIVER, 1969). Desse modo, a amostra que apresentar o dobro da doçura da referência deverá receber valor 200, e a que apresentar metade de doçura, 50, e assim por diante.

Os valores obtidos dos resultados dos provadores e os valores das concentrações avaliadas são normalizados, e são calculados os logaritmos desses resultados, os quais são colocados em um gráfico em coordenadas logarítmicas, obtendo-se uma reta. Esta reta obedece a lei de Stevens, ou “power function”: $S = aC^n$, onde **S** é o estímulo percebido, **C** é a concentração do estímulo, **a** é antilog do valor de Y no intercepto, e **n** é o coeficiente angular da reta. Regiões das retas dos edulcorantes que estão em um mesmo nível, paralelo ao eixo da abcissa, possuem doçuras equivalentes (MOSKOWITZ; McNULTY, 1974).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do uso de diferentes edulcorantes (sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina (2:1) e estévia) como substitutos da sacarose em café expresso, através de técnicas sensoriais adequadas.

3.2 Objetivos Específicos

O café expresso foi adoçado com diferentes edulcorantes e com sacarose, sendo, desta forma, estudados separadamente. Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Caracterizar o funcionamento da cafeteira expresso utilizada;
- Caracterizar o café expresso utilizado neste estudo através de análises físico-químicas;
- Determinar a concentração ideal de sacarose a ser adicionada no café expresso;
- Determinar a equivalência de doçura em relação à sacarose e a potência de cada edulcorante, no café expresso;
- Levantar os termos descritores mais adequados para o café expresso adoçado com diferentes edulcorantes e quantificá-los, por meio da ADQ[®];
- Estudar o perfil tempo-intensidade do estímulo doçura;
- Determinar qual o edulcorante foi mais aceito pelos consumidores como substituto da sacarose na bebida;
- Correlacionar os dados descritivos com o teste de aceitação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

O café Gourmet (grãos 100% arábica) torrado utilizado neste estudo foi fornecido pela Empresa Café Canecão Ltda., CNPJ: 45.986.700/0001-35, da cidade de Campinas – SP. Este produto possui o Selo de Pureza e o Selo de Qualidade Gourmet, ambos da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). As amostras estavam acondicionadas em embalagens valvuladas de um quilo (embalagem comercial) e são caracterizadas como bebida estritamente mole.

Foram avaliadas seis amostras de café expresso adoçadas com diferentes substâncias:

- Neotame (Sweetmix[®]);
- Aspartame (All Chemistry do Brasil Ltda);
- Sucralose (Pharmanostra[®]);
- Estévia (Stevita[®]) com 95% de rebaudiosídeo;
- Mistura de ciclamato/sacarina (2:1) (Tovani Benzaquen[®] e Pharmanostra[®], respectivamente);
- Sacarose (União[®]).

4.2 Métodos

4.2.1 Preparo do café expresso

O café expresso foi preparado pela Máquina de Café Jura Impressa – F50, fabricada pela marca suíça Jura. Este equipamento possui um moedor de grãos de café, portanto o grão era moído e imediatamente a bebida era preparada.

Para o preparo da bebida, foi utilizada a opção da cafeteira que serve duas xícaras simultaneamente.

A apresentação das amostras aos provadores foi feita em copos térmicos de isopor descartáveis, codificados aleatoriamente com algarismos de três dígitos, acompanhados de água a temperatura ambiente e biscoito de água e sal, sendo que cada indivíduo recebeu 30 mililitros de cada amostra.

4.2.2 Caracterização da máquina de café expresso

Com o objetivo de avaliar o funcionamento da cafeteira expresso, foi verificado o seu balanço de massa, através do monitoramento das massas de sólidos totais e umidade que entram e saem deste equipamento. A massa que entra na cafeteira corresponde à soma da água e dos grãos torrados necessários para a produção do café expresso. Por sua vez, a massa que sai deste equipamento é o resultado da soma da bebida produzida, da borra descartada e da água residual que se acumula na bandeja da cafeteira.

Para realizar este balanço de massa, pesou-se a água e os grãos torrados utilizados na produção de 100 mL de café. Em seguida, o café expresso produzido, a borra e a água residual na bandeja também foram pesados. Este procedimento foi realizado em triplicatas.

Foram determinados também os sólidos totais e a umidade de todos os conteúdos que entraram e saíram da cafeteira, citados anteriormente.

Para a análise de umidade, os cadinhos foram secos em estufa Modelo 315 SE FANEM, a 105°C por 4 a 6 horas antes da pesagem e transferidos em seguida para dessecador por 30 minutos até que chegasse a temperatura ambiente. Foram adicionados três mililitros de café expresso e da água residual e 1,5g da borra e do grão, em triplicatas e levados a estufa “overnight” (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 1985).

Para o cálculo da umidade e dos sólidos totais, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{g sólidos totais} / 100\text{mL} = \frac{\text{m (g) do resíduo} \times 100 \text{ mL}}{\text{V (mL) da amostra}}$$

$$\% \text{ sólidos totais} / 100\text{mL} = \frac{m \text{ (g) do resíduo} \times 100 \text{ g}}{m \text{ (g) inicial}}$$

$$\% \text{ umidade} = 100 - \text{sólidos totais (\%)}$$

Os balanços de massas dos sólidos totais e da umidade foram calculados a partir das duas equações a seguir, respectivamente:

$$\text{BM Sólidos Totais} \rightarrow (\% \text{ ST H}_2\text{O} \times m \text{ H}_2\text{O}) + (\% \text{ ST grãos} \times m \text{ grãos}) = (\% \text{ ST café} \times m \text{ café}) + (\% \text{ ST borra} \times m \text{ borra}) + (\% \text{ ST H}_2\text{O residual} \times m \text{ H}_2\text{O residual})$$

$$\text{BM Umidade} \rightarrow (\% \text{ Um H}_2\text{O} \times m \text{ H}_2\text{O}) + (\% \text{ Um grãos} \times m \text{ grãos}) = (\% \text{ Um café} \times m \text{ café}) + (\% \text{ Um borra} \times m \text{ borra}) + (\% \text{ Um H}_2\text{O residual} \times m \text{ H}_2\text{O residual})$$

Sendo que:

BM = Balanço de Massa;

ST = Sólidos Totais;

m = Massa;

Um = Umidade.

4.2.3 Análises Físico-químicas do café expresso

Foram realizadas análises físico-químicas no café expresso puro, sem a adição da sacarose e edulcorantes, com o objetivo de caracterizar a bebida utilizada neste estudo. Os testes foram feitos em triplicatas para a obtenção da média dos valores.

4.2.3.1 Acidez titulável e pH

O método utilizado tem como princípio a neutralização da amostra até o ponto de equivalência com hidróxido de sódio, ou seja, até o pH 8,2, que é o ponto de viragem da fenolftaleína. No caso do café, não é possível verificar visualmente este ponto de

viragem, por isso a mudança do pH até o valor de 8,2 foi monitorada pelo pHmetro MPA-210 marca Tecnopon.

A determinação da acidez total titulável foi realizada conforme metodologia Association Of Official Analytical Chemistry - AOAC (1997).

4.2.3.2 Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Os sólidos solúveis do café expresso foram determinados por refratometria, em refratômetro de mesa marca Carl Zeiss – JENA, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1997).

4.2.3.3 Cor

A coloração da amostra de café expresso foi determinada em colorímetro Hunterlab, modelo ColorQuest II. O aparelho foi calibrado com iluminante D65 (6900 °K), sendo a leitura realizada utilizando-se cubeta de quartzo de 10mm, e iluminante C, em ângulo visual de 10°, no momento de leitura Transmissão Regular (RTRAN). Foi utilizada a placa de referência branca (C6299 Hunter Color Standard).

Para a caracterização da cor do café expresso, utilizou-se o sistema de cores CIELAB com seus três parâmetros: parâmetro L* e as coordenadas cromáticas a* e b*. O parâmetro L* está associado à luminosidade das amostras e pode variar de 0 a 100, os valores mais altos de L* (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de L* (menores que 50) caracterizam amostras mais escuras. A coordenada cromática a* está associada à dimensão verde-vermelho; valores positivos de a* indicam amostras mais avermelhadas, valores negativos de a* indicam amostras mais verdes. A coordenada cromática b* está associada à dimensão azul- amarelo; valores positivos de b* indicam amostras mais amareladas, valores negativos de b* indicam amostras mais azuladas.

4.2.4 Análise Sensorial

As análises sensoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição (DEPAN), na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, com luz branca e temperatura ambiente de 21°C, permitindo desta forma, conforto e concentração aos indivíduos.

Para a realização dos testes sensoriais neste estudo, foram incluídos indivíduos com idade entre 20-60 anos e que relataram serem consumidores assíduos da bebida café.

4.2.4.1 Determinação da Concentração Ideal de Sacarose no café expresso

A concentração ideal de sacarose (%) a ser adicionada ao café expresso foi determinada através do teste de aceitação, utilizando escala do ideal (“*just-about-right*”), conforme o método de Vickers (1988).

A análise foi realizada por 60 indivíduos não treinados e que apreciavam a bebida café.

As amostras foram apresentadas de forma monádica, utilizando o delineamento de blocos completos balanceados (WALKELING; MACFIE, 1995), em cinco concentrações de sacarose em p/v (5%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%), para que fosse determinada a doçura ideal de sacarose no café expresso.

Os provadores foram instruídos a avaliar o quanto a doçura de cada uma das amostras se encontrava próxima do ideal, utilizando um escala de nove categorias (FIGURA 8). Os resultados foram avaliados por análise de regressão simples.

Nome: _____	Data: _____
Amostra: _____	
Avalie a doçura da amostra codificada de café expresso e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto esta doçura encontra-se próxima do ideal.	
<input type="checkbox"/> Extremamente menos doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Muito menos doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Moderadamente menos doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Ligeiramente menos doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Ideal	
<input type="checkbox"/> Ligeiramente mais doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Moderadamente mais doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Muito mais doce que o ideal	
<input type="checkbox"/> Extremamente mais doce que o ideal	
Comentários: _____	

Figura 8 - Modelo de Ficha utilizado no Teste de Aceitação com Escala do Ideal.

4.2.4.2 Pré-seleção da equipe de provadores para Equivalência de Doçura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]) e Análise Tempo-Intensidade

A divulgação dos testes sensoriais foi realizada através de convite verbal e exposição de cartazes na FEA e também no campus da UNICAMP, em outros cursos próximos. Os indivíduos interessados em participar da pesquisa responderam um questionário (APÊNDICE A), que abordou questões como o interesse em participar e a disponibilidade de tempo, o consumo de café por dia, o hábito de utilizar edulcorantes para adoçar o café, entre outras.

Os indivíduos que preencheram todos os requisitos receberam um esclarecimento detalhado sobre a metodologia e importância do estudo e assinaram o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (APÊNDICE B).

Para compor a equipe de provadores para os testes de Equivalência de Doçura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]) e Análise Tempo-Intensidade (TI), foi realizada uma pré-seleção com estes indivíduos, por meio da análise sequencial de Wald (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999), utilizando testes triangulares de diferença com café expresso, adoçado com duas concentrações de sacarose, que diferem entre si ao nível 1% de significância, em relação à doçura. Para determinar as concentrações das amostras a serem utilizadas nos testes triangulares, foi realizado anteriormente um teste pareado com 21 provadores.

Os resultados obtidos no Teste Triangular foram analisados por análise sequencial (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999), e foram utilizados valores para $r=0,33$ (máxima inabilidade aceitável), $r1=0,66$ (mínima habilidade aceitável), e para os riscos $a=0,05$ (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e $b=0,05$ (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial). O gráfico obtido a partir destes valores e utilizado na seleção dos provadores está representado na Figura 9.

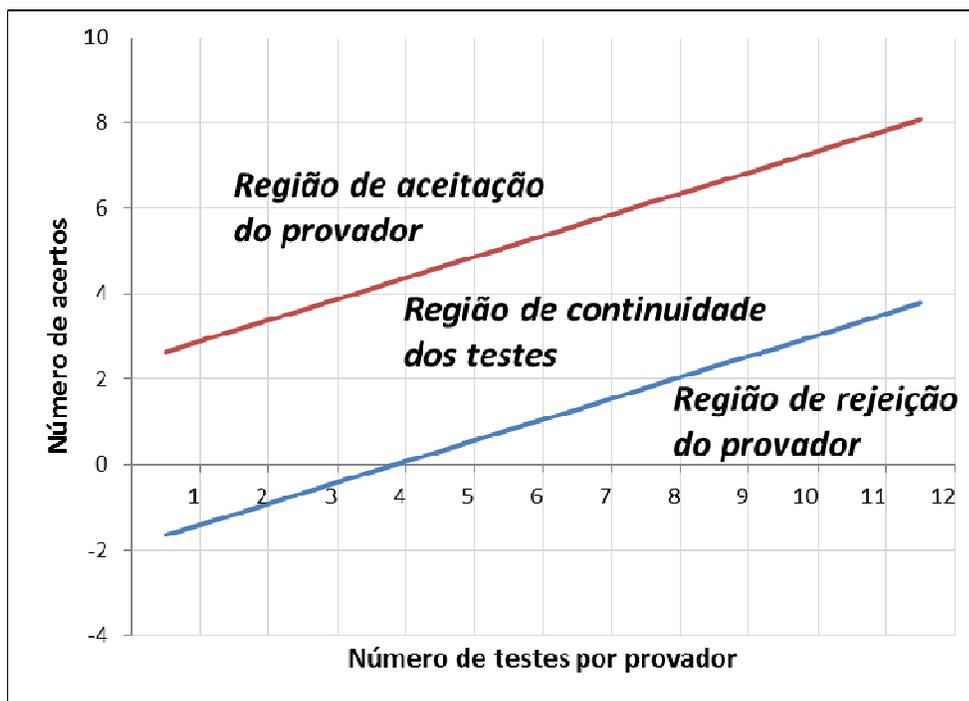


Figura 9 - Gráfico utilizado na seleção dos provadores utilizando análise sequencial.

4.2.4.3 Determinação da equivalência de doçura

A medida da doçura equivalente dos edulcorantes foi realizada de acordo com o método de estimação de magnitude (STONE; OLIVER, 1969), o qual proporcionou a medida quantitativa direta da intensidade subjetiva de doçura.

As amostras foram apresentadas aos provadores através do delineamento de blocos completos balanceados (WALKELING; MACFIE, 1995), acompanhadas de uma referência de sacarose na concentração ideal determinada anteriormente, em porcentagem, para o café expresso. Foi realizada uma sessão para cada edulcorante avaliado.

Foram determinadas as concentrações das soluções dos edulcorantes em equivalência de doçura à solução de sacarose na concentração obtida pelo teste de determinação de doçura ideal.

Os indivíduos receberam uma amostra referência, designada por um valor arbitrário de doçura igual a 100, seguida de várias amostras codificadas e casualizadas, com intensidades maiores e menores que a referência. Foi solicitado aos provadores que estimassem as intensidades de doçura das amostras codificadas em relação à referência. Por exemplo: a amostra que apresentasse o dobro da doçura da referência deveria receber valor 200, e a que apresentasse metade de doçura, 50, e assim por diante. O modelo da ficha utilizada no teste de equivalência de doçura está ilustrado na Figura 10.

As concentrações que foram utilizadas no teste de estimação de magnitude para o café expresso estão apresentadas na Tabela 2. Estes valores foram determinados por BOLINI-CARDELLO, DA SILVA e DAMÁSIO (1999) em soluções aquosas, tendo sido empregados posteriormente com êxito por CARDOSO, BATTOCHIO e CARDELLO (2004) em chá mate; por MARCELLINI, CHAINHO e CARDELLO (2005) em suco de abacaxi reconstituído; por UMBELINO (2005) em suco de manga e por CARDOSO (2007) em néctar de pêssego e por MORAES (2008) em bebidas de café solúvel e café torrado/moído.

Nome: _____ Data: _____

Prove, primeiramente, a amostra referência (**R**), e assinale o valor **100** para intensidade de doçura desta amostra. Em seguida, avalie a intensidade de doçura de cada amostra codificada em relação à amostra referência (R). Por exemplo, se a amostra codificada for 2 vezes mais doce que a amostra R, dê à amostra codificada o valor 200, se for 2 vezes menos doce, dê o valor 50, e assim por diante.

<i>AMOSTRA</i>	<i>MAGNITUDE</i>
R	100
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários: _____

Figura 10 – Modelo de Ficha utilizado no Teste de Estimação de Magnitude.

Na determinação da equivalência de doçura, as concentrações centrais utilizadas foram baseadas em dados de literatura e para o cálculo das demais concentrações foi utilizado o fator de multiplicação de 1,6 (CARDELLO, 1996).

Tabela 2 - Concentrações de sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura ciclamato/sacarina 2:1 e estévia utilizadas para determinação da equivalência de doçura em relação à concentração de 12,5% de sacarose em café expresso.

Adoçante	Concentrações para a equivalência de doçura a 12,5%*				
Sacarose	4,9	7,8	12,5	20,0	32,0
Sucralose	0,0063	0,0100	0,01600	0,0256	0,0410
Aspartame	0,0200	0,0340	0,0550	0,0880	0,1408
Neotame	0,0007	0,0010	0,0017	0,0027	0,0041
Ciclamato/Sacarina 2:1	0,0141	0,0225	0,0360	0,0576	0,0923
Estévia	0,0391	0,0625	0,1000	0,1600	0,2560

* Concentrações em porcentagem (p/v)

Fonte: CARDOSO (2007).

