UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

PERFIL SENSORIAL DE BEBIDA "LIGHT" DE POLPA DE GOIABA ADOÇADA COM DIFERENTES EDULCORANTES

Carlos Alexandre Koguishi de Brito
Mestre em Ciência de Alimentos

Dra. Helena Maria André Bolini
Orientadora

2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Brito, Carlos Alexandre Koguishi de
B777p Perfil sensorial de bebida "light" de polpa de goiaba adoçada com diferentes edulcorantes / Carlos Alexandre Koguishi de Brito. -- Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Helena Maria André Bolini
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Goiaba. 2. Edulcorante. 3. Perfil sensorial. I. Bolini, Helena Maria André. II. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título

Título em inglês: Sensory profile of a light beverage of guava pulp sweetened with different sweeteners
Palavras-chave em inglês (Keywords): Guava, Sweetener, Sensory profile
Área de concentraçao: Consumo e Qualidade de Alimentos
Titulação: Doutor em Alimentos e Nutrição
Banca examinadora: Helena Maria André Bolini
Hélia Harumi Sato
Gisele Leticia Alves
Daniela Cardoso Umbelino Cavallini
Mário Roberto Maróstica Junior
Programa de Pós Graduação: Programa em Alimentos e Nutrição

BANCA EXAMINADORA

_____

Dra Helena Maria André Bolini

_____

Dra Hélia Harumi Sato

_____

Dra Gisele Leticia Alves

_____

Dr Daniela Cardoso Umbelino Cavallini

_____

Dr Mário Roberto Maróstica Junior

Bebo a vida num trago, e nesse trago
Todas as sensações que a vida dá.
Em todas as suas formas...

Dantes eu queria
Embeber-me nas árvores, nas flores,
Sonhar nas rochas, mares, solidões...

Hoje não, fujo dessa idéia louca:
Tudo o que me aproxima do mistério.
Confrange-me de horror.

Quero hoje apenas sensações,
muitas, muitas sensações...
De tudo, de todos neste mundo,
humanas...

Não outras de delírios panteístas.
Mas sim perpéticos choques de prazer.

Mudando sempre,
Guardando forte a personalidade
Para sintetiza-las num sentir.

Fernando Pessoa.

AGRADECIMENTOS

À Prof[a] Dra Helena Maria André Bolini pela orientação, atenção, bom humor, paciência e exemplo de humildade e profissionalismo.

Às funcionárias Lia e Nice pelo apoio dispensado ao longo do projeto.

Às amigas Priscila, Tatiana, Bia, Alessandra e Jane pelos bons momentos vividos, amizade e companheirismo.

Ao Departamento de Alimentos e Nutrição - DEPAN da Faculdade de Engenharia de Aimentos da UNICAMP.

À Dra Délia Rodriguez-Amaya pela concessão do uso do laboratório de carotenóides e à Giovanna pelo apoio prestado.

Ao Dr. Marcelo Prado pela concessão do uso do laboratório de análise de alimentos e à Gislaine pelo apoio e simpatia singular.

À Eliane Pereira da Kerry Brasil, Fernando Santana da SweetMix, Daniella da Wenda do Brasil.

Agradecimento pelo patrocínio fornecido: restaurante Guinza, restaurante Super Bacana, Cantina da Física (Unicamp), restaurante Le Chef, academia Golden, Ultrapan (Valinhos), chocolates Krön, doces e bebidas da Therra (Sumaré), Phd locadora de vídeos & paneteria Di Cappri. E agradeço especialmente à empresa fornecedora do néctar de goiaba pelo apoio e colaboração.

À CNPQ pelo apoio financeiro.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições e sugestões apresentadas.

E especialmente à TODOS os provadores, amigos, funcionários e estudantes da UNICAMP pela participação essencial no desenvolvimento deste trabalho.

À minha namorada pela paciência e compreensão.

Dedico esta tese à minha mãe e principalmente à DEUS pelo amor e apoio constante em minha vida.

SUMÁRIO

1. RESUMO GERAL 1

2. ABSTRACT 3

3. CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL 5

4. CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA 12

5. CAPÍTULO III - EQUIVALÊNCIA DE DULÇOR E PODER EDULCORANTE DE NÉCTARES DE GOIABA ADOÇADOS COM DIFERENTES EDULCORANTES 61

5.1 Resumo 61

5.2 Introdução 61

5.3 Material e métodos 64

5.3.1 Material 64

5.3.2 Determinação da concentração ideal de sacarose 64

5.3.3 Pré-seleção da equipe de provadores 65

5.3.4 Determinação da equivalência de doçura 65

5.4 Resultados e discussão 67

5.5 Conclusão 70

5.6 Abstract 71

5.7 Referências bibliográficas 71

6. CAPÍTULO IV - ANALISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE NÉCTAR DE GOIABA *(Psidium guajava L.)* ADOÇADO COM DIFERENTES EDULCORANTES 73

6.1 Abstract 74

6.2 Resumo 75

6.3 Introdução 76

6.4 Material e métodos 79

6.4.1 Pré seleção da equipe de provadores 79

6.4.2 Análise descritiva quantitativa (ADQ) 79

6.4.2.1 Levantamento de atributos 79

6.4.2.2. Definições e referências dos parâmetros selecionados 80

6.4.2.3 Seleção dos provadores 80

6.4.2.4 Avaliação das amostras 81

6.4.3 Análise dos dados 82

6.5 Resultados e discussão 82

6.6 Conclusão 93

6.7 Referências bibliográficas 93

7. CAPÍTULO V - PERCEPÇÃO TEMPORAL DE DOÇURA, AMARGOR E SABOR DE FRUTA EM NÉCTAR DE GOIABA ADOÇADO COM DIFERENTES ADOÇANTES 95

7.1 Resumo 96

7.2 Introdução 96

7.3 Material e métodos 98

7.3.1 Material 98

7.3.2 Preparo das amostras 98

7.4 Análise Sensorial 99

7.4.1 Seleção da equipe de julgadores 99

7.4.2 Programa de coleta de dados - SCDTI 99

7.4.3 Avaliação sensorial das amostras 101

7.4.4 Análise estatística 101

7.5 Resultados e discussão 102

7.5.1 Análise tempo intensidade para o estímulo doce 102

7.5.2 Análise tempo intensidade para o estímulo amargo 106

7.5.1 Análise tempo intensidade para o estímulo sabor de fruta 109

7.6 Conclusão 112

7.7 Abstract 113

7.8 Referências bibliográficas 113

8. CAPÍTULO VI – ANÁLISE DE ACEITAÇÃO DE NÉCTARES DE GOIABA POR TESTES AFETIVOS E MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO 116

8.1 Resumo 117

8.2 Introdução 117

8.3 Material e métodos 119

8.3.1 Material 119

8.3.2 Preparo das amostras 120

8.3.3 Análise sensorial- teste de aceitação 120

8.4 Tratamento estatístico 120

8.5 Resultados e discussão 121

8.5.1 Perfil do consumidor do teste afetivo de néctar de goiaba 121

8.5.2 Análise de aceitação 123

8.6 Conclusão 130

8.7 Abstract 130

8.8 Referências bibliográficas 131

9. CAPÍTULO VII - ANÁLISE INSTRUMENTAL E FÍSICO-QUÍMICA DE NÉCTARES DE GOIABA ADOÇADOS COM DIFERENTES EDULCORANTES 133

9.1 Resumo 134

9.2 Introdução 134

9.3 Material e métodos 134

9.4 Resultados e discussão 135

9.5 Conclusão 136

9.6 Referências bibliográficas 136

10. CAPÍTULO VIII - ANTIOXIDANT CAPACITY, PHENOLIC, ASCORBIC ACID AND LYCOPENE CONTENT OF GUAVA (*Psidium guajava L.*) JUICES AND NECTARS 138

10.1 Abstract 139

10.2 Introduction 140

10.3 Material e methods 141

10.3.1 Samples 141

10.3.2 Determination of total carotenoid (Total lycopene content) 141

10.3.2.1 Extraction of lycopene with acetone using a mortar and pestle 141

10.3.2.2 Partition to petroleum ether 142

10.3.3 Ascorbic acid content 142

10.3.4 Determination of total phenols 142

10.3.5 Determination of radical scavenging activity 143

10.3.6 Determination of ABTS radical antioxidant capacity 143

10.3.7 Data analysis 144

10.4 Results and discussion 144

10.5 Conclusion 149

10.6 References 149

11. CAPÍTULO IX - CONCLUSÃO GERAL 153

12. ANEXOS 156

RESUMO GERAL

As indústrias estão investindo cada vez mais no desenvolvimento de alimentos com baixas calorias, devido à mudança do mercado consumidor na busca por alimentos de menor aporte calórico e que ajudem a prevenir doenças (por exemplo: diabetes). Um dos estudos mais freqüentes é o uso de edulcorantes não calóricos que sejam sensorialmente semelhantes à sacarose, porém de baixo valor calórico ou completamente sem calorias. Este trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento sensorial de diferentes edulcorantes em uma bebida "light" de polpa de goiaba: néctar de goiaba. Foram avaliados: aspartame, sucralose, mistura ciclamato/sacarina 2:1, estévia (*Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni*), acessulfame-K e também sacarose. Verificou-se a equivalência de doçura e a doçura ideal de sacarose foi de 9,6%. O perfil sensorial das seis amostras de néctar de goiaba foi determinada por Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), onde foram escolhidos 19 termos descritores para descrever as diferenças e similaridades entres as amostras e a análise de Componentes Principais (ACP) sugeriu que as amostras com sacarose, sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K e aspartame apresentaram um perfil sensorial semelhante. Por outro lado a amostra com estévia obteve um comportamento distinto, apresentando gosto doce, gosto amargo, doçura residual, amargor residual superiores às demais amostras e aroma e sabor de erva característico. O comportamento das características temporais dos estímulos doce, amargo e sabor de fruta pelo método Tempo-Intensidade (TI) mostrou que o aspartame apresentou o maior tempo total de duração do estímulo, indicando potencialização do sabor de fruta por esse edulcorante em néctar de goiaba e foi o edulcorante cujo comportamento sensorial mais se aproximou ao da sacarose.

Aplicou-se teste de aceitação com 120 provadores por meio de de escala hedônica estruturada de 9 cm para avaliação das amostras com relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os dados obtidos foram avaliados por dois métodos estatísticos distintos: o Mapa de Preferência Interno (MDPREF) e a análise de variância univariada (ANOVA) com comparação de médias pelo teste de Tukey. Os resultados da ANOVA mostraram que amostras adoçadas com sacarose, ciclamato/sacarina 2:1, aspartame e sucralose apresentaram aceitação significativamente superior ($p \leq 0,05$), com médias ao redor de 5,0 na escala hedônica. A amostra com estévia obteve menor aceitação, principalmente com relação ao atributo sabor. O MDPREF confirmou os resultados da ANOVA, indicando uma maior preferência dos provadores pelas amostras de néctar de goiaba adoçadas com sucralose e aspartame. As amostras foram submetidas à análise instrumental e físico-química. Com exceção da amostra adoçada com sacarose, as amostras adoçadas com edulcorante apresentaram conteúdo de açúcar total cerca de 50% abaixo do descrito na legislação (onde o padrão mínimo é de 7g/100g), baixo conteúdo de sólidos solúveis (mínimo 10ºBrix) e reduzido teor de ácido ascórbico (mínimo 14 mg/100g). A análise da cor demonstrou uma variação de vermelho à vermelho alaranjado. Devido à importância de compostos antioxidantes presentes na goiaba, foi determinado o conteúdo de ácido ascórbico, fenólicos e licopeno de amostras de suco e néctar de goiaba comerciais e foram avaliadas quanto à capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e $ABTS^{\cdot+}$. Os compostos ácido ascórbico e fenólicos são os que mais contruibuem para a atividade antioxidante em suco e néctar de goiaba.

ABSTRACT

Industries are investing even more in the development of low-calorie foods because of the changing of consumer market that are looking for foods that are able to promote health and prevent diseases. One of these researches is the use of non-caloric sweeteners, which are similar to sucrose but with low calorie or without calories. The aim of this work was to evaluate the sensorial profile of different sweetners in guava nectar. The sweeteners used were aspartame, sucralose, mixture of ciclamate/saccharin 2:1, stevia (*Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni*), acesulfame-K and sucrose. The ideal sweetness of sucrose concentration was of 9.6%. The sensorial profile of six samples guava nectar was determined by quantitative descriptive analysis (QDA), nineteen descriptors were devised showing similarities and differences among the samples. The Principal Component Analysis (PCA) suggested that samples sweetened with sucrose, sucralose, ciclamate/saccharin 2:1, acessulfame-K and aspartame presented a sensorial profile similar to sucrose in guava nectar. The sample with stevia showed a different behavior in sweet taste, bitter taste, superior sweetness and bitterness aftertaste, grass aroma and flavour characteristic. Temporal characteristics of sweetness, bitterness and fruitiness measured by Time-Intensity (TI) indicated that aspartame presented a fruit stimuli that persisted for a long period, suggesting a potentialization of this atribute by this sweetner in guava nectar. Sensorial behavior of aspartame was similar to that of sucrose. Acceptance test with 120 judges was applied using a non structured hedonic scale to evaluate the samples according to their appearance, aroma, flavour, texture and overall impression. ANOVA, Tukey test and the Internal Preference Map (MDPREF) were used to evaluate the obtained data.

ANOVA results showed that the samples sweetened with sucrose, ciclamate/saccharin 2:1, aspartame and sucralose presented the highest acceptance ($p \leq 0,05$) with scores near 5.0 in the hedonic scale. The sample with stevia had the lowest acceptance, especially for flavour. The MDPREF confirmed ANOVA results, indicating a higher consumer preference for the samples of guava nectar sweetened with sucrose and aspartame. Samples were submitted to instrumental and physical chemistry analysis. All the samples presented total sugar content with 50% less than described in legislation, low content of soluble solids and reduced ascorbic acid content, except the sample sweetened with sucrose. Colour analysis demonstrated a color variation from red to red orange. Because of the importance of antioxidants compounds present in guava, analysis of acid ascorbic, phenolics and lycopene content were conducted and the antioxidant capacity was analyzed by DPPH and $ABTS^{\cdot+}$ methods. Ascorbic acid and phenolics were the major contributors to antioxidant activity in guava juice and nectar.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

A tendência das indústrias que se preocupam em promover a saúde e prevenir doenças, está em investir no desenvolvimento de tecnologias para a produção de alimentos com baixas calorias e reduzido teor de gordura, mantendo suas qualidades nutricionais. Um dos estudos mais freqüentes é o uso de edulcorantes não calóricos que sejam semelhantes em função sensorial à sacarose. (FERNANDES et al, 2001).

Por simples problemas de estética ou por problemas de saúde, o homem está substituindo o conhecido e consagrado açúcar (sacarose) por produtos conhecidos como edulcorantes, compostos com sabor semelhante a sacarose, porém, de baixo valor calórico ou completamente sem calorias (ANGELLUCI,1989).

Estima-se que o mercado de edulcorantes movimente cerca de U$ 100 bilhões/ano. Já o mercado de adoçantes de baixa caloria movimenta cerca de 2 bilhões ao ano e é um mercado crescente (RAFI, 2005).

O interesse e a busca do consumidor por alimentos mais saudáveis propiciam um rápido crescimento do segmento da indústria de alimentos que visa contribuir para o alcance de uma dieta de melhor qualidade. Os indivíduos estão mais preocupados com as conseqüências que o estilo de vida e os hábitos alimentares têm na sua saúde e bem-estar (KATZ, 2000).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba vermelhas e o Estado de São Paulo é o maior produtor no país, responsável por mais de 60% do volume nacional da fruta, do qual 55% é destinado à industrialização. A goiaba destaca-se não só pelo seu aroma e sabor característico e além disto, a recente descoberta de seu alto conteúdo em licopeno e suas características funcionais anticancerígenas, tem induzido a um maior

consumo da mesma (AGRIANUAL, 2006; IEA, 2008). O aumento do consumo está associado a grande divulgação das qualidades nutricionais da goiaba (ZANATTA et al., 2006). A maior parte da produção de goiaba é consumida *in natura* e o restante processado sob as formas de goiabada, geléia, bala, sucos, polpa, vinho, néctar, base para xaropes e bebidas (CARVALHO, 1994; SALUNKHE & KADAM, 1995).

Atualmente o mercado de sucos e néctares "lights" (bebidas com o conceito de menos calorias) é um mercado em expansão, devido principalmente às mudanças de hábitos alimentares e busca de qualidade de vida pelos consumidores. Outro fator foi a melhora do poder aquisitivo dos brasileiros (ACnielsen, 2007). E segundo a ACnielsen (2007) no Brasil o crescimento do mercado de suco de frutas pronto para o consumo foi de 4,92% entre 2002 e 2003 e de 15,6% entre 2003 e 2004. E em dois anos cresceu mais de 42%, passando de 211,5 milhões de litros para mais de 301 milhões de litros em volume e R$ 707 milhões em valor no ano de 2004, para mais de R$ 1,1 bilhão em 2006. As vendas de sucos prontos cresceram 12,8% em 2006.

Segundo a Instrução Normativa nº12 de 4 de Setembro de 2003 - Anexo III néctar de goiaba é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível da Goiaba (*Psidium guajava, L.*) e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos. Apresenta cor de branca a avermelhada, sabor característico e aroma próprio (BRASIL, 2008).

Baseando-se nestas considerações, este trabalho teve por objetivo a aplicação de edulcorantes na formulação de um néctar de goiaba "light", como alimento nutritivo, saudável e de reduzido valor calórico. Foi avaliado o perfil sensorial dos produtos por meio de análises sensoriais qualitativas e quantitativas, além da aceitabilidade do produto pelo

mercado consumidor. Foi analisado também a capacidade antioxidante do néctar de goiaba (tradicional e *light*) comerciais.

A presente tese está dividida em 8 capítulos. No capítulo 1 se encontra a revisão bibliográfica do trabalho. Os resultados estão apresentados na forma de artigos científicos que se encontram nos capítulos 2, 3, 4, 5 e 7 e um resumo expandido que se encontra no capítulo 6. Ao final o capítulo 8 apresenta a conclusão geral da pesquisa.

No capítulo 2 foi verificado a equivalência de doçura e o poder edulcorante de: aspartame, sucralose, mistura ciclamato/sacarina 2:1, Stevia (*Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni*) e acessulfame-K adicionados nos néctares de goiaba. A doçura ideal foi determinada utilizando-se escala do ideal com 30 provadores consumidores de néctar de goiaba. Em seguida, foi avaliada a doçura equivalente à sacarose (na doçura considerada ideal) para cada edulcorante estudado, e seu poder edulcorante através do método de estimação de magnitude, utilizando-se uma equipe de 10 provadores selecionados e treinados.

No capítulo 3 foi determinado o perfil sensorial das amostras de néctar de goiaba pela Análise Descritiva Quantitativa. Quinze provadores foram selecionados e treinados para compor a equipe definitiva, utilizando-se como critérios o poder discriminativo, reprodutibilidade e consenso dos provadores entre si. Os termos descritores foram gerados pelo método de rede e a intensidade de cada descritor foi avaliada por escala não estruturada de 9 cm. As amostras foram apresentadas em cabines individuais, de forma monádica balanceada. Os dados foram analisados por ANOVA, Teste de Tukey, Análise de Componentes Principais e regressão por mínimos quadrados parciais (PLS - Partial Least Squares Regression) , através do pacote estatístico SAS (2003).

No capítulo 4 avaliou-se o comportamento das características temporais dos estímulos doce, amargo e sabor de fruta nos néctares de goiaba (*Psidium guajava L.*). Foi utilizado o método tempo-intensidade (T-I) e as curvas tempo-intensidade para cada substância foram coletadas utilizando-se o programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" para Windows, onde os provadores registravam, com auxílio do "mouse", a percepção de cada estímulo solicitado em função do tempo, para cada amostra.

O capítulo 5 teve como objetivo verificar se existe diferença sensorial significativa ao nível de consumidor quanto à aceitação das 6 amostras de néctar de goiaba (*Psidium guajava L.*) adoçadas com sacarose, sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K, aspartame e estévia por testes sensoriais afetivos e análises estatísticas uni e multivariada. As amostras foram avaliadas por 120 provadores consumidores do produto, recrutados voluntariamente por meio de questionário de avaliação quanto à afetividade. Aplicou-se teste de aceitação com escala hedônica estruturada de 9 cm para avaliação das amostras com relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global.

O capítulo 6 apresenta um resumo expandido publicado no XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (2008). O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas das seis amostras de néctar de goiaba elaborados com diferentes edulcorantes e correlacioná-las com a aceitação sensorial pelo método dos mínimos quadrados parciais (PLS - Partial Least Squares regression) . A acidez total titulável, o conteúdo de sólidos solúveis (ºBrix), sólidos totais e pH foram avaliadas de acordo com a metodologia preconizada pela AOAC (1997). O teor de vitamina C foi determinado segundo método decrito por MACEDO *et al.* (2005). A cor foi avaliada através do sistema de leitura de três parâmetros, o CIELAB. Os parâmetros L*, a* e b*

foram fornecidos pelo espectrofotômetro Color Quest II, marca HUNTERLAB (1998) e a correlação PLS através do software estatístico XLSTAT-MX (2005).

No capítulo 7, devido à crescente demanda dos consumidores por produtos que tragam benefícios à saúde, o objetivo deste trabalho foi determinar a capacidade antioxidante *in vitro* do néctar de goiaba (tradicional e *light*) fornecido pela empresa e já comercializado no mercado. Além disso foi comparado com néctares e sucos de goiaba de outras marcas comerciais. Foi utilizado as metodologias de sequestro de radicais livres, DPPH e $ABTS^{\cdot+}$, correlacionando-se com o conteúdo total de fenólicos, licopeno total e ácido ascórbico.

Referências bibliográficas

AC NIELSEN. Disponível em <http://www.acnielsen.com.br> Acesso em 12 de Junho de 2007.

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. In:_____ Fruits juices.16 th edition, v. II. Maryland : AOAC., 1997, p.37.1-23.

ANGELUCCI, E. Edulcorantes e adoçantes em alimentos. **Casa da Agricultura**, Campinas, v.2, n. 11, p. 14-15, 1989.

AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. p. 332

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n° 01, de 07 de janeiro de 2000.** Aprova o Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br>. Acesso em: 11 de março de 2008.

CARVALHO, V.D. de. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.48-54, 1994.

FERNANDES, L. M.; PEREIRA, N. C.; MENDES, E. S.; LIMA, O. C. M.L. & COSTA, S. C. Clarificação do extrato aquoso de *Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni* utilizando o cacto, *Cerus peruvianis.* **Acta Scientiarium**, Maringá, v.23, n. 6, p. 1369-1374, 2001.

HUNTERLAB (1998) User´s manual with universal software versions 3.5. Reston: Hunterlab.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Cultura da goiaba em São Paulo**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/. Acesso em 19 de junho de 2008.

KATZ, F. Research priorities more toward healthy and safe. **Food Technology**, v. 54, n. 12, p .42- 44, 2000.

MACEDO, G.A.; PASTORE, G.M.; SATO, H.H.; PARK, Y.K.. 2005. Bioquímica Experimental de alimentos, 1. ed. Sao Paulo: Varela, v. 1. 187 p.

RAFI, F. **Edulcorantes**. Disponível em <http://www.rafi.org/misc/outoofcontrol.html. Acesso em 17/08/2005.

SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. **Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage, and processing**. New York; Marcel Dekker, 1995. 611p

XLSTAT (2005). *XLSTAT-PRO User's Guide,version 7.5.3*. Addinsoft Inst Inc, NY, USA.

ZANATTA, C. L.; ZOTARELLI, M. F.; CLEMENTE, E. Peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em polpa de goiaba (*Psidium guajava R.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, no.3, p.705-708, 2006.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

Na sociedade atual, saúde e bem estar são exigências da maior parte da população mundial. Dos 6 bilhões de habitantes do planeta, 10 % são obesos ou diabéticos (RECCO, 2000). Hoje mais de 312 milhões de adultos em todo o mundo são obesos e mais de um bilhão estão com sobrepeso (HOSSAIN, KAWAR & EL NAHAS, 2007). Historicamente, o estado nutricional de populações que vivem em países desenvolvidos é afetado por hábitos inadequados como o consumo excessivo de gorduras, principalmente saturadas, elevada ingestão de açúcares e diminuição considerável do consumo de amido, fibras, vitaminas e sais minerais, que podem ser causadores da elevada incidência de doenças crônico-degenerativas nesses países (ANGELIS, 2002).

Devido à legislação vigente no Brasil, o termo *light* se distingue do termo *diet.* Alimentos *diet* são todos aqueles que possuem alguma restrição de algum componente, como açúcar, gordura e/ou sal. Já alimentos *light,* possuem como característica a redução calórica de até 25%, se comparado com o produto original (FERNANDES et al., 2001).

Segundo Forde e Delahunty (2004) os alimentos não tem valor nutricional antes de serem escolhidos, aceitados e consumidos. O fator mais importante na aceitação de um alimento está nas características sensoriais do mesmo, a qual é uma resposta integrada aos estímulos químicos e físicos como cor, aroma, sabor e textura.

Na elaboração de novos produtos alimentícios há o problema da aceitabilidade por parte da população alvo, o qual constitui um fator determinante para seu desempenho. Desta forma, as boas características de bebidas reconstituídas e formuladas são requisitos importantes na sua elaboração e/ou aceitação.

A categoria de bebidas não alcoólicas obteve rápido crescimento de 2003 - 2004 (com crescimento absoluto superior a 6,6 bilhões de euros), sendo que o valor de vendas foi avaliado em 150,4 bilhões de euros (AC NIELSEN, 2004).

Goiaba (*Psidium guajava L.)*

A goiaba (*Psidium guajava L.*) da família Myrtaceae é uma fruta originária do México, América Central e Norte da América do Sul (SILVA, 1996). A fruta é saborosa e perfumada, cuja polpa colore-se do branco ao amarelo, rosa ou vermelho. É uma das frutas mais completas e equilibradas em relação ao valor nutritivo, destacando-se por ser uma excelente fonte de vitamina C (100 a 169 mg/100g, segundo CARVALHO, 1999), fibras (4,0 a 5,6 mg/g de fruta segundo KAVATI, 2005) além de fornecer vitaminas B_1, K e pró vitaminas A (MEDINA, 1988; VENTURA, 2004). O aroma da goiaba pode ser suave e agradável ou penetrante. O sabor varia entre doce, insípido e levemente ácido (PIZA & KAVATI, 1994). Constitui também uma boa fonte de β caroteno e licopeno, este último é um componente que além de conferir cor avermelhada, pode atuar na prevenção e no combate de doenças, como resultado da diminuição dos agentes oxidantes no organismo. As variações nos teores dos componentes nutritivos podem ocorrer devido à variedade do fruto, estádio de maturação no momento da colheita, condições climáticas entre outros (GIOVANNUCCI, 1999).

O cultivo da goiaba é um dos mais importantes em países tropicais e subtropicais. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta, junto com outros países como o México, o Paquistão e a Índia (FERREIRA, 2000). O Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, responsável por mais de 60% do volume nacional da fruta do

qual 55% é destinado à industrialização. Além do consumo *in natura,* produtos industrializados como goiabada, geléia e suco são a principal forma de consumo da fruta (AGRIANUAL, 2003).

As variedades mais conhecidas no Brasil são: vermelha comum, branca comum, australiana, Paluma. As goiabas de polpa vermelha correspondem a pelo menos 75% de preferência do consumidor, sendo condição indispensável ao aproveitamento industrial na fabricação de goiabadas, sorvetes, polpa concentrada e sucos (CARMO, 2000).

Algumas características químicas da goiaba vermelha comum (estádio de maturação maduro) estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas da goiaba variedade vermelha comum

Determinações Químicas	Estágio de Maturação (Maduro)
pH	4,0
°Brix	11,3
Acidez Total (expresso em % de ácido cítrico)	0,30
Vitamina C (mg/100g)	107
Açúcares redutores (%)	7,75
Açúcares totais (%)	8,75

Fonte: JACKIX (1988)

O consumo da fruta *in natura* ainda é pequeno, estimado em 300g/ per capita/ ano, embora a goiabada seja um dos doces mais apreciados pelos brasileiros (CEASA CAMPINAS, 2005).

As tabelas 2 e 3 fornecem dados de produção e de exportação de goiabas frescas ou secas no Brasil.

Tabela 2. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura de goiaba no Brasil

Variáveis	2002	2003	2004
Quantidade produzida (tonelada)	321.127	328.747	408.283
Valor da produção (mil reais)	108.618	142.912	174.464
Valor da produção (percentual)	0,66	0,83	0,82
Área plantada (hectare)	16.066	17.776	18.826
Área plantada (percentual)	0,25	0,28	0,30
Área colhida (hectare)	15.806	17.574	18.778
Área colhida (percentual)	0,26	0,28	0,30

Fonte: IBGE, 2006.

Tabela 3. Valores de exportação de goiaba classificado como goiabas frescas ou secas

Ano de exportação	2003	2004	2005 (até Julho)
US$ FOB	30.863	116.534	72.402
Peso Líquido (Kg)	35.834	143.754	77.589

Fonte: BRASIL, 2005

O crescimento da produção de goiaba é atribuída à recente descoberta de seu alto conteúdo em licopeno e suas características funcionais anticancerígenas, que induz a um maior consumo da fruta (BRAMLEY, 2000). Portanto, o aproveitamento da goiaba na forma de produtos processados apresenta um grande potencial a ser utilizado (ARGANDOÑA, 2005).

Segundo a ACnielsen (2004) no Brasil o crescimento do mercado de suco de frutas pronto para o consumo foi de 4,92% entre 2002 e 2003 e de 15,6% entre 2003 e 2004.

A goiaba é um fruto muito perecível com curto período de conservação em temperatura ambiente e um dos aspectos de deterioração é a perda de coloração.

(JACOMINO,1990). Mudanças de coloração rosa para vermelho foi observada na cor da polpa após 6 dias de armazenamento (JACOMINO et al., 2003).

Segundo Azzolini et al. (2007), a goiaba apresenta rápido amadurecimento após a colheita e as bases fisiológicas envolvidas no seu processo de amadurecimento ainda não estão totalmente claras, tornando difícil o desenvolvimento de técnicas que prolonguem o armazenamento. Observaram que no amadurecimento de goiabas 'Pedro Sato' ocorreram mudanças intensas na cor da casca e da polpa e da firmeza

Pereira et al. (2003) verificaram redução da aceitação dos provadores em relação a goiaba fresca acondicionada em condições atmosféricas, em relação à textura, impressão global, aparência e cor de acordo com o tempo de estocagem, sendo que após 21 dias de estocagem, a goiaba estava imprópria para consumo.

Brunini et al. (2003) avaliaram a qualidade da polpa de goiabas trituradas e íntegras, submetidas a processos de conservação e armazenadas a –20ºC. Observaram que após 18 semanas houve alteração na textura e sabor (amargo), mantendo boa aparência e cor. Com redução drástica no conteúdo de ácido ascórbico, principalmente na polpa triturada.

Por ser rica em vitamina C, o tipo de embalagem utilizada no acondicionamento de frutas tem influência na vida de prateleira, pois esta vitamina é hidrossolúvel, apresenta pouca estabilidade e está sujeita à degradação pelo oxigênio, luz, pH, açúcares (OLIVA et al., 1996).

Vitamina C (Ácido Ascórbico)

A vitamina C é encontrada largamente nas frutas e hortaliças, sendo o ácido L-ascórbico a sua forma principal e biologicamente ativa. Após oxidar-se o ácido ascórbico transforma-se em ácido dehidroascórbico que também é ativo. Essa oxidação se dá pela

ação da enzima ácido ascórbico oxidase (BRAVERMAN, 1967). Além da ação das enzimas, no decorrer do amadurecimento ocorre a oxidação dos ácidos com conseqüente redução do teor de ácido ascórbico, indicando a senescência do fruto (TUCKER, 1993).

O ácido ascórbico previne o escorbuto e mantém saudáveis a pele, gengivas e vasos sanguíneos. Além disso, é conhecida pela função biológica na formação do colágeno, absorção de ferro, redução do colesterol, estímulo do sistema imunológico e reação com radicais livres. Como antioxidante, reduz o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (LEE & KADER, 2000).

Os teores de ácido ascórbico podem variar dependendo da cultivar, do estádio de maturação, condições de cultura, armazenamento e técnicas de embalagem (GALGANO et al., 2002). Segundo Azzolini, Jacomino e Bron (2004) a concentração tende a diminuir com a maturação e com o armazenamento. Valores de 52,8 a 209 mg/100g foram encontrados para a goiaba *in natura* madura por Lima et al. (2002). Kavati (2005) obteve 183,5 mg/100 grama de goiaba, valor bastante superior ao encontrado para laranja (53,2 mg/100 grama de fruta), semelhante resultado determinado por Uddin et al. (2002) que obtiveram valores três a seis vezes maiores que o de vitamina C da laranja, variando de 88 a 300 mg/100g de goiaba.

Foi constatado que as perdas da vitamina C são maiores quando os produtos sofrem algum dano físico, condições adversas de manipulação, armazenados por longo tempo e expostos à altas ou baixas temperaturas (LEE & KADER, 2000; UDDIN *et al*., 2002). Além disso, é facilmente oxidada em soluções aquosas e alcalinas, na presença do oxigênio (TORREGGIANI & BERTOLO, 2001).

O ácido ascórbico é usualmente considerado como um índice de qualidade durante o processamento e armazenamento de alimentos, se o ácido ascórbico é bem retido no

alimento, os outros nutrientes também são preservados (GALGANO et al., 2002; UDDIN et al, 2002).

Licopeno

A goiaba possui grande importância nutricional e maior conteúdo de licopeno que o tomate (VENTURA, 2004), fato constatado por Kavati (2005) que encontrou valores de 5,4 a 6,5 mg/100g na goiaba, superior ao encontrado no tomate (3,1mg/100 g).

O licopeno representa cerca de 80% dos carotenóides da goiaba (PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA, 1987). É um importante carotenóide acíclico com 11 duplas conjugadas, responsável pela pigmentação vermelha da polpa da goiaba (FERREIRA, 2001). A presença deste carotenóide é um atributo de qualidade muito importante para a indústria de alimentos, pois além do papel de corante natural, possui efeitos promotores na saúde em termos de redução do risco de doenças degenerativas, como câncer e doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular (GIOVANNUCCI, 1999; ARGANDOÑA, 2005).

A Resolução nº 389, de 5 de agosto de 1999 estabelece o limite máximo de licopeno permitido como corante para bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas que é de 0,01 g / 100 ml (ANVISA, 1999).

Padula e Rodriguez-Amaya (1983) verificaram as alterações do licopeno no suco de goiaba cultivar IAC-4 mediante pasteurização (87ºC, 5 min) e estocagem por 10 meses à temperatura ambiente. Verificaram que no suco recém processado o teor de licopeno diminuiu e o suco pasteurizado e estocado ainda continha níveis consideráveis.

Teores de licopeno de 56,6 μg/g e 53,4 μg/g, em goiaba com e sem pele respectivamente, foram encontrados na cultivar IAC-4 de polpa vermelha, oriunda da cidade de Campinas, estado de São Paulo (PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA, 1986).

Wilberg e Rodriguez-Amaya (1992) determinaram por cromatografia líquida de alta eficiência licopeno em goiaba e alguns produtos processados de goiaba, encontraram níveis de 44,8-60,6 μg/g para goiaba *in natura* e 11,1-40-6 μg/g em suco. Giovannuci (1999) encontrou teor de 6,5 mg/100g de licopeno em goiaba vermelha variedade "Paluma" e Porcu (2004) encontrou níveis de licopeno de 66,0 ± 5,2 μg/g e 57,0 ± 8,1 μg/g para goiaba, cultivares Paluma e Ogawa, oriundos do estado de São Paulo. O mesmo autor analisando várias marcas de produtos processados, observou uma faixa de concentração de 37,4-72,6μg/g para polpa congelada e 32,6 - 60,0 μg/g para suco processado de goiaba.

Os carotenóides como o licopeno estão naturalmente protegidos nos tecidos das plantas. Quando frutas e vegetais são cortados em pequenos pedaços ou totalmente desintegrados, aumenta-se sua exposição ao oxigênio e seu contato com enzimas que catalisam sua oxidação. A estabilidade dos carotenóides difere nos diversos alimentos. (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

Dentre os fatores ambientais que influenciam na degradação dos carotenóides, a luz parece ser o mais importante, seguido pela temperatura, desde que exista a disponibilidade de oxigênio (FERREIRA, 2001).

Nguyen & Schwartz (1998) verificaram a grande estabilidade térmica do licopeno em matrizes alimentares em condições de processamento industrial.