4.2.4.4 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®])

4.2.4.4.1 Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos provadores

Os indivíduos pré-selecionados participaram do levantamento dos termos descritores do café expresso, através do método de Rede, descrito por Kelly e citado por Moskowitz (1983). Neste método, as amostras foram apresentadas aos pares, e foi solicitado aos indivíduos para que listassem todas as similaridades e diferenças observadas em relação à aparência, aroma, sabor e textura. Cada indivíduo avaliou três pares de amostras, sendo que apenas um par de amostras foi analisado por sessão.

Após o levantamento dos termos descritores, os provadores se reuniram em torno de uma mesa redonda, sob a supervisão de um moderador, com o objetivo de agrupar termos descritores semelhantes e eliminar aqueles que não eram percebidos pela maioria dos indivíduos. Foram selecionados, de forma consensual, os termos que melhor descreveram as similaridades e diferenças entre as amostras.

Após a seleção dos termos descritores, a equipe desenvolveu, também de forma consensual, as respectivas definições e estabeleceu as referências para cada extremo da escala, de cada atributo gerado.

Foram necessárias sessões suplementares de avaliação das amostras e das referências sugeridas e de discussão em grupo para, finalmente, a equipe sensorial definir quais seriam os materiais de referência utilizados para o posterior treinamento.

Os materiais de referência e a definição de cada termo descritivo ficaram acessíveis aos provadores durante as três sessões de treinamento, para que fosse possível a formação da memória sensorial. Cada sessão de treinamento durou aproximadamente 30 minutos, mas este tempo variou dependendo da necessidade de cada indivíduo.

4.2.4.4.2 Seleção final da equipe de assessores

Os testes para a seleção da equipe definitiva para a ADQ[®] foram realizados utilizando a ficha elaborada com as escalas de intensidade para os termos definidos. Cada indivíduo avaliou três amostras de café expresso, adoçadas com sacarose, estévia e

neotame, sendo que as amostras foram apresentadas de forma monádica com três repetições, de acordo com o delineamento de blocos completos balanceados (STONE; SIDEL, 1993).

Para compor a equipe descritiva final, foram selecionados os indivíduos que apresentaram bom poder discriminativo ($p_{\text{Famostra}} < 0,50$), boa reprodutibilidade nos julgamentos ($p_{\text{Repetições}} > 0,05$) e consenso com a equipe, seguindo-se recomendações de Damásio e Costell (1991). Para avaliar o consenso em equipe, foram feitos gráficos de médias de intensidade do atributo versus amostras, para cada indivíduo.

4.2.4.4.3 Avaliação das amostras

Nos testes da ADQ[®], as amostras de café expresso foram apresentadas aos assessores de forma monádica (STONE; SIDEL, 2004) e em três repetições, em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da FEA - UNICAMP.

4.2.4.5 Análise Tempo-Intensidade

O atributo de Doçura, definido na ADQ[®], foi também analisado quanto à intensidade em função do tempo (Análise Tempo-Intensidade) nas seis amostras de café expresso. As amostras foram apresentadas de forma monádica e em três repetições.

O teste foi realizado com a utilização de computadores presentes dentro das cabines individuais, que contém o software *Time-Intensity Analysis of Food and Tastes* - TIAFT (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2012), desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

Foram selecionados para participarem do teste indivíduos com habilidade para trabalhar com o computador, e ainda com base no poder de discriminação, repetibilidade e concordância com a equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991), verificados através de análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador em relação a cada parâmetro da curva obtida.

No início da análise, os provadores receberam uma referência para intensidade máxima de doçura com concentração de 15% de sacarose. Em seguida, após serem

instruídos a colocar o volume total de amostra na boca, os indivíduos receberam do programa a ordem dos comandos para a realização do teste. Os assessores realizaram a avaliação do atributo de Doçura das amostras de café expresso, através de apresentação monádica com três repetições, registrando a intensidade do atributo em função do tempo percorrido, com uso “mouse”, em escala de nove pontos (0 = nenhum, 4,5 = moderado, 9 = forte).

Após o término do teste, através do programa TIAFT, foi possível obter uma curva tempo-intensidade, onde foram obtidos os seguintes parâmetros: a) intensidade máxima registrada pelo provador ($I_{máx}$); b) tempo em que a intensidade máxima foi registrada ($T_{I_{máx}}$); c) tempo após a ingestão da amostra em que o atributo avaliado deixou de ser percebido pelo provador (T_{tot}); d) gráfico da curva tempo-intensidade e, e) área sob a curva tempo-intensidade (Área).

4.2.4.6 Teste de Aceitação

As seis amostras de café expresso, cinco adicionadas com edulcorantes e uma com sacarose, foram avaliadas sensorialmente por consumidores, ou seja, indivíduos não treinados.

Foram realizados testes de aceitação das amostras, em relação à aparência, aroma, sabor, corpo e impressão global. As amostras foram apresentadas aos consumidores de forma monádica, em blocos completos balanceados (WALKELING; MACFIE, 1995).

Para a avaliação das amostras, foram utilizadas fichas (FIGURA 11) com escalas hedônicas não estruturadas de nove centímetros, ancoradas no extremo esquerdo: desgostei muitíssimo e no extremo direito: gostei muitíssimo.

Nome: _____ **Data:** ___ / ___ / ___

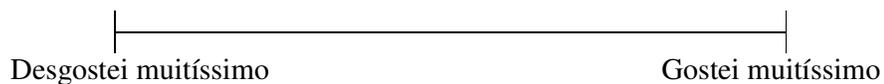
Avalie a amostra de café expresso e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da mesma, em relação à aparência, aroma, sabor, corpo e impressão global.

Amostra _____

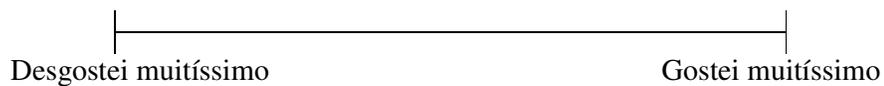
Aparência



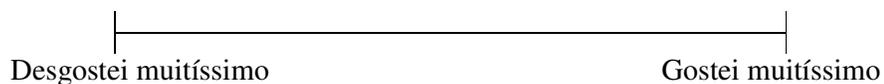
Aroma



Sabor



Corpo



Impressão global

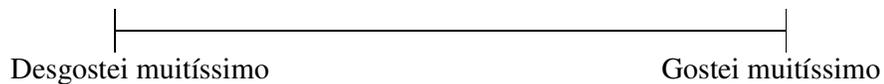


Figura 11 – Modelo de ficha utilizada no Teste de Aceitação.

4.2.4.7 Análise Estatística

A pré-seleção dos provadores foi realizada por análise sequencial de Wald (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

A seleção dos provadores para Equivalência de Doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade foi realizada através de análise de variância de dois fatores (amostra e repetição) para cada indivíduo em relação a cada atributo (ou parâmetro de curva, no caso da análise tempo-intensidade). Os indivíduos com valores de Famostra significativo ($p < 0,50$) e Frepetição não significativo ($p > 0,05$) foram selecionados.

Os dados obtidos da ADQ[®] e os dados dos parâmetros obtidos das curvas tempo-intensidade foram avaliados por análise de variância (ANOVA) de dois fatores (amostras e provadores), teste de médias de Tukey a 5% de significância para a comparação entre as médias e análise de componentes principais (ACP).

Por sua vez, o teste de aceitação foi avaliado por análise estatística univariada (ANOVA) e Testes de Médias de Tukey (ao nível de 5% de significância). Os dados de aceitação de cada consumidor foram utilizados para o desenvolvimento de vetores individuais de preferência, que resultaram na construção do mapa multidimensional das amostras, em função dos dados de aceitação para impressão global.

A correlação entre os dados da ADQ[®] e do teste de aceitação foi determinada através da Análise Multivariada de regressão de correlação dos quadrados mínimos parciais (*Partial Least Square Correlation* – PLS) (TENENHAUS et al, 2005), utilizando-se o programa XLStat 2007.

Todas as análises estatísticas, com exceção do PLS, foram realizadas utilizando-se o programa SAS (2003).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da máquina de café expresso

Os valores de umidade e sólidos totais do café expresso, do grão torrado, da borra e da água residual estão descritos na Tabela 3. Em relação à água utilizada, a umidade representa 100% e os sólidos totais, 0%.

Tabela 3 – Teor de umidade e sólidos totais do grão torrado, café expresso, borra e água residual.

	Grão torrado	Café expresso	Borra	Água residual
Umidade (%)				
Média	1,47 ± 0,21	96,30 ± 0,58	50,09 ± 0,08	99,95 ± 0,005
Sólidos Totais (%)				
Média	98,53 ± 0,21	3,7 ± 0,58	49,91 ± 0,08	0,05 ± 0,005

Os valores correspondem à média aritmética de três repetições ± desvio padrão.

As massas de entrada e saída da cafeteira, referentes à água, aos grãos torrados, ao café expresso produzido, à borra e à água residual na bandeja, utilizadas na produção de 100 mL de café, estão ilustradas na Tabela 4.

Tabela 4 – Média das massas de entrada e saída da máquina de café expresso.

	Quantidades (g)
Massas de entrada	
Água	164,83 ± 2,23
Grão torrado	35,41 ± 0,80
Massas de saída	
Café expresso	100 ± 2,11
Borra	58,12 ± 1,64
Água residual	32,5 ± 0,75

Os valores correspondem à média aritmética de três repetições ± desvio padrão.

Através das duas equações a seguir, foi calculado o balanço de massa dos sólidos totais e da umidade dos componentes de entrada e saída da cafeteira.

$$\mathbf{BM\ Sólidos\ Totais} \rightarrow (\% \text{ ST H}_2\text{O} \times m \text{ H}_2\text{O}) + (\% \text{ ST grãos} \times m \text{ grãos}) = (\% \text{ ST café} \times m \text{ café}) + (\% \text{ ST borra} \times m \text{ borra}) + (\% \text{ ST H}_2\text{O residual} \times m \text{ H}_2\text{O residual})$$

$$\mathbf{BM\ Umidade} \rightarrow (\% \text{ Um H}_2\text{O} \times m \text{ H}_2\text{O}) + (\% \text{ Um grãos} \times m \text{ grãos}) = (\% \text{ Um café} \times m \text{ café}) + (\% \text{ Um borra} \times m \text{ borra}) + (\% \text{ Um H}_2\text{O residual} \times m \text{ H}_2\text{O residual})$$

Sendo que:

BM = Balanço de Massa;

ST = Sólidos Totais;

m = Massa;

Um = Umidade.

Portanto:

$$\mathbf{BM\ Sólidos\ Totais:} (0 \times 164,83) + (0,9853 \times 35,41) = (0,037 \times 100) + (0,4991 \times 58,12) + (0,0005 \times 32,5)$$

$$\mathbf{BM\ Sólidos\ Totais:} 34,89 = 32,71$$

$$\mathbf{Diferença:} 2,17$$

$$\mathbf{BM\ Umidade:} (1 \times 164,83) + (0,0147 \times 35,41) = (0,963 \times 100) + (0,5009 \times 58,12) + (0,9995 \times 32,5)$$

$$\mathbf{BM\ Umidade:} 165,35 = 157,89$$

$$\mathbf{Diferença:} 7,45$$

Ambos os balanços de massa tiveram uma diferença entre a massa de entrada e saída. Isso se deve ao fato da dificuldade na medição exata da massa dos grãos torrados utilizados e da perda de umidade através do vapor d'água liberado durante a produção do café expresso.

Considerando que esta diferença foi pequena, podem-se tirar algumas conclusões importantes desses cálculos. Para a produção de 100mL de café expresso foram necessários 165mL de água e 35g de grãos torrados. Além disso, 58g de borra foram formadas e 32g de água residual foram descartadas.

5.2 Análises Físico-químicas do café expresso

5.2.1 Acidez titulável, pH, Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e Cor

Os resultados das análises físico-químicas do café expresso estão representados na Tabela 5. De acordo esta tabela, o café expresso utilizado neste estudo apresenta pH em torno de 5,16, encontrando-se dentro da faixa considerada ideal (5,08 a 5,22) para aceitação do produto pelo consumidor (MANZOCCO; LAGAZIO, 2009). Albanese e colaboradores (2009) encontraram um valor de pH de 5,52 nos grãos torrados para café expresso do tipo arábica, resultado muito semelhante com o descrito na Tabela 5.

Em relação ao °Brix, o café expresso foi caracterizado por um teor de 3,4. No caso do café, é necessário realizar uma conversão de °Brix para sólidos solúveis, uma vez que o grau Brix deste produto no refratômetro é 15% maior, aproximadamente (SIVETZ, 1963).

O teor de sólidos solúveis, já convertido, foi de 2,9%. Mendes (2005) encontrou resultado superior (°Brix = 6,67) em café expresso preparado somente com grão arábica.

Quanto à acidez titulável, foi necessário um volume de 16,1mL de NaOH 0,1N para atingir o pH de 8,2. A acidez da bebida pode variar em função das condições climáticas durante a colheita e secagem, do local de origem, tipo de processamento e estágio de maturação dos frutos (GIRANDA, 1998).

Tabela 5 – Resultados das análises físico-químicas do café expresso.

Valores	pH	°Brix	Acidez titulável (mL)
Média	5,16 ± 0,005	3,4 ± 0,1	16,13 ± 0,23

Os valores correspondem à média aritmética de três repetições ± desvio padrão.

Os parâmetros de cor L*, a* e b* do café expresso estão descritos na Tabela 6. O valor de L* encontrado caracteriza a bebida como uma amostra bastante escura. Os valores das coordenadas cromáticas a* e b* positivos demonstram que há maior contribuição das componentes do vermelho e do amarelo.

A cor se manifestou de acordo com a literatura (ANESE et al., 2000) em relação à luminosidade. O valor obtido de L* encontra-se na faixa 25,1 a 38,4, o que segundo o autor, refere-se a grau de torração médio a escuro. Como o valor encontrado de L* está mais próximo ao limite inferior dessa faixa, pode-se dizer que o café expresso desse estudo tem torração média, conforme descrito na embalagem do produto.

Tabela 6 – Parâmetros de cor L*, a* e b* do café expresso.

Parâmetros	Média
L*	25,18 ± 0,09
a*	0,37 ± 0,1
b*	0,78 ± 0,1

Os valores correspondem à média aritmética de três repetições ± desvio padrão.

5.3 Análise Sensorial

5.3.1 Determinação da concentração ideal de sacarose em café expresso

As notas dadas pelos provadores em relação à doçura ideal do café expresso foram transformadas em dados numéricos, que variaram de -4 a +4 (notas correspondentes aos extremos da escala extremamente menos doce que o ideal e extremamente mais doce que o ideal), sendo que a doçura ideal correspondia ao valor 0.

As médias das notas obtidas foram submetidas à regressão linear em função das concentrações de sacarose. A partir da equação da reta obtida, foi possível calcular a doçura ideal de sacarose a ser adicionada ao café expresso, que foi de 12,5% (p/v) (FIGURA 12).

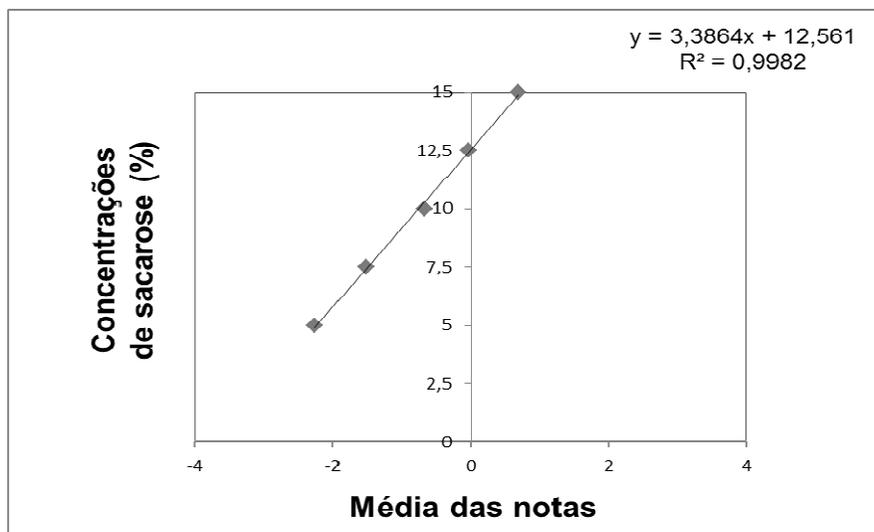


Figura 12 - Gráfico e equação da reta obtidos no teste de determinação da concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao café expresso.

Moraes (2008) encontrou a mesma concentração ideal de sacarose em um estudo com café torrado e moído. No estudo de Fonteles e colaboradores (2010), a concentração ideal de sacarose na bebida de café foi muito semelhante, 12%.

Por sua vez, em outro estudo realizado com bebida preparada com erva mate, a doçura ideal encontrada foi bem inferior (8,15%). Esse fato ocorreu possivelmente por se tratar de uma bebida mais suave (CARDOSO; CARDELLO, 2003).

5.3.2 Respostas do questionário aplicado sobre o consumo de café

21 indivíduos pré-selecionados para participar dos testes de Equivalência de Doçura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]) e Análise Tempo-Intensidade foram solicitados a responder um questionário sobre o consumo de café dos mesmos, visando à seleção apenas dos indivíduos que realmente apreciam e consomem a bebida.

Dos 21 provadores, quase 40% deles relataram consumir mais de duas xícaras de café por dia (FIGURA 13).

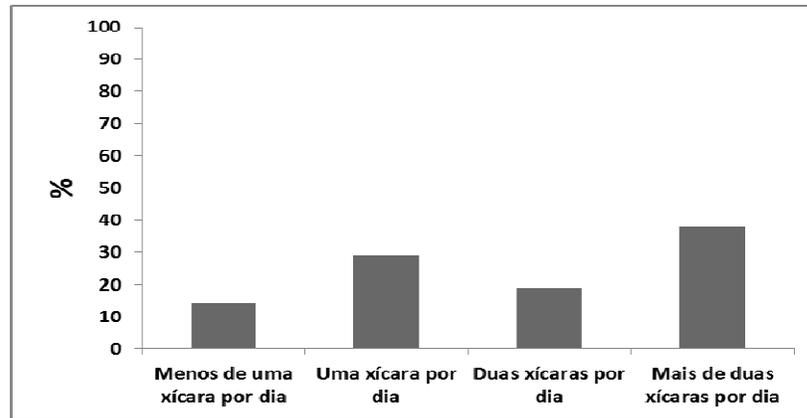


Figura 13 – Frequência de consumo de café por dia (%).

Ao serem questionados sobre a forma de consumo do café (FIGURA 14), 45% afirmaram consumir o café puro, adicionado de açúcar. A maioria dos indivíduos que relatou consumir café com leite, consome a bebida na forma pura também. Apenas um indivíduo afirmou consumir o café somente adicionado ao leite, e neste caso, este provador não teve continuidade nos testes sensoriais com café expresso.

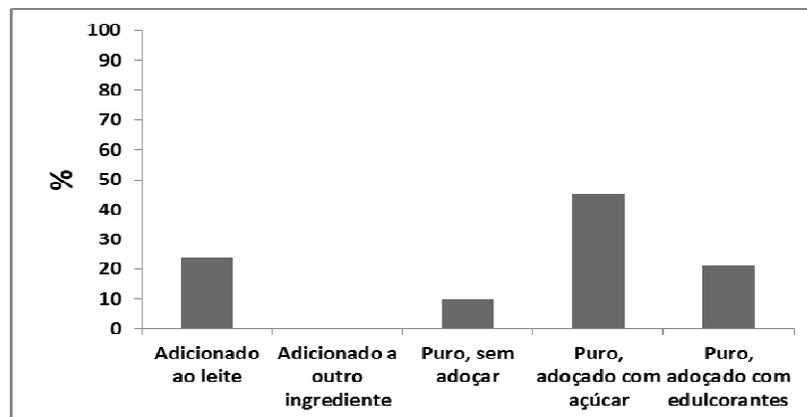


Figura 14 – Forma de consumo do café (%).

O tipo de café mais aceito também foi abordado aos provadores e está representado na Figura 15. A maioria dos indivíduos prefere o café filtrado e expresso, sendo que apenas 5% relatou preferir café solúvel.

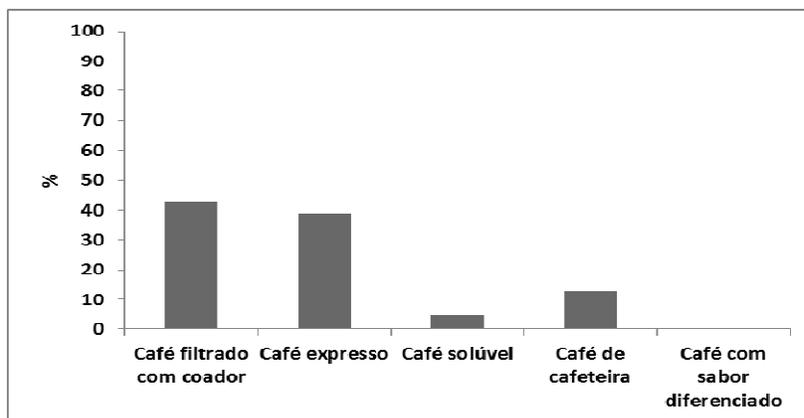


Figura 15 – Tipo de café de maior preferência (%).

Quando questionado em que momento do dia os provadores costumam consumir café, conforme é mostrado na Figura 16, 90% dos indivíduos relataram consumir café no café da manhã, 43% após o almoço, 86% durante o café da tarde e 19% à noite. Ainda há uma pequena parcela, 4%, que consome café entre as principais refeições, principalmente no meio da manhã. É importante destacar que cada indivíduo teve a opção de marcar quantas alternativas julgasse necessárias.

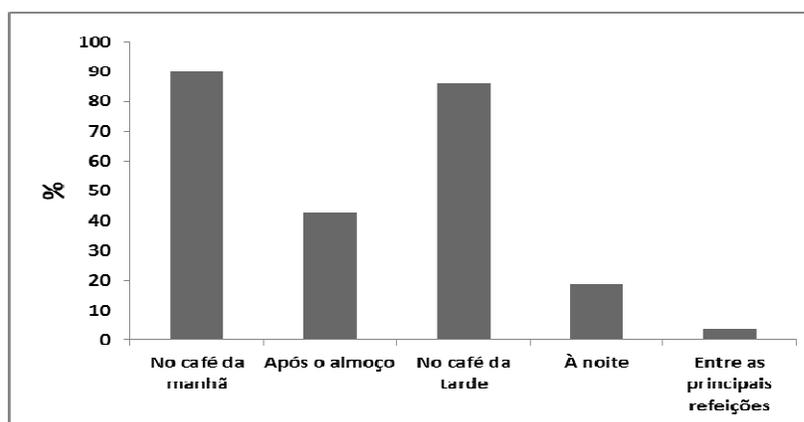


Figura 16 – Momento do dia em que os indivíduos costumam consumir café (%).

De acordo com 57% dos participantes, o local de trabalho é o principal local de consumo da bebida (FIGURA 17). O restante consome café em casa (30%) ou em cafeterias/lanchonetes (13%).

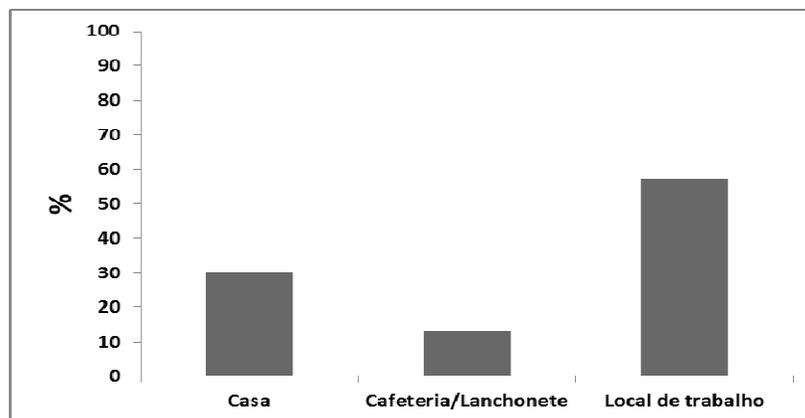


Figura 17 – Local de maior consumo do café (%).

Os provadores responderam sobre quais aspectos são importantes para um café ser considerado de qualidade (FIGURA 18). Neste caso, mais de uma alternativa também pode ser assinalada. Os principais atributos relacionados à qualidade da bebida foram aroma, sabor e temperatura, com 85%, 90% e 66% de marcações, respectivamente.

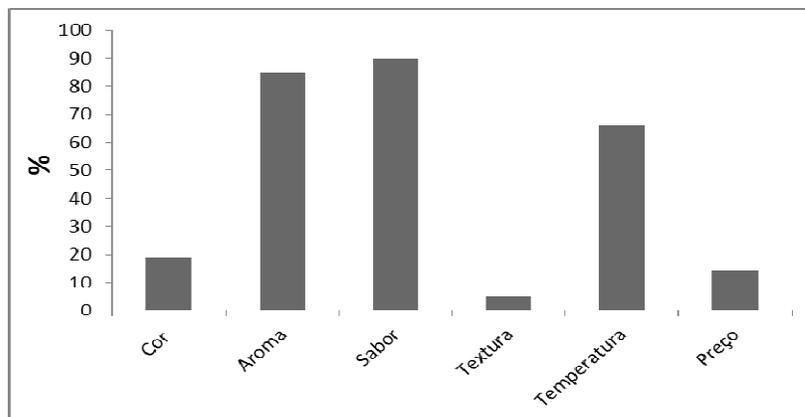


Figura 18 – Aspectos relacionados à qualidade do café para os provadores (%).

O último questionamento foi sobre a influência do preço no momento da compra do café. De acordo com a Figura 19, 71% dos indivíduos afirmaram que o preço não influencia no momento da aquisição do café.

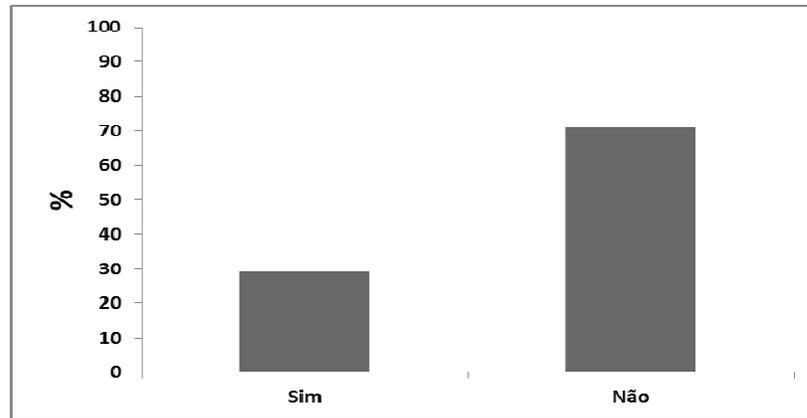


Figura 19 – Influência do preço no momento da compra do café.

5.3.3 Pré-seleção da equipe de provadores

Uma equipe de 18 provadores foi pré-selecionada através de testes triangulares aplicados à análise sequencial de Wald, sendo necessários, no mínimo, sete acertos em nove repetições. As concentrações utilizadas nos testes, que apresentaram comprovada diferença a 1% de significância, foram 9 e 12% de sacarose.

5.3.4 Determinação da equivalência de doçura em café expresso

O teste de determinação da equivalência de doçura foi realizado pelos 18 provadores pré-selecionados.

Os valores logarítmicos das concentrações utilizadas (C) para cada edulcorante foram plotados contra os valores logarítmicos das magnitudes estimadas para os estímulos percebidos como sensações (S). Em seguida, foi feita uma regressão linear dos pontos obtidos, indicando que uma função de potência simples $S = AC^n$ descrevia os dados. Os resultados obtidos para cada edulcorante estão expressos na Tabela 7.

Tabela 7 - Coeficiente angular, intercepto na ordenada e função de potência dos resultados obtidos nos testes utilizando escala de magnitude, para determinar as equivalências de doçura dos edulcorantes, em café expresso a 12,5% de sacarose.

Edulcorantes	Coeficiente angular	Intercepto da ordenada	R ²	Função de Potência
Sacarose	1,2295	-1,3488	0,9899	S=0,04478 . C ^{1,2295}
Sucralose	1,1831	2,1255	0,9937	S=133,517 . C ^{1,1831}
Aspartame	1,1462	1,4444	0,9779	S=27,8239 . C ^{1,1462}
Neotame	1,1306	3,1386	0,9943	S=1376,05 . C ^{1,1306}
Ciclamato/Sacarina	1,0358	1,4952	0,9869	S=31,2774 . C ^{1,0358}
Estévia	0,9703	0,9705	0,9672	S=9,3440 . C ^{0,9703}

S = Estímulos percebidos como sensações, C = Concentrações utilizadas, R² = Coeficiente de Determinação.

A relação entre intensidade de doçura e concentração para cada edulcorante está representada graficamente, em escala logarítmica, na Figura 20. Os valores das concentrações em escala logarítmica estão expressos em porcentagem peso/volume (p/v).

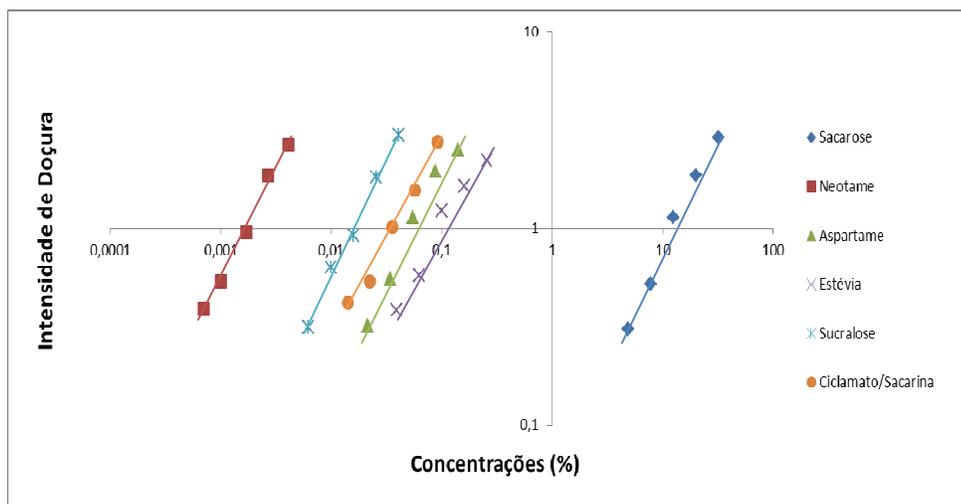


Figura 20 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação a 12,5% de sacarose em café expresso.

A partir das funções de potência apresentadas na Tabela 7, foram calculadas as concentrações de cada edulcorante que equivalem a 12,5% de sacarose em café expresso, assim como a respectiva potência. Os valores obtidos estão expressos na Tabela 8.

Tabela 8 - Concentração e potência dos edulcorantes em relação à sacarose a 12,5% em café expresso.

Edulcorantes	Concentração equivalente a 12,5% de sacarose em café expresso (g/100 mL)	Potência*
Sucralose	0,0159	786,1
Aspartame	0,0549	227,7
Neotame	0,0016	7812,5
Ciclamato/Sacarina	0,0359	348,2
Estévia	0,0998	125,2

* A potência foi definida como sendo o número de vezes que um composto é mais doce que sacarose, baseado em sua doçura equivalente à sacarose.

Todas as concentrações equivalentes encontradas estão dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2008), com exceção apenas da estévia, cujo limite é de 0,06g/mL. Este limite foi ultrapassado, provavelmente, devido à presença de amargor residual neste edulcorante, que pode interferir na percepção da doçura.

De acordo com a Tabela 8, o Neotame apresentou a maior potência edulcorante no café expresso, sendo 7812 vezes mais doce que a sacarose. O gosto doce intenso é característica deste edulcorante, principalmente quando ele é utilizado isolado, sem ser combinado com nenhum outro composto (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2002).

Por sua vez, a estévia apresentou a menor potência edulcorante no café expresso, sendo 125 vezes mais doce que a sacarose. No estudo de Moraes (2008) com café torrado e moído, a estévia também foi o edulcorante com menor potência, sendo, aproximadamente, 79 vezes mais doce que sacarose, em uma doçura ideal de 12,5%.

A sucralose apresentou a segunda maior potência de dulçor no café expresso, sendo 786 vezes mais doce que a sacarose. Este resultado é semelhante ao encontrado em chá quente com doçura ideal de 8,3% de sacarose, que foi de 679 (CARDOSO; BATTOCHIO; CARDELLO, 2004).

O aspartame obteve potência de 227. Moraes e Bolini (2010) encontraram uma potência de 172 para este edulcorante, no café torrado e moído a 12,5% de doçura ideal.

A mistura de Ciclamato/Sacarina apresentou-se como sendo 348 vezes mais doce que a sacarose no café expresso. Em um estudo com néctar de goiaba a 9,6% de sacarose, a potência edulcorante da mistura de ciclamato/sacarina foi de 267. No café solúvel a 9,5% de sacarose, encontrou-se uma potência de dulçor de 280 (MORAES; BOLINI, 2010)

É importante destacar que a potência edulcorante é específica para cada produto e cada concentração pode variar dependendo das condições de temperatura, pH e concentração do padrão de comparação (normalmente a sacarose).

5.3.5 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®])

5.3.5.1 Desenvolvimento da terminologia descritiva

Dos 18 indivíduos pré-selecionados através de análise sequencial de Wald, descrita anteriormente, 16 foram selecionados para participar da ADQ[®], em função da disponibilidade de tempo dos mesmos.

Após a avaliação das amostras, de acordo com o Método de Rede, foram levantados 17 termos descritores das amostras de café expresso. Este total foi semelhante à ADQ[®] realizada com café solúvel descafeinado por Mamede e colaboradores (2010), que descreveu 20 atributos, e por Moraes (2008), que levantou 14 termos descritores para café torrado moído adoçado com diferentes edulcorantes.