Shi et al. (1999) comprovaram que um pré tratamento osmótico a baixas temperaturas favorece a preservação do licopeno devido à impregnação do açúcar na fruta, pois o açúcar presente na goiaba atua como uma barreira ao oxigênio e diminui a oxidação.

O processamento de um lado pode provocar a degradação, mas por outro lado pode aumentar a biodisponibilidade. Assim, condições ótimas de processamento devem ser estabelecidas para minimizar as perdas por remoção física e degradação do licopeno, e ao mesmo tempo proporcionar maior biodisponibilidade e conseqüentemente maior atividade (PORCU, 2004).

Ferreira (2001) avaliou a degradação do licopeno de goiaba vermelha em um sistema modelo de baixa umidade (0,534-0,542 Aw), à temperatura ambiente (28-32ºC) por 10 dias de estocagem na ausência e presença de luz. O licopeno não atingiu 50% de degradação, mostrando menor perda no escuro do que na presença de luz, sugerindo que outros compostos presentes na goiaba exercem um efeito protetor na oxidação do carotenóide. As matrizes alimentares podem minimizar a penetração da luz, dificultando a ação direta sobre a molécula do carotenóide o qual fica protegido pelo próprio meio.

Edulcorantes

Os edulcorantes são produtos capazes de adoçar um alimento em substituição ou em adição ao açúcar naturalmente presente. Os edulcorantes podem ser classificados em naturais e sintéticos (MORESCHI, 1999).

O gosto doce é uma qualidade de algumas substâncias, que o homem tem associado com o sentimento de prazer e é preferido pelas maiorias das pessoas. A base da percepção do gosto doce reside na habilidade de determinadas moléculas de interagir com certos

receptores localizados nas membranas das células das papilas gustativas (MONTIJANO et al., 1998).

Foi proposto uma unidade estrutural comum para a percepção do gosto doce por meio da teoria AH/B. De acordo com esta teoria, o composto doce deve possuir pelo menos 2 átomos eletronegativos vicinais na molécula; ou seja, dois grupos polares (O, N, Cl) onde AH = grupo doador de prótons e B = receptor de prótons. Estes átomos devem estar a uma distância de 3 Angstrons para permitir o encaixe perfeito com o receptor específico para doçura (CHALLENGER & ACRE, 1969; HEIDJEN, 1997) (Figura 1).

Para explicar a maior intensidade de doçura dos edulcorantes foi proposto a teoria AH/B e γ (Figura 2) (BIRCH *et al*, 1980 apud LINDSAY, 1996), nesta teoria além dos grupos polares a molécula deve possuir um grupo hidrofóbico γ (CH_2, CH_3 ou C_6 H_5, por exemplo) que facilita a aproximação e encaixe perfeito do composto ao receptor de doçura, em um arranjo triangular. Este grupo permite uma extensão da intensidade de doçura. Quanto maior a complexação com o receptor mais intenso o gosto doce. E é importante tanto quanto ao aspecto temporal (tempo - intensidade de percepção), como explica a interação entre doçura e amargor observado em alguns edulcorantes. O sabor residual amargo parece estar diretamente relacionado com a estereoquímica, estrutura e a complexação da molécula com o receptor.

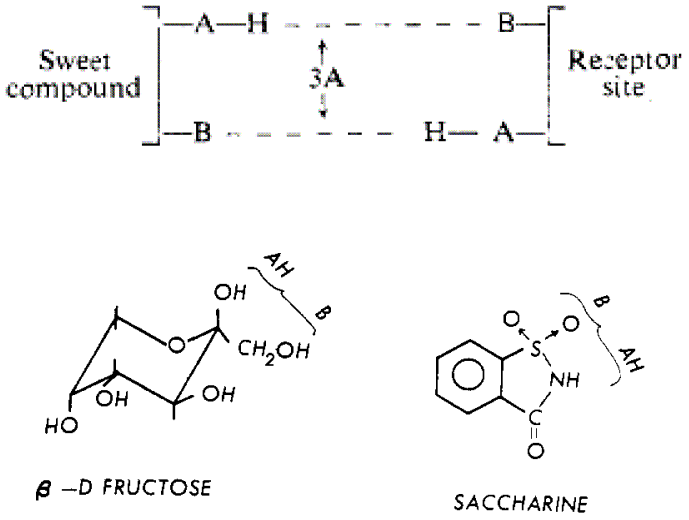


Figura 1. Teoria AH-B e exemplos de compostos com gosto doce representativos do sistema AH-B. (Fonte: CHALLENGER & ACRE, 1969).

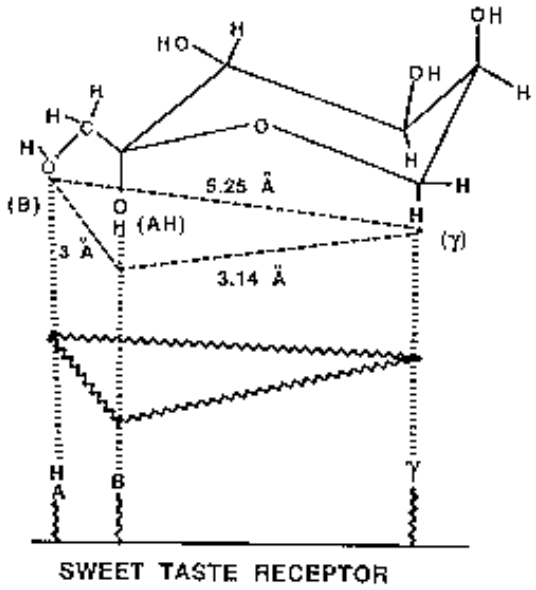


Figura 2. Esquema da interação com os receptores de doçura pela Teoria AH-B e γ (Fonte: LINDSAY, 1996)

O poder edulcorante é definido como o número de vezes que a substância é mais doce que a sacarose (CARDOSO, et al. 2004). Este pode variar de acordo com a natureza química e a concentração do composto (CARDELLO & DAMÁSIO, 1997)

A percepção de doçura de um edulcorante é influenciado por uma série de fatores como: tipo e concentração do edulcorante, meio de dispersão (solução aquosa, lipídica ou outros ingredientes alimentícios), efeitos sinérgicos, temperatura, pH e outras propriedades (WIET & BEYTS, 1992).

Há uma grande quantidade de compostos capazes de proporcionar o gosto doce. Entretanto, apenas alguns, entre naturais e sintéticos, são liberados para uso em alimentos.

Para se considerar uma substância como um bom edulcorante, esta deve ser solúvel em água, resistir aos processos de aquecimento (pasteurização, esterelização), ser estável entre pH 3,0 e 7,0 e oferecer segurança e baixo custo, associados com um bom perfil de doçura, o mais próximo possível ao perfil da sacarose e praticamente livre de amargor e outros gostos. (BOBBIO, 1995). Além de uma boa interação com outros ingredientes presentes nos alimentos, não causando alterações significativas (MORI, 1992; NABORS, 2002)

A tabela 4 a seguir mostra uma relação de alguns edulcorantes e os seus teores de dulçor comparativos à sacarose.

Há uma relação direta entre doçura e amargor. Um componente pode apresentar os dois gostos em função da sua estrutura química, sendo que a interação com os receptores é independente. Verificou-se que o aumento da concentração provoca o aumento do amargor para edulcorantes de alta intensidade de doçura. Demonstrando que há relação à potência do edulcorante, ou seja, quanto mais potente o edulcorante maior será o amargor residual,

uma vez que estes edulcorantes de alta intensidade têm receptores lipofílicos (SCHIFFMAN *et al*., 1995 a).

Tabela.4 Dulçor relativo de alguns açúcares

Substância	**Dulçor**
Lactose	0,16
Maltose	0,32
Glucose (Dextrose)	0,74
Sacarose (de cana ou beterraba)	1,00
Xarope de milho (alto%Frutose)	1,40
Frutose	1,73
Esteveosídeo	300
Rebaudiosídeo A	400
Rebaudiosídeo C	400

* Fonte: (ALVAREZ, 1981)

Aspartame, sacarina, ciclamato, sucralose, acessulfame K estão entre os edulcorantes de alta intensidade aprovados pela Food and Drug Administration. Sendo que o aspartame é largamente aplicado como substituto da sacarose com uso permitido para todos os tipos de alimentos e bebidas.(BINNS, 2003; MANN *et al*., 2004; ADA REPORTS, 2004).

Segundo Nabors (2002) não existe um edulcorante ideal. O edulcorante deveria ter características similares à sacarose, sem odor, cor, solubilidade e estabilidade, compatível com vários ingredientes e processos. Porém, a doçura constitui apenas um elemento do complexo sistema de sabor do alimento. No desenvolvimento de produtos de baixa calorias não se pode apenas substituir a sacarose por um edulcorante, pois estes podem interagir

com ingredientes presentes no alimento e não proporcionam corpo ao alimento como a sacarose.

Aspartame

Edulcorante não calórico, 0.4 kcal/g, pouco solúvel em água, moderadamente solúvel em álcool, mas insolúvel em óleo. Em líquidos, sob certas condições de temperatura e pH se pode hidrolisar com perda de doçura, possui intensidade de doçura de 160 a 220 vezes superior à sacarose (NABORS, 2002; MANN, *et al*., 2004).

Enzimas intestinais (estearases) hidrolisam o aspartame em ácido aspártico, metanol e fenilalanina, que segundo a FDA deve ser mencionado no rótulo dos produtos para consumidores fenilcetonúricos (ADA REPORTS, 2004; GOTO, 2004).

A molécula é composta de 39,5% de ácido aspártico, 50% de fenilalanina e 10,5 % de éster metílico (CARDELLO & DAMÁSIO, 1997). A Figura 3 fornece a estrutura química do aspartame.

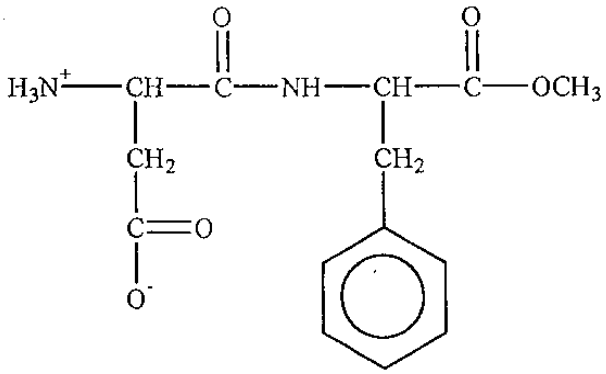


Figura 3. Estrutura química do aspartame (Metil éster do L-aspartil-L-fenilalanina)
Fonte: CÂNDIDO & CAMPOS, 1996.

Larson-Powers & Pangborn (1978 a) através de análise descritiva, confirmaram que o gosto doce do aspartame é o mais semelhante à sacarose em bebidas à base de morango,

limão e laranja. Homler (1988) obteve o mesmo resultado com uma solução com 530 ppm de aspartame comparada com uma referência padrão de 10% de sacarose. E foi confirmado por Cardello *et al* (2000) para diferentes níveis de doçura equivalentes a sacarose (3, 10, 20 e 30 %), em relação ao estímulo doce, para os atributos doçura inicial, doçura residual e corpo.

Dubois & Lee (1983) verificaram características temporais similares entre sacarose e aspartame (tempo de aparecimento: 4-5 segundos e tempo de extinção ou persistência: 13-19 segundos).

Num estudo conduzido por Cardello *et al*. (1999 a) aspartame e estévia exibiram um decréscimo na potência edulcorante com o aumento do nível de doçura. Para os edulcorantes com equivalência de doçura à sacarose de 10% em pH 3,0 e 7,0 a potência foi praticamente a mesma.

É geralmente mais potente a baixas concentrações e em produtos à temperatura ambiente do que em produtos gelados ou quentes (ALMEIDA - MURADIAN & PENTEADO, 1990).

O aspartame apresentou comportamento temporal modificado com o aumento da concentração, sendo comum o aumento dos seguintes parâmetros: Ttot (Tempo total de duração do estímulo), Área (área sobre a curva) e Imáx (Intensidade máxima do estímulo), tanto para o estímulo doce quanto para o amargo. Numa solução a 20% e a 30 %, o gosto doce do aspartame foi menos prolongado e o gosto amargo, com o aumento da concentração, resultou em maior tempo de duração do estímulo e área, aparecendo logo ao entrar em contato com a mucosa oral, mantendo-se estável até se extinguir (CARDELLO *et al*., 2001 b). O parâmetro Imáx é dependente da concentração do edulcorante. O aspartame obteve Imáx de 74,7 na concentração 0,12% (p/v) equivalente à 10% de doçura com relação

à sacarose. E o tempo de duração ou persistência da doçura que é dependente da concentração e Imáx foi similar à sacarose (PORTMANN & KILCAST, 1996).

O aspartame acentua o aroma e prolonga a percepção do sabor das frutas, sendo mais efetivo com sabores naturais do que com artificiais (PESARINI, 2001).

Acesulfame K

Quimicamente, é o sal potássico sulfonamida cíclica 6- metil 1,2,3 oxatiazina 4 (3 H) - ona 2,2 dióxido, podendo ser utilizado como adoçante de mesa com estabilidade à pasteurização, estabilidade térmica e ao pH ácido ou alcalino. Dissolve-se rapidamente em água, mesmo em temperatura ambiente (NABORS, 1986). A estrutura química do acessulfame K está representado na figura 4.

É cerca de 180 a 200 vezes mais doce que soluções de sacarose a 4 e 3%, apresenta excelente estabilidade, especialmente a altas temperaturas e a pH baixo, em contato com outros ingredientes do alimento e ao ataque microbiológico. A doçura do acessulfame é rapidamente perceptível, com decréscimo lento, mas não persistente, porém de duração superior à sacarose. A perda de doçura só é detectada caso haja degradação ou perdas superiores a 5% do edulcorante (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

A doçura desse composto não diminui com o aumento da temperatura, como acontece com outros edulcorantes artificiais (LIPINSKI, 1986).

Pode ser usado isoladamente ou em misturas com outros edulcorantes (ALMEIDA - MURADIAN & PENTEADO, 1990). A combinação com aspartame implica no aumento do poder edulcorante e em redução de custo, uma vez que serão necessárias menores quantidades de edulcorante e implementação do perfil de doçura pois, o acessulfame

apresenta rápido impacto de doçura enquanto que a doçura do aspartame é de impacto lento e mais duradouro (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

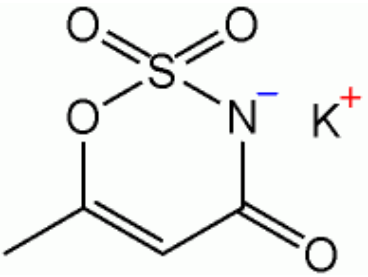


Figura 4. Estrutura química do acessulfame K
(Fonte: CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Sacarina

Edulcorante não calórico e não cariogênico com uso aprovado em mais de 100 países, por ser um adoçante de alta intensidade, cerca de 200 -700 vezes mais doce que a sacarose, possuindo alta estabilidade e elevada solubilidade em água (MANN *et al*, 2004).

Comercialmente viável em três formas: sacarina sódica, sacarina ácida e sacarina cálcica, sendo que a sódica é a mais utilizada, devido a alta solubilidade e estabilidade em ampla faixa de pH. Em 2000 a U.S. National Toxicology Program retirou a sacarina da lista dos carcinogênicos potenciais. Porém, no caso da sacarina sódica, pessoas com hipertensão e insuficiência renal devem observar o consumo devido ao sódio na composição (NABORS, 2002).

É o edulcorante mais econômico em relação custo/ poder edulcorante (ALMEIDA - MURADIAN & PENTEADO, 1990).

O perfil de doçura da sacarina é diferente ao da sacarose, pois produz um impacto edulcorante bastante lento que vai crescendo gradativamente até atingir intensidade máxima

e persistente. Gosto amargo ou metálico e adstringente estão associados ao dulçor da sacarina e tendem a intensificar-se com o aumento da concentração (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Segundo Cardello & Damásio (1997) a sacarina revela gosto residual amargo em solução aquosa, sendo usada na maioria das vezes em combinação com outro adoçante. A associação com ciclamato por exemplo, mascara o sabor residual e ao mesmo tempo eleva o poder adoçante do ciclamato (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

A versatilidade da sacarina, alta estabilidade, facilidade de combinação com outros edulcorantes e por se incorporar facilmente às misturas líquidas ou secas, permite o seu emprego em muitos alimentos e bebidas (NABORS,1990).

Atualmente existem no Brasil diversos adoçantes de mesa à base de ciclamato e sacarina, sendo que os mais vendidos possuem a proporção de duas partes de ciclamato para uma de sacarina (CARDELLO *et al*, 2000). A Figura 5 fornece a estrutura química da sacarina.

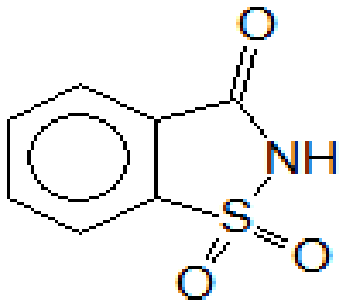


Figura 5. Estrutura química da sacarina (Imida o-sulfobenzóica)
(Fonte: CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Ciclamato

É comumente usado em associação com outros edulcorantes, sendo eficiente para mascarar o amargor. Compatível com vários ingredientes presentes nos alimentos, tanto naturais quanto artificiais, estável a altas e baixas temperaturas, ampla faixa de pH, presença de luz e oxigênio. Recomendado para produtos de fruta por realçar o sabor de fruta (NABORS, 2002).

Sal do ácido N-ciclo-hexil-sulfâmico é cerca de 30 vezes mais doce que a sacarose, sem o sabor amargo da sacarina. Aparece na composição dos produtos como ciclamato de sódio, ciclamato de cálcio e ácido ciclâmico. A partir da mistura de ciclamato com sacarina houve um aumento no consumo de adoçantes nos Estados Unidos na década de 60 (ARRUDA *et al*., 2003)

O ciclamato possui a vantagem particular de reduzir o gosto amargo residual da sacarina, quando associado a ela (WELLS, 1989)

Sucralose

É um derivado triclorado da sacarose, conhecido com o nome de Splenda para uso doméstico, estável a altas temperaturas e em meio ácido e se mantém estável por longos períodos de estocagem, mesmo em baixo pH. Por exemplo: uma solução de sucralose à pH 3,0 estocado a 25ºC por um ano, mantém 99% da doçura original (BINNS, 2003). Tem gosto similar à sacarose e doçura 600 vezes maior que a sacarose (WIET & MILLER, 1997). É um edulcorante não calórico, não metabolizado no organismo, devido à estabilidade da ligação carbono-cloro (GOTO, 2004). A estrutura química da sucralose está representada na figura 6.

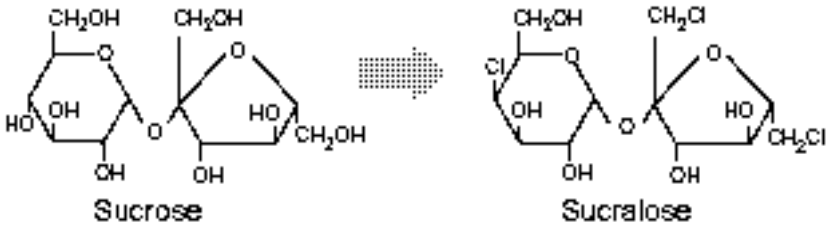


Figura 6 . Conversão de sacarose para sucralose (Fonte: BINNS, 2003).

Tem uma excelente estabilidade química e biológica tanto em pó quanto em soluções aquosas. Constitui um ingrediente estável compatível com vários alimentos e processos (NABORS, 2002). Segundo Goldsmith & Merkel (2001) a sucralose não interage com outros aditivos presentes no alimento.

A sucralose demonstrou características temporais quanto à intensidade de doçura similar à sacarose: uma rápida doçura inicial e duração da intensidade de doçura (KETELSEN et al., 1993). Esta característica também foi observada por Meyer & Riha III (2002) em três bebidas não carbonatadas (pH 3,2) sabor laranja, pêssego e morango, com o edulcorante testado a uma doçura equivalente à 10% de sacarose.

Wiet & Beyts (1992) observaram um baixo nível de amargor em todas as concentrações de sucralose estudadas (1,2 - 9% p/v, de equivalência de doçura em relação à sacarose) e um aumento de corpo tanto em sucralose quanto sacarose, com o aumento da concentração de doçura. Os autores concluíram que tanto sucralose quanto aspartame em sistemas aquosos, demonstraram características sensoriais similares à sacarose.

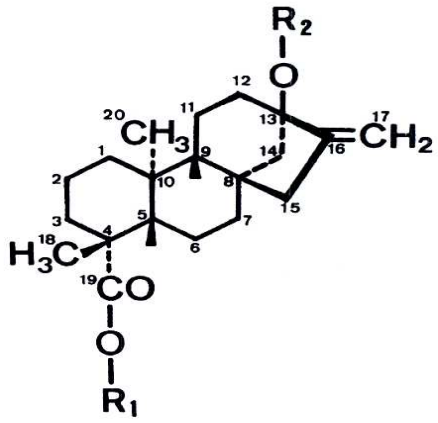
Cardello *et al*. (2004) avaliaram o perfil sensorial de uma bebida à base de soja sabor laranja e verificaram que as amostras adoçadas com sacarose e mistura de sucralose e acessulfame K não diferiram significativamente entre si ao nível de 5% com relação aos atributos doçura, amargor e sabor de laranja. Por outro lado, a amostra adoçada com a

mistura sucralose e acessulfame apresentou maior intensidade para o atributo residual de edulcorante, fato que certamente contribuiu para a menor aceitação da mesma em relação ao sabor e impressão global.

Estévia (*Stevia rebaudiana Bertoni)*

O esteveosídeo representado na figura 7, é um glicosídeo diterpênico extraído de uma planta conhecida como *Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni*, possui um paladar doce semelhante à sacarose, porém, com capacidade edulcorante 300 vezes maior (ANDRADE, 1998) .

Nas folhas da planta encontram-se os glicosídeos adoçantes, como o esteveosídeo e os rebaudiosídeos (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996). Existem indicações que o rebaudiosídeo A, além de possuir um maior poder edulcorante, tem sabor residual menos acentuado do que o esteviosídeo (KINGHORN & SOEJARTO, 1991). Segundo Goto & Clemente (1998), o esteviosídeo possui um dulçor cerca de 10 a 300 vezes maior que o da sacarose, mas apresenta um forte sabor residual. O rebaudiosídeo A, que aparece como segundo maior componente edulcorante, apresenta um dulçor de 250 a 400 vezes e tem influência no sabor do esteviosídeo. A medida que aumenta o teor de rebaudeosídeo A diminui o amargor residual do esteveosídeo.



	R_1	R_2
Steviol	H	H
Steviolmonoside	H	β-Glc
Rubusoside	β-Glc	β-Glc
Steviolbioside	H	β-Glc-β-Glc(2-1)
Stevioside	β-Glc	β-Glc-β-Glc(2-1)
Rebaudioside-A	β-Glc	β-Glc-β-Glc(2-1) β-Glc(3-1)

Figura 7. Estrutura química do Esteviol e derivados glucosídeos: esteviosídeo e rebaudeosídeo A.(Fonte: SHIBATA *et al*, 1991).

Além de ser um edulcorante de origem natural, tem como vantagens: não são metabolizáveis ou fermentescíveis e são anticariogênicos, sendo estáveis em ampla faixa de pH e temperatura (GOTO, 1997; ANDRADE, 1998), o que a torna interessante sob o ponto de vista da indústria alimentícia. No Japão, produtos contendo estévia chegam a representar 40% do mercado de adoçantes intensos. (BUNHAK, 2002).

Xili *et al* (1992) afirmaram que o esteviosídeo é um adoçante natural seguro e de alta doçura, que pode ser benéfico na prevenção da cárie dentária e da obesidade, associadas com o alto consumo de sacarose.

O sabor do esteviosídeo com alto grau de pureza (95 a 98%) é idêntico ao da sacarose nos primeiros 10 segundos de prova, apresentando em seguida um gosto amargo

adstringente. Entretanto, quando a pureza é de apenas 50%, como nos extratos das folhas de Stevia, o sabor residual amargo (*aftertaste*) diminui sensivelmente (NISHIMA *et al*, 1978).

Cardello *et al*. (2000) estudaram diferentes concentrações (3, 10, 20 e 30%) de equivalência à sacarose e verificaram que a estévia ficou caracterizada pelo atributo doçura inicial, amargo inicial e amargo residual, aumentando com o aumento da concentração. Na concentração de 10 % houve diminuição da intensidade de doçura e o tempo total de duração do estímulo bem superior (aproximadamente 3 vezes ao da sacarose) e o estímulo amargo foi percebido assim que entrou em contato com a mucosa oral e teve sua intensidade aumentada proporcionalmente ao aumento da concentração (CARDELLO *et al*, 1999 b). A solução de estévia, com doçura equivalente a sacarose de 10%, apresentou valores mais altos para todos os parâmetros da análise tempo- intesidade para o gosto amargo e amargor residual mais intenso na análise descritiva, segundo Cardello *et al*. (2003).

Segundo a portaria 28 da ANVISA (1998), os alimentos e bebidas cujo conteúdo de açúcares foi alterado, associado ou não à alteração de outros nutrientes e ou valor energético, com o objetivo de atender ao Regulamento Técnico de Informação Nutricional Complementar, podem utilizar os edulcorantes naturais e artificiais previstos na legislação em vigor utilizando os mesmos limites máximos permitidos para alimentos e bebidas dietéticos. Com exceção para os alimentos de reduzido teor de açúcares em que os limites máximos não devem ser superiores a 75% dos limites máximos previstos para os alimentos e bebidas dietéticos. Na tabela 5, estão descritos os limites máximos permitidos para a utilização de edulcorantes para alimentos e bebidas no Brasil, segundo a Resolução - RDC n° 3 de 2 de Janeiro de 2001.

Novos edulcorantes

A nova Resolução - RDC 18/08, Instrução Normativa n°16 de 24 de Março de 2008 estabeleceu três novos aditivos edulcorantes que poderão ser utilizados em alimentos no Brasil: a taumatina, o eritritol e o neotame. A nova lista de aditivos edulcorantes contempla 15 substâncias. Além disso, a norma da Agência Nacional de Vigilância Sanitária reduz o limite máximo de uso de algumas dessas substâncias, que já eram autorizadas pela Agência, e estabelece quais os alimentos em que os edulcorantes podem ser utilizados. Entre a relação dos edulcorantes que tiveram seu limite modificado, estão a sacarina que teve seu limite máximo (g/100g ou g/100 ml) reduzido para 0,015 e o ácido ciclâmico e seus sais de cálcio, potássio e sódio reduzido para 0,04 (ANVISA, 2008).

Taumatina

É um edulcorante de origem protéica obtida do extrato da fruta africana *Thaumatococcus daniellii Benth,* com poder dulçor 2000-3000 maior que a sacarose (GIBBS *et al*., 1996; ANDERSON, 1997). Possui ação sinérgica com outros edulcorantes como sacarina, acessulfame-K e esteviosídeo. Podendo ser aplicado como edulcorante em refrigerantes, gelatinas, geléias, condimentos, iogurte, gomas de mascar, café instantâneo, chá, aromas, produtos farmacêuticos e cosméticos (SCHIFFMAN et al, 1995 b). Segundo a RDC 18/08 é *quantum satis* (g/100g ou g/100 ml) (ANVISA, 2008).

Eritritol

Edulcorante pertencente ao grupo dos polióis, constitui um pó branco e cristalino de sabor doce suave, sem odor, 70% do poder dulçor da sacarose, não higroscópico e

moderadamente solúvel em água. Estável em altas temperaturas e ampla faixa de pH, utilizado em gomas de mascar, confeitos, chocolate e bebidas (CHAPELLO, 1998; COCK, 1999; COCK & BECHERT, 2002). Apresenta valor energético de 0,2 Kcal/g (NABORS, 2002) e é *quantum satis* (g/100g ou g/100 ml) (ANVISA, 2008).

Neotame

Foi aprovado em 2002 pelo FDA sendo considerado um potencial sucessor do aspartame, por possuir qualidades intrínsecas como gosto doce puro próximo à sacarose. E possui um custo relativamente competitivo com os demais edulcorantes existentes no mercado. É um derivado dipeptídico dos amino-ácidos fenilalanina e ácido aspártico, desenvolvido pela modificação química do aspartame, N-[N-(3,3-dimetilbutil)- L-α-aspartil]-L-fenilalanina-1-metil-ester na forma L. (PRAKASH *et al.*, 2002). É estável em misturas secas e pH neutro, não metabolizável, solúvel em água, estável em pH 4,5, perdendo estabilidade com aumento da temperatura. Apresenta efeito sinérgico com outros edulcorantes. Podendo ser aplicado em diversos produtos como: bebidas carbonatadas, chás industrializados, pós para refrescos, adoçantes de mesa, iogurtes e bolos (NOFRE & TINTI, 2000). Hernández-Morales et al (2007) verificaram uma similaridade no perfil tempo intensidade na substituição de sacarose por neotame em iogurtes e esta substituição não afetou o pH, acidez titulável, consistência e atividade água do produto. Apresenta poder dulçor 8000 vezes maior que a sacarose (HOLLINGSWORTH, 2002) e o limite máximo (g/100g ou g/100 ml) é de 0,0065 para substituição total de açúcares e 0,0049 para substituição parcial de açúcares (ANVISA, 2008).

Tabela 5 - Limites máximos para adição de edulcorantes em bebidas e alimentos no Brasil

Limites máximos (g/100g ou g/100 ml)	Ácido ciclâmico e seus sais de cálcio, potássio e sódio	Sacarina e seus sais de cálcio, potássio e sódio	Aspartame	Sucralose	Esteveosídeo
Para alimentos e bebidas para controle de peso, dietas com ingestão controlada de açúcares e com informação nutricional complementar	0,130	0,030	0,075	0,045 (Alimentos) 0,025 (Bebidas)	0,060
Para alimentos e bebidas com teor reduzido de açúcares	0,097	0,020	0,056	0,033 (Alimentos) 0,019 (Bebidas)	0,045

Fonte:ANVISA, 2008

A ingestão diária aceitável (IDA) é definida como a quantidade de edulcorante ingerida diariamente, por toda a vida, sem ocasionar malefício à saúde (MARCELLINI, 2005). Na Tabela 6 encontra-se a IDA de alguns edulcorantes usados em bebidas e alimentos

Tabela 6. Ingestão Diária Aceitável (IDA) dos principais edulcorantes usados em bebidas e alimentos

Edulcorante	IDA (mg/Kg de peso corpóreo)
Ciclamato	11,0
Sacarina	5,0
Aspartame	40,0
Sucralose	15,0
Estévia	5,5
Acessulfame K	15,0

Fonte: US FDA, 1998.

Com o aumento da popularidade de dietas de baixo carboidrato e incidência de diabetes, a categoria de edulcorantes expandiu + 10% entre 2003 e 2004 (ACNIELSEN, 2005)

Análise Sensorial

A sensação é definida como uma resposta do organismo aos estímulos do ambiente; depois de captados na forma de energia, pelos receptores sensoriais são transformados e enviados ao sistema nervoso central, onde são integrados e decodificados. (KANDEL et al., 2000).

A sensação de sabor é culturalmente estabelecida, uma vez que cada povo tem uma alimentação e preferência alimentar característica. Para a maioria dos consumidores, as

características sensoriais constituem o aspecto mais importante para determinar se o alimento vai ou não ser bem aceito (FORDE & DELAHUNTY, 2004; RETONDO, 2004).

A vida de prateleira dos produtos alimentícios é efetivamente determinada pelos consumidores à partir da recusa de compra do produto em função das características sensoriais, que no momento da compra, não satisfazem às expectativas do indivíduo (CLEMENTE, 1998).

Enquanto o indivíduo experimenta várias sensações que podem interagir entre si em níveis perceptíveis e algumas contribuem mais que outras (DELWICHE, 2004). O sabor de um produto é percebido principalmente pela interação de voláteis com o epitélio olfatório na cavidade nasal, constituindo um dos fatores mais importantes na aceitação de um alimento (PLUG & HARING, 1994). Segundo Marcellini (2005) a análise de aceitação é de extrema importância por refletir o grau que os consumidores gostam ou desgostam de um produto.

Os alimentos evocam sensações diversas de sabor, odor, aroma, textura, dor, frio, calor, as quais, podem ser mensuradas por métodos sensoriais. Por exemplo, o sabor doce não pode ser medido quantitativamente em termos físicos e químicos absolutos, pois requer o uso de métodos sensoriais, realizados por provadores treinados para determinarmos a intensidade de doçura no alimento (ANGELLUCCI, 1989; CARDELLO, 1996; RETONDO, 2004).

Segundo Umbelino (2005) não há outro método capaz de medir com confiabilidade o atributo doçura. A aceitação do edulcorante está associada à semelhança com a sacarose e o perfil sensorial de bebidas dietéticas e de reduzido valor calórico, deve ser similar ao das bebidas sem adição de edulcorantes .

Os valores de doçura variam consideravelmente devido às diferenças de metodologia sensorial, da concentração do edulcorante, da amostra de referência empregada, do meio de dispersão, e do número de provadores. O tipo de edulcorante interfere nos dados, quanto mais complexa a percepção total, ou seja, outros gostos que não o doce, mais os resultados variam (TUNALEY, *et al*., 1987). A temperatura do produto também influencia na percepção dos atributos, por isto os alimentos e bebidas à serem avaliados sensorialmente, devem ser servidos à temperatura de consumo (ENGELEN *et al*., 2003; CARDELLO *et al*., 2004).

Para que os resultados da avaliação de testes sensoriais específicos (como a ADQ) sejam exatos e precisos, é necessário que uma equipe de provadores seja selecionada. O uso da análise seqüencial leva à economia de tempo e de material, já que os candidatos podem ser selecionados com menor número de testes (PUPO, 2000). A análise seqüencial foi criada por WALD (1947) durante a Segunda Guerra para aplicações industriais (redução da inspeção amostral). Shirose & Mori (1984) propuseram os procedimentos gráficos e tabulares para a seleção seqüencial de provadores pelo teste triangular para a sensibilidade ao gosto doce, especificando os parâmetros p_0=0,45 e p_1= 0,70 e α= 0,05 e β=0,05.

Dentre as várias metodologias de análise descritiva sensorial destaca-se a análise tempo-intensidade que avalia a sensação provocada pelo alimento durante o tempo de permanência de contato com a mucosa bucal.

Análise Tempo Intensidade

Aroma, gosto, textura e mesmo sensações térmicas, presentes em alimentos e bebidas apresentam modificações perceptíveis em intensidade em função do tempo de contato com a mucosa bucal (LEE III & PANGBORN, 1986).

Sendo que a percepção do sabor ocorre em tempo real durante a degustação, em decorrência das transformações ocorridas na boca desde a salivação, mastigação até a deglutição que envolve diferentes estímulos sensoriais. Caracterizando-se por um fenômeno temporal, com diferentes tempos de percepção que vai desde o início, intensidade máxima até a extinção (KELLING & HALPERN, 1983). A intensidade máxima percebida para um componente específico é em função do tempo e da concentração do estímulo (BIRCH *et al*., 1980 apud LINDSAY, 1996).

Uma rápida doçura inicial e uma curta persistência do gosto doce é desejável em alimentos e bebidas (DUBOIS & LEE, 1983).

Como a percepção do gosto doce é um processo dinâmico, onde mudanças na intensidade de doçura são percebidas na boca desde o início até a extinção, Ketelsen *et al*. (1993) sugeriram que o estudo de medidas tempo intensidade de vários edulcorantes pode fornecer conhecimentos importantes no desenvolvimento de novos produtos. Avaliaram 10 parâmetros de tempo intensidade de carboidratos e edulcorantes com 5% e 9% de equivalência de doçura em água e 9% num sistema tamponado (pH = 2.8). Concluiram que nos sistemas aquosos as diferenças temporais entre os edulcorantes são mais evidentes em altas concentrações, sendo que não houve diferença nas características iniciais, diferindo apenas quanto ao *aftertaste* na concentração de 9%. E a adição de um tampão aparentemente mascara as diferenças, especialmente acidulantes e aromas.

Segundo DA SILVA (1999), em certos produtos alimentícios, o efeito do tempo na liberação das características sensoriais tem impacto significativo na preferência do consumidor. Em alimentos formulados com adoçantes não calóricos, como sacarina e ciclamato, a persistência do gosto amargo é um exemplo.

Vários métodos tem sido aplicados para medir a resposta da intensidade do gosto doce, porém a técnica sensorial mais completa e avançada é a análise tempo-intensidade (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978 b; MORI, 1992; CARDELLO *et al*. 2001 a).