Os termos descritores definidos estão apresentados na Tabela 9, juntamente com suas referências e definições. Com os atributos definidos, a ficha de avaliação das amostras foi elaborada (FIGURA 21).

Tabela 9 - Definições e referências para os atributos levantados pelos provadores para café expresso.

ATRIBUTO/DEFINIÇÃO	REFERÊNCIAS
Presença de espuma: formação de espuma na superfície do líquido	Pouco: 100 mL de café expresso*, após uma hora do preparo
	Muito: 60 mL de café expresso*, adicionado de 10g de sacarose e 5g de chantilly spray marca Fleischmann®
Cor marrom escuro (bebida): associada à variação da tonalidade da cor marrom, observada na bebida café	Fraco: Pó de café da marca Moka®
	Forte: café** servido em xícara de fundo preto marca Porcelana Mauá
Cor marrom claro (espuma): refere-se ao tom de caramelo característico da espuma de café expresso	Fraco: 1g de cappuccino light marca Pilão®, diluído em 60 mL de água
	Forte: bala de caramelo de leite recheada com chocolate marca Toffee Dods®
Viscosidade aparente: tempo de escoamento do líquido na parede da taça	Pouco: café** sem adição de açúcar
	Muito: Café expresso* adicionado de 25g de sacarose
Aroma de café: associado à presença de voláteis do café quando a bebida é preparada	Fraco: café**
	Forte: grão de café torrado da marca Café Canecão Ltda, macerado na hora
Aroma de baunilha: associado ao aroma característico de baunilha	Nenhum: café**
	Forte: 60 mL de café expresso, adicionado de 2 mL de baunilha marca Dr. Oetker®
Aroma doce: refere-se ao odor adocicado	Fraco: 60 mL de café expresso* adicionado com 3g de sacarose
	Forte: bala Coffee Black marca Neugebauer®
Aroma torrado: associado ao odor de torrado	Fraco: pó de café torrado e moído marca Moka® tradicional
	Muito: grão torrado marca Café Canecão, aquecido em frigideira por 2 minutos.
Sabor de café: refere-se ao sabor típico de café	Fraco: café**
	Forte: café preparado com 25g de café torrado e moído marca Café Canecão Ltda para cada 100 mL de água

Sabor torrado: refere-se ao sabor associado ao grau de torra do grão do café	Pouco: café preparado com 8g de café torrado e moído marca Mellita [®] Extra Forte para cada 100mL de água
	Muito: café preparado com 20g de café torrado e moído marca Mellita [®] Extra Forte para cada 100mL de água
Gosto doce: é o gosto percebido pela presença de sacarose/edulcorantes	Fraco: 100mL de café**, adoçado com 5g de sacarose
	Forte: 100mL de café** adoçado com 25g de açúcar
Gosto residual doce: é o gosto doce que permanece por um período de tempo após a ingestão do produto	Nenhum: água
	Forte: solução de água com neotame, da marca SweetMix [®] , a 0,0041%
Gosto amargo: refere-se ao gosto amargo característico.	Fraco: solução de cafeína em água a 0,1%
	Forte: solução de cafeína em água a 0,5%
Gosto residual amargo: é o gosto amargo que permanece por um período de tempo após a ingestão do produto	Nenhum: água
	Forte: solução de água com estévia com 95% de rebaudiosídeo da marca Stevita a 0,0041%
Adstringência: associada à sensação de “amarrar a boca”, provocada pela ingestão da bebida de café	Fraca: suco preparado com Concentrado de Caju marca Maguary [®] (20mL de Maguary e 80mL de água)
	Forte: Concentrado de caju marca Maguary [®]
Sabor de caramelo: refere-se ao sabor tipo de caramelo	Nenhum: água
	Forte: bala de caramelo marca Fruit-tella
Corpo: sensação de permanência e preenchimento da bebida na boca	Pouco: café**
	Muito: Iogurte de mamão marca Vigor [®]

* Café expresso: café preparado com grão torrado da marca Café Canecão Ltda, na cafeteira espresso Jura F50. Foram utilizados 21g de café para cada 100 mL de água, aproximadamente.

** Café: café preparado com pó torrado e moído da marca Café Canecão. Foram utilizados 8g de café para cada 100 mL de água.

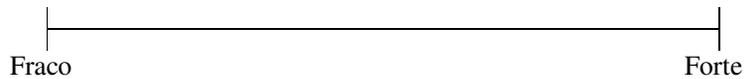
Nome: _____ Data: ____ / ____ / ____

Amostra: _____

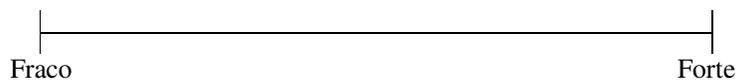
Repetição: _____

APARÊNCIA

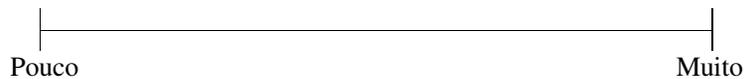
Cor marrom escuro (bebida)



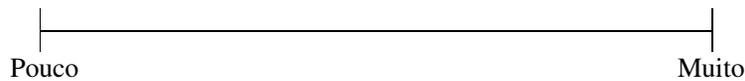
Cor marrom claro (espuma)



Presença de espuma:



Viscosidade aparente:



AROMA

Café



Doce



Baunilha



Torrado



SABOR

Café

Fraco Forte

Gosto Doce

Fraco Forte

Residual doce

Nenhum Forte

Gosto Amargo

Fraco Forte

Residual amargo

Nenhum Forte

Torrado

Fraco Forte

Caramelo

Nenhum Forte

Adstringência

Fraco Forte

TEXTURA

Corpo

Pouco Muito

Figura 21 - Ficha utilizada na seleção dos provadores para a da ADQ[®] de café expresso.

5.3.5.2 Treinamento e seleção da equipe de provadores para Análise Descritiva Quantitativa

Os provadores passaram por três sessões de treinamento, com o objetivo de adquirir uma memória sensorial dos pontos extremos das escalas de cada termo descritor. A mesa montada com todas as referências utilizada nas sessões de treinamento está ilustrada na Figura 22.

Após o treinamento, a equipe pré-selecionada foi submetida à seleção. Nesta etapa, três amostras de café expresso, adoçadas com sacarose, neotame e estévia, foram apresentadas aos provadores de forma monádica, com três repetições e avaliadas na ficha elaborada para a ADQ[®].

Com os dados obtidos, foi possível obter os valores de p de $F_{amostra}$ e p $F_{repetição}$, que estão representados na Tabela 10 e 11. Foram selecionados os provadores com habilidade em discriminar as amostras (p de $F_{amostra} < 0,50$), repetibilidade (p de $F_{repetição} > 0,05$) e concordância com a equipe sensorial. O consenso com a equipe de provadores foi verificado através de gráficos de médias de intensidade do atributo versus amostra, para cada indivíduo.

Os valores de p de $F_{amostra}$ para os atributos relacionados à aparência e ao aroma foram superiores a 0,5 para muitos provadores, o que pode ser justificado por não ter sido verificada diferença significativa entre as amostras nestes atributos. Com relação ao consenso entre a equipe selecionada, verificou-se que os provadores estavam em concordância na maioria dos atributos e que alguns indivíduos apenas utilizaram regiões diferentes da escala na avaliação das amostras.

Tabela 10 - Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras ($F_{amostra}$)

ATRIBUTOS	PROVADORES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cor marrom escuro	0,5688	0,037	0,5297	0,8601	0,176	0,4056	0,4444	0,4836	0,7901	0,0225	0,3156	0,0111	0,4082	0,9241	0,8199	0,6298
Cor marrom claro	0,9422	0,3086	0,6179	0,9145	0,4005	0,3884	0,8466	0,5262	0,2042	0,0785	0,8024	0,0657	0,0433	0,6208	0,3315	0,947
Presença de espuma	0,2751	0,64	0,0665	0,65	0,5285	0,495	0,6215	0,7387	0,4041	0,0697	0,6423	0,1833	0,1532	0,9273	0,5245	0,1132
Viscosidade	0,2839	0,7061	0,3803	0,064	0,7552	0,5235	0,0465	0,3159	0,8566	0,9207	0,8983	0,5244	0,2899	0,5353	0,0419	0,3417
Aroma de café	0,7048	0,341	0,8132	0,9093	0,7803	0,5837	0,4229	0,4768	0,9358	0,4589	0,8346	0,988	0,6189	0,1606	0,6456	0,5905
Aroma doce	0,7623	0,7148	0,8498	0,055	0,4556	0,1275	0,0684	0,861	0,1982	0,9738	0,6154	0,3532	0,4873	0,9002	0,0247	0,6895
Aroma de baunilha	0,4471	0,2922	0,0611	0,9985	0,5139	0,415	0,0124	0,4392	0,3298	0,3459	0,8373	0,4444	0,0822	0,1698	0,7591	0,2289
Aroma torrado	0,67	0,3663	0,9023	0,1171	0,7894	0,3423	0,296	0,6489	0,1899	0,7175	0,5555	0,6855	0,7574	0,863	0,0502	0,4206
Sabor de café	0,074	0,6164	0,0511	0,5662	0,7617	0,6263	0,0532	0,2693	0,0876	0,1702	0,4275	0,5332	0,319	1	0,07	0,7339
Gosto doce	0,3855	0,0014	0,2668	0,0044	0,3235	0,0019	0,3873	0,0609	0,0866	0,0093	0,5672	0,4187	0,0009	0,0038	0,1655	0,4469
Residual doce	0,2092	0,9684	0,3774	0,8305	0,0798	0,0006	0,0075	0,0233	0,1714	0,0016	0,8438	0,0284	0,007	0,0013	0,0001	0,0084
Gosto amargo	0,3384	0,0634	0,14	0,9176	0,3181	0,0784	0,0956	0,3703	0,0432	0,4831	0,7883	0,0001	0,0239	0,3301	0,8841	0,9094
Residual amargo	0,1605	0,3657	0,0234	0,3181	0,1153	0,0415	0,0212	0,273	0,6637	0,4758	0,6659	0,1573	0,0099	0,3218	0,1445	0,6514
Sabor torrado	0,9919	0,3979	0,4735	0,1551	0,4297	0,0284	0,9858	0,6776	0,8868	0,9597	0,9573	0,9259	0,0004	0,2401	0,6995	0,1543
Sabor de caramelo	0,3884	0,1542	0,0566	0,4698	0,3625	0,003	0,0872	0,0554	0,4061	0,0642	0,2616	0,165	0,0501	0,9036	0,164	0,2477
Adstringência	0,0981	0,202	0,9649	0,2988	0,1341	0,394	0,1881	0,2342	0,2233	0,6083	0,2195	0,021	0,0976	0,3162	0,1117	0,5707
Corpo	0,7035	0,0849	0,0333	0,0494	0,3262	0,2667	0,0069	0,2558	0,5786	0,0639	0,7677	0,4609	0,0453	0,087	0,6173	0,0574

Provadores selecionados: p de Famostra < 0,5

Tabela 11 - Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade (F_{repetição})

ATRIBUTOS	PROVADORES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cor marrom escuro	0,5088	0,6944	0,0153	0,3399	0,1471	0,1175	0,1377	0,446	0,189	0,0525	0,3657	0,3162	0,5757	0,0889	0,2019	0,3365
Cor marrom claro	0,0753	1	0,7294	0,0079	0,0296	0,2652	0,3159	0,0933	0,9529	0,8333	0,0264	0,0724	0,4178	0,2407	0,3315	0,2449
Presença de espuma	0,2509	0,64	0,2289	0,1247	0,2541	0,8425	0,0453	0,2076	0,1732	0,524	0,0717	0,4528	0,2462	0,0613	0,1959	0,8627
Viscosidade	0,7983	0,4579	0,4758	0,2586	0,2234	0,4432	0,3236	0,0006	0,8182	0,4705	0,8433	0,9464	0,5015	0,7068	0,0482	0,2006
Aroma de café	0,2959	0,0111	0,8686	0,7997	0,9371	0,811	0,0947	0,8213	0,3496	0,0959	0,1355	0,654	0,934	0,0938	0,1923	0,1834
Aroma doce	0,1008	0,9205	0,3868	0,0076	0,609	0,5753	0,718	0,5838	0,231	0,6856	0,6221	0,857	0,0261	0,6851	0,191	0,9655
Aroma de baunilha	0,3652	0,0727	0,0281	0,3654	0,834	0,5316	0,1553	0,6532	0,2304	0,0765	0,0906	0,4444	0,5487	0,2053	0,3405	0,5648
Aroma torrado	0,7342	0,0368	0,4523	0,1575	0,9185	0,8725	0,3856	0,1137	0,0546	0,3174	0,0363	0,3502	0,1992	0,809	0,0002	0,5471
Sabor de café	0,0073	0,1308	0,2205	0,1667	0,772	0,3695	0,3007	0,0633	0,0266	0,3903	0,5017	0,3451	0,25	0,1414	0,1278	0,5921
Gosto doce	0,6122	0,0254	0,9201	0,0197	0,7106	0,4175	0,9376	0,2128	0,8981	0,6374	0,5112	0,7273	0,3693	0,1525	0,5551	0,8809
Residual doce	0,2122	0,0596	0,927	0,9969	0,9318	0,1867	0,5568	0,9488	0,2462	0,2883	0,8257	0,2889	0,422	0,2123	0,1941	0,027
Gosto amargo	0,524	0,2652	0,0509	0,8076	0,3045	0,2408	0,3073	0,5359	0,048	0,185	0,0516	0,0093	0,13	0,3731	0,8503	0,6434
Residual amargo	0,1146	0,0068	0,1172	0,0532	0,321	0,2901	0,803	0,6067	0,208	0,2916	0,7162	0,1573	0,1224	0,4375	0,6682	0,74
Sabor torrado	0,7386	0,3442	0,8578	0,0532	0,4457	0,3851	0,0999	0,0541	0,3371	0,7494	0,397	0,9484	0,0322	0,4645	0,0074	0,3785
Sabor de caramelo	0,0281	0,1146	0,3263	0,5814	0,119	0,8288	0,3615	0,5871	0,5393	0,0301	0,5535	0,4225	0,0908	0,2792	0,4444	0,2744
Adstringência	0,0522	0,0003	0,3733	0,2879	0,334	0,23	0,6706	0,6115	0,3347	0,1525	0,0664	0,053	0,097	0,223	0,0117	0,1832
Corpo	0,9668	0,0095	0,2024	0,0007	0,1765	0,3215	0,3246	0,6892	0,4577	0,1449	0,7257	0,6768	0,0078	0,2926	0,5378	0,2367

Provadores selecionados: p de F_{repetição} > 0,05

Tabela 12 - Médias dos atributos do café expresso adoçado com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina (2:1) e estévia, a 12,5% de equivalência de doçura.

ATRIBUTOS	AMOSTRAS						DMS*
	Sacarose	Sucralose	Aspartame	Neotame	Mistura Ciclamato/Sacarina	Estévia	
<u>APARÊNCIA</u>							
Cor marrom escuro	6,0449 ^a	6,0897 ^a	5,9926 ^a	6,289 ^a	5,9567 ^a	5,9136 ^a	0,3853
Cor marrom claro	5,5005 ^a	5,3959 ^a	5,5477 ^a	5,5726 ^a	5,3 ^a	5,4249 ^a	0,4995
Presença de espuma	4,7495 ^a	4,6874 ^a	4,3131 ^a	4,8036 ^a	4,6723 ^a	4,5764 ^a	0,5021
Viscosidade	4,3185 ^a	3,7072 ^b	3,5887 ^b	3,7018 ^b	3,9590 ^{ab}	3,8562 ^{ab}	0,5909
<u>AROMA</u>							
Aroma de café	5,4421 ^a	5,3610 ^a	5,6974 ^a	5,3331 ^a	5,5956 ^a	5,6321 ^a	0,4439
Aroma doce	3,6895 ^a	3,0338 ^b	3,1569 ^{ab}	3,1862 ^{ab}	3,3638 ^{ab}	3,5492 ^{ab}	0,5996
Aroma de baunilha	1,7885 ^a	1,9187 ^a	2,0215 ^a	1,7415 ^a	1,7192 ^a	1,9305 ^a	0,4721
Aroma torrado	3,3272 ^a	3,2446 ^a	3,2664 ^a	3,4456 ^a	3,3169 ^a	3,1503 ^a	0,5178
<u>SABOR</u>							
Sabor de café	5,6195 ^{ab}	5,4226 ^{ab}	5,5113 ^{ab}	5,5218 ^{ab}	5,8695 ^a	5,3069 ^b	0,4656
Gosto doce	4,1992 ^{ab}	3,7977 ^b	4,4441 ^{ab}	2,7390 ^c	3,0756 ^c	4,7723 ^a	0,6852
Residual doce	1,9097 ^{de}	2,7564 ^{bc}	2,9323 ^b	1,9705 ^{cd}	1,1687 ^e	4,6523 ^a	0,7919
Gosto amargo	2,7685 ^d	3,2423 ^{cd}	3,4069 ^c	4,8379 ^a	4,0608 ^b	3,6059 ^{bc}	0,6307
Residual amargo	1,6033 ^d	2,3718 ^c	2,5023 ^c	4,1869 ^a	3,5828 ^{ab}	3,3944 ^b	0,765
Sabor torrado	3,2208 ^{ab}	3,0397 ^b	3,4790 ^{ab}	3,7715 ^a	3,7659 ^a	3,4138 ^{ab}	0,6184
Sabor de caramelo	1,6305 ^{ab}	1,0882 ^{cd}	1,7738 ^a	0,8992 ^d	0,9628 ^{cd}	1,2854 ^{bc}	0,3793
Adstringência	2,0974 ^c	2,5633 ^{abc}	2,2028 ^{bc}	2,78 ^a	2,6349 ^{ab}	2,5438 ^{abc}	0,5298
<u>TEXTURA</u>							
Corpo	2,5862 ^a	2,5215 ^a	2,3931 ^a	2,3562 ^a	2,2636 ^a	2,2672 ^a	0,3692

Médias com a mesma letra numa mesma linha não apresentam diferença significativa a $p < 0,05$ pelo teste de Tukey.