A metodologia tempo - intensidade utiliza escalas providas de informações temporais sobre a sensação percebida. Os parâmetros mais freqüentemente utilizados em estudos são: intensidade máxima (Imáx), tempo para atingir a intensidade máxima (Tmáx) e tempo total de duração do estímulo (Ttot) (CLIFF & HEYMANN, 1993). Na figura 8, têm-se um exemplo de um gráfico típico gerado pela análise tempo-intensidade.

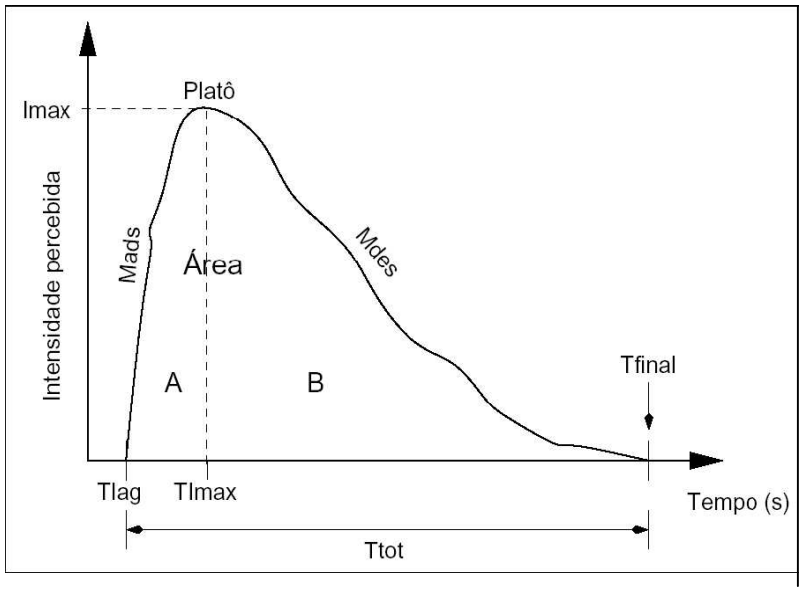


Figura 8 -Curva típica Tempo-Intensidade
(Fonte: CLIFF & HEYMANN, 1993; CARDELO, 1996)

Permite quantificar a intensidade de um estímulo percebido de acordo com o tempo percorrido, ou seja, a velocidade, duração e intensidade percebidas durante a avaliação de um único estímulo, obtendo-se informações sobre qualquer característica sensorial pré estabelecida da amostra avaliada (CARDELLO & FARIA, 1999).

Um dos primeiros métodos criados para medir tempo intensidade foi proposto por Nielson (1957) onde a intensidade percebida pelos provadores era marcada em um papel gráfico e o tempo era controlado por um cronômetro. Atualmente a análise tempo intensidade está completamente computadorizada, (TAKAGI & ASAKURA, 1984; LEE III, 1985, YOSHIDA, 1986, KETELSEN *et al*., 1993, CARDELLO, 1996) fato que, além de diminuir a mão-de-obra para a coleta de dados, também aumenta a precisão dos resultados (LEE III & PANGBORN, 1986).

Segundo Cliff & Heymann (1993) devido a precisão e praticidade da técnica tempo-intensidade, esta têm-se mostrado muito eficiente na avaliação de propriedades temporais de edulcorantes.

Um software denominado Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade "SCDTI" foi desenvolvido na Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP - Brasil, para coletar e analisar dados sensoriais do tipo tempo-intensidade. Opera em ambiente "Windows", onde os provadores registram através do "mouse" a percepção de cada estímulo solicitado em função do tempo. Os dados gerados são passíveis de todas as análises estatísticas aplicáveis a qualquer dado de natureza sensorial e permite a visualização na forma de um gráfico (CARDELLO, 1996; CARDELLO *et al*. 1999 b).

Referências bibliográficas

AC NIELSEN. Relatório Executivo de Notícias, Acnielsen Global Services, Dezembro 2004. Disponível em: http://www.acnielsen.com.br Acesso em 19/09/2005.

ADA REPORTS. Position of the American Dietetic Association: Use of nutritive and nonnutritive sweeteners. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v.104, n.2, p. 255-275, 2004.

AGRIANUAL, 2003: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. p. 314-318.

ALMEIDA - MURADIAN, L.B.; PENTEADO, M.D.V.C. Edulcorantes em alimentos: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v.24, n. ½, p.1-11, 1990.

ALVAREZ, M. Efeito do extrato aquoso total de *Stevia rebaudiana Bertoni* sobre parâmetros bioquímicos de pessoas adultas normais. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.24, n.1, p.178, 1981.

ANDERSON, G.H. Sugars and health: a review. **Nutritional Research**, New York, v.17, n.9, p.1485-1498, 1997.

ANDRADE, J. P. & MOLITERNO, L.F. M. Conhecendo a "Stevia" sintética ou natural? **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 2, p. 104-107, 1998.

ANGELIS, R. C. Alimentos de origem vegetal são saudáveis: verdades e alguns questionamentos. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, ano X, n. 57, p. 30-34, 2002.

ANGELUCCI, E. Edulcorantes e adoçantes em alimentos. **Casa da Agricultura**, Campinas, v. 2, n. 11, p. 14-15, 1989.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18, de 25 de março de 2008.** Dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos". Disponível em http://www.anvisa.gov.br/DIVULGA/NOTICIAS/2008/RDC_18.pdf Acesso em 23/06/2008.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 389, de 5 de agosto de 1999.** Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 16: Bebidas - subcategoria 16.2.2 Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/389_99.htm. Acesso em 21/09/2005.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n º 28, de 13 de janeiro de 1998,** que aprova o uso de aditivos para alimentos com Informação Nutricional Complementar e Alimentos para Fins Especiais. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/28_98.htm Acesso em 28/07/2005.

ARGANDOÑA, E.J.S. Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: avaliação de um sistema osmótico semi descontínuo da secagem e da qualidade. **Tese de Doutorado**.Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2005, 157p.

ARRUDA, J.G.F.; MARTINS, A.T.; AZOUBEL, R. Ciclamato de sódio e rim fetal. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 3, n. 2, p. 43-45, 2003.

AZZOLINI, M.;JACOMINO, A. P.; BRON, I.U.; KLUGE, R.A.; SCHIAVINATO, M.A. Ripening of "Pedro Sato" guava: study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology.**, v. 17, n. 3, p.299-306, 2005.

AZZOLINI, M.;JACOMINO, A. P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação.**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BINNS, N.M. Sucralose - all sweetness and light. **British Nutrition Foundation Bulletin**, London, v. 28, n. 1, p. 53-58, 2003.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos.** 2 ed. São Paulo: Editora Varela, 1995.

BRAMLEY, P.M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, Oxford, v. 54, n. 3, p. 233-236, 2000.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Secretaria de Comércio Exterio. **Exportação Brasileira**. Disponível em < http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/ > Acesso em 13/09/2005.

BRAVERMAN, J.B.S. **Vitaminas**. In: ____ Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona: Omega, 1967. cap. 14, p. 206-241.

BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; VARANDA, D.B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba "Paluma" armazenada a -20ºC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p.394-396, 2003.

BUNHAK, E. J. *Decantação do extrato aquoso de Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni : avaliação do comportamento de agentes floculantes*. **Tese de Mestrado** Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002. 82p.

CÂNDIDO, L. M. B. & CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais Dietéticos**, São Paulo : Livraria Varela Ltda, 1996.423p.

CARDELLO, H.M.A.B; TORREZAN, R.; CECCATO, C.N.; BARRETO, A.C.S., SILVA, V.S.; CARATIN, C.; PEREIRA, C.G.; MARTINEZ, J.; KUSHIDA, M.M.; NETO, M.P.; IAMANAKA, B. Avaliação do perfil sensorial de alimento com soja sabor laranja. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.22, n.2, p. 199-216, 2004.

CARDELLO, H.M.A.B; DA SILVA, M.A.A.P; DAMÁSIO, M. H. Caracterizacíon sensorial de edulcorantes por análisis descriptivo y análisis tiempo-intensidad. **Alimentaria**, Madrid, n.346, p.23-30, 2003.

CARDELLO, H.M.A.B; DA SILVA, M.A.A.P; DAMÁSIO, M. H. Parâmetros de curvas tempo-intensidade dos estímulos doce e amargo de edulcorantes: seleção por análise

discriminante por passos e análise de correlação. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 12, p.11-26, 2001 a.

CARDELLO, H.M.A.B; DA SILVA, M.A.A.P; DAMÁSIO, M. H. Avaliação tempo-intensidade de doçura e amargor de aspartame e ciclamato/sacarina em equivalência à sacarose em altas concentrações. **Boletim CEPPA**, v. 19, n.2, p. 391-410, 2001 b.

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

CARDELLO, H.M.A.B; DA SILVA, M.A.A.P; DAMÁSIO, M. H. Measurement of relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate / saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. **Plants Foods for Human Nutrition**, Netherlands, v. 54, p. 119-130, 1999 a **.**

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 folhas de estévia [*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni] em doçura equivalente a sacarose. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. vol.19, Campinas, n.2, p.163-169 , 1999 b.

CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus sp*). **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 27-34, 1999.

CARDELLO, H.M.A.B; DAMÁSIO, M. H Edulcorantes e suas características: Revisão. **Boletim SBCTA**, Campinas, v.31, n. 2, p. 242-248, 1997.

CARDELLO, H.M.A.B. Caracterização sensorial de aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana Bertoni*): equivalências em doçura, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade. **Tese de Doutorado**. Faculdade

de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1996. 237p.

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**, Campinas, v. 24, n.3, p. 448-452, 2004.

CARMO, A.J. Produtores de goiaba buscam mercado *in natura*. **Jornal O Estado de São Paulo,** São Paulo. Suplemento Agrícola, 19 de Abril de 2000. p.10.

CARVALHO, H. A. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós colheita da goiaba" Kumagai ". **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Lavras, Lavras, MG. 1999. 115p.

CEASA CAMPINAS - Centrais de Abastecimento de Campinas. Goiaba. Disponível em: http://www.ceasacampinas.com.br/padronizacao_goiaba.htm. Acesso em 12/10/2005.

CHALLENGER, R.S.; ACRE, T.E Molecular structure and sweet taste. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New York, v.17, n.4, p. 701-703, 1969.

CHAPELLO, W.J. The use of sucralose in baked goods and mixes. **Cereal Foods World**, Minnesota, v.43, n.9, p.716-717, 1998

CLEMENTE, E.S. Caracterização química, nutricional, física e sensorial de dois cultivares de brócolis (*Brassica oleraceae L. var. itálica Baron Brassica oleraceae var itálica ramoso-Piracicaba)*: um estudo de vida - de - prateleira. . **Tese de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 1998. 169p.

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

COCK, P.; BECHERT, C. Erythritol: functionality in noncaloric functional beverages. **Pure Applied Chemistry**, Oxford, v.74, n.7, p.1281-1289, 2002.

COCK, P. Erythritol: a novel noncaloric sweetener ingredient in low-calorie sweeteners: present and future. **World Review Nutritional Dietetic**, Washington, v.85, p.110-116, 1999.

DA SILVA, M.A. A.P. Avaliação de atributos sensoriais por técnicas tempo-intensidade. IN: ALMEIDA, T.C.A.; HOUCH, G.; DAMÁSIO, M. H.; DA SILVA, M. A.A.P. (ed). **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. p.49-61.

DELWICHE, J. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 15, p. 137-146, 2004.

DUBOIS, G.E.; LEE, J. F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. **Chemical Senses**, Oxford, v. 7, p.237-247, 1983

ENGELEN, L.; WIJK, R.A.; PRINZ, J.F.; JANSSEN, A.M.; WEENEN, H.; BOSMAN, F. The effect of oral and product temperature on the perception of flavor and texture attributes of semi-solids. **Appetite**, London, v.41, p. 273-281, 2003.

FERNANDES, L. M.; PEREIRA, N. C.; MENDES, E. S.; LIMA, O. C. M.L. & COSTA, S. C. Clarificação do extrato aquoso de *Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni* utilizando o cacto, *Cerus peruvianis.* **Acta Scientiarium**, Maringá, v.23, n. 6, p. 1369-1374, 2001.

FERREIRA, J.E.M. Cinética e fatores que influenciam na degradação de carotenóides em sistemas modelos e alimentos. **Tese Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2001. 85p.

FERREIRA, P.R. Goiaba deve atrair mais consumidores. **Gazeta Mercantil**, P.B - 20, 25 de abril de 2000.

FDA (Food and Drug Administration). "Food additives permitted for direct addition to food for human consumption". Final rule. Federal Register,1998.

FORDE, C.G.; DELAHUNTY, C. M. Understanding the role cross-modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. **Food Quality and Preference,** Barking, v.15, p. 715-727, 2004.

GALGANO, F.; FAVATI, F.L.; LAPELOSA,L.; ALBANESE, D. ; MONTANARI, L. Effect of chilling on the vitamin C content of fennel during storage. **Italian Journal of Food Science**, Milano, v. 2, n. 14, p. 167-173, 2002.

GIBBS, B.F.; ALLI, I.; MULLIGAN, C. Sweet and taste-modifying proteins: a review. **Nutritional Research**, Cambridge, v.6, n.9, p.1619-1630, 1996.

GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene and cancer: Review of the epidemiologic literature. **Journal of the National Cancer Institute**, Oxford, v.91, p 317-331, 1999.

GOLDSMITH, L. A.; MERKEL, C.M. Sucralose. IN: NABORS, L.O. **Alternative Seeteners**. Marcel Dekker: New York 3 ed., 2001.

GOTO, A. Avaliação da clarificação de subproduto da extração de esteveosídeo por troca iônica. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2004, 217p.

GOTO, A.; CLEMENTE, E. Influência do Rebaudiosídeo A na solubilidade e no sabor do Esteviosídeo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,v. 18, n.1, p.3-6, 1998.

GOTO, A. Estudo da influência do rebaudiosídeo A na solubilidade do esteviosídeo e análise sensorial dos produtos obtidos. **Tese de Mestrado.** Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 1997. 83p.

HEIDJEN, A. v.d. Historical overview on structure-activity relationships among sweetners. **Pure and Applied Chemistry**, London, v.69, n.4, p. 667-674, 1997.

HERNÁNDEZ-MORALES, A; HERNÁNDEZ-MONTES, A.; VILLEGAS-DE-GANTE, A. Effect of the partial substituition of sucrose by neotame on the sensory and consistency of plain yogurt. **Revista mexicana de ingeniería química,** Iztapalapa, v.6, n.2, p. 203-209, 2007.

HOLLINGSWORTH, P. Sugar replacer expand product horizons: artificial sweeteners face sweet'n'sour consumer market. **Food Technology**, London, v.56, n.7, p.24-27, 2002**.**

HOMLER, B. **Nutrasweet brand sweetener: a look beyond the taste.** IN: BIRCH, C.G.; LINDLEY, M.G. Low-calorie products. London: Elsevier. Applied Science, 1988, p. 113-125.

HOSSAIN, P.; KAWAR,B.; EL NAHAS, M. Obesity and Diabetes in the Developing World - A Growing Challenge. **New England Journal of Medicine**, v.356, p. 213-215, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola**. Disponível em: < http://www.sidra.ibge.gov.br/bda >. Acesso em 17/03/2006.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE,R A.; FILHO, A.S.F. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 401-405, 2003.

JACOMINO, A.P Conservação de goiabas "Kumagai" em diferentes temperaturas e materiais de embalagem. **Tese de Doutorado**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 1990. 90p.

JACKIX, M.H. **Doces, geléias e frutas em calda** (Teórico e Prático) Campinas: Editora Ícone, 1988. 172 p.

KANDEL, E.R.; SCWARTZ, J.H.; JESSEL, T.M. **Fundamentos da Neurociências e do Comportamento**, 2 ed., Guanabara-Koogan: Rio de Janeiro, 2000. cap. 1-16.

KAVATI, R. **Produção integrada de goiaba**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, Campinas-SP. Disponível em http:// www.cati.sp.gov.br. Acesso em 16/11/2005.

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

KETELSEN, S.M.; KEAY, C.L.; WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, p. 1418-1421, 1993.

KINGHORN, A. D; SOEJARTO, D.D. **Stevioside**. IN: NABORS, L. O.; GELARDI, R.C. Alternatives Sweeteners, 2ed. Ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991, cap.9, p.157-171.

LARSON-POWERS, N.; PANGBORN, R.M Descriptive analysis of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, p.47-51, 1978 a.

LARSON-POWERS, N.; PANGBORN, R.M. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, p.41-46, 1978 b.

LEE, K.S.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v.20, p.207-220, 2000.

LEE III, W. E.; PANGBORN, R. M. Time - intensity: the temporal aspects of sensory perception**. Food Technology**, London, p. 71-82, 1986.

LEE III, W. E. Evaluation of time-intensity sensory responses using a personal computer. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, p. 1750, 1985.

LINDSAY, R.C. Flavors. IN: FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1996, 3 ed, cap. 11, p.723-765.

LIMA, M.A.C.; ASSIS, J.S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de culturas na região do submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 273-276, 2002.

LIPINSKI, G.W.R Acesulfame K. In: O´BRIEN NABORS, L. & GELARDI, R.C. **Alternative sweeteners**. New York: Marcel Dekker, 1986. p.89-102.

MANN, P.J.; DRUMMOND,B.; PARNELL, M.W. REID, M.J. **Sugar and Our Diet.** New Zealand Nutrition Foundation. Disponível em: http://www.sras.co.nz/ docs/ Sugar_Report_October_2004.pdf . Acesso em 26/09/2005.

MARCELLINI, P.S. Caracterização sensorial por perfil livre e análise tempo intensidade de suco de abacaxi (*Ananas comosus (L.) Merril*) reconstituído e adoçado com diferentes edulcorantes. **Tese Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005. 85p.

MEDINA, J.C. Goiaba: cultura, material-prima, processamento e aspectos econômicos - **Séries Frutas Tropicais nº6**, 2ª ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos; 1988. 224p.

MEYER, S.; RIHA III, W. Optimizing sweetener blends for low-calories beverages. **Food Technology**, London, v. 56, n.7, p. 42-45, 2002.

MONTIJANO, H.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; BORREGO, F. Propriedades tecnológicas y regulación de los edulcorantes de alta intensidad em la Unión Europea. **Food Science and Technology International**, London, v. 4, p. 5-16, 1998.

MORESCHI, S.R.M. *Purificação e concentração do extrato de Stevia rebaudiana Bertoni através de membranas microporosas.* **Tese de Mestrado** em Engenharia Química Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 1999. 113p.

MORI, E. Análise sensorial de adoçantes e edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 12, n.2, p. 101-115, 1992.

NABORS, L. O. Sweet Choices: Replacements for foods and beverages. **Food Technology**, London, v. 56, n. 7, p. 28-34, 2002.

NABORS, L.B.; GERLARDI, R.C. **Alternatives sweeteners.** New York Marcel Dekker, 1986. 355p.

NGUYEN, M.L.; SCHWARTZ,S. Lycopene stability during food processing. **Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine**. New York, v. 218, n.2, p. 101-105, 1998.

NIELSON, A. J. Time-intensity studies. **Drug and Cosmetic Industry**, Saskatchewan, v. 80, p. 88-93, 1957.

NISHIMA, T.; KATAYAMA, O.& YOKOYAMA, Y. **Sensory evaluation of Stevia Sweeteners**. *Fifth International Congress of Food Science and Technology*, Held at Kyoto, p. 158, 1978.

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

OLIVA, P.B.; MENEZES, H.C.; FERREIRA, V.L.P. Estudo da estabilidade do néctar de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.3, p.228-232, 1996.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, Budapeste, v. 16, p. 209-216, 1987.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B Characterization of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of brazilian guavas (*Psidium guajava L.*). **Food Chemistry**, London, v..20, p. 11-19, 1986.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B Comparison of teh porcessed juice of guava cultivar IAC-4 and commercial juices. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, p. 109-116, 1983.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.B.; HUBINGER, M.D. Vida - de - prateleira

de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.427-433, 2003.

PESARINI, S. Determinação do aspartame e seus produtos de decomposição por cromatografia líquida de alta eficiência e análise sensorial da perda de doçura em refrigerantes dietéticos. **Tese Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2001. 95p.

PIZA, J.R.; KAVATI, R. **A cultura de goiaba de mesa**. Campinas: Cati, 1994. 29 p. Boletim Técnico Cati.

PLUG, H; HARING, P. The influence of flavour-ingredient interactions on flavour perception. **Food Quality and Preference**, Barking, v.5, p. 95-102, 1994.

PORCU, O.M. Fatores que influenciam na composição de carotenóides em goiaba, acerola, pitanga e seus produtos processados. **Tese de doutorado**. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas -SP 2004.135p.

PORTMANN, M. O.; KILCAST, D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry. **Food Chemistry**, London, v.56, n.3, p. 291-302, 1996.

PRAKASH, I.; CORLISS, G.; PONAKALA, R.; ISHIKAWA, G. Neotame: the next-generation sweetener. **Food Technology**, London, v.56, n.7, p.36-40, 2002.

PUPO, V.L. **Análise Sensorial: Testes Discriminativos e Afetivos**. Manual Série Qualidade Profíqua, Campinas, SBCTA, 2000.

RECCO, R. Stevia adoça a vida do produtor. **Jornal Agrícola: O Estado do Paraná,** Curitiba, p.6, Dez, 2000.

RETONDO, C.G. Química das sensações: desenvolvimento de um material didático interdisciplinar para o ensino superior. **Tese de Mestrado**. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2004. 282 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stored foods**. 1997. International Life Science Institute Press, Washington D.C.

SCHIFFMAN, S.S.; BOOTH, B.J.; LOSEE, M.L.; PERCORE, S.D.; WARWICK, Z.S. Bitterness of sweeteners as function of concentration. **Brain Research Bulletin**, Cardiff, v. 36, n.5, p. 505-513, 1995a.

SCHIFFMAN, S.S.; BOOTH, B.J.; CARR, B.T.; LOSEE, M.L.; SATTELYMILLER, E.A.A.; GRAHAM, B.G. Investigation of synergism: in binary mixtures of sweeteners. **Brain Research Bulletin**, Cardiff, v.38, n.2, p.105-120, 1995b.

SHI, J.; MAGUER, M.; KAKUDA,Y. LIPTAY, A.; NIEKAMP, F. Lycopene degradation and isomeration in tomato dehydratation. **Food Research Internacional**, Canada, v. 32, p. 15-21, 1999.

SHIBATA, H.; SONOKE, S.; OCHIAI, H.; NISHIHASHI, H.; YAMADA, M. Glucosylation of steviol and steviol-glucosides in extracts from *Stevia rebaudiana Bertoni*. **Plant Physiology**, v.95, p. 152-156, 1991

SHIROSE, I; MORI, E.E.M. Aplicação da análise sequencial à seleção de provadores pelo teste triangular. **Coletânea do Ital**, Campinas, v. 14, p. 39-55, 1984.

SILVA, S.P. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes; 1996. 232p.

TAKAGI, M.; ASAKURA, Y. **A microcomputer analytic system for time-intensity curves of taste (measurements of oral sensory magnitude).** IN: Proceedings of 14 th Sensory Evaluatin Symposium, JUSE p. 44, 1984.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre treatments in fruit processing: chemical physical and structure effects. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 49, p. 247-253, 2001.

TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.2-51.

TUNALEY, A.; THOMSON, D.M.H.; McEWAN, J.A. Determination of equisweet concentration of nine sweeteners using a relative rating technique. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 22, p. 527-635, 1987.

UDDIN, M.S.; HAWLADER, M.N.A.; DING, L.; MUJUMAR, A. S. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 51, p. 21-26, 2002.

UMBELINO, D.C. Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade de suco de polpa de manga (*Magnífera indica* L.) adoçados com diferentes edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005, 190p.

VENTURA, F.C. Desenvolvimento de doce de fruta em massa funcional de valor calórico reduzida pela combinação de goiaba vermelha e yacon desidratados osmoticamente e acerola. **Tese de Mestrado**. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas -SP.2004. 217p.

XILI, L. CHENGJIANY, ERYI, X.; REIMING, S.; YUENGMING, W.; HAODONG, S.; ZHIYIAN H. Chronic oral and toxicity and carciogenicity study of stevioside in rats. **Food and Chemical Toxicology**, Elmsford, v. 30, n. 11, p. 957-965, 1992.

WALD, A. **Sequential Analysis**, John Wiley & Sons, New York, 1947.

WELLS, A.G. The use of intense sweeteners in soft drinks. In: GREMBY, T.H. **Progress in sweetners**. New York : Elsevier Applied Science, 1989 p. 121-142.

WIET, S.G.; MILLER, G. A. Does chemical modification of tastants merely enhance their intrinsic taste qualities. **Food Chemistry**, London, v. 58, p. 305-311, 1997.

WIET, S.G; BEYTS, P.K. Sensory Characteristics of Sucralose and other High Intensity Sweeteners. **Journal of Food Science,** Chicago, v.57, n.4 p.1014-1019, 1992.

WILBERG, V.C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Quantificação de provitaminas A e carotenóides majoritários em frutas e hortaliças por cromatografia líquida de alta eficiência. **Tese de mestrado**. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas -SP 1992.136p.

YOSHIDA, M. A microcomputer (PC 9801/ MS mouse) system to record and analyse T-I curves of sweetness. **Chemical Senses**, Oxford, v. 11, p. 105 - 108, 1986.

CAPÍTULO III

EQUIVALÊNCIA DE DULÇOR E PODER EDULCORANTE DE NÉCTARES DE GOIABA ADOÇADOS COM DIFERENTES EDULCORANTES

(Artigo publicado na Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial ISSN : 1981-3686)

Equivalência de dulçor e poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes edulcorantes

Equi-sweetness and sweetening power of guava nectars sweetned with different sweetening agents

Resumo

No presente estudo foi verificado a equivalência de doçura e o poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes agentes adoçantes. Foram avaliados: aspartame, sucralose, mistura ciclamato/sacarina 2:1, estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) e acessulfame-K, tendo como referência a sacarose. Primeiramente foi determinada a doçura ideal, utilizando-se escala do ideal com 30 provadores consumidores de néctar de goiaba. Em seguida, foi determinada a doçura equivalente à sacarose (na doçura considerada ideal) para cada edulcorante estudado, e seu poder edulcorante através do método de estimação de magnitude, utilizando-se uma equipe de 10 provadores selecionados e treinados. A doçura ideal de sacarose foi de 9,6%

Palavras-chave: goiaba; edulcorantes; poder edulcorante.

1 – Introdução

A tendência das indústrias que se preocupam em promover a saúde e prevenir doenças, está em investir no desenvolvimento de tecnologias para a produção de alimentos com baixas calorias e reduzido teor de gordura, mantendo suas qualidades nutricionais. Um dos estudo mais freqüentes é o uso de edulcorantes não calóricos que sejam semelhantes em função organoléptica à sacarose. (FERNANDES, 2001).

Por simples problemas de estética ou por problemas de saúde, o homem está substituindo o conhecido e consagrado açúcar (sacarose) por produtos conhecidos como edulcorantes, compostos com sabor semelhante a sacarose, porém, de baixo valor calórico ou completamente sem calorias (ANGELLUCI,1989).

A sacarina, o ciclamato, o aspartame, a sucralose, o acessulfame -K e o extrato de folhas de Stevia, todos edulcorantes permitidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 1995) para utilização em alimentos e bebidas dietéticas, possuem características sensoriais que podem diferir em função do produto em que se encontram. Por exemplo, um mesmo edulcorante que provoque a percepção de um gosto residual amargo intenso em um

produto, pode ter esta característica atenuada em outro produto com outra estrutura química (CARDOSO, 2004).

A substituição da sacarose em formulações de alimentos é realizada através de estudos sensoriais que permitam o conhecimento prévio das concentrações dos adoçantes a serem utilizados e suas doçuras equivalentes em sacarose. O método mais aplicado é o de estimação da magnitude e representação gráfica dos resultados normalizados, através da Lei de Stevens ou "power function" (MOSKOWITZ , 1970; STONE & OLIVER, 1969).

Tunaley et al. (1987) avaliaram a doçura de nove diferentes adoçantes, comparando-os a um padrão de glicose em solução a 5%. Verificaram que houve muita variação nos dados obtidos, em relação aos provadores. Os autores concluíram que esta variação é dependente do tipo do adoçante, pois quanto mais complexa a percepção total, maior foi a variação nos resultados. E o aspartame foi o adoçante que apresentou características mais próximas da sacarose em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 5%. E Holmer(1988) observou que o mesmo adoçante apresentou gosto doce semelhante ao da sacarose e ausência de gosto residual em uma solução equivalente de sacarose a 10%.

O princípio da estimação de magnitude, ou função de potência, proporciona a obtenção de diversas ferramentas importantes para a avaliação de alimentos através da análise sensorial. Os valores obtidos dos resultados dos provadores e os valores das concentrações avaliadas são normalizados, calculados os logaritmos desses resultados e colocados em um gráfico em coordenadas logarítmicas. Para cada adoçante (ou outro composto) é obtida uma reta, a qual obedece à 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 adoçantes em que estão em mesmo nível, paralelo ao eixo da abcissa, possuem poder edulcorante equivalentes (MOSKOWITZ, 1970).

A escala-do-ideal é o método afetivo mais aplicado para se medir a quantidade ideal de um determinado componente a ser adicionado no alimento ou bebida para provocar a melhor aceitação e preferência de um grupo de julgadores. Nesta análise, a equipe de provadores avalia as amostras e registra suas respostas em escala específica, o quão ideal estas amostras encontram-se, em relação ao atributo que se deseja avaliar (por exemplo doçura, textura e outros), conforme o método de Vickers(1988).

A goiaba (*Psidium guajava L.*) da família Myrtaceae é uma fruta originária do México, América Central e Norte da América do Sul. A fruta é saborosa e perfumada, cuja polpa colore-se do branco ao amarelo, rosa ou vermelho. Uma das frutas mais completas e equilibradas em relação ao valor nutritivo(SILVA, 1996).

O cultivo da goiaba é um dos mais importantes em países tropicais e subtropicais. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta (FERREIRA, 2000).

O Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, responsável por mais de 60% do volume nacional da fruta e 55% desse volume é destinado à industrialização. Além do consumo *in natura,* produtos industrializados como goiabada, geléia e néctar são a principal forma de consumo da fruta (AGRIANUAL, 2004).

O objetivo do presente estudo foi determinar a doçura ideal para néctar de goiaba, adoçado com sacarose, e determinar a quantidade equivalente de diferentes edulcorantes para promoverem a mesma doçura, e também determinar o poder edulcorante em relação à sacarose.

2 – Material e métodos

2.1 – Material

Foi utilizado base de néctar de goiaba (comercial), preparado conforme as instruções do fabricante. O néctar assim preparado foi adoçado com cinco diferentes edulcorantes: aspartame puro (Nutrasweet); extrato de folhas de estévia (Steviafarma do Brasil); Mistura ciclamato / sacarina na proporção de 2:1; sucralose (Splenda, Johnson), sacarose (Sigma Chemical Co.) e acessulfame-K (Slim diet).

2.2 – Análise sensorial

2.2.1 – Determinação da concentração ideal de sacarose

A determinação da concentração ideal de sacarose (%) a ser adicionada ao néctar de goiaba foi realizada através de um teste de aceitação, utilizando escala do ideal (LAWLESS & HEYMANN, 1999).

Foram utilizados 30 voluntários (provadores não treinados, porém consumidores de néctar de goiaba). As amostras foram apresentadas de forma monádica, sendo testadas as concentrações de 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15% de sacarose.

2.2.2 – Pré-seleção da equipe de provadores

A pré-seleção dos provadores foi realizada através de testes triangulares, aplicados à análise seqüencial (MEILGAARD et al, 1999). Para os testes, foram utilizadas duas amostras de néctar de goiaba, adoçadas com sacarose, que apresentavam diferença significativa entre si ao nível de 0,1%. Para determinar a diferença de concentração entre estas duas amostras foi realizado um teste pareado com 30 provadores.

Na análise seqüencial foram utilizados os valores para p=0,45 (máxima inabilidade aceitável), p1=0,70 (mínima habilidade aceitável), e para os riscos α=0,05 (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e β=0,05 (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial).

2.2.3 – Determinação da equivalência de doçura

A medida do poder edulcorante relativo dos edulcorantes e da mistura de edulcorantes foi realizada de acordo com o método de estimação de magnitude (MEILGAARD et al, 1999), o qual proporciona a medida quantitativa direta da intensidade subjetiva de doçura.

As amostras foram apresentadas aos provadores através de blocos completos casualizados, acompanhadas de uma referência de néctar de goiaba adoçado com sacarose na concentração de 9,6% (concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao néctar de goiaba, determinada no teste de aceitação com escala do ideal para sacarose).

Dez provadores foram selecionados em função do poder discriminativo através de análise seqüencial. Estes provadores foram treinados para utilizarem escalas de magnitude com padrões de intensidades de doçura diferentes.

Para as avaliações de cada edulcorante em néctar de goiaba foram utilizadas as séries de concentrações apresentadas na Tabela 1, as concentrações centrais utilizadas,

foram baseadas em dados da literatura e para o cálculo das demais concentrações foi utilizado o fator de multiplicação 1,6 (CARDELLO, 1999; CARDOSO et al, 2004).

Tabela 1. Concentrações de sacarose, aspartame, ciclamato/sacarina, estévia, sucralose e acessulfame-K utilizadas para determinação da equivalência de doçura em relação à concentração de 9,6% de sacarose em néctar de goiaba

Estímulo	Concentrações para determinação da equivalência de doçura à 9,6% de sacarose*				
Sacarose	3,7500	6,0000	9,600	15,360	24,576
Aspartame	0,0215	0,0344	0,0550	0,0880	0,1408
Ciclamato/sacarina	0,0141	0,0225	0,0360	0,0576	0,0922
Estévia	0,0391	0,0625	0,1000	0,1600	0,2560
Sucralose	0,0063	0,0100	0,01600	0,0256	0,0410
Acessulfame K	0,0200	0,0340	0,0550	0,0880	0,1408

* Concentrações em porcentagem (p/v) Fonte: CARDELLO, 1999; CARDOSO et al, 2004.

Neste método, os provadores selecionados e treinados receberam uma amostra referência, com intensidade designada por um valor arbitrário de doçura 100, seguida de várias amostras codificadas e casualizadas, com intensidades maiores ou menores que a referência (conforme indicado na Tabela 1). Solicitou-se aos provadores que estimassem as intensidades de doçura das amostras codificadas em relação à referência. Por exemplo, se a amostra apresentasse o dobro da doçura da referência, deveria receber valor 200, se apresentasse a metade da doçura, 50 e, assim por diante.

Para a análise dos dados, os valores de magnitude de doçura estimados foram convertidos para valores logarítmicos e expressos utilizando média geométrica. As curvas para concentração *versus* resposta sensorial, para cada edulcorante, foram correspondentes a uma função de potência ("power function") com a seguinte característica: $S = aC^n$, onde S é a sensação percebida, C é a concentração do estímulo, a é o antilog do valor de y no intercepto e n é o coeficiente angular da reta obtida (MOSKOWITZ , 1970).

3 – Resultados e discussão

A opinião dos provadores, verificada no teste utilizando a escala do ideal, foi transformada em dados numéricos (-4,5 a +4,5), sendo que a opinião "ideal" correspondia ao valor 0. A partir da equação da reta obtida (Figura 1), calculou-se a concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao néctar de goiaba que foi de 9,59%. Para facilitar os experimentos futuros optou-se por utilizar 9,6% como concentração ideal de sacarose

O valor de R^2 acima de 0,9 representa uma ótima correlação linear segundo Callegari-Jacques (2003). A partir da concentração de sacarose, para provocar a doçura ideal do néctar de goiaba, foi utilizada a metodologia estimação de magnitude. Estão representados graficamente a relação entre a percepção sensorial de doçura e concentração para cada edulcorante (Figura 2) em coordenadas cartesianas com os valores calculados em logaritmo de base 10.