*DMS: Diferença Mínima Significativa.

As seis amostras de café expresso não diferiram de forma significativa ($p > 0,05$) entre si com relação à aparência, nos atributos cor marrom escuro, cor marrom claro e presença de espuma. O fato de nenhum edulcorante ter afetado a presença de espuma é extremamente importante, já que a espuma é um dos atributos mais importantes relacionados à qualidade do café expresso. Além disso, a espuma influencia as

características sensoriais deste produto, por ser capaz de manter os compostos voláteis responsáveis pelo aroma da bebida (ILLY; VIANI, 1996).

A amostra com sacarose apresentou a maior média de viscosidade e não diferiu significativamente ($p>0,05$) apenas das amostras adoçadas com estévia e mistura de ciclamato/sacarina. A maior viscosidade no café expresso com sacarose ocorreu devido a este carboidrato agir como agente espessante nos alimentos (VETTORAZZI; MACDONALD, 1989).

Não houve diferença significativa das amostras ($p>0,05$) com relação aos aromas de café, torrado e de baunilha, provavelmente porque a espuma, atributo que não foi alterado pela presença dos edulcorantes, foi capaz de manter os compostos voláteis da bebida. O aroma doce, por sua vez, diferiu de forma significativa apenas entre as amostras com sacarose e sucralose.

O atributo sabor de café não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) nas amostras com sacarose, sucralose, aspartame e neotame.

O gosto doce obteve maior média na amostra com estévia, que não diferiu significativamente ($p>0,05$) das amostras com sacarose e aspartame. O café expresso adoçado com neotame apresentou a menor média e não diferiu ($p>0,05$) apenas da amostra adoçada com a mistura de ciclamato/sacarina.

O café expresso com estévia apresentou maior média no gosto residual doce e diferiu de forma significativa de todas as outras amostras.

O gosto amargo foi mais evidente na amostra com neotame, que diferiu de todas as outras amostras. O café expresso adoçado com sacarose apresentou o menor amargor, não diferindo ($p>0,05$) apenas da amostra com sucralose. O mesmo resultado foi encontrado para o gosto residual amargo, ou seja, a amostra com maior intensidade foi a adoçada com neotame, que não diferiu apenas da amostra com ciclamato/sacarina, e a amostra com menor intensidade foi a adoçada com sacarose.

O sabor torrado avaliado foi bastante semelhante entre as amostras, com médias de intensidade variando entre 3 e 3,8.

A intensidade de sabor de caramelo avaliada nas seis amostras foi relativamente baixa, sendo que a amostra com aspartame e com sacarose obtiveram os maiores valores, não diferindo entre si ($p>0,05$).

A amostra com maior média em adstringência foi a adoçada com neotame, no entanto, essa amostra não diferiu dos cafés expressos adoçados com sucralose, mistura de ciclamato/sacarina e estévia.

Não houve diferença significativa das amostras ($p>0,05$) com relação ao atributo corpo. O atributo corpo já é uma característica do café expresso feito com café arábica, independente da adição de sacarose. Este fato pode estar relacionado com o elevado teor de lipídios neste tipo de grão, que, juntamente com macromoléculas de proteína, contribuem no desenvolvimento deste atributo, que é um dos indícios de um café expresso de qualidade, além da presença de espuma (ILLY; VIANI, 1996; PIAZZA; GIGLI; BULBARELLO, 2008).

Uma forma de representar graficamente os resultados da ADQ[®] é através do gráfico radar ou “aranha” (FIGURA 23), no qual é possível visualizar as médias obtidas por cada amostra em cada um dos atributos avaliados.

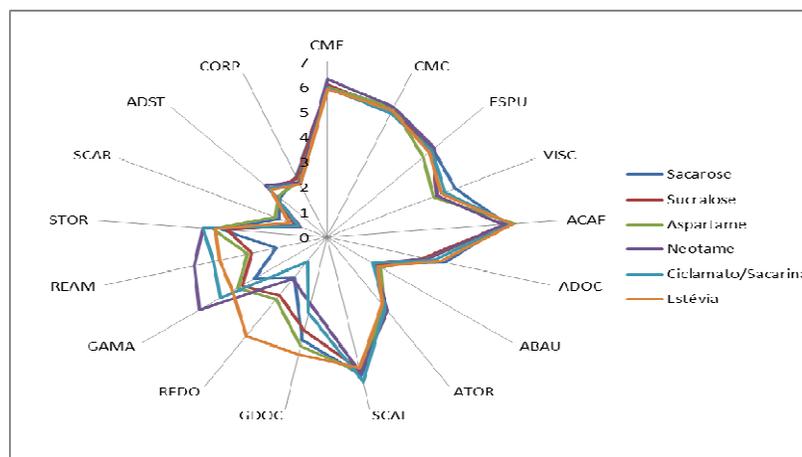


Figura 23 - Gráfico radar ou “aranha” com as médias dos atributos das amostras de café expresso adoçado com açúcar e diferentes edulcorantes.

(*CME = cor marrom escuro / CMC = cor marrom claro / ESPU = presença de espuma / VISC = viscosidade aparente / ACAF = aroma de café / ADOC = aroma doce / ABAU = aroma de baunilha / ATOR = aroma torrado / SCAF = sabor de café / GDOC = gosto doce / REDO = residual doce / GAMA = gosto amargo / REAM = residual amargo / STOR = sabor torrado / SCAR = sabor de caramelo / ADST = adstringência / CORP = corpo).

Este gráfico sugere que as amostras avaliadas foram bastante semelhantes em relação à aparência e ao aroma, o que foi comprovado nos resultados da ANOVA e teste de Tukey. Também é sugerido que a amostra adoçada com estévia apresentou maior

intensidade nos atributos de Gosto Doce e Residual Doce, o que foi verificado na Tabela 12.

A partir dos dados coletados para cada provador e amostra, foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP), e os resultados estão apresentados nas Figuras 24 e 25. Foram necessários três Componentes Principais (CP) para representar os resultados, que explicaram juntos 58,76% das variações entre as amostras de café expresso analisadas, sendo 28,72% explicado pelo CP I, 16,63% pelo CP II e 13,41% pelo CP III.

O total da variação ocorrida nos três componentes principais não foi superior a 70%, conforme é recomendado, uma vez que poucos atributos explicaram as diferenças entre as amostras. A Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Médias de Tukey comprovaram que as amostras não diferiram de forma significativa ($p > 0,05$) em muitos atributos, relacionados, principalmente, à aparência e ao aroma. De acordo com MUÑOZ e colaboradores (1992), os vetores dos termos descritores que estão mais próximos do ponto zero têm pequena influência sobre o valor do componente principal.

De forma geral, a repetibilidade dos provadores na avaliação das amostras foi satisfatória, e pode ser observada pela proximidade dos pontos característicos de cada amostra, representadas por figuras geométricas em forma de triângulos.

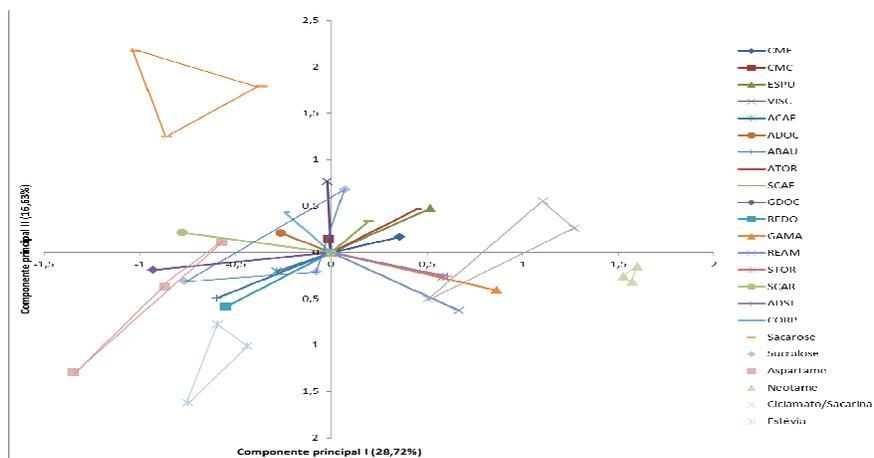


Figura 24 - Figura bidimensional da ACP (Componentes Principais I e II) das amostras de café expresso adoçadas com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina e estévia.

(*CME = cor marrom escuro / CMC = cor marrom claro / ESPU = presença de espuma / VISC = viscosidade aparente / ACAF = aroma de café / ADOC = aroma doce / ABAU = aroma de

baunilha / ATOR = aroma torrado / SCAF = sabor de café / GDOC = gosto doce / REDO = residual doce / GAMA = gosto amargo / REAM = residual amargo / STOR = sabor torrado / SCAR = sabor de caramelo / ADST = adstringência / CORP = corpo).

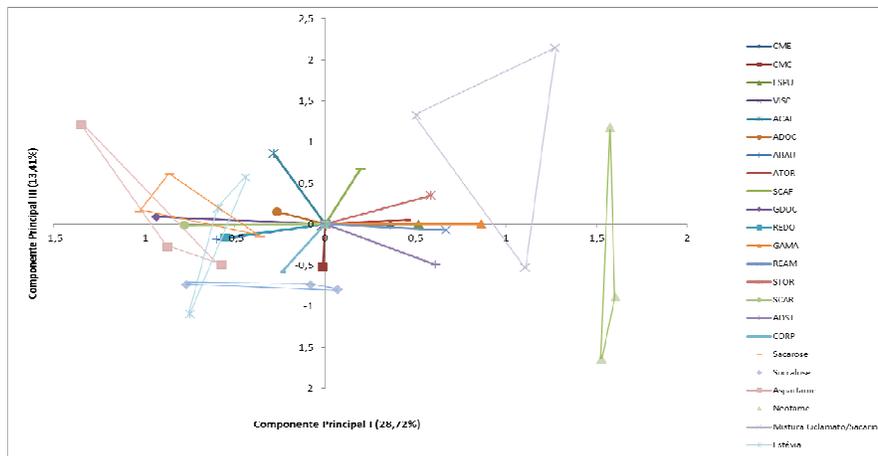


Figura 25 - Figura bidimensional da ACP (Componentes Principais I e III) das amostras de café expresso adoçadas com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina e estévia.

(*CME = cor marrom escuro / CMC = cor marrom claro / ESPU = presença de espuma / VISC = viscosidade aparente / ACAF = aroma de café / ADOC = aroma doce / ABAU = aroma de baunilha / ATOR = aroma torrado / SCAF = sabor de café / GDOC = gosto doce / REDO = residual doce / GAMA = gosto amargo / REAM = residual amargo / STOR = sabor torrado / SCAR = sabor de caramelo / ADST = adstringência / CORP = corpo).

De acordo com as figuras bidimensionais da ACP, pode-se observar que as amostras adoçadas com aspartame, sucralose e sacarose estão próximas na representação gráfica, assim como as amostras com Neotame e mistura de Ciclamato/Sacarina também, sugerindo que são semelhantes.

As amostras adicionadas de estévia e neotame foram caracterizadas por gosto residual doce e adstringência, respectivamente. O café expresso com aspartame foi caracterizado principalmente por sabor de caramelo e gosto doce. Por sua vez, a amostra adoçada com a mistura de Ciclamato/Sacarina foi caracterizada por gosto amargo e residual amargo.

É importante ressaltar que o gráfico aranha e a Análise de Componentes Principais (ACP) tem caráter apenas exploratório, pois sugerem similaridades e diferenças entre as amostras. Desta forma, os resultados com grau de confiança

adequado são encontrados na Análise de Variância e Teste de médias de Tukey, descritos anteriormente.

5.3.6 Análise Tempo-Intensidade (TI)

A Análise Tempo-Intensidade foi realizada para o atributo Doçura nas seis amostras de café expresso, adicionadas de sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina e estévia.

A relevância da realização de TI para doçura com diferentes edulcorantes está relacionada ao fato de que edulcorantes julgados como equivalentes em doçura podem diferir drasticamente em suas curvas tempo-intensidade (DUBOIS; LEE, 1983; LARSON-POWERS; PANGBORN, 1978).

Os parâmetros coletados a partir de cada curva tempo-intensidade para o estímulo Doçura encontram-se na Figura 26.

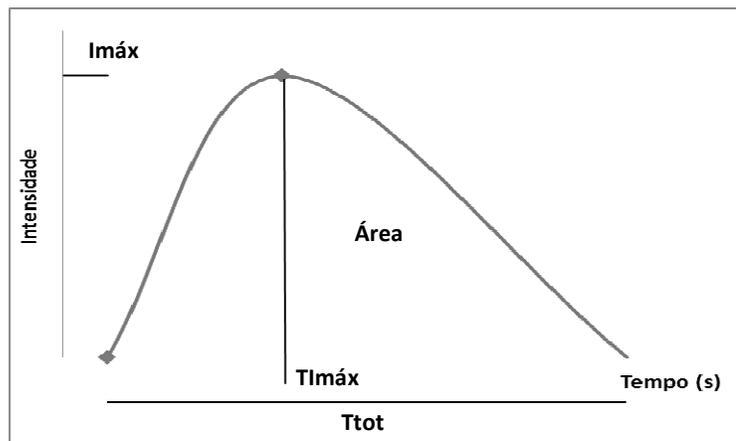


Figura 26 - Parâmetros da curva tempo-intensidade.

TImáx = Tempo para atingir a intensidade máxima.

Imáx = Intensidade máxima do estímulo.

Ttot = Tempo total de percepção do estímulo.

Área = Área sob a curva.

5.3.6.1 Seleção de provadores para a Análise Tempo-Intensidade de estímulo doce em café expresso

Os 16 provadores que participaram da equipe final da Análise Descritiva Quantitativa foram pré-selecionados para realizar a Análise Tempo-Intensidade, no entanto, em função da disponibilidade de tempo, apenas 13 indivíduos puderam participar.

A seleção dos provadores foi baseada no poder discriminativo ($p < 0,30$), de repetibilidade ($p > 0,05$), de consenso com a equipe e na habilidade de utilizar o computador. Os resultados de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ para cada provador, em relação a cada parâmetro da curva Tempo-Intensidade estão apresentados nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras para o estímulo doce.

Provadores	TImáx	Imáx	Área	Ttotal
1	0,0453	0,024	0,05	0,0073
2	0,7865	0,0022	0,049	0,1
3	0,3983	0,0073	0,0001	0,0001
4	0,0622	0,001	0,0004	0,0001
5	0,7709	0,0122	0,0058	0,0167
6	0,1068	0,0083	0,0002	0,0001
7	0,2159	0,0001	0,0001	0,0038
8	0,0421	0,0001	0,0001	0,0001
9	0,2447	0,0363	0,0222	0,1859
10	0,8737	0,0043	0,0001	0,0132
11	0,1043	0,597	0,0164	0,1847
12	0,1027	0,0002	0,0001	0,0001
13	0,1091	0,1134	0,0436	0,1138

Os provadores que apresentaram $F_{amostra} < 0,30$ foram selecionados

Tabela 14 - Níveis de significância (p) para provadores em função de repetibilidade das amostras para o estímulo doce.

Provadores	TImáx	Imáx	Área	Ttotal
1	0,7238	0,2062	0,3081	0,9985
2	0,1658	0,3779	0,3706	0,788
3	0,111	0,5449	0,1922	0,0186
4	0,9784	0,364	0,0884	0,006
5	0,5437	0,6421	0,2698	0,5462
6	0,6127	0,9787	0,7923	0,418
7	0,5043	0,7697	0,6367	0,5609
8	0,2041	0,3792	0,5849	0,0137
9	0,535	0,5513	0,2993	0,362
10	0,4738	0,1034	0,3234	0,8076
11	0,738	0,4274	0,7425	0,6045
12	0,6839	0,6327	0,0577	0,0279
13	0,038	0,0215	0,591	0,5278

Os provadores que apresentaram Frepetição > 0,05 foram selecionados

5.3.6.2 Análise Tempo-Intensidade para o estímulo doce em café expresso

Os resultados da ANOVA e Teste de Médias de Tukey para o estímulo doce em café expresso estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo doce, do café expresso com diferentes edulcorantes, com equivalência a 12,5% de sacarose.

AMOSTRAS	TImáx	Imáx	Área	Ttot
Sacarose	14,9444 ^{ab}	6,8925 ^{ab}	150,919 ^{bc}	38,392 ^c
Sucralose	15,961 ^{ab}	5,9729 ^c	136,719 ^c	39,029 ^c
Aspartame	15,188 ^{ab}	6,5389 ^b	164,231 ^b	48,364 ^b
Neotame	15,0397 ^{ab}	6,7583 ^{ab}	162,093 ^b	43,053 ^{bc}
Mistura Ciclamato/Sacarina	14,1555 ^b	5,0194 ^d	83,709 ^d	27,287 ^d
Estévia	16,3288 ^a	7,2115 ^a	222,262 ^a	54,497 ^a
DMS*	1,8875	0,4993	22,426	5,8679

Médias com a mesma letra numa mesma linha não apresentam diferença significativa a $p < 0,05$ pelo teste de Tukey.

*DMS: Diferença Mínima Significativa.

Com relação ao tempo para atingir a intensidade máxima ($T_{Im\acute{a}x}$), observou-se que o café expresso adoçado com estévia apresentou a maior média, mas diferiu de forma significativa ($p < 0,05$) apenas da amostra com a mistura de ciclamato/sacarina.

A intensidade máxima ($I_{m\acute{a}x}$) atingida também teve maior média na amostra com estévia, que não diferiu significativamente das amostras com sacarose e neotame. A amostra com a mistura de ciclamato/sacarina obteve a menor média e teve diferença significativa de todas as outras amostras. Moraes (2008) verificou que o edulcorante aspartame apresentou o maior valor de intensidade máxima para o atributo doçura, em bebida de café torrado e moído. Além disso, foi verificado também que a intensidade máxima do edulcorante estévia diferiu de forma significativa apenas das amostras com aspartame e sacarose.

A Área sob a curva e o tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) tiveram resultados semelhantes. Novamente, a amostra com estévia teve maior média e diferiu das outras amostras nesses dois parâmetros. O café adicionado da mistura de ciclamato/sacarina teve a menor média e também diferiu de todas as outras amostras nestas duas variáveis.

É importante destacar que apenas o café expresso com neotame não diferiu da amostra com sacarose nos quatro parâmetros da curva avaliados.

A análise dos dados da Tabela 15 permite concluir que a amostra com estévia apresentou as maiores médias nos quatro parâmetros avaliados. Estes resultados comprovam os resultados da Análise Descritiva Quantitativa, uma vez que a amostra com estévia obteve a maior média no atributo residual doce, e diferiu de todas as amostras. Por sua vez, a amostra com a mistura de ciclamato/sacarina apresentou os menores valores em todos os parâmetros das curvas tempo-intensidade. Esta mistura de edulcorantes também obteve os menores valores em todos os parâmetros das curvas tempo-intensidade em estudo com néctar de goiaba, juntamente com o edulcorante acessulfame (BRITO; BOLINI, 2008).

A Figura 27 contém as curvas de tempo-intensidade registradas para o estímulo doce, para cada amostra. Para a construção destas curvas, foram utilizadas as médias dos parâmetros de cada amostra.

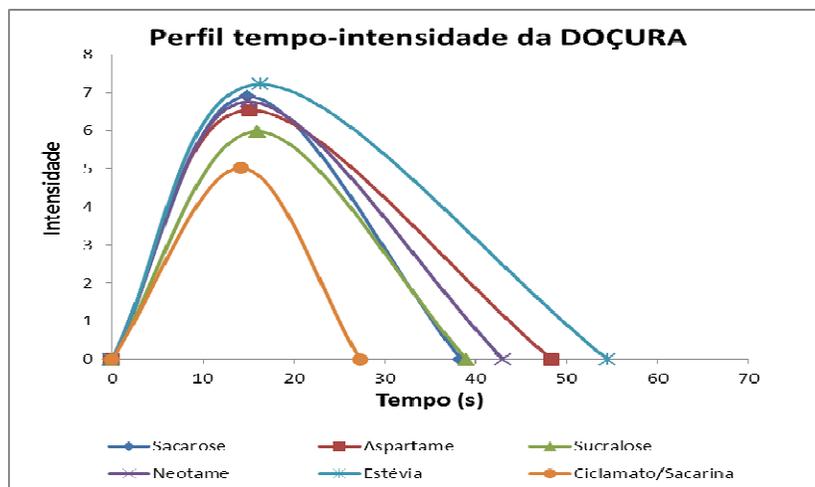


Figura 27 - Curvas tempo-intensidade, características do estímulo doce, para as amostras de café expresso.

A partir dos parâmetros coletados nas curvas de tempo-intensidade, para cada amostra e cada provador, foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP) (FIGURA 28).

Os componentes principais I e II explicaram 95,3% da variação encontrada entre as amostras.

De forma geral, a repetibilidade dos provadores na avaliação das amostras foi satisfatória, e pode ser observada pela proximidade dos pontos característicos de cada amostra.

A amostra com estévia foi caracterizada pelos quatro parâmetros avaliados (TImáx, Imáx, Área e Ttot) em função da sua proximidade com estes vetores. Por sua vez, o café expresso com a mistura de ciclamato/sacarina obteve os menores valores em todos os parâmetros das curvas tempo-intensidade, devido ao seu posicionamento distante dos vetores. Estes resultados foram comprovados no teste de ANOVA e teste de médias de Tukey.

A proximidade entre as amostras indica uma similaridade no perfil temporal. Desse modo, o posicionamento das amostras com sacarose, aspartame e neotame pode indicar que as mesmas têm perfil temporal semelhante no café expresso, para o estímulo doçura. A amostra adoçada com a mistura ciclamato/sacarina (2:1) encontra-se afastada das demais na representação gráfica, indicando que o seu perfil temporal seja bem distinto das demais.

Resultados semelhantes são encontrados na literatura em outros produtos. Umbelino (2005) também verificou que o aspartame foi o edulcorante com perfil sensorial temporal mais próximo ao da sacarose no suco e polpa de manga, considerando o atributo Doçura. Marcellini (2005), em sua análise com suco de abacaxi, encontrou semelhança significativa entre a sacarose e os edulcorantes aspartame e sucralose para o estímulo doce, sugerindo a substituição da sacarose por estes edulcorantes sem comprometimento do sabor do suco de abacaxi.

Pallazo e colaboradores (2011) estudaram o perfil temporal de leite achocolatado adoçado com sacarose, sucralose, neotame e rebaudiosídeo. O resultado encontrado foi que o edulcorante sucralose teve o perfil temporal de doçura mais semelhante com a sacarose.

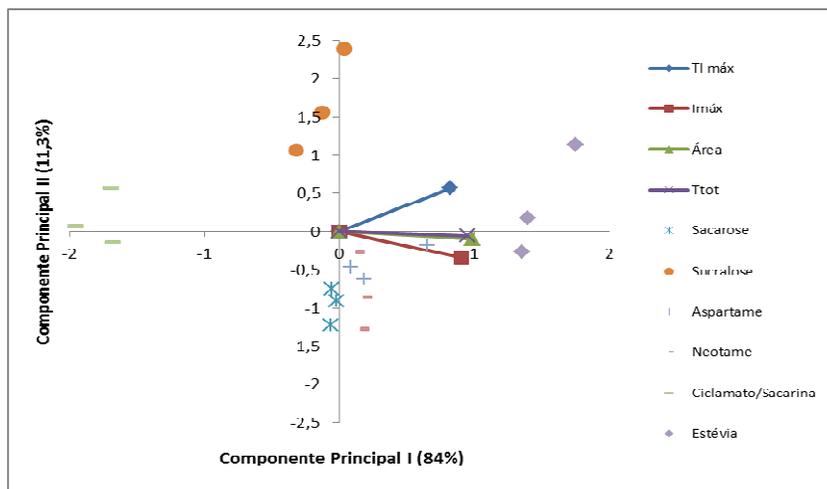


Figura 28 - Figura Bidimensional da Análise de Componentes Principais do atributo gosto doce das amostras de café expresso adoçadas com edulcorantes a 12,5% de equivalência de doçura.

5.3.7 Teste de Aceitação

121 consumidores participaram do teste de aceitação das seis amostras de café expresso. Dentre eles, 59% eram do sexo feminino e 41%, do sexo masculino, e a maior porcentagem dos indivíduos estava na faixa de idade entre 18 e 30 anos.

Os resultados obtidos no teste de médias de Tukey para a aceitação de café expresso estão descritos na Tabela 16.

A análise de variância e teste de médias de Tukey revelaram que as amostras de café expresso, adoçadas com os diferentes edulcorantes, não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$) em relação à aparência, aroma e textura.

Em relação ao sabor, a amostra com aspartame apresentou a maior média das notas, não diferindo das amostras com sacarose, sucralose e estévia. O café expresso adoçado com a mistura de ciclamato/sacarina apresentou a menor média, mas diferiu apenas da amostra com aspartame.

Tabela 16 - Médias obtidas no teste de aceitação ($n = 121$) do café expresso adoçado com sacarose, sucralose, aspartame, neotame, mistura de ciclamato/sacarina (2:1) e estévia.

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Sacarose	6,49 ^a	5,65 ^a	4,69 ^{ab}	5,57 ^a	5,17 ^{ab}
Sucralose	6,54 ^a	5,45 ^a	4,59 ^{ab}	5,49 ^a	5,16 ^{ab}
Aspartame	6,55 ^a	5,68 ^a	5,10 ^a	5,86 ^a	5,45 ^a
Neotame	6,59 ^a	5,82 ^a	4,37 ^b	5,51 ^a	4,82 ^b
Ciclamato/Sacarina	6,66 ^a	5,63 ^a	4,34 ^b	5,53 ^a	4,92 ^{ab}
Estévia	6,62 ^a	5,70 ^a	4,73 ^{ab}	5,78 ^a	5,02 ^{ab}
DMS*	0,33	0,49	0,69	0,50	0,59

Médias com a mesma letra numa mesma linha não apresentam diferença significativa a $p < 0,05$ pelo teste de Tukey.

*DMS: Diferença mínima significativa.

A amostra com estévia apresentou a segunda maior média em relação ao sabor, resultado bastante diferente do estudo com chá mate adoçado com diferentes edulcorantes, o qual revelou que a amostra com estévia obteve a menor média na aceitação do sabor, e diferiu de forma significativa das amostras com sacarose, sucralose, mistura de ciclamato/sacarina e aspartame (CARDOSO; CARDELLO, 2003). O café expresso adoçado com estévia teve boa aceitação provavelmente pelo sabor forte deste produto, que mascarou o sabor residual amargo característico deste edulcorante.

A amostra com aspartame também obteve maior média em relação à impressão global, mas diferiu de forma significativa apenas da amostra com neotame, que apresentou a menor média.

Reis e colaboradores (2009) também encontraram maiores médias de aceitação em relação à Impressão Global nos iogurtes de morango adoçados com sacarose, aspartame e sucralose.

O Mapa Interno de Preferência (MDPREF) (FIGURA 29) é uma importante ferramenta para conhecer a preferência individual dos consumidores, e é gerado a partir das respostas dos consumidores em relação à impressão global do produto. As duas primeiras dimensões do mapa de preferência explicaram juntas 51,70% da variação ocorrida entre as amostras. Esta baixa explicação pode ser explicada por se tratar de um teste realizado com consumidores e não com indivíduos treinados.

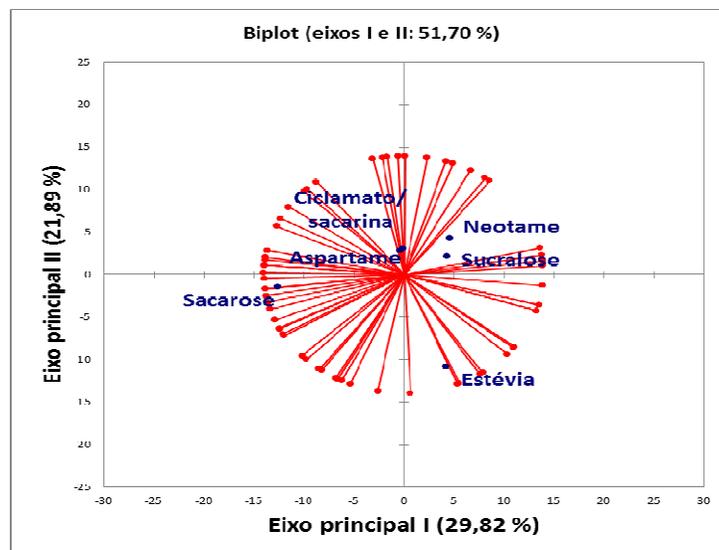


Figura 29 - Figura bidimensional da análise do Mapa de Preferência Interno das seis amostras de café expresso.

As amostras com aspartame e sacarose se localizaram mais próximas da maioria dos provadores, representados de vermelho no gráfico, sugerindo-as como amostras preferidas do grupo. Entretanto, embora a amostra de aspartame tenha tido maior valor absoluto entre todas na Impressão Global, a diferença foi significativa ($p < 0,05$) apenas em relação à amostra com neotame.

O café expresso adoçado com neotame teve menor média na Impressão Global, indicando ser o menos aceito, apesar de diferir significativamente apenas da amostra com aspartame. Isto pode ser verificado na Figura 29, na qual a amostra com neotame está localizada mais distante dos provadores.

5.3.8 Correlação dos dados descritivos com o teste de aceitação

A análise estatística multivariada de regressão dos Quadrados Mínimos Parciais (*Partial Least Square* – PLS) foi realizada para correlacionar os termos descritores, determinados na ADQ®, com os dados de aceitação da impressão global, das seis amostras de café expresso (FIGURAS 30 e 31).

De acordo com as Figuras 29 e 30, todas as amostras foram bem aceitas de forma geral, provavelmente porque o café expresso apresenta sabor forte e mascara as diferentes características de cada edulcorante, tornando as seis bebidas avaliadas semelhantes. As amostras com neotame e mistura de ciclamato/sacarina foram as amostras menos aceitas, o que pode ser observado pela menor distribuição dos consumidores (representados pelos pontos azuis) aos seus redores. Na figura 31, isto ficou bastante evidente, uma vez que estas duas amostras ficaram posicionadas no lado oposto das amostras restantes e bem distantes do ponto representado pela Impressão Global.

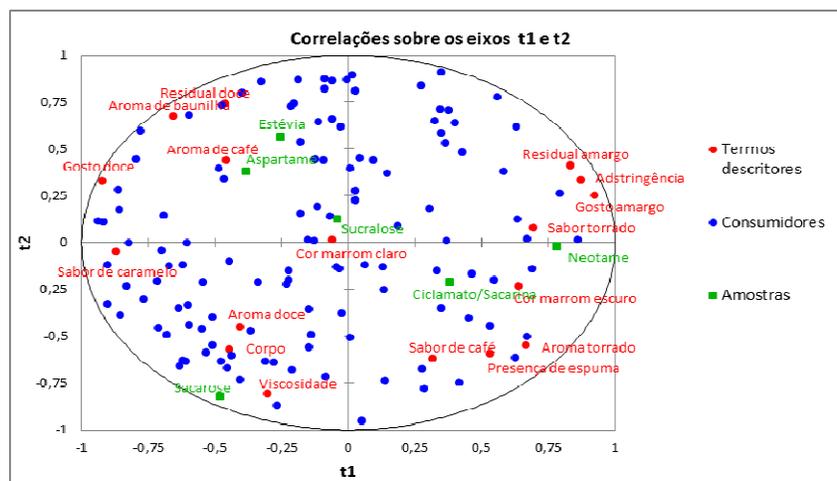


Figura 30 – Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de café expresso em relação aos atributos da ADQ® e dados de impressão global do teste de aceitação.

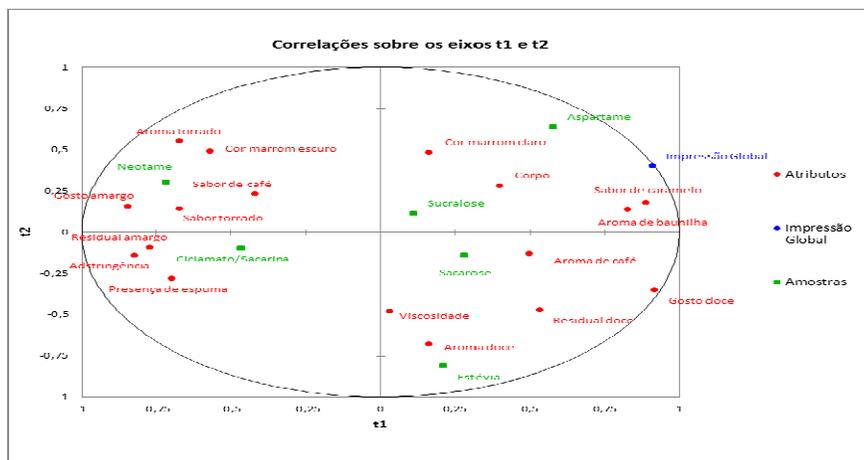


Figura 31 – Correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de café expresso em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação.

Ainda em relação à Figura 31, pode-se observar que a amostra com aspartame foi a mais próxima do ponto que representa a impressão global, portanto foi a amostra mais aceita. Isto ocorreu, possivelmente, pela presença dos atributos de aroma de baunilha e sabor de caramelo nesta amostra. Estes dados apresentados pela correlação corroboram aos resultados apresentados na ADQ.

As amostras com sacarose e sucralose estão localizadas próximas no gráfico, o que indica que tiveram aceitação semelhante e esta aceitação pode estar associada aos atributos de viscosidade e corpo, respectivamente.