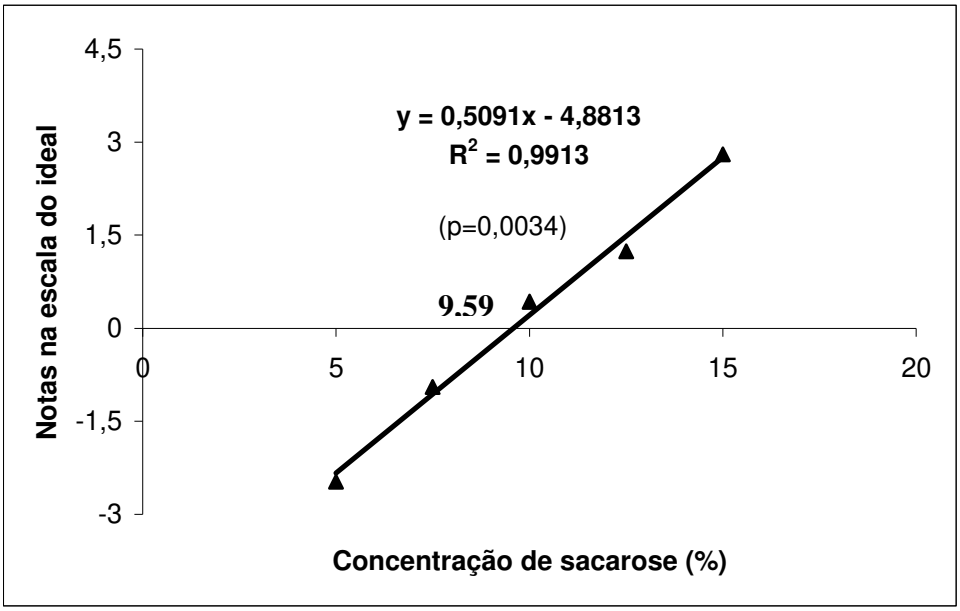


Figura 1. Gráfico e equação da reta no teste para a determinação da concentração ideal de sacarose a ser adicionada no néctar de goiaba

A partir dos resultados encontrados na Tabela 2, foi possível calcular a quantidade equivalente das substâncias adoçantes avaliadas para proporcionar a mesma doçura que a sacarose a 9,6%, em néctar de goiaba. Tais quantidades encontram-se na Tabela 3.

Tabela 2. Coeficiente angular, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função potência ("Power Function") dos resultados obtidos nos testes utilizando escala de magnitude, para determinar as equivalências de doçura dos edulcorantes em relação à concentração de 9,6% de sacarose em néctar de goiaba

Edulcorante	Coeficiente Angular (b)	Intercepto na Ordenada (a)	R	Função de Potência ("Power Function")
Sacarose	1,07	-1,05	0,9973	$S = 0,0880 . C^{1,0747}$
Aspartame	1,16	1,46	0,9480	$S = 29,151 . C^{1,1629}$
Ciclam/sac	1,03	1,49	0,9867	$S = 31,206 . C^{1,0352}$
Estévia	0,68	0,69	0,9960	$S = 4,8585 . C^{0,6866}$
Sucralose	1,07	1,93	0,9767	$S = 86,027 . C^{1,0777}$
Acessulfame -K	0,60	0,76	0,9985	$S = 5,7948 . C^{0,6023}$

R = Coeficiente e Correlação linear de Pearson
S = Estímulo percebido
C = Concentração do estímulo

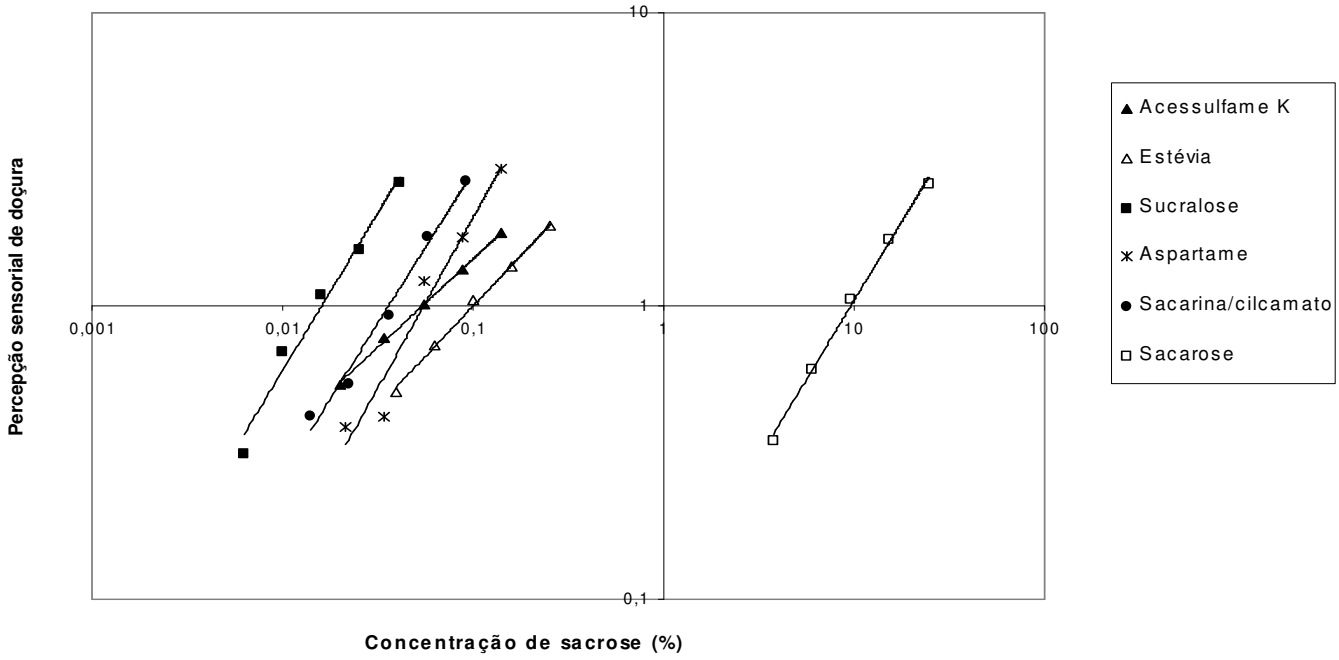


Figura 2. Relação entre percepção sensorial de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose 9,6% para néctar de goiaba

Tabela 3. Concentração de aspartame, ciclamato/sacarina, estévia, sucralose e acessulfame- K que equivale à concentração ideal de sacarose em néctar de goiaba

Edulcorante	Concentração equivalente à 9,6 % de sacarose em néctar de goiaba
Aspartame	0,0550
Ciclamato/sacarina	0,0360
Estévia	0,1000
Sucralose	0,0160
Acessulfame -K	0,0541

O resultado encontrado foi semelhante ao observado por Cardello et al (1999 a) e Cardoso et al (2004) para a determinação de equivalência de doçura na concentração de 10% em solução aquosa. Sugerindo que a matriz (néctar de goiaba) não interferiu na percepção de doçura dos edulcorantes

Apenas a amostra adoçada com estévia obteve concentração maior daquela permitida pela legislação brasileira que é de 0,060g/100g (BRASIL, 2001).

Com esses valores foi calculado o poder edulcorante das substâncias, as quais encontram-se na Tabela 4.

O poder edulcorante é definido como o número de vezes que uma substância é mais doce que a sacarose.

Tabela 4. Poder edulcorante em relação à concentração de 9,6% de sacarose em néctar de goiaba

Edulcorante	Poder edulcorante
Aspartame	175
Ciclamato/sacarina	267
Estévia	96
Sucralose	600
Acessulfame -K	177

O menor valor de potência edulcorante foi observado para a estévia, o mesmo foi observado por Cardello et al (1999 b) que encontrou valor de 97 para a potência da estévia sem solução com 10% de sacarose em água e Umbelino (2005) obteve valor de 94 para suco de manga equivalente à 7,5% de sacarose.

Os valores de potência encontrados para aspartame e ciclamato foram semelhantes aos valores obtidos por Cardello et al (1999) em solução aquosa de 10 % de sacarose 185 e 274 respectivamente. E o valor da sucralose foi idêntico ao citado por Jenner (1989) numa solução de sacarose à 5%, poder adoçante 600 vezes mais doce que a sacarose.

Os edulcorantes aspartame e acessulfame-k apresentaram potência similar, o mesmo ocorreu com chá - mate gelado na concentração de 8,3% de sacarose obtido por Cardoso et al (2004).

Esses resultados comprovam que a percepção dos gostos das substâncias depende de vários fatores, entre estes o meio de dispersão em que se encontram e da classe química. E quanto maior a similaridade do edulcorante com a doçura da sacarose e ausência de amargor melhor será a correlação nos resultados de determinação das concentrações de edulcorantes, permitindo uma aplicação em uma grande variedade de alimentos e bebidas.

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que:

- A doçura ideal de sacarose foi de 9,6% (g/100mL) para o néctar de goiaba;
- Não houve diferença de percepção de doçura da matriz (néctar de goiaba) para a concentração de 10% em solução aquosa citada na literatura por Cardello et al (1999). Sugerindo que a matriz não interfere na percepção da doçura;
- Apenas a estévia ultrapassou os limites máximos da legislação brasileira nas concentrações equivalentes à sacarose 9,6% e na determinação da escala do ideal das quantidades de edulcorantes a serem adicionadas no néctar de goiaba;
- O menor valor de poder edulcorante também foi observado para a estévia, provavelmente pelo acentuado gosto amargo;
- A potência edulcorante obedeceu a seguinte ordem crescente no néctar de goiaba à concentração de 9,6% de sacarose: estévia, aspartame, acessulfame-K, ciclamato/sacarina e sucralose.

Abstract

In this work, it was evalueted the equi-sweetness and sweetening power of guava nectars sweetened with different sweetening agents. The panelists had evaluated: aspartame, sucralose, mixture of cyclamate/saccharin (2:1), Stevia [Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni] and acesulfame-K as sweeteners, having sucrose as reference. Firstly the ideal sweetness was determined by just-about-right scale with 30 consumers of guava nectar. After the ideal sweetness of sucrose determination, the equi-sweetness (in the same ideal sweetness) for each sweetening agent was determined, and its sweetening power, for such was applied the method of magnitude evaluation, with a panel of 10 selected and trained panelists. The ideal sweetness of sucrose concentration was of 9.6%.

Keywords: guava; sweeteners; sweetness potency.

6. Referências bibliográficas

AGRIANUAL, 2003: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. p. 314-318.

ANGELUCCI, E. Edulcorantes e adoçantes em alimentos. **Casa da Agricultura**, v. 2, n. 11, p. 14-15, 1989.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária /Ministério da Saúde. Resolução n. 3 de 2 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos edulcorantes estabelecendo seus limites máximos para alimentos e bebidas dietéticas; **Diário Oficial União**, Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria no. 318 de 24 de novembro de 1995. Aprova o uso de Sucralose com a função de edulcorante em alimentos e bebidas dietéticas; **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, no. 227, p.194061, 28 nov. 1995.

CARDELLO, H.M.A.B., DA SILVA, M.A.A.P., DAMÁSIO, M.H. Análise descritiva quantitativa de edulcorantes em doçura equivalente a sacarose em solução a 10 % em pH neutro e ácido. In: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; DA SILVA, M.A.A.P. (ed). **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela. 1999 a. p.213-226

CARDELLO, H.M.A.B., 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 differents concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.54 n.2, p. 119-130, 1999b.

CARDOSO, J.M.P., BATTOCHIO, J. R., CARDELLO, H. M. A. B. Equi-sweetness and sweetening power of different sweetening agents in differents temperatures of consumption of tea drink in soluble power. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.24, no.3, p 448-452, 2004.

FERNANDES, L. M.; PEREIRA, N. C.; MENDES, E. S.; LIMA, O. C. M.L. & COSTA, S. C. Clarificação do extrato aquoso de *Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni* utilizando o cacto, *Cerus peruvianis.* **Acta Scientiarium**, Maringá, v.23, n. 6, p. 1369-1374, 2001.

FERREIRA, P.R. Goiaba deve atrair mais consumidores. **Gazeta Mercantil**, P. B-20, 25 de Abril, 2000.

JENNER, M.R. Unveiling its properties and applications. In: GREMBY, T.H. **Progress in sweeteners.** New York: Elsevier Applied Science, 1989. p. 121-142.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of foods: principles and practices.** Gaithersburg: Aspen, 1999. 827p.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd. ed., New York: CRC Press, 1999, 387p.

MOSKOWITZ, H.R. Ratio scales of sugar sweetness. **Perception Psychophys***,* v.7, p.315-20, 1970.

SILVA, S.P. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes; 1996. 232p.

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.

TUNALEY, A., THOMSON, D.M.H., McEWAN, J.A. Determination of equi-sweet concentrations of nine sweeteners using a relative rating technique. **International Journal of Food Science and Technology***,* v. 22, p. 627-351 1987.

UMBELINO, D.C. Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade de suco e polpa de manga (*Magnífera indica L.*) adoçados com diferentes edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas-SP. 2005. 190 p.

VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **Journal of Sensory Study***,* V.3, n1, p.1-8, 1988.

7. Agradecimentos

Ao CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

CAPÍTULO IV

ANALISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE NÉCTAR DE GOIABA *(Psidium guajava L.)* ADOÇADO COM DIFERENTES EDULCORANTES

(Artigo submetido à Revista de Pesquisa Agropecuária Tropical ISSN: 1517-6398)

Analise descritiva quantitativa de néctar de goiaba *(Psidium guajava L.)* adoçado com diferentes edulcorantes

Quantitative descriptive analysis of guava nectar *(Psidium guajava L.)* sweetened with different sweeteners

ABSTRACT

The sensorial profile of six samples guava nectar sweetned with sucrose, sucralose, ciclamate/saccharin 2:1, acesulfame-k, aspartame and stevia were determinated by quantitative descriptive analysis (QDA). Fifteen painelists were selected as judges and trained to compose the definitive staff. They used the following as criteria: discriminant power, reproducibility and individual consensus. The descriptors were gerated by grid method and the intensity of each one were evaluated by nine-centimeter non-structured scale. Samples were presented in individual booths, on monadic and balanced form. The data were analyzed by ANOVA, Tukey test, Principal Component Analysis and PLS regression. Nineteen descriptors were devised showing similarities and differences among the samples: orange-red colour, brightness, opacity, aromas of guava, goiabada, sweet, bitter and grass, sweet and bitter taste, flavours of guava, goiabada and grass, sweetness aftertaste, bitterness aftertaste, adstringency, sandiness and body. The ACP analysis suggested that samples sweetned with sucrose, sucralose, ciclamate/saccharin 2:1, acessulfame-K and aspartame presented a sensorial profile similar to sucrose in guava nectar. The sample with stevia showed a different behavior with sweet taste, bitter taste, superior sweetness aftertaste and bitterness aftertaste compared with the others samples and grass aroma and flavour characteristic.

Key-words: sensory evaluation, guava pulp, statistical analysis.

RESUMO

Foi determinado o perfil sensorial de seis amostras de néctar de goiaba adoçados com sacarose, sucralose, ciclamato-sacarina 2:1, acessulfame-K, aspartame e estévia, pela Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Quinze provadores foram selecionados e treinados para compor a equipe definitiva, utilizando-se como critérios o poder discriminativo, reprodutibilidade e consenso dos provadores entre si. Os termos descritores foram gerados pelo método de rede e a intensidade de cada descritor foi avaliada por escala não estruturada de 9 cm. As amostras foram apresentadas em cabines individuais, de forma monádica balanceada. Os dados foram analisados por ANOVA, Teste de Tukey, Análise de Componentes Principais e regressão PLS. Foram escolhidos 19 termos descritores para descrever as diferenças e similaridades entre as amostras: cor vermelho-alaranjado, brilho, opacidade, aroma de goiaba, goiabada, doce, ácido e erva, gosto doce, ácido e amargo, sabor de goiaba, goiabada e erva, doçura residual, amargor residual, adstringência, arenosidade e corpo. A análise de ACP sugeriu que as amostras com sacarose, sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K e aspartame apresentaram um perfil sensorial semelhante em néctar de goiaba. A amostra com estévia que obteve um comportamento distinto, apresentando gosto doce, gosto amargo, doçura residual, amargor residual superior às demais amostras e aroma e sabor de erva característico.

Palavras-chave: análise sensorial, polpa de goiaba, estatística.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se por ter a maior produção de frutas do mundo, apesar de estar concentrada em poucas espécies frutíferas, as quais são cultivadas e processadas em larga escala (Brunini et al., 2002). Entre estas, está a goiaba, cuja área destinada à lavoura permanente no Brasil foi de 16,4 mil/ha, com produção de 346 mil/ton por ano da fruta (IBGE, 2005). Além disto, destaca-se não só pelo seu aroma e sabor característico, como também pelo seu valor nutricional, colocando o Brasil na posição de maior produtor mundial de goiabas-vermelhas (IEA, 2006). Apresenta excelentes condições para exploração em escala comercial e ser muito apreciada tanto para o consumo de mesa como para a fabricação de produtos industrializados (Cañizares et al., 2003).

As frutas *in natura*, por serem perecíveis, têm menor vida-de-prateleira e apresentam perdas pós-colheita que variam de 15 a 50% (Bueno et al., 2002). Por isto, uma tendência mundial é o processamento das frutas e entre estes produtos destaca-se o mercado de sucos e néctares que encontra-se em expansão devido, principalmente à mudanças de hábitos alimentares e busca de qualidade de vida pelos consumidores (Katz, 2000).

Segundo a Instrução Normativa nº12 de 4 de Setembro de 2003 - Anexo III néctar de goiaba é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível da Goiaba (*Psidium guajava, L.*) e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos. Apresenta cor de branca a avermelhada, sabor característico e aroma próprio (Brasil, 2008).

Há diferentes néctares de goiaba desenvolvidos no mercado, porém há poucos estudos das análises sensoriais dos mesmos. Para um produto ser lançado no mercado, não basta ter características tecnológicas e funcionais ideais, é necessário ter boas qualidades

sensoriais (como: aparência, aroma, sabor) para ter uma boa aceitação pelo mercado consumidor e um maior potencial de compra, correspondendo a um diferencial competitivo sob o aspecto mercadológico.

Entre as várias metodologias na análise sensorial dos alimentos destaca-se a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) que apresenta como vantagens sobre os outros métodos de avaliação: a confiança no julgamento de uma equipe provadores treinados, no desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva, mais próxima à linguagem do consumidor, no desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizada e os resultados são estatisticamente analisados (Behrens & Silva, 2000). Possui inúmeras aplicações, como por exemplo, o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações no decorrer do período, desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade de produtos industrializados, realizar relação entre testes sensoriais e instrumentais (Stone & Sidel, 1993).

Quando associada ao estudo afetivo de consumidor, permite chegar-se a conclusões de extrema importância, como saber quais as características sensoriais e em que intensidade estão presentes nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores, e ainda verificar em que os 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, 1993).

Este estudo teve por objetivo caracterizar sob o aspecto sensorial seis amostras de néctar de goiaba adoçados com diferentes adoçantes (sacarose, sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K, aspartame e estévia) utilizando a metodologia analítica da análise descritiva quantitativa, que proporciona uma completa descrição de

todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado base de néctar de goiaba (comercial), preparado conforme as instruções do fabricante. O néctar assim preparado, foi adoçado com cinco diferentes edulcorantes: aspartame puro (Nutrasweet); extrato de folhas de estévia (Steviafarma do Brasil); Mistura ciclamato / sacarina na proporção de 2:1; sucralose (Splenda, Johnson), sacarose (Sigma Chemical Co.) e acessulfame-K (Slim diet).

Cada amostra foi adoçada, no momento das análises, com 9,6 % de sacarose, concentração pré-determinada em teste de aceitação utilizando escala de ideal (Cardello, 1996; Brito, Câmara & Bolini, 2007). Os edulcorantes foram adicionados em concentrações equivalentes a 10% de sacarose, determinadas pelo teste de estimação de magnitude por Cardello, 1996. A *amostra 2* foi adicionada de 9,6% de *sacarose* (ideal) e as concentrações de cada edulcorante foram as seguintes: 0,016% de *sucralose (amostra 1),* 0,0360% da *mistura ciclamato/sacarina 2:1 (amostra 3),* 0,0555% de *acessulfame-K (amostra 4),* 0,0555% de *aspartame (amostra 5)* e 0,1% de *estévia (amostra 6).* As amostras foram preparadas com um dia de antecedência, mantidas a 10 ± 2ºC e servidas (para avaliação sensorial) em temperatura de ambiente. As avaliações sensoriais foram realizadas em cabines individuais e as amostras apresentadas em copos plásticos codificados com algarismos de três dígitos.

Pré seleção da equipe

Para compor a equipe de provadores foi realizada uma pré-seleção dos 30 candidatos, através de análise sequencial de WALD (Amerine et al., 1965), utilizando testes triangulares de diferença com duas soluções de ciclamato/sacarina 2:1, que apresentavam diferença significativa ao nível de 0,1%. Na análise sequencial foram utilizados os valores para p=0,45 (máxima inabilidade aceitável), p_1=0,70 (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). Foram selecionados os provadores com habilidade de discriminar as amostras, com reprodutibilidade dos resultados e consenso entre si (Damásio & Costell, 1991).

Análise descritiva quantitativa (ADQ)

Levantamento de atributos

Dezessete candidatos pré-selecionados através de suas habilidades de discriminar diferenças de concentração da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em apresentação comercial e realizaram o levantamento de termos descritivos. As amostras analisadas foram agrupadas por equivalência de doçura em relação à solução de sacarose em cada nível de doçura, distintamente. Os provadores pré-selecionados iniciaram a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) com o desenvolvimento dos termos descritivos para os edulcorantes, através do método de rede de Kelly -"Kelly's repertory grid method" (Moskowitz, 1983), onde os provadores receberam as amostras aos pares, em todas as combinações para cada nível de equivalência de doçura e deveriam listar, na ficha apropriada, as similaridades e as diferenças entre as amostras apresentadas. Depois do levantamento dos termos, a equipe se

reuniu várias vezes (4 a 6) e, através de um debate aberto, foram escolhidos os termos mais apropriados e importantes, que realmente descrevessem os atributos das amostras. Com os atributos escolhidos, foram montadas as fichas de avaliação, com escalas não estruturadas de 9 centímetros, ancoradas nos pontos extremos, à esquerda pelo termo "fraco" e à direita "forte" para doçura inicial, à esquerda "nenhum" e à direita "forte" para os demais atributos.

Definições e referências dos parâmetros selecionados

Com os 17 provadores pré-selecionados, foram realizadas várias sessões de treinamento para que as notas dos provadores estivessem na mesma região da escala, através da apresentação de amostras referências dos extremos das escalas. As referências foram escolhidas em função dos termos descritivos escolhidos e das sugestões da equipe. Foram utilizadas diferentes concentrações das referências, de acordo com o nível de equivalência de doçura estudado.

Seleção dos provadores

Foram então realizados os testes com os candidatos para a seleção da equipe definitiva para a análise descritiva quantitativa, já utilizando a ficha elaborada com as escalas de intensidade para os termos definidos. Os provadores receberam as amostras através de apresentação monádica com quatro repetições balanceadas. Os provadores foram selecionados com base nas seguintes características: poder de discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe. Para isto, foi realizada análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e repetição) para cada atributo e para cada provador. Foram então obtidos os valores para $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ para cada provador. Foram selecionados os provadores com $F_{amostra}$ significativo para $p \leq 0,30$, $F_{repetição}$

não significativo para p>0,05 e concordância das médias com as da equipe (valores de médias de cada provador na mesma ordem e próximos à média da equipe para cada atributo avaliado).

Avaliação das amostras

Para a Análise Descritiva Quantitativa participaram 15 provadores (4 homens e 11 mulheres com idade entre 20 e 35 anos, recrutados voluntariamente, compreendendo estudantes e funcionários da Universidade consumidores de produtos de goiaba. As amostras foram testadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, em cabines individuais, servidas em copos plásticos descartáveis com capacidade para 50mL, com cerca de 30 mL de cada amostra e codificados com algarismos de três dígitos. Todas as amostras foram apresentadas de forma monádica com quatro repetições, em blocos completos com relação aos provadores e balanceados em relação às amostras

Teste de aceitação

Foi realizado um teste afetivo para todas as amostas de néctar de goiaba em relação à impressão global por 120 provadores, consumidores de néctar de goiaba e produtos de goiaba.

As amostras foram servidas aos provadores de forma monádica em copos plásticos de 50 mL codificados com algarismos de três dígitos. Utilizou-se escala hedônica não estruturada de 9 cm, tendo como limites os termos “desgostei muitíssimo” à esquerda e “gostei muitíssimo” à direita (Stone & Sidel, 1993).

O teste de aceitação foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Análise dos dados

Com os dados coletados, foi realizada ANOVA de dois fatores (amostra e provadores) com interação para cada atributo. Foi aplicado o teste de Tukey para comparação das médias das amostras e a Análise de Componentes Principais. As análises estatísticas foram realizadas através dos programas do pacote estatístico SAS (2001). E utilizou-se também o método de calibração multivariada "método dos mínimos quadrados parciais"(PLS) através do software estatístico XLSTAT-MX (2005). Os resultados das médias foram apresentados de forma tabular e gráfica e a análise dos componentes principais através de gráficos bidimensionais

RESULTADOS E DISCUSSÃO

À partir da lista obtida através do método de rede, a equipe de provadores levantou 19 atributos escolhidos em consenso comprendendo três atributos para aparência (cor vermelho-alaranjada, brilho, opacidade), cinco para aroma (aroma de goiaba, aroma de goiabada, aroma doce, aroma ácido, aroma de erva), nove para sabor (gosto doce, gosto ácido, gosto amargo, sabor de goiaba, sabor de goiabada, sabor de erva, doçura residual, amargor residual, adstringência) e dois para textura (arenosidade e corpo). Após a escolha dos atributos, foram montadas as fichas de avaliação para traçar o perfil sensorial das amostras (Figura 1).

Dos atributos levantados, alguns podem ser considerados indesejáveis no produto como: aroma de erva, gosto amargo, sabor de erva, doçura residual, amargor residual, provavelmente advindo do tipo de edulcorante utilizado. As referências, abreviaturas e definições dos termos descritores levantados para as amostras de néctar de goiaba, encontram-se na Tabela 1.

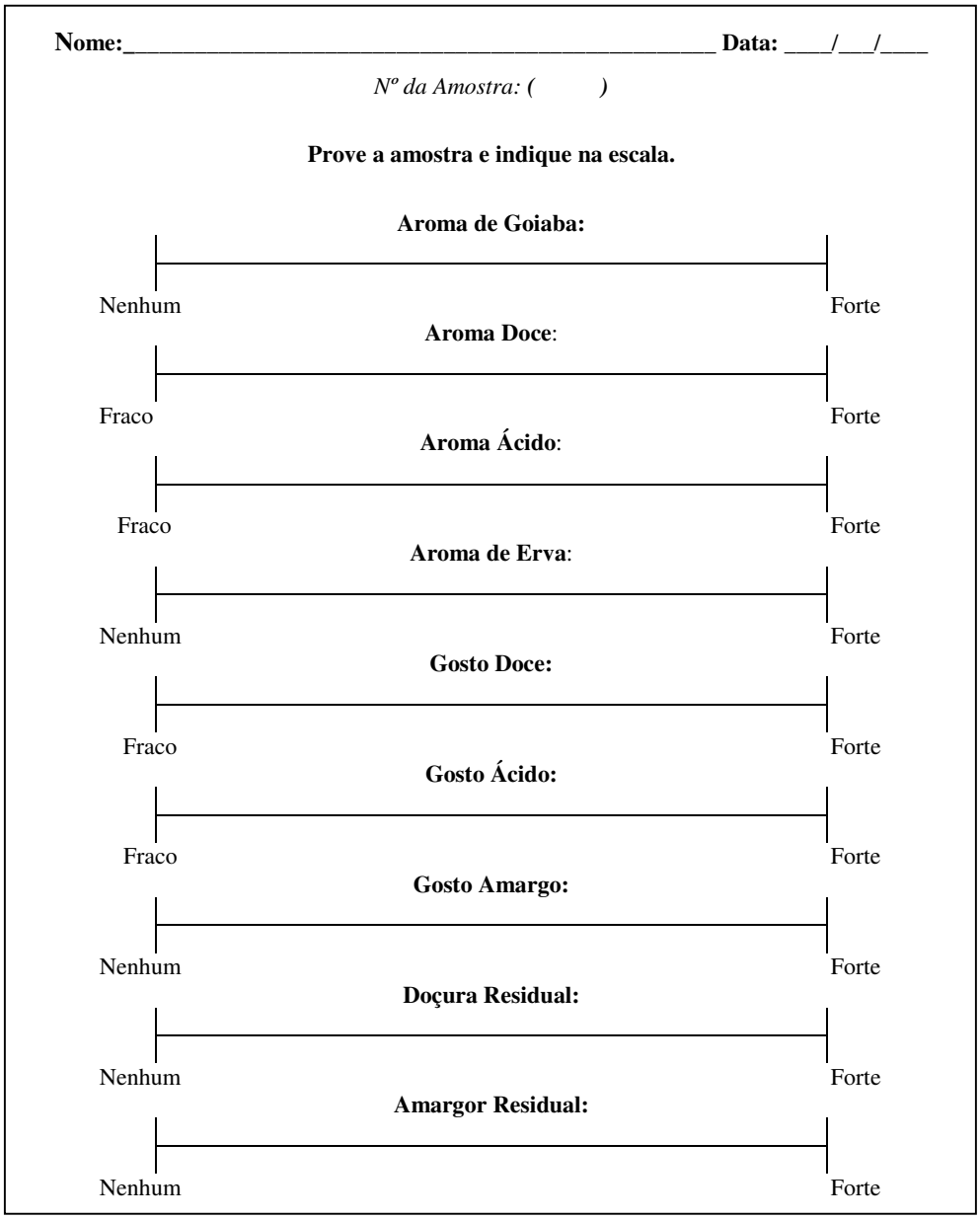


Figura 1. Modelo da ficha para quantificação dos atributos de cada amostra

Tabela 1 . Definições e referências para os termos descritores levantados pelos provadores

Termo Descritor (Atributo)	**Definição**	*Referências*
	Aparência	
Cor Vermelho Alaranjado (VAL)	Cor esperada para néctar de goiaba processada termicamente	"Fraco":10 mL de néctar de goiaba da marca comercial Del valle® diluído (1:2) em água mineral e colocado em placa de petri "Forte": 10ml suco de tomate concentrado da marca comercial Milano® e colocado em placa de petri
Brilho (BRI)	Luz refletida pela amostra	"Fraco": doce de batata doce da marca comercial Salmão® "Forte": 10 gr de goiabada cremosa da marca comercial Fugini®
Opacidade (OPA)	Contrário de translucidez, não permite a passagem da luz em proporções apreciáveis	"Fraco": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® diluído em água mineral (2:1) "Forte": bebida com soja sabor goiaba da marca comercial Ades®
	Aroma	
Aroma de Goiaba (AGO)	Aroma característico de suco de goiaba natural	"Nenhum": água mineral "Forte": 10ml de suco de goiaba concentrado da marca comercial Serigy® diluído (1:1) em água mineral
Aroma de Goiabada (AGB)	Aroma característico / típico de goiabada	"Fraco": néctar de goiaba marca comercial Del valle® diluído (1:1) em água mineral "Forte": suco de goiaba da marca comercial Minute Maid Mais®
Aroma Doce (ADO)	Compostos aromáticos relacionados à fruta, que produzem a sensação doce.	"Fraco": suco da marca comercial Tang® diluído (1:10) em água mineral "Forte": suco de goiaba da marca comercial Minute Maid Mais® diluído 1:1 em água mineral
Aroma Ácido (AAC)	Aroma pungente relacionado à presença de ácidos orgânidos	"Fraco": suco de goiaba concentrado da marca comercial Maguary® diluído em água mineral (1:1) "Forte": preparado sólido para refresco de uva verde dietético da marca comercial Camplight® diluído em água mineral na proporção de 0,5%
Aroma de Erva (AER)	Aroma característico de erva mate	"Nenhum": água mineral "Forte": 5 mL de suco de goiaba misturado com 20 mL de chá preto da marca comercial Alliance selections® (2 sachês preparado por infusão em água à temperatura de ebulição por 5 minutos)
	Gosto	
Gosto Doce (GDO)	Gosto estimulado pela presença de sacarose e outros açúcares da fruta.	"Fraco": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® com adição de 5 % de sacarose "Forte": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® com adição de 15 % de sacarose
Gosto Ácido (GAC)	Gosto estimulado pela presença de ácidos orgânicos da fruta	"Fraco": solução de ácido cítrico 0,01% "Forte": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® com adição de 15 ml de solução de ácido cítrico 0,1%
Gosto Amargo (GAM)	Gosto amargo característico presente em solução de cafeína	"Nenhum": água mineral "Forte": solução de cafeína 0,1% em água mineral

		Sabor
Sabor de Goiaba (SAG)	Sabor característico de suco concentrado de goiaba	"Nenhum": água mineral "Forte": suco de goiaba concentrado da marca comercial Serigy ®diluído (1:1) em água mineral
Sabor de Goiabada (SGB)	Sabor característico / típico de goiabada	"Fraco": 10 g de goiabada da marca comercial Predilecta® misturada em 100 mL de água mineral e aquecida por 60 segundos em fornomicroondas na potência máxima "Forte": Suco de Goiaba da marca comercial Minute Maid Mais®
Sabor de erva (SBE)	Sabor característico dos edulcorantes à base de estévia	"Nenhum": água mineral "Forte": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® adicionado de 12, 5% do edulcorante estévia (marca comercial Stevita®)
Doçura Residual (DOR)	Gosto doce percebido após a ingestão da bebida	"Nenhum": 100 mL de néctar de goiaba adoçado com 5% de sacarose "Forte": 100 mL de néctar de goiaba adoçado com 25 gotas de edulcorante sacarina ciclamato (marca comercial Adocyl®)
Amargor Residual (AMR)	Gosto amargo percebido após a ingestão da bebida	"Nenhum": 100 mL de néctar de goiaba adoçado com 10% de sacarose "Forte": 100 mL néctar de goiaba adoçado com 50 gotas de estévia (marca comercial Stevita®)
		Textura
Adstringência (ADS)	Sensação bucal resultante da ação de compostos fenólicos que causam "amarração"	"Pouco": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® diluído em água mineral (1:1) "Muito": 100 mL de néctar de goiaba com adição de 20% de solução de ácido tânico (0,1%)
Arenosidade (ARE)	Sensação resultante da percepção de sólidos insolúveis presentes no líquido	"Pouco": néctar de goiaba da marca comercial Del valle® diluído em água mineral (1: diluído em água mineral (2:1) "Muito": suco de goiaba da marca comercial Serigy® diluído (1:1) em água mineral, com adição de 5% de sacarose
Corpo (CRP)	Sensação de preenchimento da cavidade bucal	"Pouco": néctar de goiaba "light" da marca comercial Kiki ® "Muito": suco de goiaba da marca comercial Minute Maid Mais ® diluído (1:1) em água mineral

Após a definição dos atributos e determinação de escalas, a equipe pré-selecionada participou de 4 a 6 sessões de treinamento e todo o conjunto de atributos foi treinado por cada provador. Finalizando o treinamento, os provadores pré-selecionados forma avaliados quanto à performance, utilizando a ficha elaborada para ADQ.

Seleção de Provadores para a Análise Descritiva Quantitativa

A avaliação do poder de discriminação e da repetibilidade dos provadores, foi realizada através das análises de variância (ANOVA) de dois fatores (amostras e repetições) para cada provador, para cada atributo. De acordo com esses critérios, dos 17 candidatos pré-selecionados, foram selecionados 15 provadores com valores de $F_{amostra}$ significativo ($p<0,30$) e valores de $F_{repetição}$ não significativo ($p>0,05$).

Foi verificada então a concordância de tais provadores com a equipe, através da comparação das médias individuais para cada parâmetro, com a média da equipe sensorial e todos os provadores apresentaram concordância com a equipe para a maioria dos atributos. Dos 15 provadores selecionados pelos outros dois critérios, somente em três atributos apresentaram discordância: ARO, GAC e SAG. Essas pequenas discordâncias não foram levadas em conta, uma vez que para a maioria houve concordância e que os valores relevantes de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ de tais provadores estão dentro da faixa ótima. É interessante notar que os provadores que apresentaram menor poder de discriminação, apresentaram porém alta repetibilidade. Além disso, procurou-se corrigir essas pequenas discordâncias através de um retreinamento mais reforçado para esses provadores, nesses atributos.

Avaliação da Performance dos Provadores na Avaliação das Amostras

Após a obtenção dos dados da avaliação das amostras, foi verificado se havia interação significativa ($p \leq 0,05$) entre provador e amostra através de ANOVA de dois fatores com interação. Quando o valor de F para interação amostra x provador foi significativo ($p \leq 0,05$), foram construídos gráficos para verificar se as interações eram graves ou não. Todas as interações significativas aconteceram em razão das notas de intensidade terem sido registradas pelos provadores em porções diferentes nas escalas, e nenhuma foi grave, isto é, nenhuma indicou discordâncias importantes entre os provadores.

Análise Descritiva Quantitativa

O perfil sensorial das amostras de néctar de goiaba obtidos na ADQ estão representados graficamente, pelo gráfico aranha e pelo gráfico de Análise de Componentes Principais (ACP).

A análise do gráfico aranha (Figura 2) sugere que as amostras com sacarose, sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K e aspartame apresentaram um perfil sensorial semelhante em néctar de goiaba, o que pode ser visualizado pela sobreposição dos gráficos, com similaridades para todos os termos descritores. A amostra 6 com estévia obteve um comportamento distinto em néctar de goiaba, apresentando gosto doce, gosto amargo, doçura residual, amargor residual superior às demais amostras e aroma e sabor de erva característico, provavelmente por se tratar de um edulcorante natural. Estes atributos foram considerados não desejáveis em néctar de goiaba pelos provadores, por diminuir a percepção de sabor de goiaba, descaracterizando o produto.

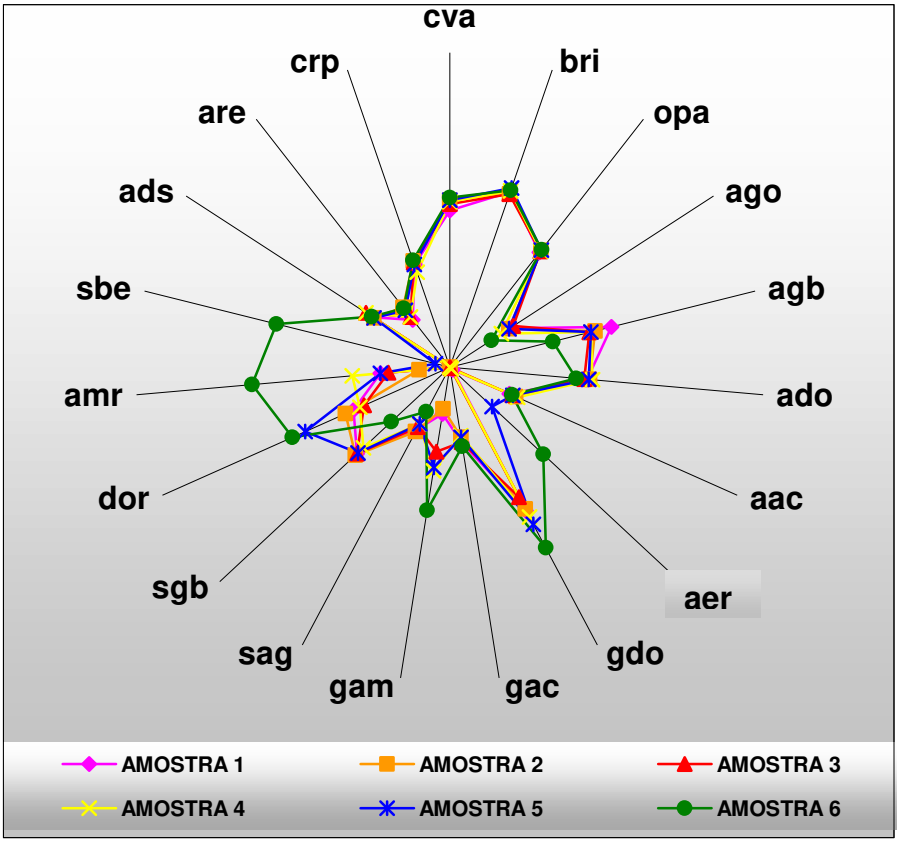


Figura 2. Perfil sensorial descritivo (médias[1]das intensidades)
*[1] Média dos provadores e suas repetições

** Amostra1 = sucralose; Amostra 2 = sacarose; Amostra 3 = Ciclamato/ sacarina 2:1; Amostra 4 = acessulfame K; Amostra 5 = aspartame; Amostra 6 = estévia

À partir dos dados coletados foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP), verificou-se que 58,04% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo, Componente Principal 1(CP1) e 24,87% pelo segundo eixo, Componente Principal 2 (CP2) (Figura 3).

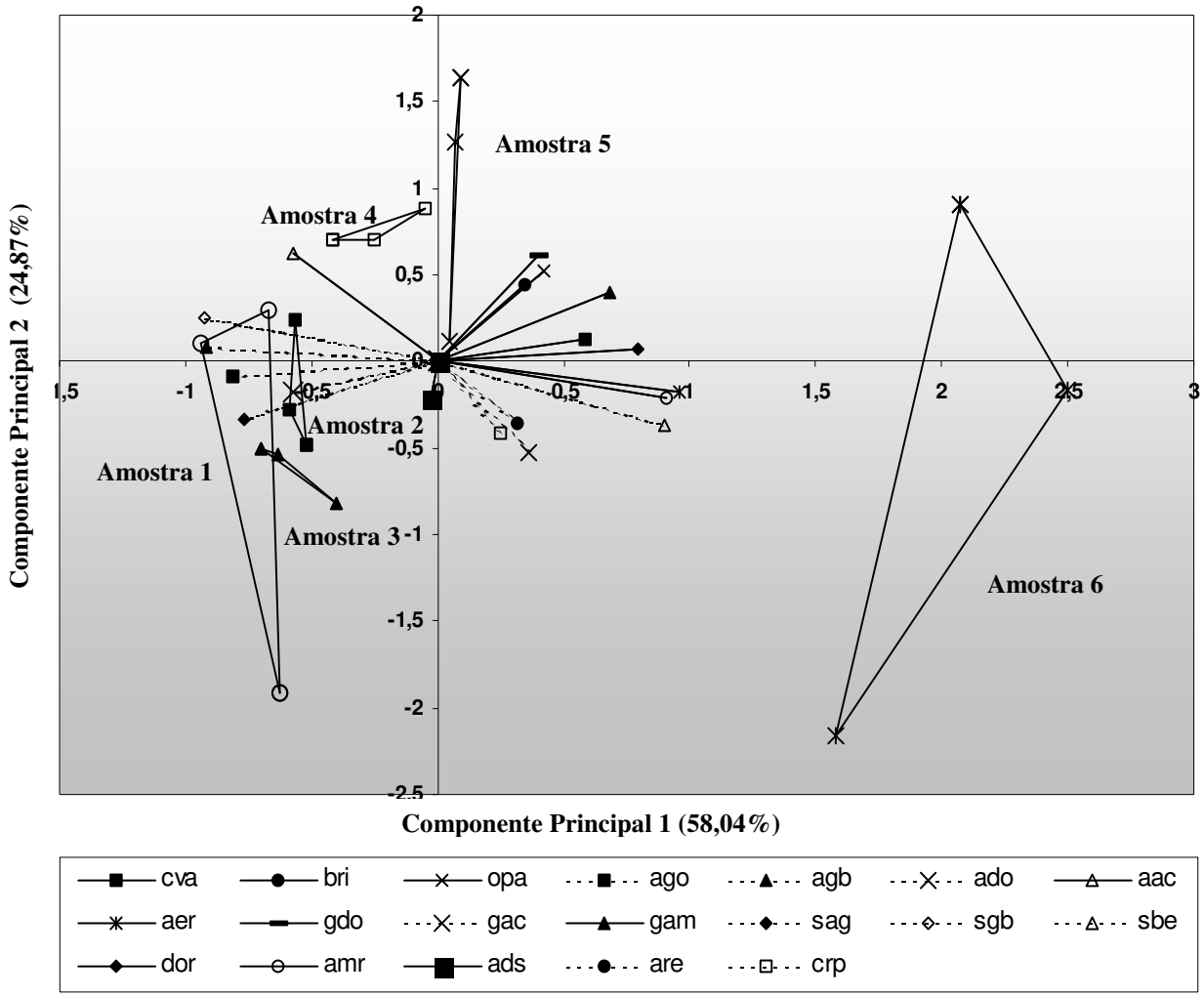


Figura 3. Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais das amostras de néctar de goiaba. Descrição dos atributos na Tabela 1.

** Amostra1 = sucralose; Amostra 2 = sacarose; Amostra 3 = Ciclamato/ sacarina 2:1; Amostra 4 = acessulfame K; Amostra 5 = aspartame; Amostra 6 = estévia

Observa-se que os atributos doçura residual (dor), cor vermelho-alaranjado (cva), aroma de erva (aer), amargor residual (amr), sabor de erva (sbe), aroma de goiaba (ago), aroma de goiabada (agb), sabor de goiabada (sgb) e sabor de goiaba (sag) contribuíram com mais peso para a variabilidade associada ao CP1. Os atributos aroma ácido (aac), gosto

doce (gdo), brilho (bri), opacidade (opa), corpo (crp), gosto ácido (gac), foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada ao CP2.

O gráfico aranha e a Análise dos Componentes Principais (ACP) apenas sugerem similaridades e diferenças entre as amostras, desta forma, para se obter resultados com grau de confiança adequado, realizou-se se Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey.

A análise de variância (ANOVA) mostrou que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras em relação à maioria dos atributos, exceto para os atributos opacidade (OPA), aroma doce (ADO), aroma ácido (ARA), gosto ácido (GAC) e adstringência (ADS). A amostra 6 apresentou maior doçura e também maior doçura residual e amargor residual. Já a amostra 3 apresentou menor doçura, não diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) em relação às amostras 1, 2 e 4. E também apresentou a menor doçura residual, não diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) em relação às amostras 1 e 4. (Tabela 2).

A regressão por PLS (Figura 4), entre os atributos sensoriais e a impressão global dos 120 consumidores que realizaram o teste afetivo, evidencia as características sensoriais do produto que contribuem positivamente ou negativamente de forma significativa para a aceitação dos néctares de goiaba. Os atributos aroma de goiabada, sabor de goiabada e sabor de goiaba contribuem significativamente ($p \leq 0,05$) de forma positiva e os atributos gosto amargo e amargor residual contribuem significativamente ($p \leq 0,05$) de forma negativa. A Figura 5 mostra o mapa da correlação da regressão PLS da impressão global dos consumidores, características dos produtos e amostras, houve uma maior aceitabilidade para as amostras adoçada com sacarose (SAC) e o edulcorante sucralose (SUC), os quais

mais se aproximaram dos atrinutos desejáveis (agb, sag e sgb) e uma menor aceitabilidade foi verificada para a amostra adoçada com estévia (STE) que apresentou maior amargor e amargor residual. O PLS constitui um método mais eficaz na calibração das propriedades de interesse, fornecendo modelos mais simples e com melhor capacidade preditiva (Pedro, 2004).

Tabela 2. Médias[1] das intensidades dos termos descritores[2] das amostras de néctar de goiaba

Atributos	Amostras					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
			Aparência			
CVA	4,987^{b}	5,3111^{a}	5,193^{a}	5,260^{a}	5,309^{a}	5,388^{a}
BRI	5,902^{ab}	5,833^{b}	5824^{b}	5,935^{ab}	6,018^{a}	5,953^{ab}
OPA	4,629^{a}	4,713^{a}	4,673^{a}	4,689^{a}	4,722^{a}	4,742^{a}
			Aroma			
ARG	2,276^{ab}	2,233^{ab}	2,402^{a}	1,956^{b}	2,240^{ab}	1,580^{c}
AGO	5,289^{a}	4,762^{b}	4,571^{b}	4,631^{b}	4,631^{b}	3,376^{c}
ADO	4,382^{a}	4,462^{a}	4,291^{a}	4,556^{a}	4,433^{a}	4,040^{a}
ARA	2,076^{a}	2,293^{a}	2,178^{a}	2,362^{a}	2,200^{a}	2,160^{a}
AER	0,120^{c}	0,011^{c}	0,044^{c}	0,069^{c}	1,844^{b}	4,056^{a}
			Gosto			
GDO	5,164^{bc}	5,102^{bc}	4,682^{c}	5,389^{bc}	5,660^{b}	6502^{a}
GAC	2,418^{a}	2,256^{a}	2,416^{a}	2,211^{a}	2,262^{a}	2,542^{a}
GAM	1,507^{c}	1,347^{c}	2,716^{b}	3,340^{b}	3,227^{b}	4,607^{a}
			Sabor			
SAG	2,253^{a}	2,316^{a}	2,153^{a}	2,058^{ab}	2,040^{ab}	1,596^{b}
SGO	4,029^{a}	4,104^{a}	4,024^{a}	3,758^{a}	3,998^{a}	2,540^{b}
DOR	3,342^{bc}	3,631^{b}	2,978^{c}	3,129^{bc}	5,040^{a}	5,484^{a}
AMR	2,220^{c}	0,980^{d}	1,962^{c}	3,109^{b}	2,216^{c}	6,304^{a}
SBE	0,000^{b}	0,000^{b}	0,000^{b}	0,000^{b}	0,469^{b}	5,684^{a}
			Textura			
ADS	2,913^{a}	2,880^{a}	3,169^{a}	3,169^{a}	2,882^{a}	2,964^{a}
ARE	1,909^{b}	2,416^{a}	2,022^{ab}	2,029^{ab}	2,304^{ab}	2,376^{a}
CRP	3,447^{ab}	3,567^{a}	3,516^{ab}	3,198^{b}	3,456^{ab}	3,587^{a}

*[1]médias na mesma coluna, com letras iguais não apresentam diferença significativa p≤0,05
*[2]Descrição dos atributos na Tabela 1.

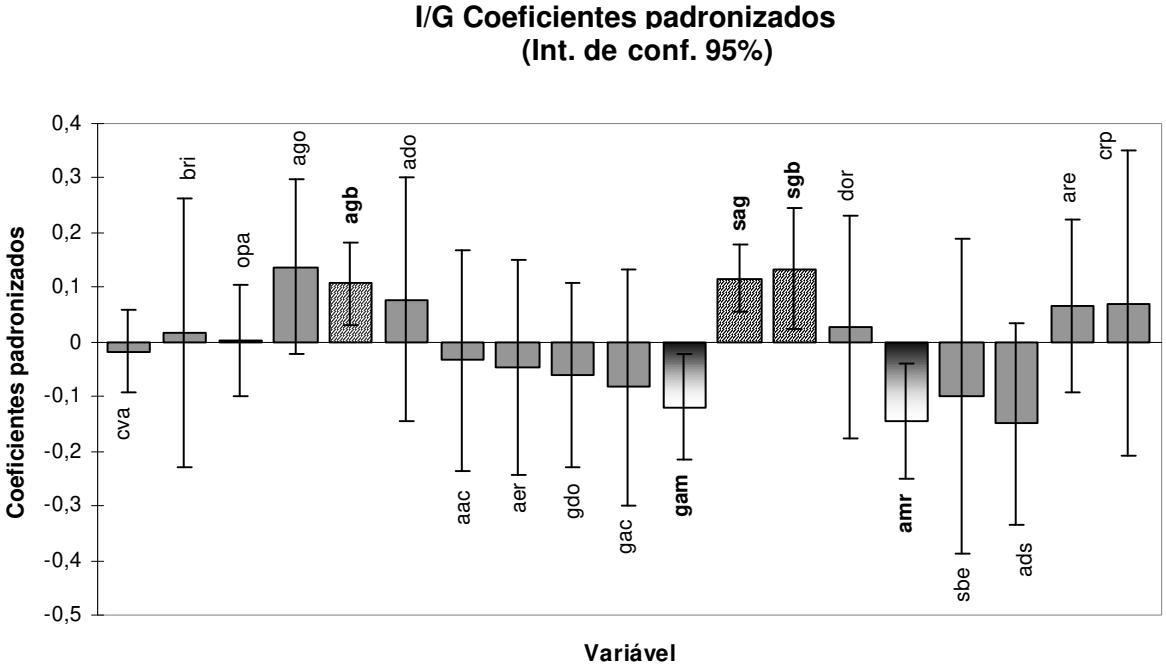


Figura 4. Coeficientes padronizados da regressão PLS dos atributos sensoriais e impressão global dos néctares de goiaba. Descrição dos atributos na Tabela 1.

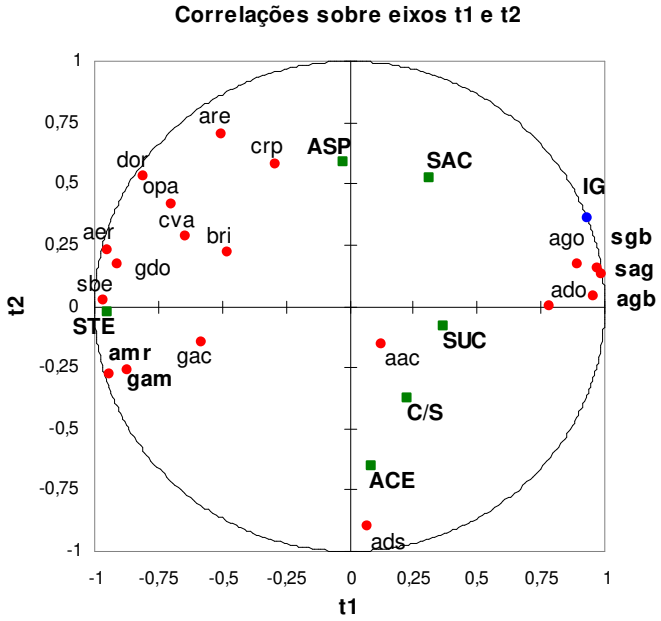


Figura 5. Mapa da correlação PLS entre as amostras, características sensoriais e impressão global. Descrição dos atributos na Tabela 1. (SUC= amostra adoçada com sucralose; SAC= sacarose; C/S= ciclamato/sacarina 2:1; ACE = acessulfame-K; ASP= aspartame e STE= estévia) e IG=impressão global dos consumidores.

CONCLUSÃO

A análise sensorial descritiva quantitativa mostrou que os atributos mais desejáveis em néctar de goiaba foram o aroma de goiabada, sabor de goiabada e sabor de goiaba e estes contribuem significativamente ($p \leq 0,05$) de forma positiva na aceitabilidade pelos consumidores. A percepção do gosto doce, doçura residual, gosto amargo e amargor residual foram mais acentuados na amostra adoçada com estévia, além de apresentar aroma e sabor de erva que descaracterizaram o produto. Não sendo aconselhável o uso de estévia para néctar de goiaba. O edulcorante cujas características estiveram mais próximas às da sacarose, foi a sucralose, seguida da mistura ciclamato/sacarina e acessulfame-K. E pela característica de maior estabilidade química e apresentar atributos similares à sacarose: sabor doce, sabor de goiaba, sabor de goibada e aroma de goiaba (confirmados pela ACP e que contribuem positivamente para a aceitação segundo o mapa da correlação PLS), a sucralose seria o edulcorante mais indicado para ser utilizado em néctar de goiaba.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERINE, M.A., PANGBORN, R.M. & ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food.** New York: Academic Press, 1965. 602p

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n°12 de 04 de Setembro de 2003. Aprova o Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br>. Acesso em: 11 mar. 2008.

BRITO, C.A.K ; CÂMARA, V.H.A.; BOLINI, H.M.A. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes edulcorantes. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 01, n. 02, p. 26- 36, 2007

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F. & OLIVEIRA, A. L. de. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v.24, n.3, p.651-653, 2002.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B. & GARCIA-CRUZ, C. H.. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz,** v.61, n.2, p.121-126, 2002
'

CAÑIZARES,A.; LAVERDE, D.& PUESME, R. Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, Estado Monagas, Venezuela. **Revista Científica UDO Agricola**, Maturín, v.3, n.1, p. 34-38, 2003.

CARDELLO, H.M.A.B. Caracterização sensorial de aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e extrato de folhas de estévia (**Stévia rebaudiana** Bertoni): equivalências em doçura, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade. **Tese de Doutorado.** Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 1996, 237 p.

DAMÁSIO, M. H. & COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica e Tecnologia de Alimentos.**, v.31,n.2, p.165-178, 1991.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Banco de dados agregados. Ano 2005. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/ tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=10> Acessado em 30-05-2007.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>. Acesso em: 11 mar. 2008.

KATZ, F. Research priorities more toward healthy and safe. **Food Technology**, v. 54, n. 12, p .42-44, 2000.

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

PEDRO, A. M. K. Determinação simultânea e não-destrutiva de sólidos totais e solúveis, licopeno e beta-caroteno em produtos de tomate por espectroscopia no infravermelho próximo utilizando calibração multivariada. **Tese de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. Campinas, SP. 2004. 110p.

SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 2001.

STONE, H. & SIDEL, J. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press, 1993, 338 p.

XLSTAT (2005). *XLSTAT-PRO User's Guide,version 7.5.3*. Addinsoft Inst Inc,, NY,USA

CAPÍTULO V

PERCEPÇÃO TEMPORAL DE DOÇURA, AMARGOR E SABOR DE FRUTA EM NÉCTAR DE GOIABA ADOÇADO COM DIFERENTES ADOÇANTES

(Artigo publicado na Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial ISSN : 1981-3686)

Percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em néctar de goiaba adoçado com diferentes adoçantes

Temporal perception of sweetness, bitterness and fruitness on guava nectar sweetned with different sweetenings

Resumo

Este trabalho objetivou determinar o comportamento das características temporais dos estímulos doce, amargo e sabor de fruta em néctar de goiaba (Psidium guajava L.) adoçado com sacarose e cinco edulcorantes: sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-k, aspartame e estévia (Stevia rebaudiana Bertoni), com doçura equivalente à solução de sacarose a 10%. Foi utilizado o método tempo-intensidade (T-I) e as curvas tempo-intensidade para cada substância foram coletadas utilizando-se o programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" para Windows, onde os provadores registravam com auxílio do "mouse" a percepção de cada estímulo solicitado em função do tempo, para cada amostra. A amostra adoçada com estévia apresentou a maior intensidade máxima para os estímulos doce e amargo e essa característica persistiu por longo período, indicando a presença de doçura e de amargor residual intenso. A amostra com sacarose caracterizou-se pelo gosto doce limpo, sem residual amargo. Em relação ao estímulo sabor de fruta, a sacarose exibiu maior intensidade máxima. Já o aspartame apresentou o maior tempo total de duração do estímulo, indicando potencialização do sabor de fruta por esse edulcorante em néctar de goiaba. O aspartame foi o edulcorante, cujo comportamento sensorial mais se aproximou ao da sacarose na análise tempo-intensidade.

Palavras-chave: *goiaba, néctar, tempo-intensidade, edulcorante.*

1. Introdução

O aspecto mais importante para a maioria dos consumidores são as características sensoriais, os estímulos químicos e físicos sentidos pelos consumidores através do aroma, da textura e do sabor dos alimentos (FORDE & DELAHUNTY, 2004). Os testes sensoriais são importantes no controle de qualidade por serem capazes de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definirem as características sensoriais importantes de um produto de forma rápida e serem capazes de detectar particularidades dificilmente detectadas por outros métodos analíticos (MUÑOZ, CIVILLE & CARR, 1992). Na avaliação sensorial clássica, como análise descritiva quantitativa ou outras formas de

avaliação utilizando escalas, as propriedades sensoriais são consideradas como fenômeno estático, ou seja, utiliza um único ponto de medida (DIJKSTERHUIS & PIGGOTT, 2001). Porém, a percepção do aroma e do sabor é um fenômeno dinâmico, nesse sentido a técnica Tempo-intensidade é o melhor método para quantificar a resposta sensorial temporal (DIJKSTERHUIS, 1993). As mudanças dinâmicas na intensidade das percepções são mais evidentes em alimentos que sofrem transformações de fase na mucosa oral. Em geral, os alimentos requerem manipulação seqüencial com a língua e mastigação até ocorrer a deglutição (LEE III & PANGBORN, 1986). Um mesmo composto pode ter distintos comportamentos temporais dependendo das características físico-químicas do alimento (MAILON & EBERLER, 1997). Vários métodos tem sido aplicados para medir as mudanças naturais na percepção do sabor, porém a técnica mais completa e avançada é a análise Tempo-intensidade, a qual é capaz de avaliar a intensidade da percepção de qualquer gosto ou sabor no decorrer do tempo (CARDELLO, DA SILVA & DAMÁSIO, 2001). Devido ao alto custo dos sistemas comerciais, CARDELLO et. al (2003) desenvolveram o sistema de coleta de dados Tempo-intensidade (SCDTI) que permitiu o desenvolvimento de várias pesquisas sensoriais usando esta metodologia no Brasil. No programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" para Windows, os provadores registram com auxílio do "mouse" a percepção de cada estímulo solicitado em função do tempo, para cada amostra. Os parâmetros das curvas T-I determinados pelo SCDTI são: tempo de intensidade máxima (TImax), intensidade máxima (Imax), tempo onde a intensidade máxima começa a declinar (Td), tempo de platô (Platô), área sob a curva (Área) e tempo total de duração do estímulo (Ttot) (CARDELLO, DA SILVA & DAMÁSIO, 1999). A aplicação do método tempo-intensidade na pesquisa com edulcorantes auxiliou a investigação de modelos teóricos para a percepção de gostos, avaliação, quantificação do gosto residual e caracterização dos edulcorantes (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978; OVERBOSCH, 1986; CARDELLO, 1996; CARDELLO, SILVA & DAMÁSIO, 1999). Há várias aplicações do método Tempo-intensidade além de edulcorantes, entre outros destacam-se: cerveja (amargor) e bebida de café (amargor), o estudo da textura em carnes, frutas (maciez e suculência), gomas, massas (coesividade) e molhos de salada (oleosidade), o estudo da adstringência e do amargor em bebidas como, por exemplo, o vinho e o estudo de aromas (géis saborizados) (JÚNIOR,

TEIXEIRA & AMBONI, 2007). O objetivo deste trabalho foi determinar o comportamento temporal de diferentes adoçantes em relação aos atributos gosto doce, gosto amargo e sabor de fruta (goiaba) em seis amostras de néctar de goiaba *(Psidium guajava L)* adoçadas com sacarose e os edulcorantes: sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K, aspartame e estévia *(Stévia rebaudiana Bertoni)* .

2. Material e Métodos

2.1 Material

Foi utilizado base de néctar de goiaba (comercial), preparado conforme as instruções do fabricante. O néctar assim preparado, foi adoçado com cinco diferentes edulcorantes: aspartame puro (Nutrasweet); extrato de folhas de estévia (Steviafarma do Brasil); Mistura ciclamato / sacarina na proporção de 2:1; sucralose (Splenda, Johnson), sacarose (Sigma Chemical Co.) e acessulfame-K (Slim diet).

2. 2 Preparo das amostras adoçadas com edulcorante

Cada amostra foi adoçada, no momento das análises, com 9,6 % de sacarose, concentração pré-determinada em teste de aceitação utilizando escala de ideal (BRITO, CÂMARA & BOLINI 2007). Os edulcorantes foram adicionados em concentrações equivalentes a 10% de sacarose, determinadas pelo teste de estimação de magnitude. As concentrações de cada edulcorante foram as seguintes: 0,016% de sucralose, 0,0360% da mistura ciclamato/sacarina 2:1, 0,0555% de acessulfame-K, 0,0555% de aspartame e 0,1% de estévia. As amostras foram preparadas com um dia de antecedência, mantidas a 6 ± 2ºC e servidas (para avaliação sensorial) em temperatura de aproximadamente 10 ± 2ºC. As avaliações sensoriais foram realizadas em cabines individuais e as amostras apresentadas em copos plásticos codificados com algarismos de três dígitos.

2.3 Análise Sensorial

Realizou-se a coleta de dados da análise tempo-intensidade pelo programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI), desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (CARDELLO et al., 2003). Os estímulos doce, amargo e sabor de goiaba foram avaliados separadamente.

2.3.1. Seleção da Equipe de Julgadores

Efetuou-se a pré-seleção dos julgadores para a análise tempo-intensidade mediante testes triangulares de diferença, aplicados à análise seqüencial, e pela habilidade de trabalhar com o computador (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 1999). Foi feito um intenso treinamento (4 a 6 sessões) com os provadores para familiarização com o programa e padronização do método. Na etapa de seleção, 17 julgadores pré-selecionados realizaram a análise tempo-intensidade com amostras de néctar de goiaba, adoçadas com os edulcorantes estudados a 10% de equivalência de doçura em relação à sacarose. As amostras foram apresentadas de forma monádica com três repetições e avaliadas separadamente. A seleção dos julgadores foi realizada em função do poder de discriminação, repetibilidade e concordância com a equipe (DAMÁSIO & COSTELL, 1991). Os julgadores que obtiveram valores de $F_{amostra}$ significativo ($p<0,30$), $F_{repetição}$ não-significativo ($p>0,05$) e F interação amostra x julgador não-significativo ($p>0,05$) em relação a cada parâmetro da curva, foram selecionados. No total foram selecionados 15 julgadores que passaram por várias sessões de treinamento antes da realização dos testes finais.

2.3.2 Programa Coleta de Dados - SCDTI

Os dados tempo-intensidade foram coletados com programa desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, denominado "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" (CARDELLO et

al.,2003). O SCDTI é um programa para coleta e manipulação de dados tempo-intensidade para computadores IBM-PC, ou compatíveis, que possui uma interface gráfica na forma de escala, na qual o usuário indica com auxílio do "mouse" a atual intensidade do estímulo a ser coletado e opera em ambiente "Windows". Possibilita a escolha do comprimento da escala a ser utilizada em cada teste, armazena a seqüência de dados lidos para uso e permite a manipulação dos dados armazenados. Os parâmetros das curvas T-I determinados foram: tempo de intensidade máxima (TImax), intensidade máxima (Imax), tempo onde a intensidade máxima começa a declinar (Td), tempo de platô (Platô), área sob a curva (Área) e tempo total de duração do estímulo (Ttot). O resultado é representado em forma de gráfico (Figura 1), que é sempre apresentado com o eixo horizontal representando os valores de tempo, com escala em segundos, e o eixo vertical representando os valores de intensidade.

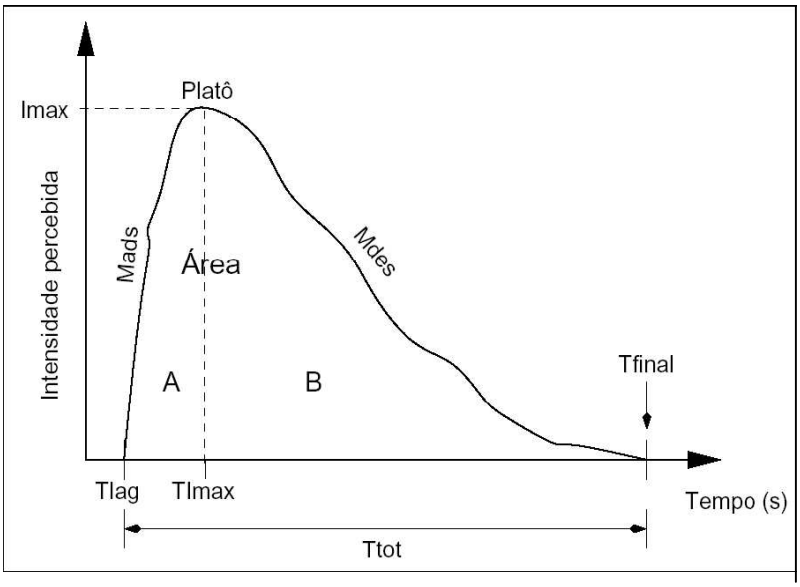


Figura 1 - Curva típica Tempo-Intensidade com alguns parâmetros representados. Valor de intensidade máxima (Imax), tempo para atingir a intensidade máxima (TImax), tempo total de duração do estímulo (Ttot), área total sob a curva (Área) tempo de duração da intensidade máxima (Platô), tempo antes do estímulo inicial (tempo de reação) (Tlag), tempo de leitura dos dados (Tfinal), taxa de crescimento (Mads), taxa de decrescimento (Mdes), área sob a curva antes da intensidade máxima (A), área sob a curva depois da intensidade máxima (B) (CLIFF & HEYMANN, 1993; CARDELO, 1996).

2.3.3 Avaliação Sensorial das Amostras

Na análise tempo-intensidade as amostras foram apresentadas de forma monádica e balanceada, com três repetições, em copos plásticos de 50 mL codificados com algarismos de três dígitos. Padronizou-se a quantidade de amostra em 20 mL por teste, sendo os julgadores instruídos a colocar o volume total da amostra na boca e a seguir as instruções dadas pelo programa. Cada sessão foi iniciada pela escolha da opção mostrada na tela do computador, mediante pressão no "mouse". Ao primeiro aviso sonoro emitido, o julgador colocava toda a amostra na boca, ao segundo aviso o engolia e o terceiro aviso determinava o final do teste. A cada etapa o julgador indicava na escala, usando o "mouse", a intensidade do atributo sensorial avaliado. Os tempos de espera, permanência da amostra na boca e tempo total de duração dos testes foram padronizados e seguidos rigorosamente em todos os testes. O tempo de espera e permanência da amostra na boca foi de 10 segundos e o tempo total de duração dos testes variou em função da substância estudada, uma vez que a duração dos estímulos pode variar de acordo com a existência ou não de gosto residual. Padronizou-se o tempo de análise após a ingestão em 60 segundos para a doçura e amargor e 40 segundos para o sabor de goiaba. Utilizou-se escala estruturada de nove pontos no teste, cujo 0 corresponde a nenhum, 4,5 a moderado e 9,0 a forte. Após a coleta de dados em cada sessão de avaliação sensorial, o programa analisa e fornece os seguintes parâmetros: intensidade máxima registrada pelo julgador (Imax), tempo para atingir a intensidade máxima (Timax), tempo total de duração do estímulo (Ttot), área sob a curva tempo-intensidade (Área). Todos os provadores avaliaram todas as amostras.

2.3.4 Análise Estatística

O delineamento experimental aplicado foi de blocos completos em relação aos provadores e blocos completos balanceados em relação às amostras, que foram apresentadas de forma monádica com três repetições.

Os dados coletados para os parâmetros citados foram submetidos à análise de variância univariada - ANOVA (fontes de variação: amostra e provadores) e interação para cada parâmetro. Aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias, sendo também

efetuada a Análise de Componentes Principais. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2001).

4. Resultados e Discussão

4.1 Análises Tempo Intensidade para o Estímulo Doce

As curvas T-I para o estímulo doce estão representadas na Figura 2, os valores dos parâmetros encontram-se na Tabela 1. A partir dos parâmetros coletados para cada amostra e cada julgador foi realizada a análise de componentes principais (ACP), cujo resultado está apresentado na Figura 3. Verificou-se que 58,04% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que todos os parâmetros Imax, Ttot e Área contribuíram de forma praticamente equivalente para a variabilidade associada a esse eixo. O atributo Timax foi o que mais contribuiu para a variabilidade associada ao segundo eixo (Componente Principal 2). Os edulcorantes acessulfame-K e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 evidenciaram de modo geral, os menores valores em todos os parâmetros das curvas tempo-intensidade. A sucralose caracterizou-se, principalmente, pelo parâmetro Timax. O aspartame caracterizou-se pelos parâmetros Imax e Área. A estévia apresentou comportamento distinto das demais amostras, sendo caracterizada pelos atributos Ttot e Área. A proximidade das amostras com acessulfame-K, mistura ciclamato/sacarina 2:1 e sacarose indicam semelhanças desses edulcorantes no néctar de goiaba para o estímulo doce. A estévia não apresenta proximidade com nenhuma amostra na figura bidimensional, o que sugere um estímulo doce peculiar.