A amostra com estévia é a quarta amostra mais distante do ponto representado pela Impressão Global e sua aceitação pode ter sido influenciada pela presença do gosto residual doce.

A amostra com ciclamato/sacarina teve baixa aceitação possivelmente pelos atributos de adstringência e gosto residual amargo. Por sua vez, o café expresso adoçado com neotame pode ter tido a baixa aceitação associada aos atributos de gosto amargo e aroma e sabor torrados.

A Figura 32 representa os coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre as amostras de café expresso em relação às médias obtidas pelos atributos determinados na ADQ® e os dados da impressão global obtidos no teste de aceitação com 121 consumidores.

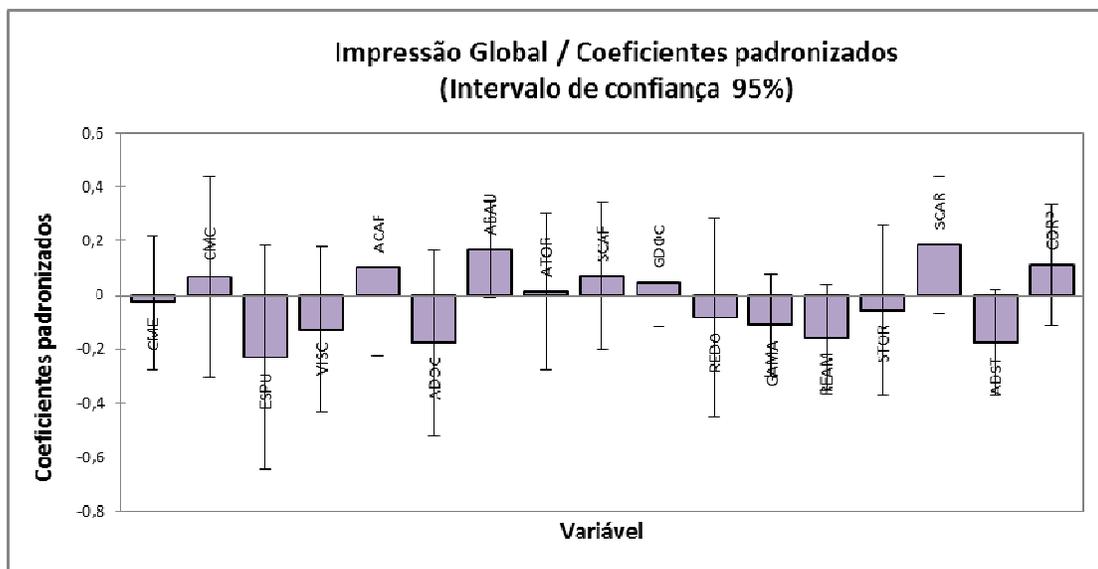


Figura 32 – Coeficientes padronizados dos atributos obtidos pela correlação dos quadrados mínimos parciais entre amostras de café expresso em relação aos atributos da ADQ® e impressão global do teste de aceitação.

(*CME = cor marrom escuro / CMC = cor marrom claro / ESPU = presença de espuma / VISC = viscosidade aparente / ACAF = aroma de café / ADOC = aroma doce / ABAU = aroma de baunilha / ATOR = aroma torrado / SCAF = sabor de café / GDOC = gosto doce / REDO = residual doce / GAMA = gosto amargo / REAM = residual amargo / STOR = sabor torrado / SCAR = sabor de caramelo / ADST = adstringência / CORP = corpo).

A correlação através do PLS destaca os atributos importantes, tanto positivamente quanto negativamente, na decisão sobre a aceitação do produto pelo consumidor.

Os atributos em que o desvio padrão não cruzar o eixo variável poderão ser considerados importantes (95% de certeza), de forma positiva ou negativa, na decisão do consumidor durante o teste de aceitação. Por sua vez, as colunas dos atributos que estão na parte positiva do eixo dos Coeficientes Padronizados serão consideradas importantes positivamente para a caracterização do café expresso, enquanto as colunas que estiverem na faixa negativa deste eixo indicarão atributos que contribuem de forma negativa para o produto.

O tamanho das colunas está relacionado à importância do atributo para o consumidor, tanto de forma positiva como negativa. O atributo que obtiver a maior coluna será considerado o mais importante para o consumidor na avaliação das amostras.

Ao observar a Figura 32, pode-se verificar que os desvios padrões cruzaram o eixo variável, portanto não podem ser considerados importantes (95% de certeza), tanto de forma positiva ou negativa, na decisão do consumidor durante o teste de aceitação. Além disso, o tamanho das colunas no gráfico demonstra que a intensidade de todos os atributos não foi suficiente para contribuir na aceitação das amostras.

6 CONCLUSÃO

- As características físico-químicas do café expresso feito com grão arábica neste estudo estão em concordância com os dados na literatura sobre a bebida produzida com o mesmo tipo de grão;
- Com relação à caracterização do funcionamento da cafeteira, concluiu-se que, para a produção de 100 mL de café expresso, são necessários 165 mL de água e 35 g de grãos torrados;
- A concentração ideal de sacarose, determinada por meio da escala do ideal, a ser adicionada ao café expresso foi de 12,5% (p/v);
- O teste de equivalência de doçura em relação à sacarose verificou que todas as concentrações equivalentes encontradas estão dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira, com exceção apenas da estévia. Este limite foi ultrapassado, provavelmente, devido à presença de amargor residual neste edulcorante, que pode interferir na percepção da doçura;
- O edulcorante Neotame apresentou a maior potência edulcorante no café expresso. Por sua vez, a estévia com 95% de rebaudiosídeo foi o edulcorante com menor potência de dulçor;
- De acordo com a Análise Descritiva Quantitativa realizada, foram levantados 17 termos descritores para o café expresso adoçado com sacarose e diferentes edulcorantes, sendo eles: presença de espuma, cor marrom claro (espuma), cor marrom escuro (bebida), viscosidade aparente, aroma de café, aroma de baunilha, aroma doce, aroma torrado, sabor de café, sabor torrado, gosto doce, gosto residual doce, gosto amargo, gosto residual amargo, adstringência, sabor de caramelo e corpo;

- As seis amostras de café expresso não diferiram de forma significativa entre si em relação aos atributos: cor marrom escuro, cor marrom claro, presença de espuma, aroma de café, aroma torrado e aroma de baunilha;
- O gosto doce obteve maior média na amostra com estévia, que não diferiu significativamente das amostras com sacarose e aspartame. O café expresso adoçado com neotame apresentou a menor média e não diferiu ($p > 0,05$) apenas da amostra adoçada com a mistura de ciclamato/sacarina. Com relação ao gosto doce residual, o café expresso com estévia apresentou maior média e diferiu de forma significativa de todas as outras amostras;
- Com relação ao tempo necessário para atingir a intensidade máxima ($T_{máx}$) em relação ao estímulo doce, determinado na Análise Tempo-Intensidade, observou-se que o café expresso adoçado com estévia apresentou a maior média, mas diferiu de forma significativa apenas da amostra com a mistura de ciclamato/sacarina;
- A Intensidade Máxima ($I_{máx}$) atingida também teve maior média na amostra com estévia, que não diferiu significativamente das amostras com sacarose e neotame;
- A Área sob a curva e o tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) tiveram resultados semelhantes. Novamente, a amostra com estévia teve maior média e diferiu das outras amostras nesses dois parâmetros. O café adicionado da mistura de ciclamato/sacarina teve a menor média e também diferiu de todas as outras amostras nestas duas variáveis;
- Com relação ao teste de aceitação, a amostra com aspartame obteve maior média em relação à impressão global, sendo superior até mesmo a média obtida pela sacarose, mas diferiu de forma significativa apenas da amostra com neotame, que apresentou a menor média.
- O edulcorante aspartame, mais aceito pelo teste de consumidor, foi o que mais se assemelhou a sacarose na Análise Tempo-Intensidade;

- A correlação dos dados descritivos com os de aceitação demonstrou que a amostra com aspartame pode ter sido a mais aceita pela presença dos atributos de aroma de baunilha e sabor de caramelo nesta amostra. Além disso, concluiu-se que a amostra com ciclamato/sacarina teve baixa aceitação possivelmente pela presença dos atributos de adstringência e residual amargo;

- O estudo do Perfil Sensorial dos cafés expressos adoçados com diferentes edulcorantes, por meio do teste de Doçura Ideal e Equivalência em doçura, da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]), da Análise Tempo-Intensidade (TI) e do Teste de consumidores, foi muito relevante no sentido de que as características sensoriais de um edulcorante podem variar de forma considerável em função do alimento ou bebida ao qual foi adicionado e não há estudos científicos sobre este assunto neste produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ALBANESE, D. *et al.* Espresso coffee (EC) by POD: Study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical–physical and sensorial properties. **Food Research International**, v. 42, p. 727–732, 2009.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Nutrition recommendations and interventions for diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 31, p. 61-78, 2008.

_____. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. **J Am Diet Assoc.**, v. 104, n. 2, p. 255-275, 2004a.

_____. Gestational diabetes mellitus. **Diabetes Care**, v. 27, p. 88-90, 2004b.

ANDUEZA, S.; PEÑA, M. P.; CID, C. Chemical and sensorial characteristics of espresso coffee as affected by grinding and torrefacto roast. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 7034-7039, 2003.

ANESE, M. *et al.* Oxidative Stability of the lipid fraction in roasted coffee. **International Journal of Food Science**, v. 12, n. 4, p. 457-462, 2000.

ANTON, S. *et al.* Effects of Stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety and postprandial glucose and insulin levels. **Appetite**, v. 55, p. 37–43, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC). 2012a. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61>
Acesso em: 30 nov. 2012.

_____. 2012b. Disponível em:
<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=52>
Acesso em: 30 nov. 2012.

_____. 2011. Disponível em:
<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38> > Acesso em: 2 maio. 2011.

* Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

_____. 2010. Disponível em:
http://www.abic.com.br/publique/media/EST_PESQTendenciasConsumo2010.pdf >
Acesso em: 2 maio. 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of A.O.A.C.** International. 16. ed. v. 2, cap 42, 1997: Vegetable, products, processed.

BAKAL, A. I. Saccharin functionality and safety. **Food Technology**, v. 41, n. 1, p. 117-118, 1987.

BAKAL, A. I.; NABORS, L. B. Stevioside. In: NABORS, L.B.; GELARDI, R.C. **Alternatives sweeteners**. New York: Marcel Dekker, 1986. p. 295-307.

BANDEIRA, R. D. C. C. et al. Composição volátil dos defeitos intrínsecos do café por CG em HEADSPACE. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 309-314, 2009.

BARÃO, A. INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. 20th **International Conference on Coffee Science**, Bangalore, India. 2004. Disponível em:
http://www.ico.org/show_news.asp?id=12 > Acesso em: 5 maio. 2011.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

BOLINI-CARDELLO, H. M. A.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Measurement of the Relative Sweetness of Stevia Extract, Aspartame and Cyclamate/Saccharin Blend as Compared to Sucrose at Different Concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 54, n. 2, p. 119 – 130, 1999.

BOPP, B. A.; PRICE, P. Cyclamate. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3.ed., New York: Marcel Dekker Inc., 2001.

BORÉM, F. M. Processamento do café. In: _____. **Pós-colheita do café**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2008. 631p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Brasil entra no mercado de cafés especiais**. 2012. Disponível em:
<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2012/10/brasil-entra-no-mercado-de-cafes-especiais> > Acesso em: 14 jan. 2013.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº. 18, de 24 de março de 2008: Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. **Diário Oficial da União**, 2008.

_____. Resolução SAA - 31, de 22 de junho de 2007. **Diário Oficial**. Disponível em:
http://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_resolucaoSAA31.pdf > Acesso em: 13 maio. 2011.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS/MS). **Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – Definições, Classificação e Emprego**. Portaria nº540, de 27 de outubro de 1997. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> > Acesso em: 20 jun. 2011.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ Ministério da Saúde. Portaria n. 318 de 24 de novembro de 1995. Aprova o uso de Sucralose com a função de edulcorante em alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1995.

_____. Conselho Nacional da Saúde/ Ministério da Saúde. Portaria n. 14 de 26 de janeiro de 1988. Aprova o uso de esteviosídeo com a função de edulcorante em alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1988.

BRAZIL SPECIALITY COFFEE ASSOCIATION (BSCA). **Cafés Especiais**. 2008. Disponível em:
<<http://www.bsca.com.br/downloads.php?lang=pt BR&criteria=caf%E9s+especiais.>>
Acesso em: 10 jun. 2011.

BRITO, C. A. K.; BOLINI, H. M. A. Percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em néctar de goiaba adoçado com diferentes adoçantes, **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v. 2, n. 1, p. 49-66, 2008.

BROOKER, D. B.; BARKER, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: AVI, 1992. 450 p.

BUTCHKO, H. H. *et al.* Aspartame. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3. ed., New York: Marcel Dekker Inc., 2001.

BYTOF, G. *et al.* Transient occurrence of seed germination processes during coffee postharvest treatment. **Annals of Botany**, Rockville, v. 100, p. 61-66, 2007.

CAMPOS, M. B. Sucralose: A Revolução em Adoçantes, **Food Ingredients**, v. 4, n. 19, 2002.

CAMPOS, A. M. **Efeito de adoçantes e edulcorantes na formulação de geléias de fruta com pectina amidada**. 1993. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Adoçantes e edulcorantes. In: **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Varela; 1996. p. 115-258.

CARDELLO, H. M. A. B.; SILVA, M. A. A. P; DAMÁSIO, M. H. Time-Intensity data collect system software. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, p. 54-60, 2003.

CARDELLO, H. M. A. B.; SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Análise descritiva quantitativa de edulcorantes em diferentes concentrações. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n. 3, Campinas, set./dez. 2000.

CARDELLO, H. M. A. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Análise Tempo-Intensidade dos estímulos doce e amargo de extrato de folha de estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) em doçura equivalente a sacarose. **Ciênc. Technol. Aliment.**, v. 19, n. 2, p. 163-169, 1999.

CARDELLO, H. M. A. B.; DAMÁSIO, M. H. Análise Tempo-Intensidade. Artigo Técnico: Revisão. **Boletim SBCTA**, v. 30, n. 2, p. 156-165, 1996.

CARDELLO, H. M. A. B. **Caracterização sensorial de aspartame, Ciclamato/Sacarina 2:1 e extrato de folhas de estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): equivalências em doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade**. 1996. 237f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

CARDOSO, J. M. P. **Análise de Diferentes Edulcorantes em Néctar de Pêssego: Determinação da Doçura Ideal, Equivalências em Doçura, Análise de Aceitação e Determinação do Perfil Sensorial.** 2007. 185f. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CARDOSO, J. M. P.; BATTOCHIO, J. R.; CARDELLO, H. M. A. B. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da temperatura de consumo em bebidas preparadas com chá mate em pó solúvel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 448-452, 2004.

CARDOSO, J. M. P.; CARDELLO, H. M. A. B. Potência edulcorante, doçura equivalente e aceitação de diferentes edulcorantes em bebida preparada com erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. hil.) em pó solúvel, quando servida quente. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 191-197, 2003.

CARVALHO NEWS – Brasil pode se tornar maior consumidor de café do mundo. **Notícias e Cotações do Café.** 2010. Disponível em: <http://www.carvalhoexport.com.br>. <Acesso em: 2 maio. 2011.>

CAVALLINI, D. C. U.; BOLINI, H. M. A. Comparação da percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em suco de manga reconstituído e adoçando com sacarose, mistura ciclamato/sacarina 2:1, aspartame, sucralose e estévia. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 361-382, jul./dez. 2005.

CHALFOUN, S. M.; PARIZZI, F. C. Fungos toxigênicos e micotoxinas em café. In: BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café.** Lavras: Editora UFLA, 2008. p. 513.

CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. **Food Research International**, v. 26, n. 5, p. 375-385, 1993.

CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ - CNC. **Cafés do Brasil.** 2010. Disponível em: <www.cncafe.com.br>. Acesso em: 6 jun. 2011.

CORADI, P. C.; BORÉM, F. M.; OLIVEIRA J. A. Qualidade do café natural e despulpado após diferentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 181-188, 2008.

- DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.
- DAS, K., DANG, R., SHIVANANDA, T. Effect of N, P and K fertilizers on their availability in soil in relation to the Stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bert.). **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 52, p. 679–685, 2006.
- DUBOIS, G. E.; LEE, J. F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. **Chem. Senses**, v. 7, p. 237-47, 1983.
- FONTELES, T. V. *et al.* Avaliação do uso de adoçantes alternativos na aceitabilidade da bebida de café, **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 391-397, jul./set. 2010.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Food additives permitted for direct addition to food for human consumption; Neotame. **Federal Register**, v. 67, n. 131, 2002.
- FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **Food Science and Technology (LWT)**, v. 38, p. 709-715, 2005.
- FRANCO, A. **De caçador a gourmet: uma história da gastronomia**. 2. ed. São Paulo: Editora SENAC. São Paulo, 2001. p. 75.
- GAVA, A. J. Os diabéticos e as bebidas de baixa caloria e o açúcar: o que fazer? Ponto de vista do fabricante de refrigerantes. **Alimentação**, São Paulo, n. 83, p. 10-14, maio/ago. 1986.
- GEUNS, J. Stevioside. **Phytochemistry**, v. 64, p. 913–921, 2003.
- GIRANDA, R. N. **Aspectos qualitativos de cafés (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes processos de secagem**. 1998. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- GOLDSMITH, L. A.; MERKEL, C. M. Sucralose. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3. Ed. New York: Marcel Dekker Inc., 2001.