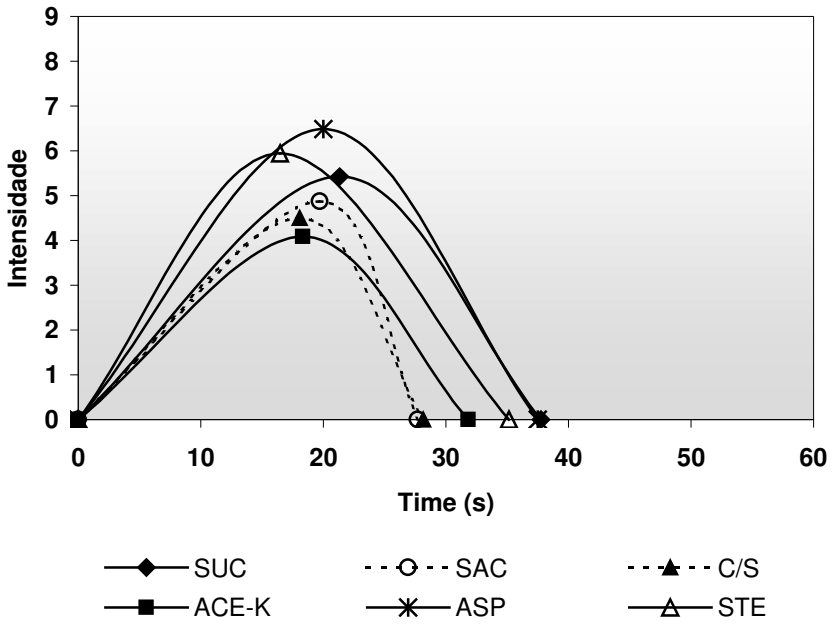


Figura 2. Curva Tempo Intensidade característica do gosto doce em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.)* adoçado com diferentes adoçantes

A análise de variância (ANOVA) evidenciou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros estudados. A Tabela 1 mostra a comparação das médias das amostras para cada um dos parâmetros, obtidas pelo teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$). As características das curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce são apresentadas, graficamente, na Figura 2. Para a construção das curvas foram utilizadas as médias dos parâmetros de cada amostra. O aspartame e a estévia apresentaram as maiores médias para o parâmetro Imax, sem revelar diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$) O acessulfame-k, a mistura ciclamato/sacarina 2:1 e a sacarose (com médias intermediárias para Imax) não evidenciaram diferença significativa entre si, porém foram diferentes ($p \leq 0,05$) das demais amostras. O aspartame apresentou a maior média para o parâmetro intensidade máxima. Em relação ao Timax, a sucralose, aspartame e a sacarose apresentaram a maior média e a estévia a menor, diferindo significativamente das demais amostras. As amostras de acessulfame-k, a mistura ciclamato/sacarina 2:1 e a sacarose praticamente não diferiram significativamente entre si, apenas a sacarose possui Imax estatisticamente ($p \leq 0,05$) superior ao acessulfame-K . A curva do néctar de goiaba adoçado com aspartame evidenciou o maior tempo total de duração (Ttot), seguido pelas curvas da sucralose e estévia. Já a curva da amostra adoçada com sacarose e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 apresentaram o menor tempo total de duração (Ttot).

Tabela 1. Média dos parâmetros das curvas Tempo Intensidade para o gosto doce em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.)* adoçado com diferentes adoçantes

Amostras	Timax (s)	Imax	Ttot (s)	Àrea
SUC	21,33 [a]	5,43[b]	37,19[a]	95,25[b]
SAC	19,53[ab]	4,87[c]	27,71[c]	73,84[c]
C/S	18,09[bc]	4,55[cd]	29,53[bc]	68,29[c]
ACE	18,35[bc]	4,20[d]	31,82[bc]	75,01[c]
ASP	20,09[ab]	6,39[a]	37,56[a]	122,74[a]
STE	16,55[c]	5,95[a]	35,29[a]	106,46[b]
DMS	2,1320	0,4792	3,1855	12,0370

***** valores da mesma coluna seguidos da mesma letra não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de médias de Tukey
DMS = Diferença mínima significativa
TImax = Tempo para atingir a intensidade máxima.
Imax = Intensidade máxima do estímulo.
Ttot = Tempo total de duração do estímulo.
Área= Área sob a curva

A estévia apresentou a menor média para Timax, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) das outras amostras, sugerindo uma maior rapidez para a percepção inicial do estímulo. Para a maioria dos parâmetros estudados em relação ao estímulo doce, a mistura ciclamato/sacarina 2:1 e o acessulfame-K foram os edulcorantes cujo perfil temporal mais se aproximou ao da sacarose em néctar de goiaba. A estévia apresentou o comportamento mais distinto em relação à sacarose e aos demais edulcorantes. A Figura 2 apresenta uma representação gráfica com todas as amostras e as respectivas variações de intensidade de percepção do estímulo ao longo do tempo que comprova esta semelhança.

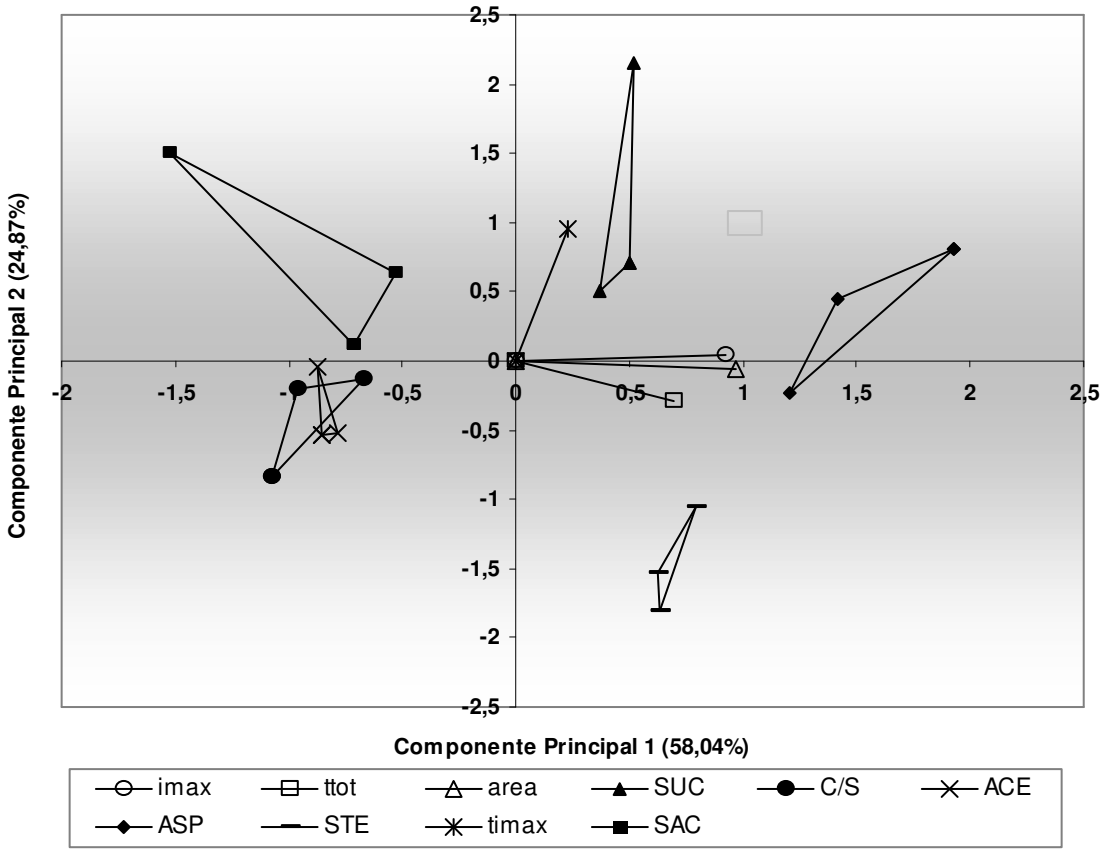


Figura 3 - Gráfico bidimensional da ACP dos parâmetros das curvas Tempo Intensidade para o estímulo doce em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.*) adoçado com diferentes adoçantes

Este resultado difere dos encontrados na literatura para outras amostras. Umbelino (2005) utilizando ciclamato/sacarina 2:1, aspartame, sacarose, sucralose e estévia na análise de suco e polpa de manga, verificou que o edulcorante com perfil sensorial temporal mais próximo ao da sacarose quanto ao estímulo doce foi o aspartame. O mesmo resultado foi encontrado por LARSON-POWERS & PANGBORN (1978) que realizaram análise tempo intensidade de sacarose, aspartame, ciclamato e sacarina a 10% de equivalência de doçura em soluções aquosas e em bebidas sabor morango, laranja e limão e CARDELLO (1996) que avaliou o comportamento temporal para o estímulo doce de soluções aquosas de sacarose, aspartame, mistura ciclamato/sacarina 2:1 e estévia a 10% de equivalência de doçura. Marcellini (2005) na análise de suco de abacaxi encontrou semelhança significativa com a sacarose para 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. Ketelsen, Keay & Wiet (1993) compararam através do método tempo-

intensidade, amostras com diferentes edulcorantes e sacarose em meio tamponado e em soluções aquosas, concluíram que o meio influencia a percepção temporal do estímulo doce.

4.2 Análises Tempo Intensidade para o estímulo amargo

As curvas T-I para o estímulo amargo estão representadas na Figura 4, Os valores dos parâmetros encontram-se na Tabela 2. A partir dos parâmetros coletados para cada amostra e cada julgador foi realizada a análise de componentes principais (ACP), cujo resultado está apresentado na Figura 5. As amostras apresentaram boa repetibilidade como pode-se verificar pelas pequenas áreas dos triângulos formadas. Os componentes principais 1 e 2 explicaram juntos 99,35% da variação ocorrida entre as amostras. Verificou-se que 93,11% da variação foi explicada pelo primeiro eixo (CP1), sendo que os parâmetros Área, Ttot, Timax e Imax contribuíram de forma semelhante para a variabilidade associada a esse eixo. A sacarose, o aspartame e a sucralose ficaram em regiões próximas no gráfico bidimensional, não sendo caracterizados por nenhum parâmetro específico. As amostras com estévia, acessulfame-K e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 estão mais próximas de todos os parâmetros da curva em relação às demais amostras, portanto são melhores caracterizadas por esses parâmetros. Estes edulcorantes não apresentam proximidades com nenhuma amostra na Figura bidimensional, sugerindo também um estímulo amargo peculiar das mesmas. A estévia apresentou comportamento distinto das demais amostras e caracterizou-se pelos parâmetros Área, Ttot, Imax e Timax, sugerindo a existência de gosto amargo residual.

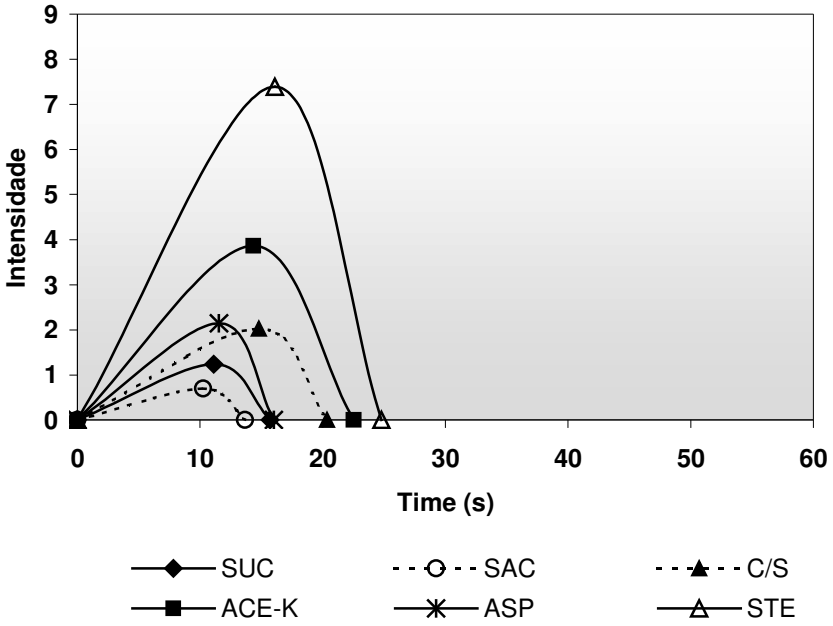


Figura 4. Curva Tempo Intensidade característica do gosto amargo em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.*) adoçado com diferentes adoçantes

Tabela 2. Média dos parâmetros das curvas Tempo Intensidade para o gosto amargo em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.*) adoçado com diferentes adoçantes

Amostras	Timax (s)	Imax	Ttot (s)	Area
SUC	11,11^{cd}	1,24^{d}	15,70^{d}	15,21^{e}
SAC	10,26^{d}	0,70^{e}	13,65^{e}	6,77^{f}
C/S	14,77^{b}	2,03^{c}	20,36^{c}	39,99^{c}
ACE	14,34^{b}	3,86^{b}	22,52^{b}	84,95^{b}
ASP	11,54^{c}	2,15^{c}	16,01^{d}	30,78^{d}
STE	16,08^{a}	7,39^{a}	24,77^{a}	140,50^{a}
DMS	0,9356	0,1783	1,264	3,4269

***** valores da mesma coluna seguidos da mesma letra não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de médias de Tukey
DMS = Diferença mínima significativa
TImax = Tempo para atingir a intensidade máxima.
Imax = Intensidade máxima do estímulo.
Ttot = Tempo total de duração do estímulo.
Área= Área sob a curva

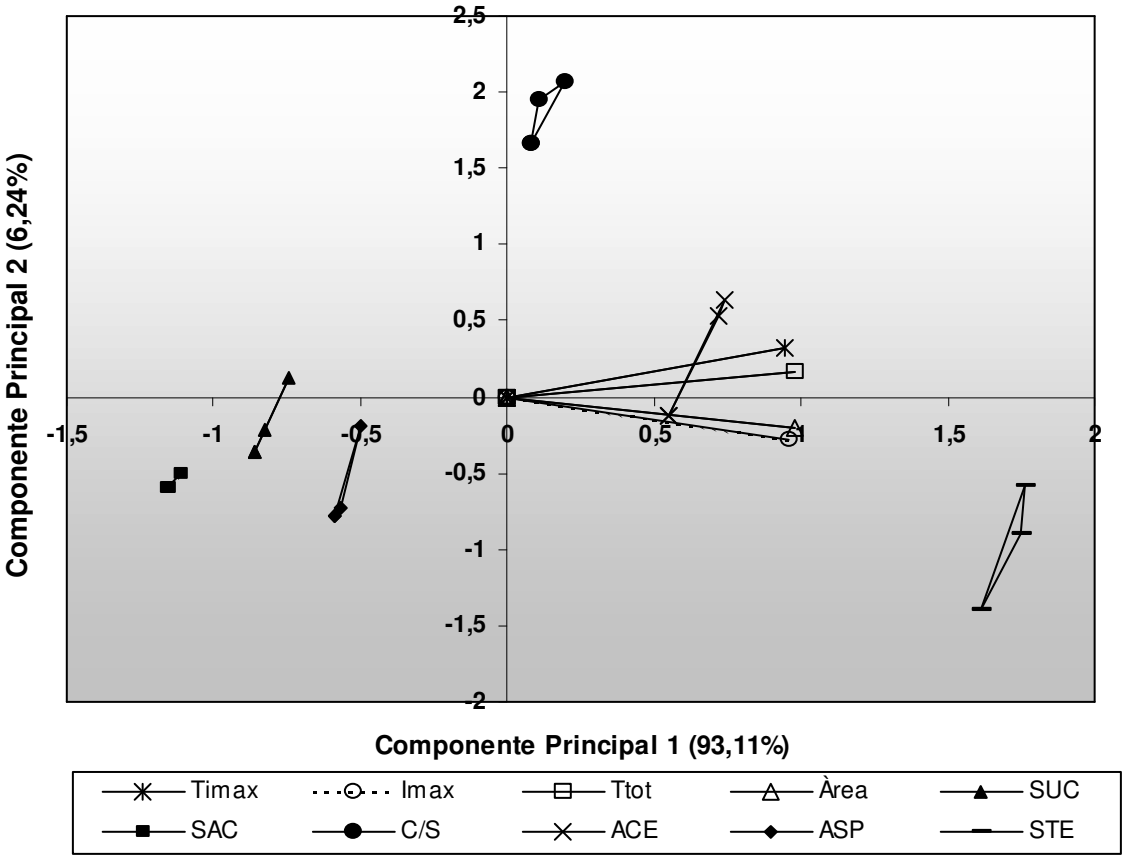


Figura 5 - Gráfico bidimensional da ACP dos parâmetros das curvas Tempo Intensidade para o estímulo amargo em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.*) adoçado com diferentes adoçantes

A análise de variância revelou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros estudados. A Tabela 2 expressa os resultados do teste de médias de Tukey para o estímulo amargo em néctar de goiaba.

A estévia foi significativamente($p \leq 0,05$) mais amarga do que as demais amostras (Tabela 2), os valores absolutos para os parâmetros área e intensidade máxima foram praticamente duas vezes maiores que a segunda amostra mais amarga (acessulfame-k). O parâmetro Imax obedeceu a seguinte ordem crescente: sacarose, sucralose, mistura ciclamato/ sacarina 2:1, aspartame, acessulfame-K e estévia. Somente o aspartame e a mistura ciclamato/ sacarina 2:1 não diferiram ($p \leq 0,05$) entre si em relação a esse parâmetro. O maior tempo total de duração do estímulo (Ttot) foi observado para a estévia, seguida por acessulfame-k e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 e o menor para a sacarose (todos com diferença significativa entre si). As amostras adoçadas com sacarose, sucralose e aspartame

apresentaram as menores médias para o parâmetro Área, Ttot e Timax, indicando semelhanças temporais desses edulcorantes para o estímulo amargo em néctar de goiaba. A sacarose exibiu médias baixas para todos os parâmetros, não sendo possível representá-la graficamente. Em relação ao amargor, a sucralose e o aspartame foram os edulcorantes que mais se aproximaram da sacarose em néctar de goiaba.

Estes resultados corroboram com os obtidos por UMBELINO (2005) que encontrou um perfil sensorial similar da sacarose, sucralose e aspartame para o estímulo amargo em suco de manga e conclui que o aspartame foi o edulcorante que mais se aproximou da sacarose. Marcellini (2005) observou semelhanças temporais para os mesmos edulcorantes (sucralose e aspartame) com relação à sacarose no suco de abacaxi e a amostra com estévia foi a mais amarga, seguida pela amostra com a mistura ciclamato/sacarina 2:1. Larson-Powers & Pangborn (1978) observaram que o perfil sensorial tempo-intensidade do aspartame para o estímulo amargo era indistinguível da sacarose e o ciclamato e a sacarina apresentararam amargor superior. Ott, Edwards e Palmer (1991) também verificaram a semelhança do aspartame em relação à sacarose para o estímulo amargo, em solução aquosa a 10% de equivalência de doçura. Segundo CARDELLO (1996) e CARDELLO, SILVA e DAMÁSIO (1999) a estévia a 10% de equivalência de doçura exibiu as maiores médias para os parâmetros Imax, Ttot, Área e Timax. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre aspartame e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 para o estímulo amargo, somente no parâmetro tempo de intensidade máxima.

4.3 Análises Tempo Intensidade para o estímulo sabor de fruta (sabor de goiaba)

As curvas T-I para o estímulo amargo estão representadas na Figura 6. A análise de variância para o estímulo sabor de fruta em néctar de goiaba evidenciou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos no teste de médias de Tukey. A Figura 7 mostra os resultados da análise de componentes principais (ACP) para o estímulo sabor de fruta em suco de goiaba. Os componentes principais 1 e 2 explicaram juntos 91,68% da variação ocorrida entre as amostras. O primeiro eixo (CP1) explicou 69,92% da variação e os parâmetros Ttot, Área e Imax constituíram os principais responsáveis por essa variação. O

parâmetro Timax foi o que mais contribuíu para a variabilidade associada ao segundo eixo (CP2). O experimento apresentou ótima repetibilidade e as amostras distinguiram-se umas das outras. A sacarose caracterizou-se pelos parâmetros Área e Imax, a sucralose e aspartame por Timax. A estévia, acessulfame-K e a mistura ciclamato/sacarina 2;1 não se caracterizaram por nenhum parâmetro especificamente, estão distante de todas as amostras e dos parâmetros. A maior Imax foi observada para a sacarose, seguida pela sucralose e aspartame. A sacarose e o aspartame apresentaram as maiores médias para Área diferindo significativamente das outras amostras, mas não entre si. A estévia apresentou a menor média para todos os parâmetros, além de estar mais distante de todas as amostras e parâmetros na Figura bidimensional (Figura 7). As amostras com sacarose, sucralose e aspartame estão mais próximas de todos os parâmetros da curva em relação às outras amostras, portanto são melhores caracterizadas por esses parâmetros. A proximidade destas amostras sugere a semelhança dos mesmos para o estímulo sabor de goiaba.

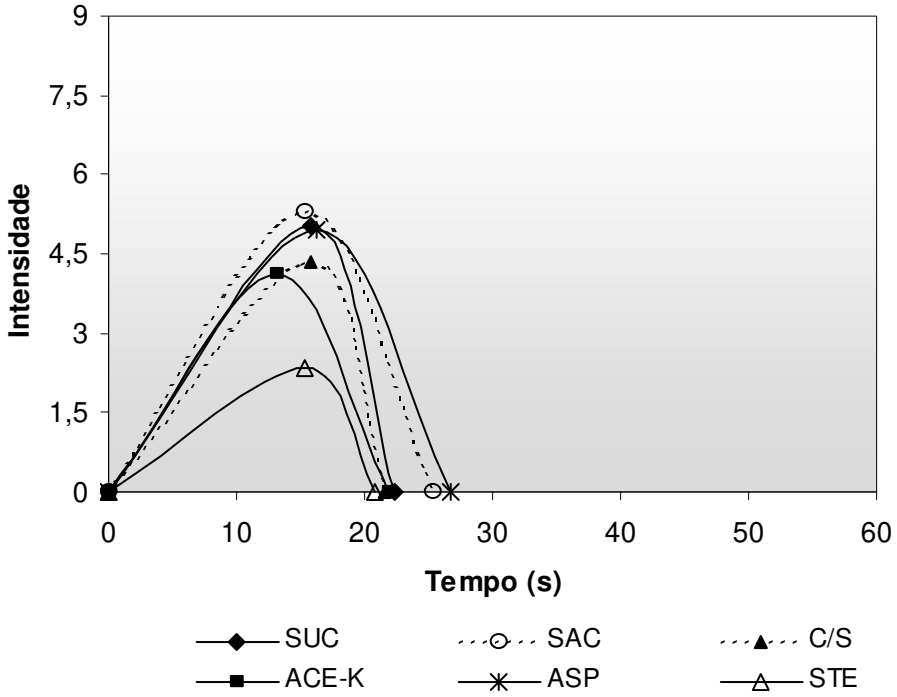


Figura 6. Curva Tempo Intensidade característica do sabor de fruta em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.)* adoçado com diferentes adoçantes

Tabela 3. Média dos parâmetros das curvas Tempo Intensidade para o sabor de fruta em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.)* adoçado com diferentes adoçantes

Amostra	Timax (s)	Imax	Ttot (s)	Area
SUC	15,84^{ab}	5,02^{ab}	22,29^{c}	71,22^{b}
SAC	15,25^{b}	5,29^{a}	25,25^{b}	78,19^{a}
C/S	15,84^{ab}	4,33^{c}	21,57^{cd}	52,49^{d}
ACE	13,14^{c}	4,14^{c}	21,88^{c}	58,35^{c}
ASP	16,31^{a}	4,96^{b}	26,69^{a}	81,54^{a}
STE	15,24^{b}	2,35^{d}	20,77^{d}	33,92^{e}
DMS	0,8094	0,3225	0,9850	3,6564

***** valores da mesma coluna seguidos da mesma letra não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de médias de Tukey
DMS = Diferença mínima significativa
TImax = Tempo para atingir a intensidade máxima.
Imax = Intensidade máxima do estímulo.
Ttot = Tempo total de duração do estímulo.
Área= Área sob a curva

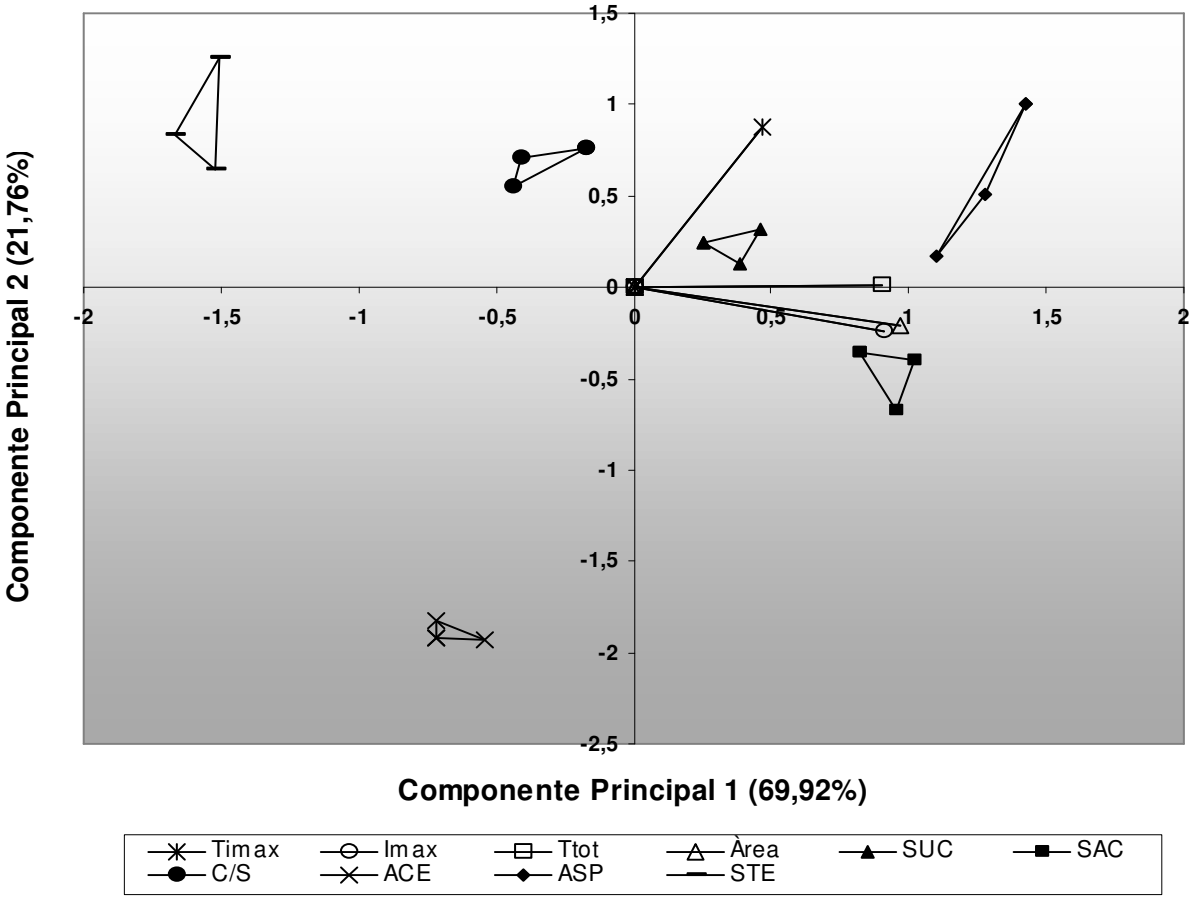


Figura 7 - Gráfico bidimensional da ACP dos parâmetros das curvas Tempo Intensidade para o estímulo sabor de fruta em néctar de goiaba *(Psidium guajava L.)* adoçado com diferentes adoçantes

As amostras adoçadas com sacarose apresentaram a maior intensidade máxima (Imax) para o estímulo sabor de fruta, enquanto o aspartame exibiu o maior tempo total de duração do estímulo (Ttot) em néctar de goiaba. Apesar da diferença de magnitude na percepção do estímulo, essa característica pode ser interpretada como intensificação do sabor de goiaba pelo aspartame em relação à sacarose. Estudos evidenciaram a capacidade do aspartame para intensificar o sabor de fruta em bebidas. Baldwin & Korschgen (1979) observaram intensificação do sabor de fruta nas bebidas sabor cereja e laranja adoçadas com aspartame em comparação com as adoçadas com sacarose. Matysiak & Noble (1991) verificaram que o aspartame exibiu tempo total de duração do estímulo (Ttot) superior em relação aos estímulos doçura e sabor de fruta e a estévia apresentou os menores valores de Imax e Ttot.

Pela análise de variância verifica-se que a amostra com estévia obteve menores valores significativamente ($p \leq 0,05$) para os parâmetros intensidade máxima, área e tempo total de duração do estímulo, sugerindo a possibilidade de mascaramento do estímulo sabor de goiaba. Este fato se deve provavelmente à presença de amargor ou amargor residual deste edulcorante, o que possibilita uma descaracterização do néctar de goiaba por este edulcorante. Resultado este confirmado por MARCELLINI (2005) em suco de abacaxi e em suco de manga por UMBELINO (2005).

5. Conclusão

Nas curvas tempo-intensidade para o estímulo doce em néctar de goiaba, a estévia apresentou a menor média para Timax, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) das outras amostras, sugerindo uma maior rapidez para a percepção inicial do estímulo. Para a maioria dos parâmetros estudados em relação ao estímulo doce, a mistura ciclamato/sacarina 2:1 e o acessulfame-K foram os edulcorantes cujo perfil temporal mais se aproximou ao da sacarose. Em relação ao estímulo amargo, a estévia foi significativamente ($p \leq 0,05$) mais amarga do que as demais amostras, e apresentou maior tempo total de duração do estímulo (Ttot), confirmando a presença de amargor residual intenso na amostra. Com relação à este estímulo, a sucralose e o aspartame foram os edulcorantes que mais se aproximaram da

sacarose em néctar de goiaba. Para o estímulo sabor de fruta, a sacarose exibiu a maior intensidade máxima e o aspartame o maior tempo total de duração do estímulo, indicando potencialização do sabor de fruta na amostra adoçada com esse edulcorante. A sucralose também apresentou perfil sensorial semelhante à sacarose quanto ao estímulo sabor de goiaba, sendo desaconselhável o uso de estévia, que devido ao seu amargor, descaracteriza o néctar de goiaba.

Abstract

The objective of this study, was determine the temporal characteristics of sweetness, bitterness and fruitiness on guava nectar (Psidium Guajava L.) sweetned with sucrose and five edulcorants (sucralose, ciclamate/saccharin 2:1, acesulfame-k, aspartame e stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) in equi-sweet of sucrose at 10%. Time-intensity (T-I) method was used and the time-intensity curves for each substance were made with the software "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" for Windows. The judges registered the perception of each stimuli as function of time for each sample using the mouse. The sample sweetened with stevioside showed maximal intensity for sweet and bitter tastes and these characteristic persisted for a long period, indicating intense sweet and bitter aftertaste. The sample with sucrose displayed a clean sweet taste with no unpleasant aftertaste. Sucrose had a higher intensity of fruit flavor. Although aspartame elicited significantly longer persistence of fruitiness, suggesting an intensification effect on fruitiness of guava juice. The sensorial profiles of aspartame were similar to that of sucrose in the time intensity analysis.

Key-words: guava, nectar, time intensity, edulcorant.

6. Referências bibliográficas

BALDWIN, R.E.; KORSCHGEN, B.M. Intensification of fruit flavors by aspartame. **Journal of Food Science**, v.44, p.938-939, 1979.

BRITO, C.A.K. ; CÂMARA, V.H.A.; H.M.A. BOLINI Equivalência de dulçor e poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes edulcorantes. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial,** v.01, n.02, p.26-36, 2007.

CARDELLO, H.M.A.B., DA SILVA, M.A.A.P., DAMÁSIO, M.H.; LOBÃO, F. Programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37, supl., p.54-60, 2003.

CARDELLO, H.M.A.B., DA SILVA, M.A.A.P., DAMÁSIO, M.H.; Parâmetros de curvas tempo-intensidade dos estímulos doce e amargo de edulcorantes: seleção por análise discriminante por passos e análise de correlação. **Alimentos e Nutrição**, v.12, p.11-26, 2001.

CARDELLO, H.M.A.B.; SILVA, M. A.; DAMÁSIO, M.H. Análise tempointensidade dos estímulos doce e amargo de extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana* Bertoni) em doçura equivalente à sacarose em solução a 10%. In: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; DA SILVA, M.A.A.P. **Avanços em análise sensorial.** SãoPaulo: Varella, 1999. p. 199-212.

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. **Tese de Doutorado.** Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 1996, 237 p.

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

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica e Tecnologia de Alimentos.**, v.31,n.2, p.165-178, 1991.

DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, p. 284-290, 2001.

DIJKSTERHUIS, G. B. Principal component analysis of time-intensity bitterness curves. **Journal of Sensory Studies**, v.8, n. 4, p. 317-328, 1993.

FORDE, C. G. DELAHUNTY, C.M. Understanding the role cross-modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 715-727, 2004.

JÚNIOR, N.G.C.; TEIXEIRA, E.; AMBONI, R. D.M.C. Método Tempo-intensidade: Revisão. **Boletim Ceppa**, v. 25, n. 1, p. 1-14, 2007

KETELSEN, S.M.; KEAY, C.L.; WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 1418-1421, 1993.

LARSON-POWERS, M.; PANGBORN, R. M. Pairs comparison and time-intensity measurements of sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 41-46, 1978.

LEE III, W. E.; PANGBORN, R. M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. **Food Technology**, v. 40, p. 71-82, 1986.

MAILON, V.S.; EBERLER, S.E. Time-intensity measurement of matrix effects on retronasal aroma perception. **Journal of Sensory Studies**, v.12, p. 303-316, 1997.

MARCELLINI, P.S. Caracterização sensorial por perfil livre e análise tempo-intensidade de suco de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) reconstituído e adoçado com diferentes edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005. 85p.

MATYSIAK, N. L.; NOBLE, A. C. Comparison of temporal perception of fruitness in model systems sweetened with aspartame, an aspartame+acessulfamer K blend, or sucrose. **Journal of Food Science**, v.56,p. 823-826, 1991.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: Boca Raton, 3 ed. 1999. 387p.

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

OTT, D. B.; EDWARDS, C. L.; PALMER, S. J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations. **Journal of Sensory Studies**, v. 56, p. 535-542,1991.

OVERBOSCH, P.; ENDEN, J. van den; KEUR, B. An improved method for measuring perceived intensity/time relationships in human taste and smell. **Chemical Senses**, v. 11, n. 3, p. 331-338, 1986.

SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 2001.

UMBELINO, D.C. Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade de suco e polpa de manga (*Magnífera indica* L.) adoçados com diferentes edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005. 190p.

7. Agradecimentos

Ao CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

CAPÍTULO VI

ANÁLISE DA ACEITAÇÃO DE NÉCTARES DE GOIABA POR TESTES AFETIVOS E MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO

(Artigo publicado na Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial ISSN : 1981-3686)

Análise da aceitação de néctares de goiaba por testes afetivos e mapa de preferência interno

Acceptance evaluation of guava nectars by sensorial affective tests and preference map

Resumo

Este trabalho teve como objetivo verificar se existe diferença sensorial significativa ao nível de consumidor quanto à aceitação de 6 amostras de néctar de goiaba (Psidium guajava L.) adoçadas com sacarose, sucralose, ciclamato/sacarina 2:1, acessulfame-K, aspartame e estévia por testes sensoriais afetivos e análises estatísticas uni e multivariada. As amostras foram avaliadas por 120 provadores consumidores do produto, recrutados voluntariamente através de questionário de avaliação quanto à afetividade. Aplicou-se teste de aceitação com escala hedônica não estruturada de 9 cm para avaliação das amostras com relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os dados obtidos avaliados por dois métodos estatísticos distintos: o Mapa de Preferência Interno (MDPREF) e a análise de variância univariada (ANOVA) com comparação de médias pelo teste de Tukey. Os reultados da ANOVA mostraram que amostras adoçadas com sacarose, ciclamato/sacarina 2:1, aspartame e sucralose apresentaram aceitação significativamente superior ($p \leq 0,05$) com médias ao redor de 5,0 na escala hedônica. A amostra com estévia obteve menor aceitação, principalmente com relação ao atributo sabor com média (1,82) próxima a região da categoria "desgostei muitíssimo". *No presente estudo o MDPREF foi gerado pelas primeira e segunda dimensões de preferência, as quais explicaram em conjunto 72,82% das variações observadas entre as amostras com relação à aceitação. O MDPREF confirmou os resultados da ANOVA, indicando uma maior preferência dos provadores pelas amostras de néctar de goiaba adoçadas com sucralose e aspartame .*

Palavras-chave: aceitação, goiaba, mapa de preferência.

1. Introdução

Os testes sensoriais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como "instrumentos" de medida e possui importante vantagem como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores (CARDELLO & CARDELLO, 1998). Os alimentos evocam sensações diversas de sabor, odor, aroma, textura, dor, frio, calor, as quais, podem ser mensuradas por métodos sensoriais (CARDELLO, 1996; RETONDO, 2004). Enquanto bebemos ou comemos, o indivíduo experimenta várias sensações que podem interagir entre si em níveis perceptíveis e algumas contribuem mais que outras (DELWICHE, 2004). A sensação de sabor é culturalmente estabelecida, cada povo tem uma alimentação e preferência alimentar característica. Portanto, não é só de valor nutricional que se avalia um

alimento. Para a maioria dos consumidores, as características sensoriais constituem o aspecto mais importante, para determinar se o alimento vai ou não vai ser bem aceito (FORDE & DELAHUNTY, 2004; RETONDO, 2004). E segundo Marcellini (2005) a análise de aceitação é de extrema importância por refletir o grau que os consumidores gostam ou desgostam de um produto. Os edulcorantes são produtos capazes de adoçar um alimento em substituição ou em adição ao açúcar naturalmente presente ou acondicionado a este alimento. Os edulcorantes podem ser classificados em naturais e sintéticos (MORESCHI, 1999). A percepção de doçura de um edulcorante é influenciado por uma série de fatores como: tipo e concentração do edulcorante, meio de dispersão (solução aquosa, lipídica ou outros ingredientes alimentícios), efeitos sinérgicos, temperatura, pH e outras propriedades (WIET & BEYTS, 1992). A aceitação do edulcorante está associada à semelhança com a sacarose e o perfil sensorial de bebidas dietéticas e de reduzido valor calórico, deve ser similar ao das bebidas clássicas (UMBELINO, 2005). Para se ter boa aceitabilidade em alimentos e bebidas, deve ter um gosto doce aparente (LEE & PANGBORN, 1986), além de uma boa interação com outros ingredientes presentes nos alimentos, não causando alterações significativas (MORI, 1992; NABORS, 2002). Há uma grande quantidade de compostos capazes de proporcionar o gosto doce. Entretanto, apenas alguns, entre naturais e sintéticos, são liberados par uso em alimentos. Os edulcorantes naturais ou sintéticos são essencialmente não calóricos pela sua natureza, têm seu alto poder edulcorante sensivelmente diminuído pela quantidade de ingestão em relação aos adoçantes e são imprescindíveis em regimes dietéticos de diabéticos, de emagrecimento e/ou manutenção de peso corporal (ANGELUCCI, 1986). A goiaba (*Psidium guajava L.*) da família Myrtaceae é uma saborosa e perfumada e constitui uma das frutas mais completas e equilibradas em relação ao valor nutritivo, destacando-se por ser uma excelente fonte de vitamina C (CARVALHO, 1999). O aroma da goiaba pode ser suave e agradável ou penetrante e o sabor varia entre doce, insípido e levemente ácido (PIZA & KAVATI, 1994). O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta, junto com outros países como o México, o Paquistão e a Índia (FERREIRA, 2000). O Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, responsável por mais de 60% do volume nacional da fruta e 55% desse volume é destinado à industrialização. Além do consumo *in natura,* produtos industrializados como goiabada, geléia e suco são a principal forma de consumo

da fruta (AGRIANUAL, 2003). A recente descoberta de seu alto conteúdo em licopeno e suas características funcionais anticancerígenas, tem induzido a um maior consumo da fruta (BRAMLEY, 2000). Portanto, o aproveitamento da goiaba na forma de produtos processados apresenta um grande potencial a ser utilizado (ARGANDOÑA, 2005). Foram objetivos deste trabalho avaliar a aceitação de 6 amostras de néctar de goiaba adoçadas com sacarose, três edulcorantes sintéticos (sucralose, mistura sacarina/ciclamato 2:1, acessulfame-K, aspartame e um natural (estévia), aplicando-se análises estatísticas univariada e multivariada.

2. Material e Métodos

2.1 Material

Foi utilizado base de néctar de goiaba (comercial), preparado conforme as instruções do fabricante. O néctar assim preparado, foi adoçado com cinco diferentes edulcorantes: aspartame puro (Nutrasweet); extrato de folhas de estévia (Steviafarma do Brasil); Mistura de ciclamato / sacarina na proporção de 2:1; sucralose (Splenda, Johnson), sacarose (Sigma Chemical Co.) e acessulfame-K (Slim diet).

2. 2 Preparo das amostras adoçadas com edulcorante

Cada amostra foi adoçada, no momento das análises, com 9,6 % de sacarose, concentração pré-determinada em teste de aceitação utilizando escala de ideal (BRITO, CÂMARA & BOLINI 2007). Os edulcorantes foram adicionados em concentrações equivalentes a 10% de sacarose, determinadas pelo teste de estimação de magnitude. A *amostra 2* foi adicionada de 9,6% de *sacarose* (ideal) e as concentrações de cada edulcorante foram as seguintes: 0,016% de *sucralose (amostra 1),* 0,0360% da *mistura ciclamato/sacarina 2:1 (amostra 3),* 0,0555% de *acessulfame-K (amostra 4),* 0,0555% de *aspartame (amostra 5)* e 0,1% de *estévia (amostra 6).* As amostras foram preparadas com um dia de antecedência, mantidas a 6 ± 2ºC e servidas (para avaliação sensorial) em temperatura de aproximadamente 10 ± 2ºC. As avaliações sensoriais foram realizadas em

cabines individuais e as amostras apresentadas em copos plásticos codificados com algarismos de três dígitos.

2.3 Análise Sensorial - Teste de aceitação

Foi realizado um teste afetivo para todas as amostas de néctar de goiaba em relação à aparência, aroma, sabor, impressão global por 120 provadores, consumidores de néctar de goiaba e produtos de goiaba.

As amostras foram servidas aos provadores de forma monádica em copos plásticos de 50 mL codificados com algarismos de três dígitos. Utilizou-se escala hedônica não estruturada de 9 cm, tendo como limites os termos "desgostei muitíssimo" à esquerda e "gostei muitíssimo" à direita, para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global (STONE & SIDEL, 1993).

A atitude dos provadores com relação à compra do produto também foi avaliada, através de escala de intenção de compra de cinco pontos, que varia de "certamente compraria" e "certamente não compraria o produto" (MEILGAARD *et al*., 1999). O teste de aceitação foi realizado em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

3. Tratamento estatístico

O delineamento experimental aplicado foi de blocos completos em relação aos provadores e blocos completos balanceados em relação às amostras, que foram apresentadas de forma monádica.

Os resultados do teste de aceitação foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e Testes de médias de Tukey ao nível de confiança de 95% ($p \leq 0,05$).

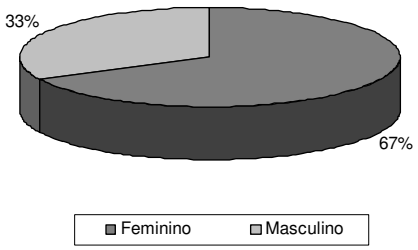
Os dados da análise sensorial de aceitação em relação à aceitação global foram analisados também por análise estatística multivariada (Mapa de Preferência Interno), realizada utilizando-se o Programa MDPREF do PC-MDS Multidimensional Statistic Package.

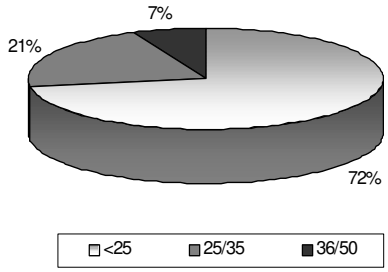
As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (2001) e XLSTAT-MX (2005).

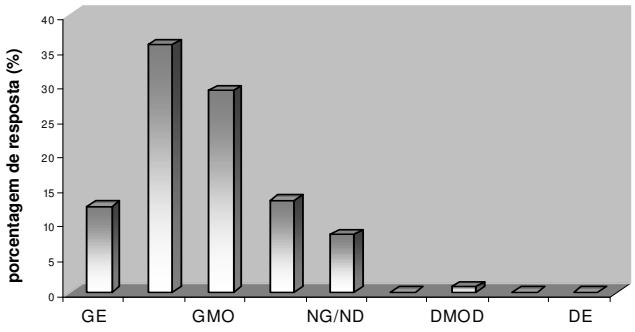
4. Resultados e discussão

4.1 Perfil do consumidor do teste afetivo de néctar de goiaba

Na Figura 1 encontra-se o perfil dos consumidores utilizados no teste afetivo de néctar de goiaba, os mesmos foram recrutados voluntariamente através de questionário específico de afetividade e consumo. No total foram recrutados 120 provadores entre homens e mulheres, com idades entre 21 a 50 anos, sendo que a maioria afirmou gostar muito ou moderadamente de néctar de goiaba e que são consumidores de néctar de goiaba tradicional e "light". Estes provadores representaram o possível público consumidor das amostras de néctar de goiaba preparadas.

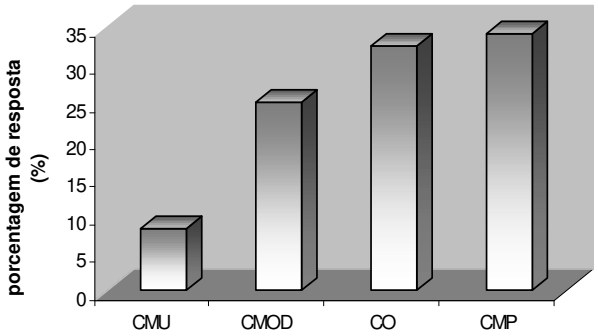






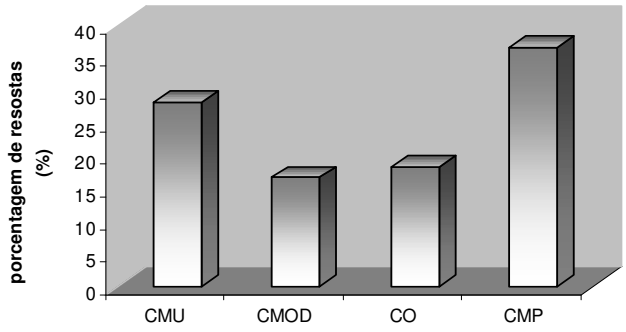
* **Gosta ou desgosta de néctar de goiaba**

GE - gosta extremamente; GMU - gosta muito; GMO - gosta moderadamente; GL- gosta ligeiramente; NG/ND - Nem gosta/ nem desgosta; DL- desgosta ligeiramente; DMO - gosta moderadamente; DMU - desgosta muito; DE - desgosta extremamente



* **Consumo de néctar de goiaba**

CMU-Consumo muito; CMOD - Consumo moderadamente
CO - Consumo ocasionalmente; CMP - Consumo muito pouco



* **Consumo de néctar de goiaba "light" (néctar com adição de edulcorantes)**

CMU-Consumo muito; CMOD - Consumo moderadamente
CO - Consumo ocasionalmente; CMP - Consumo muito pouco

Figura 1. Perfil dos consumidores utilizados no teste afetivo de néctar de goiaba

4.2 Análise de aceitação

Os resultados da análise de variância e do teste de médias de Tukey encontram-se na Tabela 1. E a representação gráfica dos resultados nas Figuras 2 e 3.

Tabela 1. Médias das notas atribuídas pelos provadores para aparência, aroma, sabor, textura e impressão global dos néctares de goiaba adoçados com sacarose e diferentes edulcorantes

Amostras	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
1	4,902[a]	5,183[a]	4,659[ab]	4,958[ab]	4,861[a]
2	5,116[a]	5,110[a]	4,872[a]	5,052[a]	5,042[a]
3	4,847[a]	4,901[ab]	4,002[bc]	4,850[ab]	4,498[ab]
4	4,812[a]	4,815[ab]	3,417[c]	4,394[bc]	3,981[b]
5	4,867[a]	5,119[a]	4,645[ab]	4,922[ab]	4,786[a]
6	4,720[a]	4,384[b]	1,852[d]	3,823[c]	2,622[c]
DMS**	0,8854	0,9239	0,8538	0,8442	0,9357

* médias com letras iguais numa mesma coluna indica que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey (p≤0,05).
** DMS= Diferença mínima significativa.

A análise de variância, entre as amostras, mostrou haver diferença significativa (p≤0,05) na aceitação entre as amostras em relação à aroma, sabor, textura e impressão global. De um modo geral, as notas das amostras situaram-se na escala hedônica próximas à nota 5 (região da categoria "nem gostei/nem desgostei"), destacando-se a estévia com notas abaixo de 3 para sabor e impressão global (região da categoria "desgostei muito" à "desgostei muitíssimo"). As amostras não diferiram estatisticamente entre si (p≤0,05) em relação à aceitação do parâmetro aparência, isto se deve provavelmente ao fato da base de néctar ser a mesma para todas as amostras, a única fonte de variação é a substituição da sacarose por edulcorantes. A cor se manteve constante em todas as amostras, sugerindo que a adição de edulcorante não interfere na cor avermelhada característica de néctar de goiaba.

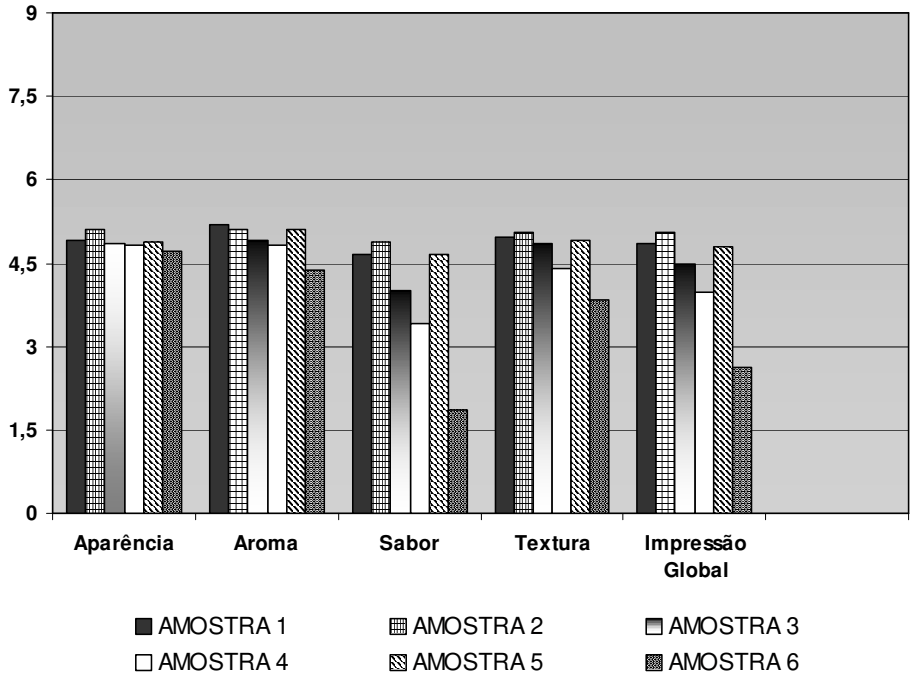
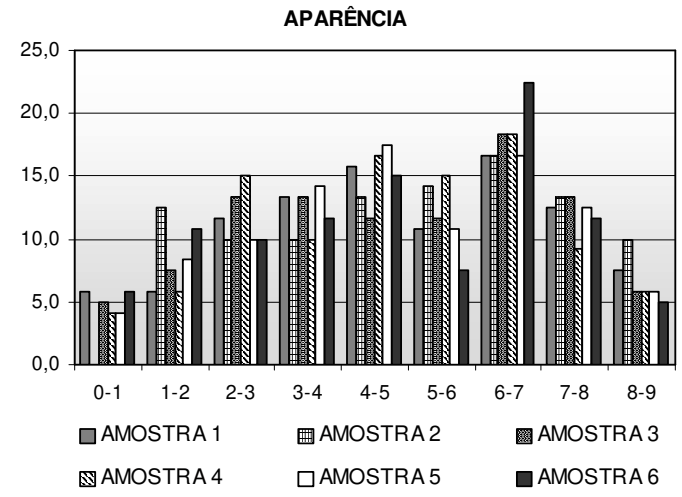
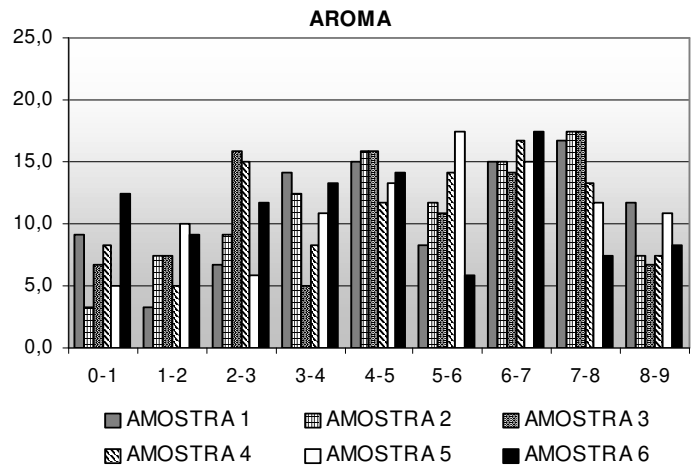


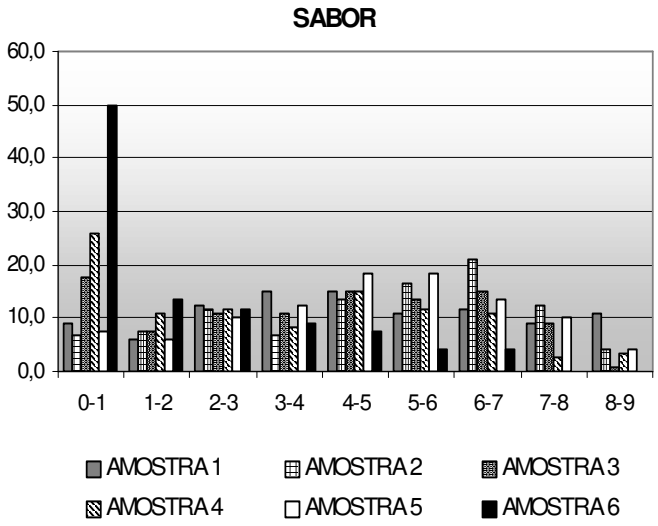
Figura 2. Gráfico de aceitação dos néctares de goiaba adoçados com sacarose e diferentes edulcorantes

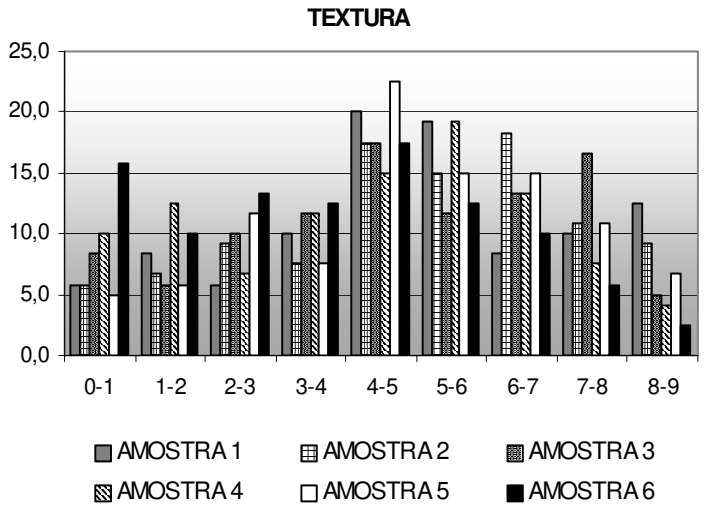
As amostras adoçadas com sacarose, aspartame e sucralose apresentaram aceitação significativamente superior ($p \leq 0,05$) em relação ao sabor. Destacando-se a amostra adoçada com estévia que apresentou média de sabor significativamente inferior à todas as amostras ao nível de 5% de significância. Este resultado deve ser provavelmente atribuído ao amargor característico e ao marcante sabor de erva deste edulcorante natural, que mascara e descaracteriza o sabor da fruta do néctar de goiaba.

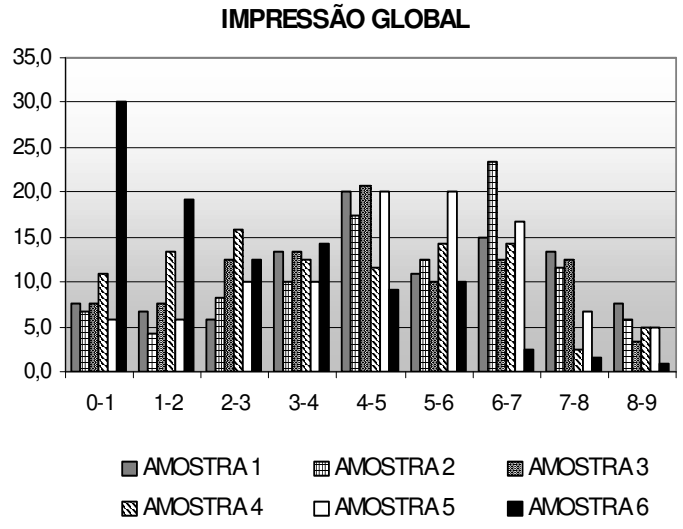
Em relação ao atributo impressão global, a amostra com estévia também foi significativamente ($p \leq 0,05$) a menos aceita, enquanto que as amostras com sacarose, sucralose, mistura ciclamato/sacarina 2:1 e aspartame apresentaram notas significativamente mais altas ($p \leq 0,05$), não apresentando diferença estatística entre si.











*** Amostra 1 = Sucralose**

Amostra 2 = Sacarose

Amostra 3 = Ciclamato/sacarina 2:1

Amostra 4 = Acessulfame-K

Amostra 5 = Aspartame

Amostra 6 = Estévia

Figura 3. Gráficos de distribuição de frequência de notas do teste de aceitação

Os dados da tabela 1 mostram que o sabor foi o atributo sensorial que mais influenciou os provadores com relação ao grau de aceitação destas amostras.

A Figura 3 mostra os histogramas de distribuição das notas das amostras, confirmando este resultado. Analisando-se estes histogramas das notas para sabor, pode-se verificar que a maioria das notas (78%) recebidas pela amostra 6 (estévia) situaram-se na região indicativa de rejeição do produto, com valores menores que cinco. As amostras 1 (sucralose), 2 (sacarose), 3 (mistura ciclamato/sacarina 2:1) e 5 (aspartame), ao contrário da 6, apresentaram maior freqüência de notas na região indicativa de aceitação do produto, ou seja, entre 5 a 9, deslocando a distribuição dos valores hedônicos para a direita. O mesmo resultado ocorre para a distribuição de notas para impressão global. A análise destas distribuições de freqüências de notas confirmam que houve de fato uma preferência dos provadores pelas amostras adoçadas com sacarose, sucralose, mistura ciclamato/sacarina 2:1 e aspartame e rejeição da amostra adoçada com estévia. E o sabor foi comprovadamente o atributo mais relevante na aceitação.

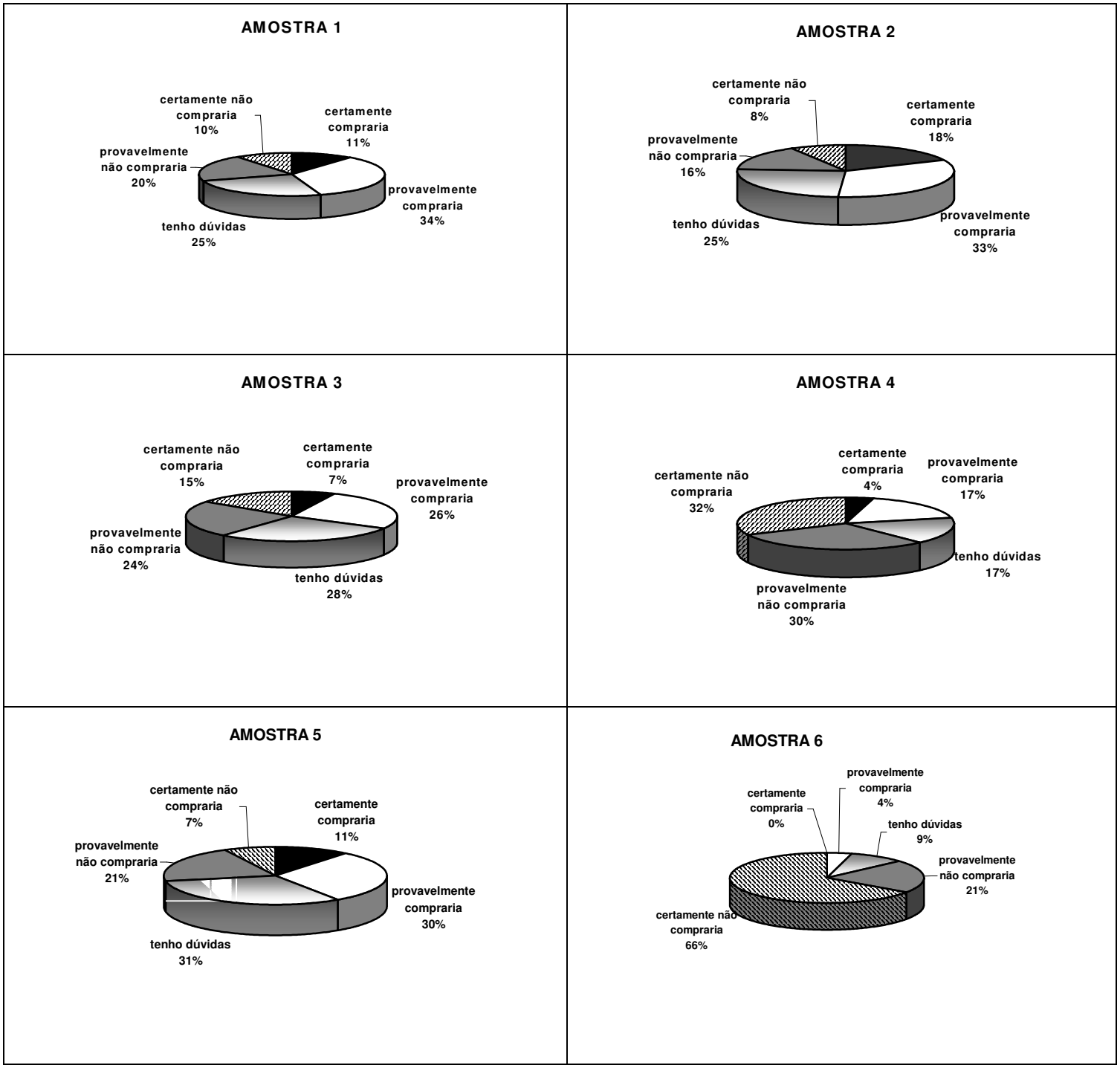


Figura 4. Intenção de compra (%) obtida durante o teste de aceitação das amostras de néctar de goiaba adoçadas com diferentes adoçantes: sucralose (amostra1); sacarose (amostra2); ciclamato/sacarina 2:1 (amostra 3); acessulfame-K (amostra 4); aspartame (amostra 5) e estévia (amostra 6).

Na Figura 4 estão expressos os resultados de intenção de compra. A amostra de néctar de goiaba adoçada com estévia (amostra 6) apresentou alto índice de rejeição já que 87% dos provadores certamente não comprariam ou provavelmente não comprariam esse produto. A segunda maior rejeição dos provadores foi em relação à amostra adoçada com

acessulfame-K (amostra 4) 32% dos provadores certamente não comprariam essa amostra. Pela análise do resultado (Figura 4) confirma-se a influência da aceitação na atitude de compra dos consumidores pelas amostras adoçadas com sacarose (amostra 2), sucralose (amostra 1), mistura ciclamato/sacarina 2:1 (amostra 3) e aspartame (amostra 5). Podemos verificar apenas uma pequena diferenciação, a certeza de compra é mais acentuada nas amostras com sacarose (18%) e com igual intenção (11%) nas amostras com sucralose e aspartame. As amostras com sacarose e aspartame apresentam menor rejeição dos consumidores com 8% e 7%, respectivamente, da probabilidade da não compra contra 10% da sucralose e 15% da mistura ciclamato/sacarina 2:1.

A análise por MDPREF gerou em espaço multidimensional (onde as variações com relação aos dados de preferência foram extraídas em eixos ortogonais e para cada dimensão de preferência), coordenadas relativas aos produtos, que foram geradas em função da resposta dos consumidores. Os dados de aceitação de cada provador foram utilizados para o desenvolvimento de vetores individuais de preferência, resultando na construção de um mapa mutidimensional das amostras, em função dos dados de aceitação.

O Mapa de Preferência Interno das amostras (Figura 5) foi construído de forma a considerar as preferências individuais de cada provador. Assim, as 120 respostas individuais dos provadores, com relação a cada amostra de néctar de goiaba avaliada, geraram um espaço sensorial multidimensional representado por dimensões que explicam a variação total das respostas.

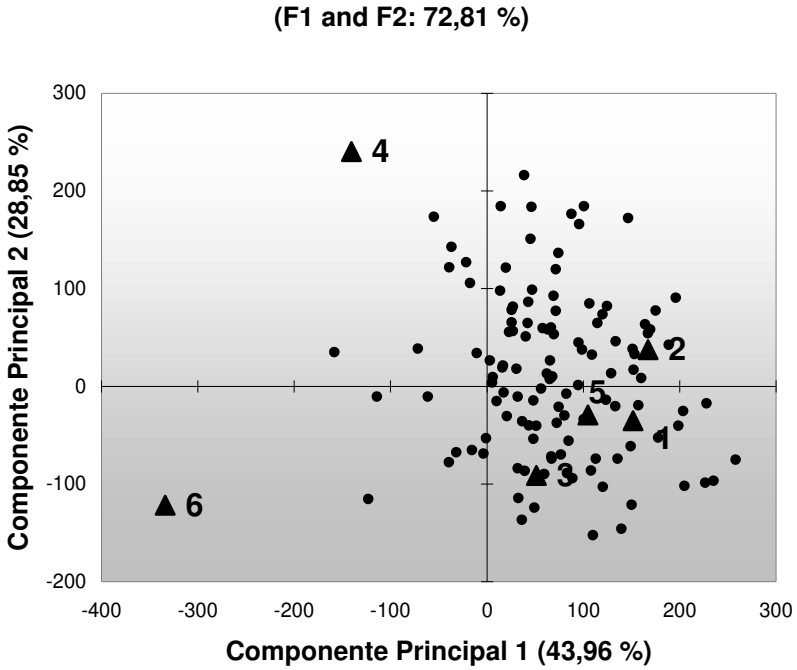


Figura 5. Figura bidimensional do mapa interno de preferência das amostras de néctar de goiaba adoçadas com diferentes adoçantes: sucralose (amostra1); sacarose (amostra2); ciclamato/sacarina 2:1 (amostra 3); acessulfame-K (amostra 4); aspartame (amostra 5) e estévia (amostra 6).

Os pontos caracterizam a aceitação individual de cada provador. A primeira e segunda dimensões geradas explicam conjuntamente cerca de 72,81% da variabilidade das respostas.

A Figura 5 evidencia três segmentações distintas das amostras com relação aos níveis de aceitação, as amostras situadas à direita no mapa: sacarose (SAC), aspartame (ASP), sucralose (SUC) e ciclamato/sacarina 2:1 (C/S), constituem o grupo de amostras que obtiveram maior aceitação, maior concentração de provadores. E as amostras situadas à esquerda: amostra ACE (acessulfame-K) obteve aceitação intermediária e a amostra STE (estévia) representa o último grupo de preferência, amostra que teve a menor aceitação. O que pode ser visto pela menor concentração de provadores para esta amostra e a distância das demais amostras. A posição similar de aspartame (ASP) e sucralose (SUC), confirmam a melhor performance destes dois edulcorantes em néctar de goiaba, sendo mais aceitos pelos consumidores, com médias mais altas no teste de Tukey (Tabela 1). E a maior proximidade com a sacarose, sugere uma maior similaridade com a mesma, provavelmente

a substituição da sacarose por estes edulcorantes não interferiria no sabor e na aceitação do produto (néctar de goiaba) pelo consumidor.

5. Conclusão

Os resultados obtidos indicaram que os consumidores apresentaram uma maior aceitação pelas amostras de néctar de goiaba adoçadas com sacarose, ciclamato/sacarina 2:1, sucralose e aspartame. E a escala de intenção de compra revelou uma certeza maior de aquisição do produto para as amostras com sacarose e com igual intenção nas amostras com sucralose e aspartame. Destacando-se a amostra com estévia que foi a menos aceita e apresentou alto índice de rejeição. O mapa de preferência interno (MDPREF) confirmou os resultados obtidos pela ANOVA e ainda possibilitou observar mais claramente a segmentação dos consumidores, em função das características sensoriais das amostras.

Abstract

This work had as objective to verify if it exists significant sensorial difference of acceptance at consumers level on 6 samples of guava nectars (Psidium guajava L.) sweetened with sucrose, sucralose, ciclamate/saccharin 2:1, acesulfame-K, aspartame and stevia by sensorial affective tests, treated by two distints statistical analysis: univariate variance analysis (ANOVA) and the multivariate internal preference map (MDPREF). The samples were evaluated by 120 judges, recruted as a volunteer based in a questionary that evaluated affectivity for the product. Acceptance tests were conducted in individual cabins with non structured hedonic scale of 9 cm for evaluation of appearance, aroma, flavor, texture and overall impression. The ANOVA and Tukey test and the Internal preference Map (MDPREF), were used to evaluate the obtained data. The ANOVA results showed that the samples sweetened with sucrose, ciclamate/saccharin 2:1, aspartame and sucralose presented the higher acceptance ($p \leq 0,05$) with scores near 5.0 in the hedonic scale. The sample with stevia had the lower acceptance, especially with relation to flavor atribute, with score (1,82) near to the region of category "undislike very much". In this case, the MDPREF generated was based in the first and second preference dimensions, that can explained 72.82% of the acceptance samples variations observed. The MDPREF had confirmed the ANOVA results, indicating a consumer higher preference for the samples of guava nectar sweetened with sucralose and aspartame.

Keywords: acceptance, guava, preference map.

6. Referências bibliográficas

AGRIANUAL, 2003: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. p. 314-318.

ANGELUCCI, E. Adoçantes e edulcorantes. In: Seminário Brasileiro sobre *Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni.* **Anais.** Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 1986. p.11-15.

ARGANDOÑA, E.J.S. Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: avaliação de um sistema osmótico semi descontínuo da secagem e da qualidade. **Tese de Doutorado**.Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2005, 157p.

BRITO, C.A.K. ; CÂMARA, V.H.A.; H.M.A. BOLINI Equivalência de dulçor e poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes edulcorantes. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial,** v.01, n.02, p.26-36, 2007.

CARDELLO, H.M.A.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p. 211-217, 1998.

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. **Tese de Doutorado.** Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 1996, 237 p.

BRAMLEY, P.M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, v. 54, n. 3, p. 233-236, 2000.

CARVALHO, H. A. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós colheita da goiaba" Kumagai ". **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Lavras, Lavras, MG. 1999. 115p.

DELWICHE, J. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. **Food Quality and Preference**, v; 15, p. 137-146, 2004.

FERREIRA, P.R. Goiaba deve atrair mais consumidores. **Gazeta Mercantil**, P.B-20, 25 de Abril, 2000.

FORDE, C.G.; DELAHUNTY, C. M. Understanding the role cross-modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. **Food Quality and Preference.** v. 15, p. 715-727, 2004.

LEE III, W. E.; PANGBORN, R. M. Time - intensity: the temporal aspects of sensory perception**. Food Technology**, London, p. 71-82, 1986.

MARCELLINI, P.S. Caracterização sensorial por perfil livre e análise tempo intensidade de suco de abacaxi (*Ananas comosus (L.) Merril*) reconstituído e adoçado com diferentes edulcorantes. **Tese Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005. 85p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: Boca Raton, 3 ed. 1999. 387p.

MORESCHI, S.R.M. *Purificação e concentração do extrato de Stevia rebaudiana Bertoni através de membranas microporosas.* **Tese de Mestrado** em Engenharia Química Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 1999. 113p.

MORI, E. Análise sensorial de adoçantes e edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 12, n.2, p. 101-115, 1992.

NABORS, L. O. Sweet Choices: Replacements for foods and beverages. **Food Technology**, v. 56, n. 7, p. 28-34, 2002.

PIZA, J.R.; KAVATI, R. **A cultura de goiaba de mesa**. Campinas: Cati, 1994. 29 p. Boletim Técnico Cati.

RETONDO, C.G. Química das sensações: desenvolvimento de um material didático interdisciplinar para o ensino superior. **Tese de Mestrado**. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2004. 282 p.

SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 2001.

STONE, H.; SIDEL, J.L., **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 2ed., 1993. 338p

UMBELINO, D.C. Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade de suco de polpa de manga (*Magnifera indica* L.) adoçados com diferentes edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005, 190p.

XLSTAT (2005). *XLSTAT-PRO User's Guide,version 7.5.3*. Addinsoft Inst Inc,, NY,USA

WIET, S.G; BEYTS, P.K. Sensory Characteristics of Sucralose and other High Intensity Sweeteners. **Journal of Food Science,** v.57, n.4 p.1014-1019, 1992.

7. Agradecimentos

Ao CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro.

CAPÍTULO VII

ANÁLISE INSTRUMENTAL E FÍSICO-QUÍMICA DE NÉCTARES DE GOIABA ADOÇADOS COM DIFERENTES EDULCORANTES

(Resumo expandido publicado nos anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia d Alimentos - 2008)

ANÁLISE INSTRUMENTAL E FÍSICO-QUÍMICA DE NÉCTARES DE GOIABA ADOÇADOS COM DIFERENTES EDULCORANTES

RESUMO

Foi determinado o perfil físico-químico e instrumental de seis amostras de néctar de goiaba adoçados com sacarose, sucralose, ciclamato-sacarina 2:1, acessulfame-K, aspartame e estévia. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de correlação PLS com a impressão global do teste sensorial de aceitação (impressão global do produto) determinado anteriormente por 120 consumidores recrutados voluntariamente.