GONZÁLEZ, Z. B. Edulcorantes alternativos mas utilizados en confiteria. **Alimentaria**, v. 37, n. 315, p. 89-95, 2000.

GOYAL, S. *et al.* Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: A review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 61, p. 1–10, 2010.

HIGGINBOTHAM, J. D. Recent developments in nonnutritive sweeteners. In: GREMBY, T. H.; PARKER, K. J.; LINDLEY, M. G. **Developments in sweeteners-2**. London: Applied Science Publ., 1983. p.119-155.

HOUGH, L. High-intensity, Low-calorie Sweeteners. In: KHAN, R. **Low-Calorie Foods and Food Ingredients**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1996. p. 138 – 162.

ILLY, E. A saborosa complexidade do café: a ciência está atrás de um dos prazeres simples da vida. **Revista Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 2, p. 48-53, jul. 2002.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso Coffee: the chemistry of quality**. 2. ed. San Diego: Academic press, 1996. 253p.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 2. ed. Instituto Adolf Lutz, São Paulo. 1985.

INTERSCIENCE. **Tendências do consumo de café em 2007**. 2008. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/pesquisas/pesq_tendencias_consumo_nov07_2.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.

KELLING, S.T., HALPERN, P.B. Taste flashes: reaction times, intensity and quality. **Science**, v. 219, p. 412- 422, 1983.

LARSON-POWERS, M.; PANGBORN, R. M. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose and synthetic sweeteners. **J. Food Sci.**, v. 43, p. 41-6, 1978.

LARSSON, S.C; WOLK, A. Coffee Consumption and Risk of Liver Cancer: A Meta-Analysis. **Gastroenterology**, v. 132, p. 1740–1745, 2007.

- LEACH, E. J.; NOBLE, A. C. Comparison of bitterness of caffeine and quinine by a time-intensity procedure. **Chemical senses**, v. 11, p. 339-345, 1986.
- LINDLEY, M. G. Developments in high potency sweeteners. **International Sugar Journal**, v. 104, n. 1244, p. 346-351, 2002.
- LUNDAHL, D. S. Comparing time-intensity to category scales in sensory evaluation. **Food Technology**, v. 46, n. 11, p. 98-103, 1992.
- MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. R.; OLIVEIRA, W. M. Composição físico-química e qualidade do café submetido a diferentes formas de pré-processamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 6, p. 37-41, 2003.
- MAMEDE, M. E. O. *et al.* Avaliação sensorial e química de café solúvel descafeinado, **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 311-324, abr./jun. 2010.
- MANZOCCO, L.; LAGAZIO, C. Coffee brew shelf-life modelling by integration of acceptability and quality data. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 24-29, 2009.
- MARCELLINI, P.S. **Caracterização sensorial por perfil livre e análise tempo-intensidade de suco de abacaxi (Ananas comosus L. Merrill) reconstituído e adoçado com diferentes edulcorantes.** 2005. 85f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas – SP, 2005.
- MARCELLINI, P. S.; CHAINHO, T. F.; CARDELLO, H. M. A. B. Doçura ideal e análise de aceitação de suco de abacaxi concentrado reconstituído adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alimentos e Nutrição**, v. 6, n. 2, p. 177-182, 2005.
- MARIA, C. A. B. *et al.* Composition of green coffee water soluble fractions and identification of volatiles formed during roasting. **Food Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 203-207, 1996.
- MARTINEZ, I.; LECHA, M. Actualización en fotoprotección. **Revista Internacional Dermatologia Dermocosmetica**, Espanha, v. 5, p. 217-220, 2002.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques.** 3. ed. Florida: CRC Press, 1999. 387p.

MENDES, L.C. **Estudo para determinação das melhores formulações de blends de café arábica (*C.arabica*) com café robusta (*C. canephora conilon*) para uso no setor de cafés torrados e moídos e de café expresso.** 2005. 169f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MINIM, V. P. R.; DELLA LUCIA, S. M.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In: MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudo com consumidores.** Viçosa: Editora UFV, 2006. p.14-49.

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

MONTEIRO, M. A. M. et al. Perfil sensorial da bebida café (*Coffea arabica* L.) determinado por análise Tempo-Intensidade. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 772-780, out./dez. 2005.

_____. **Caracterização da bebida de café (*Coffea arabica* L.): Análise Descritiva Quantitativa, Análise Tempo-Intensidade e Testes Afetivos.** 2002. 158f. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MONTIJANO, H.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; BORREGO, F. Technological properties and regulatory status of high intensity sweeteners in the European Union. **Food Science and Technology International**, v. 4, n. 1, p. 4-16, 1998.

MORAES, P. C. B. T. **O impacto do uso de edulcorantes em bebidas de café solúvel e café torrado/moído como substitutos da sacarose.** 2008. 107f. Dissertação (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

MORAES, P. C. B. T.; BOLINI, H. M. A. B. Different sweeteners in beverages prepared with instant and roasted ground coffee: ideal and equivalent sweetness, **Journal of Sensory Studies**, v. 25 p. 215–225, 2010.

MORAIS, S. A. L. et al. Análise química de café arábica (*Coffea arabica*) e grãos pretos, verdes e ardidos (PVA) submetidos a diferentes graus de torração. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 97-111, jul./dez. 2007.

MOREIRA, A. C. O mestre dos sabores. **Panorama atual**, v. 19, n. 9, p. 74, 2000.

MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**: marketing and R&D approaches. Westport: Food and Nutrition Press, 1983. 605p.

MOSKOWITZ, H. R ; McNULTY, P. B. Intensity-time curves for flavored oil-in-water emulsions. **Journal of Food Science**, v. 39, p. 55-57, 1974.

MUÑOZ, A.M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. p. 240.

MURIEL, P.; ARAUZ, J. Coffee and liver diseases. **Fitoterapia**, v. 81, p. 297–305, 2010.

NABORS, L. O'B. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. **Food Technology**, v. 56, n. 7, p.28-34, 2002.

NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. A. L.; ROCHA, R. S. Constituintes voláteis de cafés "gourmet" e mole do cerrado do triângulo mineiro em função da torra. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n. 2, maio/ago. 2003.

NETO, E. **Compreendendo os cafés especiais**. 2008. Disponível em: <<http://coffeetraveler.net/reflexoes-e-sugestoes/compreendendo-os-cafes-especiais/>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

NOFRE, C.; TINTI, J. M. Neotame: discovery, properties, utility. **Food Chemistry**, v. 69, n. 3, p. 245-257, 2000.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ (OIC). **Série de Dados – Trade Statistics**. 2011. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/po.htm>>. Acesso em: 7 de novembro de 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). 2012. Disponível em: http://who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/index.html>. Acesso em: 7 nov. 2012.

PALAZZO, A. B. et al. The determination of isosweetness concentrations of sucralose, rebaudioside and neotame as sucrose substitutes in new diet chocolate formulations using the time-intensity analysis, **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 291–297, 2011.

PASCOAL, L. N. **Aroma de Café: Guia Prático para Apreciadores de Café**. 2.ed. Campinas: Fundação Educar Dpaschoal. 2006. 159p.

PEARSON, R. L. Saccharin. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3. ed. New York: Marcel Dekker Inc., 2001.

PIAZZA, L.; GIGLI, J.; BULBARELLO, A. Interfacial rheology study of espresso coffee foam structure and properties. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 420–429, 2008.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café**. Lavras: Editora UFLA, 2003.

PINO, F. A.; VEGRO, C. L. R. **Café: um guia do apreciador**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

PONTE, S. Estándares y Sostenibilidad en el Sector Cafetero: Una Aproximación Global a la Cadena de Valor. **Ensayos Economía Cafetera**, Colômbia, n. 20, p.31- 83, 2004.

PRAKASH, I. *et al.* Neotame: the nextgeneration sweetener. **Food Technology**, v. 56, n. 7, p. 36-40, 2002.

RE, R. Usos do aspartame em alimentos e bebidas. **Bol. SBCTA**, v. 24, p.147-162, 1990.

REINATO, C. H. R. *et al.* Qualidade da bebida dos cafés descascado, cereja, bóia e roça secados em terreiros de terra e lama asfáltica. In: Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras, 2005, Guarapari. **Anais...** Guarapari: Embrapa, 2005. p. 314-315.

REIS, R. C. *et al.* Impacto da utilização de diferentes edulcorantes na aceitabilidade de iogurte “light” sabor morango, **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 53-60, jan./mar. 2009.

REIS, R. C. **Iogurte “light” sabor morango**: equivalência de doçura, caracterização sensorial e impacto da embalagem na intenção de compra do consumidor. 2007. 143 f. Dissertação (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

RESENDE, O.; SIQUEIRA, V. C.; ARCANJO, V. R. Influência do pavimento de terreiros na secagem e na qualidade do café conilon. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 5, p. 26 -37, maio/ago. 2009.

REVISTA CAFEICULTURA. **Tipologia dos Cafés Especiais**. Disponível em: <www.revistacafeicultura.com.br>. Acesso em: 6 jun. 2011.

ROUSSEAU, B. Sensory Evaluation Techniques. In: NOLLET, L.M.L. **Handbook of Food Analysis**, New York: Marcel Dekker, 2004. p. 21-37.

SAES, A. M. Do Vinho ao Café: Aspectos Sobre a Política de Diferenciação. **Instituto de Econômica Agrícola**, v. 36, n. 2, fev. 2006.

SAES, M. S. M. **Estratégias de Diferenciação e Apropriação da Quase-Renda na Agricultura**: a Produção de Pequena Escala. 2008. 168f. Tese (Livre Docência) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

SAHELIAN, R.; GATES, D. Cooking with stevia. In: **The Stevia Cook Book – Cooking With Nature’s Calorie Free Sweetener**. USA: Avery Penguin Putnam Inc., 1999. p. 50.

SALMINEN, S.; HALLIKAINEN, A. Sweeteners. In: BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M. e SALMINEN, S. **Food Additives**, Marcel Dekker, Inc., New York, 1990.

SAS - **System for Windows** (Statistical Analysis System), version 9.1.3 Service Pack 3. SAS Institute Inc, Cary, USA, 2003.

SCHMIDT, C. A. P.; MIGLIORANZA, E. Análise Sensorial e o Café: uma revisão. **Revista Científica Inovação e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 16-24, 2010.

SCRIVER, C. R.; KAUFMAN, F. Hyperphenylalaninemia: phenylalanine hydroxylase deficiency. In: Scriver C. R., Beaudet A. L., Sly W. S., Valle D., eds. **The metabolic and molecular bases of inherited disease**. 8. ed. New York McGraw-Hill, 2001. 1667-1724.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem do café**. Viçosa: Jard, 2000. 162 p.

SIVETZ, M. **Coffee Processing Technology**. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc, v. 2, n. 379, 1963.

SOUZA, M. C. M.; SAES, M. S. M.; OTANI, M. N. Pequenos agricultores familiares e sua inserção no mercado de cafés especiais: uma abordagem preliminar. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 11, p. 16-26, nov. 2002.

SOUZA, M. C. M.; SAES, M. S. M. **A qualidade no segmento de cafés especiais**. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br>>. Acesso em 7 jun. 2011.

STAMP, J. A. Sorting out the alternative sweeteners. **Cereal Foods World**, v. 35, n. 4, p. 395-400, 1990.

STARGEL, W. W. *et al.* Neotame. In: **Alternative Sweeteners**, 3. ed. Marcel Dekker, Inc., 2001. p.129-145.

STEGINK, L. D.; FILER JR., L. J. **Aspartame: physiology and biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1984. 655p.

STONE, H.; OLIVER, S. M. Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. **Journal of Food Science**, v. 34, p. 215-22, 1969.

STONE, H; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. San Diego: Academic Press, 2004. 408p.

_____. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 1993, p. 338.

TENENHAUS, M. *et al.* PLS methodology to study relationships between hedonic judgments and products characteristics. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 4, p. 315-325, 2005.

THE NUTRASWEET. **Neotame. Scientific Overview Brochure**. 2005.
Disponível em: <http://www.neotame.com/about.asp>. Acesso em: jul. 2011.

UMBELINO, D. C. **Caracterização por Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade de Suco e de Polpa de Manga (*Mangifera indica* L.) Adoçados com Diferentes Edulcorantes**. 2005. 190f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Helena Maria Andre Bolini. Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes - TIAFT: software. Registro nº 12445-5, 03 jan. 2012, 27 mar. 2012. **Revista da Propriedade Industrial**, p. 178. Rio de Janeiro, n. 2151, 27 mar. 2012.

USDA – United States Department of Agriculture. **Data and Statistics**. Disponível em: <www.usda.gov>. Acesso em: 6 jun. 2011.
VAN SPRONSEN, F. J.; ENNS, G. M. Future treatment strategies in phenylketonuria. **Mol Genet Metab.**, v. 99, n. 1, p. 90-95, 2010.

VEGRO, C. L. R. **O prazer e a excelência de uma xícara café expresso: um estudo de mercado**. São Paulo: Ceres, 2002.

VERDI, R. J.; HOOD, L. L. Advantages of alternative sweetener blends. **Food Technology**, v. 47, n. 6, p. 94-200, 1993.

VETTORAZZI, G.; MACDONALD, I. **Sacarose. Aspectos nutricionais e de segurança no uso do açúcar**. São Paulo: Editora Hucitec, 1989. 226p.

VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade a just right scale for sweetness. **J. Sensory Stud.**, v. 3, p. 1-8, 1988.

VON RYMON LIPINSKI, G. W. The blending of sweeteners - applications and safety issues. In: Grenby (ed.), T.H. **Advances in Sweeteners**, Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1996.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E. M. M. Q. **Diagnóstico sobre o Sistema Agroindustrial de Cafés Especiais e Qualidade Superior do Estado de Minas Gerais**. São Paulo: SEBRAE-MG, 2001. 174p.

WALKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of κ samples from τ may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, p. 299-308, 1995.

WALLIS, K. J. Sucralose: features and benefits. **Food Australia**, v. 45, n. 12, p. 578-580, 1993.

WELLS, A. G. The use of intense sweeteners in soft drinks. In: GREMBY, T.H. **Progress in sweeteners**. New York: Elsevier Applied Science, 1989. p. 121-42.

WITTING PENNA, E. W.; WEINACKER B. K. Aspectos tecnológicos de los edulcorantes. **Alimentos**, Santiago de Chile, v. 15, n. 2, p. 49-58, abr. 1990.

APÊNDICE A: Questionário sobre o consumo de café

Nome: _____

E-mail: _____ Telefone: _____

1) Você tem o hábito de consumir café?

() Sim () Não

Se a resposta for negativa, não continue o questionário. No entanto, se a resposta for afirmativa, qual é a frequência do consumo?

() Menos de uma xícara por dia

() Uma xícara por dia

() Duas xícaras por dia

() Mais de duas xícaras por dia

2) De que forma você consome o café?

() Adicionado ao leite

() Adicionado a outro ingrediente (ex: chantilly) Qual? _____

() Puro, sem adoçar

() Puro, adoçado com açúcar

() Puro, adoçado com edulcorantes

Caso você consuma SOMENTE café adicionado ao leite, não continue o questionário.

3) Qual é o tipo de café que você prefere?

() Café filtrado com coador () Café expresso () Café solúvel () Café de cafeteira

() Café com sabor diferenciado (sabor de menta)

4) Você costuma tomar café em qual(is) horário(s) do dia?

() No café da manhã () Após o almoço () No lanche da tarde () À noite

() Entre as principais refeições

5) Qual é o local que você mais consome café?

Em casa Em uma cafeteria/lanchonete No local de trabalho

6) O que você julga ser importante para um café ser considerado de qualidade? Assinale mais de uma alternativa, se necessário.

Cor

Aroma

Sabor

Textura

Temperatura

Preço

7) O preço do café influencia você no momento da compra?

Sim Não

8) Existe um melhor horário para que você participe dos testes sensoriais?

APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa: **PERFIL SENSORIAL DE CAFÉS (*Coffea arabica* L.) EXPRESSOS ADOÇADOS COM SACAROSE E DIFERENTES EDULCORANTES.**

O principal objetivo deste trabalho será avaliar o efeito do uso de cinco edulcorantes, como substitutos da sacarose, em café expresso, através de técnicas sensoriais adequadas.

É muito improvável qualquer desconforto ou risco para você que participar da pesquisa, uma vez que todos os edulcorantes estudados são permitidos para uso no Brasil.

Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Sua colaboração se fará de forma anônima e o acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo (a) pesquisador (a) e/ou seu(s) orientador(es).

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar do projeto de pesquisa intitulado “Perfil sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) expressos adoçados com sacarose e diferentes edulcorantes”, desenvolvido por Bruna Marcacini Azevedo. Fui informado (a), ainda, de que a pesquisa é orientada pela Profa. Dra. Helena Maria André Bolini, a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário, através do endereço de e-mail: hellini@fea.unicamp.br.

Afirmo que aceitei participar por vontade própria, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado (a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo.

Fui também esclarecido (a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da

Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

Fui ainda informado (a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Campinas, ____ de _____ de _____.

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Assinatura do (a) testemunha: _____