Palavras-Chave: goiaba, análise instrumental, néctar.

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais ricos em frutas tropicais entre elas, a goiaba (*Psidium guajava L.* família Myrtaceae), uma fruta que destaca-se não só pelo seu aroma e sabor característico, como também pelo seu valor nutricional, colocando o Brasil na posição de maior produtor mundial de goiabas-vermelhas (IEA, 2008). As frutas *in natura*, por serem perecíveis, têm menor vida-de-prateleira e apresentam perdas pós-colheita que variam de 15 a 50% (BUENO et al., 2002). Por isto, uma tendência mundial é o processamento das frutas, destacando-se o mercado de sucos e néctares, devido principalmente à mudanças de hábitos alimentares e busca de qualidade de vida pelos consumidores (KATZ, 2000). Segundo a Instrução Normativa nº12 de 4 de Setembro de 2003 - Anexo III néctar de goiaba é a bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível da Goiaba (*Psidium guajava, L.*) e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos. Apresenta cor de branca a avermelhada, sabor característico e aroma próprio (BRASIL, 2008). O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e instrumentais de seis amostras de néctar de goiaba elaborados com diferentes edulcorantes e correlacioná-las com a aceitação sensorial por PLS.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado base de néctar de goiaba (comercial), preparado conforme as instruções do fabricante. O néctar assim preparado, foi adoçado com sacarose (amostra 2) e cinco diferentes edulcorantes: sucralose (amostra 1), mistura ciclamato / sacarina na

proporção de 2:1 (amostra 3), acessulfame-K (amostra 4), aspartame (amostra 5) e estévia (amostra 6). A acidez total titulável, o conteúdo de sólidos solúveis (ºBrix), sólidos totais e pH foram avaliadas de acordo com a metodologia preconizada pela AOAC (1997). O teor de vitamina C foi determinado segundo método decrito por MACEDO et al. (2005). A cor foi avaliada através do sistema de leitura de três parâmetros, o CIELAB. Os parâmetros L*, a* e b* foram fornecidos pelo espectrofotômetro Color Quest II, marca HUNTERLAB (1998). E a correlação PLS (método dos mínimos quadrados parciais) através do software estatístico XLSTAT-MX (2005).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Característica físico-químicas e instrumentais de néctares de goiaba

	Cor			pH	ST	BX	ACT	AR	AT	AA
	L	a	b							
1	39,19[a]	8,16[a]	10,78[ab]	3,55[b]	2,16[c]	2,17[b]	0,18[b]	1,51[a]	3,12[b]	16,23[a]
2	37,58[b]	7,08[c]	9,72[c]	3,56[b]	11,5[a]	9,5[a]	0,18[b]	1,33[c]	15,03[a]	12,42[b]
3	39,24[a]	7,97[b]	10,72[b]	3,57[b]	2,18[bc]	2,17[b]	0,18[b]	1,47[b]	3,06[bc]	12,68[b]
4	39,45[a]	7,91 [b]	10,85 [ab]	3,57[b]	2,16[c]	2,5[b]	0,18[b]	1,53[a]	2,97[c]	12,31[b]
5	39,55[a]	7,99[ab]	11,00 [a]	3,61[a]	2,26[b]	2,33[b]	0,19[ab]	1,51[a]	3,01[c]	12,76[b]
6	39,42[a]	7,92 [b]	10,91 [ab]	3,56[b]	2,23[bc]	2,5[b]	0,2[a]	1,47[b]	2,97[c]	12,35[b]

[a] L= luminosidade, a = cor vermelha, b= cor azul, pH, ST= sólidos totais, BX =ºBrix, ACT = acidez titulável, AR = açúcar redutor (g/100g), AT = açúcar tota l(g/100g), AA = teor de ácido ascórbico (mg/100g) * médias marcadas com letras iguais numa mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$)

Com exceção da amostra adoçada com sacarose as amostras adoçadas com edulcorante apresentaram conteúdo de açúcar total cerca de 50% abaixo do descrito na legislação (BRASIL, 2008) onde o padrão mínimo é de 7g/100g, baixo conteúdo de sólidos solúveis (mínimo 10ºBrix) e reduzido teor de ácido ascórbico (mínimo 14 mg/100g). Os valores de coeficiente de Pearson confirmam a correlação positiva entre o conteúdo de açúcar total e o conteúdo de sólidos totais e sólidos solúveis, ocorrendo o inverso para o conteúdo de açúcar redutor o qual demonstrou uma correlação negativa. A análise da cor demontrou uma variação de vermelho à vermelho alaranjado, não ocorrendo diferença significativa entre as amostras, exceto para a amostra adoçada com sacarose (amostra 2). Os parâmetros L*a*b* tiveram correlação direta com ST, BX, AR e AT. Pela análise PLS (Figura 1), só o parâmetro AA contribuiu significativamente ($p \leq 0,05$) de forma positiva na correlação com a aceitação sensorial dos néctares de goiaba.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson de parâmetros de cor (L a b), pH, sólidos totais, ºBrix, acidez titulável, açúcar redutor, açúcar total e teor de ácido ascórbico

	L	a	b	pH	ST	BX	ACT	AR	AT	AA
L	1									
a	0,93*	1								
b	1,00*	0,94*	1							
pH	0,36	0,16	0,37	1						
ST	-0,98*	-0,97*	-0,98*	-0,23	1					
BX	-0,98*	-0,98*	-0,97*	-0,23	1,00*	1				
ACT	0,38	0,2	0,42	0,23	-0,28	-0,27	1			
AR	0,95*	0,93*	0,94*	0,29	-0,94*	-0,94*	0,13	1		
AT	-0,99*	-0,97*	-0,98*	-0,24	1,00*	1,00*	-0,3	-0,94*	1	
AA	0,1	0,44	0,15	-0,39	-0,23	-0,26	-0,3	0,29	-0,22	1

[a] L= luminosidade, a = cor vermelha, b= cor azul, pH, ST= sólidos totais, BX =ºBrix, ACT = acidez titulável
AR = açúcar redutor, AT = açúcar total, AA = teor de ácido ascórbico * significante à p ≤0,05

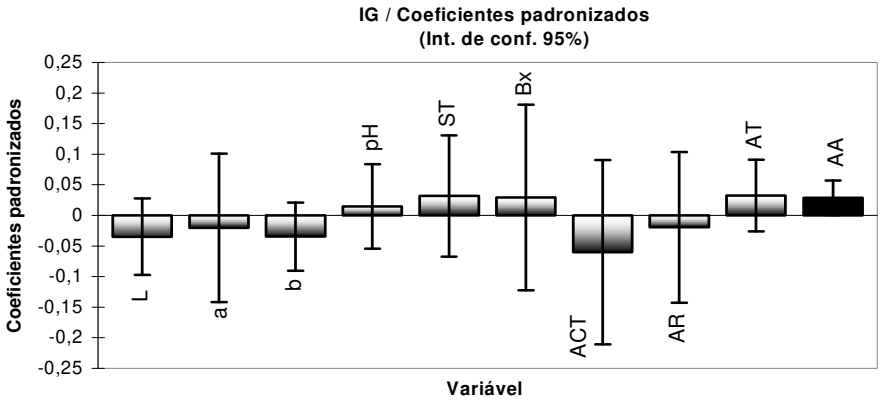


Figura 1. Coeficientes padronizados da regressão PLS dos atributos sensoriais e impressão global dos néctares de goiaba.

5 - CONCLUSÃO

As propriedades físico-químicas dos néctares de goiaba obtidos neste estudo apresentaram diferença em relação ao padrão de identidade e qualidade de "néctar de goiaba" estabelecido pela legislação brasileira vigente. Isto se deve, provavelmente à substituição da sacarose pelos edulcorantes e diferenças de processamento.

6 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. In:_____ Fruits juices.16 th edition, v. II. Maryland : AOAC., 1997, p.37.1-23.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 04/09/2003. Aprova o Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade de sucos e néctares. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sisgelis-consulta>. Acesso em: 13 mai. 2008.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B. & GARCIA- CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.61, n.2, p.121-126, 2002

HUNTERLAB (1998) User´s manual with universal software versions 3.5. Reston: Hunterlab.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>. Acesso em: 11 mar. 2008.

KATZ, F. Research priorities more toward healthy and safe. Food Technology, v. 54, n. 12, p .42-44, 2000.

MACEDO, G.A.; PASTORE, G.M.; SATO, H.H.; PARK, Y.K.(2005) Bioquímica Experimental de alimentos, 1. ed. Sao Paulo: Varela, v. 1. 187 p.

XLSTAT (2005). *XLSTAT-PRO User's Guide,version 7.5.3*. Addinsoft Inst Inc,, NY,USA

5 - AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico(CNPq) pela concessão de bolsa.

CAPÍTULO VIII

ANTIOXIDANT CAPACITY, PHENOLIC, ASCORBIC ACID AND LYCOPENE CONTENT OF GUAVA (*Psidium guajava L.*) JUICES AND NECTARS

(Artigo submetido à Revista Alimentos e Nutrição - 2008)

Antioxidant capacity, phenolic, ascorbic acid and lycopene content of guava (*Psidium guajava L.*) juices and nectars

ABSTRACT: Brazil is one of the main producers of guava, reaching a total of 408.000 ton in 2004. Besides the essential nutrients and micronutrients, guava contains secondary compounds, such as polyphenols, ascorbic acid and carotenoids, which antioxidant activity may prevent cardiovascular and circulatory diseases. Treatments applied on guava during process can interfere on the amounts of these compounds. Due to the increasing demand for products with health benefits claims, the aim of this work was to determine the antioxidant capacity *in vitro* of three different brands of guava nectars and juices, through free radicals scavenging methods, DPPH and $ABTS^{\cdot+}$, and its correlation with the total polyphenolic content, total lycopene and ascorbic acid. Brands revealed statistical differences ($p \leq 0.05$) in antioxidant capacity, ranging from 1.9 to 7.7 molTE/mL. Antioxidant capacity presented positive correlation for ascorbic acid content and polyphenolic compounds, being relatively low for the lycopene. Different process can influence the content of these compounds as well as interfere in the antioxidant capacity. The control of the production process is important to add value to guava products and fulfill the new tendency of the market.

KEYWORDS: antioxidant, guava, juice.

INTRODUCTION

Brazil is one of the richest countries in tropical fruits, among them guava (*Psidium guajava L.),* a flavored and perfumed fruit.[16] It's considered a highly nutritious fruit because it contains a high level of ascorbic acid, and red-fleshed Brazilian guava has several carotenoids such as β-carotene, rubixanthin, lutein, cryptoflavin, phytofluene and lycopene.[11]

The frequent consumption of natural antioxidants particularly in fruits and vegetables is associated to lower risk of degenerative diseases such as cancer, arthritis, arteriosclerosis, cardiovascular and acceleration of the ageing process. Antioxidants are substances that can prevent or delay oxidative damage of lipids, proteins and nucleic acids by reactive oxygen species. Three major groups: vitamins, phenolics and carotenoids are related to the defensive effects of natural antioxidant in fruit. They are separated in two groups: hydrophilic antioxidant (ascorbic acid and phenolics) and lipophilic antioxidant (carotenoids).[1] The antioxidant properties of a number of tropical fruits have been investigated and several assays have been frequently used to estimate antioxidant capacities in fresh fruits and their products, including 2,2-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) ($ABTS^{\cdot+}$) and 2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl (DPPH).[22] Both models are recommended as useful tools for evaluating the total antioxidant capacity of fruits.[8] These natural pigments in fruits, such as carotenoids, are fairly stable in their natural environment in intact cells, but they can become much more labile when fruits are subjected to postharvest treatments or processing.[4]

The aim of this research was to compare the efficiency of $ABTS^{\cdot+}$ and DPPH assays to estimate antioxidant capacities and their correlations with ascorbic acid, total phenolics

and total lycopene contents in commercial guava juices and nectars proceeding from different States of Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Samples

Six samples of processed guava juices and nectars of three diferent brands proceeding from States of Southeast and Northeast of Brazil and commercialized in the city of Campinas-SP were used. Samples 1 (traditional) and 2 (light) guava juices proceed from Ceará; Samples 3 (traditional) and 4 (light) guava nectars from São Paulo and Samples 5 (traditional) and 6 (light) guava nectars from Minas Gerais. Each sample with the same lot of manufacture and storage conditions

Determination of total carotenoid (Total lycopene content)

Each sample was prepared from a mixture of 3 liters of each guava juices and nectars from each comercial brand with the same lot of manufacture. From each homogenized (sample), an aliquot of 5 g was separated in duplicate for determination of total carotenoids.

Extraction of lycopene with acetone using a mortar and pestle

This methodology was based on Screening Method of Rodriguez-Amaya[19], in which a portion (about 5 g of guava juice or nectar) was weight and transferred to a mortar and a small amount (3 g) of Hyflosupercel (celite) was added. This mixture was grinded with 50 mL of cold acetone (acetone refrigerated for about 2 hours) and filtered with suction through a Buchner funnel with paper filter.

Partition to petroleum ether

The extract was transferred to separatory funnel with 50 mL of petroleum ether (PE) and portions of methanol were added. Distilled water (~300 mL) was added slowly along the walls of the funnel, to avoid formation of emulsion. After the separation of the two phases, the lower (aqueous phase) was discarded. The upper phase was washed 3 to 4 times with distilled water (~200 mL each time) to remove residual acetone or methanol. In the last washing, the lower phase was totally discarded. The PE phase was colleted in a volumetric flask (50 mL), making the solution pass through a small funnel containing anhydrous sodium sulfate and a glass wool plug to hold the sodium sulfate (~15 g) and remove residual water. Total carotenoid was determined in a UV/visible spectrophotometer Beckman, DU®640. The shape of the spectrum (spectral fine structure) is characteristic of the chromophore, lycopene, that is an unsaturated acyclic carotenoid, which absorbs at three wavelengths, resulting in a three-peak spectrum. To calculate total lycopene content (μg/g) absorption coefficiente of lycopene in PE(3450) was used. [18]

Ascorbic acid content

The procedures used were described by Macedo et al.[10], based on titulation method with the reduction of 2,6-diclorobenzenoindofenol (DCFI) by ascorbic acid. The results were expressed in mg de ascorbic acid/100 g of nectar.

Determination of total phenols

Total phenols were measured by the Folin-Ciocalteu assay [21]using gallic acid (Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) for the standard curve and results were expressed in

mg gallic acid equivalents/L (GAE). Floating particles were removed by centrifugation and juice sample diluted 1:100 with deionized water, followed by colorimetric reading at 760 nm with a Beckman spectrometer.

Determination of radical scavenging activity

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) (Sigma) was used to evaluate free radical scavenging activity of juices using the methods according to Kim et al.[7] In the radical form, DPPH $^{\cdot}$ presents a maximum absorption at 517 nm, but upon reduction by a radical scavenger, a pale-yellow non-radical form is produced. Methanolic solutions of DPPH (100 mm) were daily prepared using methanol 80% in water. Sample aliquots of 0.1 mL were added to 3.9 mL fresh DPPH methanolic solution and the mixtures were kept in the dark for 30 minutes at room temperature (25ºC). The absorbance (λm) was measured with a Beckman spectrophotometer before addition of samples and after 30 minutes in the presence of samples. A standard curve of the synthetic antioxidant Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl-chroman-2-carboxylic acid) (Sigma-Aldrich) was built in concentrations of 0,08-1,28 mM/L in methanol 80%. Analyses were carried out in duplicates and the results expressed in mM Trolox equivalent (mM TE).

Determination of ABTS radical antioxidant capacity

Total antioxidant capacity is a spectrophotometric technique which measures the relative abilities of antioxidants to scavenge the $ABTS^{\cdot+}$ (2,2-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) in comparison to the antioxidant capacity of standard amounts of Trolox® (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), according to the methodology described by Re et al. [17] This improved technique involves the direct

production of $ABTS^{\cdot+}$ chromophore through the reaction between ABTS and potassium persulfate. In the presence of antioxidants the absorbance decreases and the extent of decolorization as percentage inhibition of radical cation is determined as function of concentration and time.

Data analysis

The ANOVA and Tukey test were used to evaluate the obtained data. For the statistical analysis, the SAS program was used.[20]

RESULTS AND DISCUSSION

The spectrophotometric analysis presents an estimative of the total carotenoids in guava samples in the study (Table 1), and was based on the lycopene content, because it's the predominant carotenoid in guava, with a higher concentration compared to β-carotene.[3] Lycopene content showed values from 11.09 to 16.53 μg/g in the samples of guava juices and nectars, close to the value estimated by Padula [12] to guava juice cultivar IAC-4 (20,2μg/g); and over the values obtained for two guava juice brands, A and B, commercialized in São Paulo (9.3 μg/g e 2.1 μg/g).

Samples 3, 4, 5 and 6 of guava nectars, proceeding from Southeast States of Brazil, showed higher contents of lycopene compared to guava juices 1 and 2, originated from the Northeast (Table 1). These results corresponded to the ones obtained by Padula & Rodriguez-Amaya [13], who found lower levels of lycopene for guava juice proceeding from the Brazilian Northeast States, compared to the one produced in the State of São Paulo (Southeast). The "light" samples 2 and 6 presented higher levels of lycopene compared to the traditional ones, the opposite occurred to samples 3 and 4, where the traditional version had higher lycopene content (16.19 ± 0,11μg/g) then the "light" version (14.75 ± 0,13μg/g).

Table 1. Lycopene, ascorbic acid and total phenolic content of guava nectar and juice (*Psidium guajava L.)*

Samples	Lycopene (μg/g)*	Ascorbic acid (mg/100 g)*	Total phenolic (mg GAE/L)*
1	11.09 ± 0.36^{a}	8.6 ± 0.1^{a}	410.9 ± 2.1^{a}
2	13.91 ± 0.11^{b}	9.7 ± 0.1^{a}	313.4 ± 3.9^{b}
3	16.19 ± 0.11^{c}	17.0 ± 0.4^{b}	712.1 ± 5.8^{c}
4	14.78 ± 0.13^{b}	13.8 ± 0.4^{c}	464.9 ± 5.5^{d}
5	13.94 ± 0.12^{b}	24.6 ± 0.4^{d}	846.4 ± 2.4^{e}
6	16.53 ± 0.53^{c}	23.2 ± 0.76^{d}	777.2 ± 3.0^{f}

*Each value is the mean ± standard deviation of three replicate experiments. Different letters represent significant differences ($p \leq 0.05$) in samples. GAE = galic acid equivalent

The amount of ascorbic acid was different among the samples from different brands, ranging from 8.6 to 24.6 mg/100g. Only one brand showed differences between traditional and "light" versions. Evangelista & Vieites [2] found ascorbic acid content in guava pulp ranging from 4.57 to 58.04 mg/100g. The ranges of ascorbic acid contents (mg/100g) were 4.8-13.2 in nectarines, 3.6-12.6 in peaches and 2.5-10.2 in plums.[6] The content of C vitamin can vary according to the processing conditions, storage and type of package. Those parameters can influence in the loss of C vitamin in a higher or lower extension in guava pulp.[14]

The total phenolic content was significantly different among guava samples. Sample 5 presented the highest score (846.4 ± 2,4 mg GAE/L). Luximon-Ramma et al.[9] reported a total phenolic content of 126.4 mg GAE/100g in pink pulp guava, 142.9 in starfruit, 47.9 in pineapple, 56.0 in mango, 57.6 in papaya and 28.8 mg GAE/100g in litchi.

Table 2. Antioxidant capacity of guava nectar and juice (*Psidium guajava L.*)

Samples	$ABTS^{\cdot+}$ (μmol/ml)* (a)			DPPH (μmol/ml)* (b)
	1 min	4 min	7 min	
1	0.97 ± 0.05 [a]	1.11 ± 0.06 [a]	1.23 ± 0.05 [a]	4.5 ± 0.14[a]
2	1.05 ± 0.03 [ad]	1.23 ± 0.07 [a]	1.31 ± 0.07 [a]	1.9 ± 0.09[b]
3	1.42 ± 0.04 [b]	1.58 ± 0.04 [b]	1.64 ± 0.01 [b]	6.4 ± 0.26[c]
4	1.15 ± 0.06 [ac]	1.27 ± 0.07 [ac]	1.34 ± 0.05 [ac]	4.4 ± 0.17[d]
5	1.18 ± 0.07 [cd]	1.40 ± 0.03 [bc]	1.50 ± 0.03 [bc]	7.7 ± 0.4[e]
6	1.26 ± 0.01 [ad]	1.45 ± 0.01 [bc]	1.53 ± 0.01 [b]	6.2 ± 0.2[c]

* Each value is the mean ± standard deviation of three replicate experiments. Different letters indicate significantly different values ($p \leq 0.05$) . Antioxidant capacity was measured through the (a) cation ABTS and expressed in μmol of Trolox equivalent, and through the (b) radical. DPPH expressed in μmol of Trolox equivalent.

Table 3. Pearson's correlation coefficients of antioxidant activities, ascorbic acid, total phenolics, and total carotenoids content

Trait[a]	TPH	AA	LYC	DPPH	ABTS		
					1 minute	4 minutes	7 minutes
TPH	1.00	0.95*	0.54	0.95*	0.70	0.79	0.84*
AA	0.95*	1.00	0.60	0.84*	0.61	0.72	0.76
LYC	0.54	0.60	1.00	0.33	0.87*	0.86*	0.81
DPPH	0.95*	0.84*	0.33	1.00	0.60	0.66	0.72
ABTS1	0.70	0.61	0.87*	0.60	1.00	0.98*	0.96*
ABTS4	0.79	0.72	0.86*	0.66	0.98*	1.00	0.99*
ABTS7	0.84*	0.76	0.81	0.72	0.96*	0.99*	1.00

[a] TPH=total phenolics, AA=ascorbic acid, LYC=lycopene, ABTS =antioxidant activity measured in methanol extract based on ABTS assay in three times (1,4,7 minutes), DPPH=antioxidant activity measured in methanol extract based on DPPH assay.
* significant at $p \leq 0.05$.

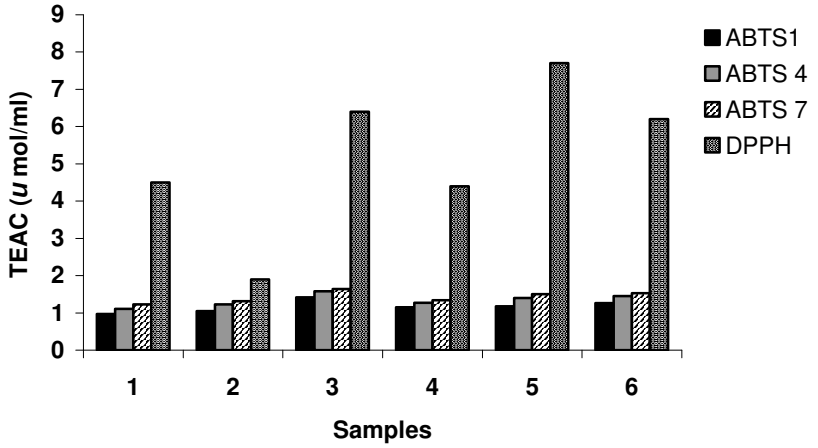


Figure 1. TEAC of 6 samples of guava juices and nectars by ABTS and DPPH- scavenging assay

TEAC of guava juices and nectars obtained by DPPH and ABTS assays is shown in Figure.1. There are a number of factors that influence the effectiveness of antioxidants in complex heterogeneous foods and biological systems and in multiphase models. These include the lipid/aqueous phase partitioning properties of the antioxidants, the oxidation conditions[5]. The influence of all relevant parameters can not be evaluated using only one assay protocol; therefore two systems were chosen to evaluate the antioxidant capacity of guava nectar and juice. DPPH and $ABTS^{\cdot+}$ measure the radical scavenging activity in organic system.

The TEAC values obtained through the cation $ABTS^{\cdot+}$ and radical DPPH are shown in Table 2. The samples 3, 5 and 6 presented higher scavenging activity compared to the others. Antioxidant capacities of the different guava nectars and juices tested varied considerably. Total antioxidant capacity measured from DPPH was found to vary four fold from that at the lowest value. Sample 5 with 7.7 μmol/ml is classified as containing

high antioxidant capacity. The antioxidant defense system of the body is composed of a mixture of antioxidants. Fruits are good sources of antioxidants that may be more effective and economical than supplements in protecting the body against oxidative damage under different conditions. Fruit antioxidants, which include ascorbic acid, tocopherol, carotenoids and phenolics, vary greatly in their contents and profile among various fruits. As a result, the antioxidant capacity of one fruit differs considerably from another.[7]

The ABTS scavenging capacity of guava juices and nectars at different reaction times is presented in Table 2. Samples 1 and 2 had the lowest capacity in quenching $ABTS^{\cdot+}$ at the three reaction times. Relatively high $ABTS^{\cdot+}$ scavenging capacity at the examined reaction times was observed in sample 3. All the samples showed antioxidant capacity up to seven minutes of reaction. Pellegrini et al. [15] found TEAC values of 1.83 mmol Trolox /L for apple juice, 1.50 mmol Trolox /L for pineapple juice, 3.02 mmol Trolox /L for orange juice. Thaipong et al. [22] evaluated four different extracts of guava tissue and found an average of 31.1 μmol Trolox / g.

Wang et al.[23] found that some compounds, which have $ABTS^{\cdot+}$ scavenging activity may not show DPPH scavenging activity. In this study ascorbic acid and phenolics are the major contributors to antioxidant activity in guava nectar and juice. The evaluated parameters showed that guava nectar and juice can be a good source of both natural antioxidants and synthetic antioxidant

Table 3 shows correlation among the different parameters. Although both methods, $ABTS^{\cdot+}$ and DPPH, used in this study are based on the same property, i. e. the capacity for radical scavenging, they rank the guava products differently. It is probable that the observed differences are due to the solubility of each antioxidant component. Some are of a

hydrophilic nature (e.g. ascorbic acid) and others are clearly lipophilic (e.g. lycopene). DPPH is more indicated for hydrophilic compounds and $ABTS^{\cdot+}$ can be used to estimate hydrophilic and lipophilic antioxidant activity, depending on the reaction medium used.[1] In this study, for example, the samples with higgher content of ascorbic acid showed higgher antioxidant capacity by DPPH analysis.

CONCLUSION

The ABTS and DPPH, assays gave comparable results for the antioxidant activity of guava juices and nectars. DPPH showed high correlation with both ascorbic acid and total phenolics, while $ABTS^{\cdot+}$ had higher correlation with lycopene. Ascorbic acid and phenolics are the major contributors to antioxidant activity in guava juice and nectar. In general, the antioxidant activity of guava products depends on several different factors, including the analytical method, plant variety and geographic origin. The study showed that both ABTS and DPPH methods can be used for studies of antioxidant capacities in guava products.

Acknowledgments: We are grateful to CAPES and CNPq for financial support.

REFERENCES

1. ARNAO, M.B.; CANO, A.; ACOSTA, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity, **Food Chem**. v.73, p. 239-244, 2001.(1)

2. EVANGELISTA, R.M; VIEITES, R.L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Aliment. e Nutr.**, v.13, n.2, p.76-81, 2006.(2)

3. FERREIRA, J.E.M. **Cinética e fatores que influenciam na degradação de carotenóides em sistemas modelos e alimentos.** 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.(3)

4. FORGET, F. L., GAUILLARD, F.; RIGAL, D. Changes in the carotenoid content of apricot (*Prunus armeniaca, var. Bergeron*) during enzymatic browning: β-carotene inhibition of chlorogenic acid degradation. **J. Sci. Food Agri**., v..*80*, p.763-768, 2000.(4)

5. FRANKEL, E.N.; MEYER, A.S. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **J. Sci. Food Agri**, v. 80, p.1925-1941, 2000

6. GIL, M.I. et al. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California, **J. Agric. Food Chem**.*,* v**.** 50 p. 4976–4982, 2002.(5)

7. KIM, D. et al. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. **J. Agric.Food Chem**.*,* v. 50, n.13 p.3713--3717, 2002 (6).

8. LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets, **Food Chem.** v. 76, p. 69–75, 2002.(7)

9. LUXIMON-RAMMA A.; BAHORUNT. T.; CROZIER , A. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits **J. Sci. Food Agric.***,* v. 83, n.5, p. 496-502, 2003.(8)

10. MACEDO, G.A. et al. **Bioquímica Experimental de alimentos**, 1. ed. São Paulo: Varela, 187 p, 2005.(9)

11. MERCADANTE, AZ. Chromatographic separation of carotenoids. **Arch Latinoamer Nutr** v. 49, p. 52-57, 1999 (10).

12. PADULA, M. **Goiaba (*Psidium guajava L.*) cultivar IAC-4: Carotenóides e outras propriedades,mudanças durante processamento e estocagem**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 106 p, 1983.(11)

13. PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Characterization of the carotenoids and assessment of the vitamin A value of Brazilian Guavas (*Psidium guajava L.*) **Food Chem.**, v.20*,* n. 1, p. 11-19, 1986. (12)

14. PANDEY, A.K.; SINGH, I.S. Physico-chemical studies on utilization of guava cultivars. **Progressive Horti.**, v.30, n.1, p.73-75, 1998. (13)

15. PELLEGRINI, N. et al. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy by three different in vitro assays, **J. of Nutr.**, v.133, p. 2812-2819, 2003.(14)

16. PORCU, O. M. **Fatores que influenciam na composição de carotenóides em goiaba, acerola, pitanga e seus produtos processados.** 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004. (15)

17. RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Rad. Biol. & Med.**, v. 26 p. 1231-1237, 1999.(16)

18. RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis.** Washington D.C.: HarvestPlus Technical Monograph Series 2, 2004.

19. RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoids analysis.** Washington D.C.: International Life Science Institute Press, 1999. (18)

20. SAS Institute. ***SAS User's Guide: statistics****, version 9.1.3*. NY, USA : SAS Institute Inc., 2003.(19)

21. SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry or total phenolic with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents, **Am. J. Enol. Vitic**., v.16, n.13, p.144 -158, 1965.(20)

22. THAIPONG K. et al. **Food Comp. and Anal.** v. 19, p. 669–675, 2006.(21)

23. WANG, M.F. et al. Antioxidative phenolic compounds from Sage (*Salvia officinalis).* **J. Agr. Food Chem**., v.46, p. 4869-4873, 1998.(22)

CAPÍTULO IX

CONCLUSÃO GERAL

CONCLUSÃO GERAL

- A concentração de sacarose considerada ideal na amostra de néctar de goiaba foi de 9,6%.

- Apenas a estévia ultrapassou os limites máximos da legislação brasileira (que é de 0,060g/100g) nas concentrações equivalentes à sacarose 9,6% e na determinação pela escala do ideal das quantidades de edulcorantes a serem adicionadas nos néctares. A potência edulcorante obedeceu a seguinte ordem decrescente em néctar de goiaba: sucralose, ciclamato/sacarina (2:1), acessulfame-K, aspartame e estévia.

- A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) mostrou-se uma técnica adequada para a análise dos néctares de goiaba adoçados com edulcorantes, já que a explicação dos dois primeiros Componentes Principais das amostras foi superior à 70% (82,91%).

- Os provadores escolheram 19 atributos para descrever as diferenças e similaridades entre as amostras: cor vermelho-alaranjado, brilho, opacidade, aroma de goiaba, goiabada, doce, ácido e erva, gosto doce, ácido e amargo, sabor de goiaba, goiabada e erva, doçura residual, amargor residual, adstringência, arenosidade e corpo.

- Pela análise da regressão PLS foi verificado que os atributos mais desejáveis em néctar de goiaba foram o aroma de goiabada, sabor de goiabada e sabor de goiaba e estes contribuem significativamente ($p \leq 0,05$) de forma positiva na aceitabilidade pelos consumidores.

- A percepção do gosto doce, doçura residual, gosto amargo e amargor residual foram mais acentuados na amostra adoçada com estévia, além de apresentar aroma e sabor de erva que descaracterizaram o produto. Não sendo aconselhável o uso de estévia para néctar de goiaba.

- Os edulcorantes cujas características estiveram mais próximas às da sacarose, foi a sucralose, seguida da mistura ciclamato/sacarina e acessulfame-K. Estas amostras se caracterizaram por apresentarem aroma de goiabada, sabor de goiabada e sabor de goiaba, ressaltando a importância dessas características na qualidade sensorial desejada em néctar de goiaba.

- A análise Tempo-Intensidade dos estímulos doce, amargo e sabor de fruta (sabor de goiaba) forneceu informações importantes sobre o comportamento temporal dos edulcorantes em néctar de goiaba.

- Em relação ao estímulo doce, a mistura ciclamato/sacarina 2:1 e o acessulfame-K foram os edulcorantes cujo perfil temporal mais se aproximou ao da sacarose. Em relação ao estímulo amargo, a sucralose e o aspartame foram os edulcorantes que mais se aproximaram da sacarose. E para o estímulo sabor de fruta, a sucralose apresentou perfil semelhante à sacarose e o aspartame o maior tempo total de duração do estímulo, indicando potencialização do sabor de fruta na amostra adoçada com esse edulcorante.

- A análise Tempo-Intensidade confirmou a descaracterização do néctar de goiaba pela presença de estévia, provavelmente em função do gosto amargo e amargor residual marcante deste edulcorante.

- O teste de consumidor indicou que os consumidores apresentaram uma maior aceitação pelas amostras de néctar de goiaba adoçadas com sacarose, ciclamato/sacarina 2:1, sucralose e aspartame. Este resultado foi confirmado pelo mapa de preferência interno (MDPREF).

- A escala de intenção de compra revelou uma certeza maior de aquisição do produto para as amostras com sacarose e com igual intenção nas amostras com sucralose e aspartame.

- A amostra com estévia destacou-se por ter sido estatisticamente a menos aceita (principalmente, quanto ao sabor e impressão global) e apresentou alto índice de rejeição pelos consumidores. Este resultado está relacionado à presença de doçura residual, amargor, amargor residual e sabor de erva anteriormente quantificados na Análise Descritiva Quantitativa e na análise Tempo-Intensidade.

- Não foram observadas correlações significativas entre dados sensoriais e físico-químicos e instrumentais para o néctar de goiaba, exceto para o parâmetro teor de ácido ascórbico, que pela análise PLS, contribuiu significativamente ($p \leq 0,05$) de forma positiva na correlação com a aceitação sensorial dos néctares de goiaba.

- O ácido ascórbico e os compostos fenólicos são os principais responsáveis pela atividade antioxidante em suco e néctar de goiaba. E tanto $ABTS^{\cdot+}$ quanto DPPH podem ser utilizados para o estudo da capacidade antioxidante em produtos de goiaba.

ANEXOS

CEP, 05/12/07.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 864/2007 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0620.0.146.000-07

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: **"PERFIL SENSORIAL DE UMA BEBIDA LIGHT DE GOIABA, ADOÇADA COM DIFERENTES EDULCORANTES".**
PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Carlos Alexandre Koguishi de Brito
INSTITUIÇÃO: Departamento de Alimentos e Nutrição / FEA / UNICAMP
APRESENTAÇÃO AO CEP: 09/11/2007
APRESENTAR RELATÓRIO EM: 27/11/08 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Realizar o levantamento dos atributos físicos e sensoriais que caracterizam as amostras "lights" de néctar de goiaba, verificar seu comportamento sensorial em função do tempo, bem como analisar a aceitação junto aos consumidores.

III - SUMÁRIO

A goiaba (psidium guajava L.) da família Myrtaceae é uma fruta originária do México, América Central e Norte da América do Sul. A fruta é saborosa e perfumada, além de ser uma excelente fonte de vitamina C, também fornece vitaminas B1, K, pró-vitaminas A e fibras. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais e o Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, constituindo um mercado crescente junto com o mercado de adoçantes de baixa caloria que movimenta cerca de 2 bilhões ao ano. O estudo abordará testes sensoriais de doçura ideal e equivalência de doçura, testes descritivos como ADQ e Tempo-Intensidade e testes afetivos com consumidores do produto. Além disso será realizada análise física químicas como: pH, determinação de ácido ascórbico, carotenóides totais, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante. Como há poucos estudos nesta área com esse produto, os resultados obtidos promoverão o levantamento de atributos que poderão ser melhorados ou mascarados pelos produtores durante o processamento.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O projeto encontra-se adequando à Resolução CNS 196/96 e complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e

atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VI - DATA DA REUNIÃO

Homologado na XI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 27 de novembro de 2.007.

Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP