



RAFAEL SILVA CADENA

**“NÉCTAR DE MANGA (*Mangifera indica* L.) ADOÇADO COM
DIFERENTES EDULCORANTES: PERFIL SENSORIAL
DESCRITIVO, TEMPO-INTENSIDADE E ESTUDOS DE
CONSUMIDOR”**

CAMPINAS

2012



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

RAFAEL SILVA CADENA

**“NÉCTAR DE MANGA (*Mangifera indica* L.) ADOÇADO COM
DIFERENTES EDULCORANTES: PERFIL SENSORIAL
DESCRITIVO, TEMPO-INTENSIDADE E ESTUDOS DE
CONSUMIDOR”**

Orientadora: Profa. Dra. Helena Maria André Bolini

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação
em Alimentos e Nutrição da Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Doutor em Alimentos e Nutrição, área de
concentração Consumo e Qualidade de Alimentos

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELO ALUNO RAFAEL SILVA CADENA
E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI

Assinatura do orientador

CAMPINAS

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA – CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

C114n Cadena, Rafael Silva, 1983-
Néctar de manga (*Mangifera indica* L.) adoçado com
diferentes edulcorantes: perfil sensorial descritivo, tempo-
intensidade e estudos de consumidor / Rafael Silva
Cadena. -- Campinas, SP: [s.n], 2012.

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

1. Manga. 2. Perfil sensorial. 3. Neotame. 4.
Taumatina. 5. Estévia. I. Bolini, Helena Maria André.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

Título em inglês: Mango nectar sweetened with high intensity sweeteners:
descriptive sensory profile, time-intensity analysis and consumer research

Palavras-chave em inglês:

Mango

Profile sensory

Neotame

Thaumatococcus

Stevia

Área de concentração: Consumo e qualidade de alimentos

Titulação: Doutor em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora:

Helena Maria André Bolini [Orientadora]

Claudete Corrêa de Jesus Chiappini

Lauro Luis Martins Medeiros de Melo

Karina de Lemos Sampaio

José de Assis Fonseca Faria

Data da defesa: 28-11-2012

Programa de Pós Graduação: Alimentos e Nutrição

BANCA EXAMINADORA

**Profa. Dra. Helena Maria André
Bolini (orientadora)**
(FEA/DEPAN/UNICAMP)

Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz
(FEA/DTA/UNICAMP)

**Profa. Dra. Claudete Corrêa de
Jesus Chiappini**
(Faculdade de Nutrição/UFF)

**Profa. Dra. Marta Regina Verruma-
Bernardi**
(Centro de Ciências
Agrárias/UFSCar)

**Prof. Dr. Lauro Luis Martins
Medeiros de Melo**
(Escola de Química/UFRJ)

**Prof. Dr. José de Assis Fonseca
Faria**
(FEA/DTA/UNICAMP)

Dra. Karina de Lemos Sampaio
(FEA/DEPAN/UNICAMP)

Prof. Dr. Flávio Luis Schimdt
(FEA/DTA/UNICAMP)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Lourdes e Cadena, que me apoiam desde o início de minha vida como estudante e sempre me direcionaram para o caminho correto. Sem o incentivo deles, dificilmente alcançaria este estágio em minha vida. Muito tenho a lhes agradecer, espero que tamanho carinho ofertado, eu, de alguma maneira, tenha conseguido retribuir, embora ache que seja quase uma meta inalcançável.

Meu irmão Beto e toda minha família, sempre ao meu lado, sempre interessados em meus estudos e em minha vida. O início desta caminhada longe deles não teria terminado com sucesso se não os tivesse em meu coração, sabendo também que este sentimento é recíproco.

Minha namorada Lívia, meu amor, meu chão, meu porto seguro. Com ela, momentos tristes se transformavam em sorrisos e gargalhadas. Não há preocupações neste mundo que não se esvaziam quando temos o amor ao nosso lado, mesmo que distante. Amo muito!

Aos meus amigos “campineiros” e “cariocas”, uma ajuda invisível. Sem amigos não somos ninguém, por isso escolhos os meus a dedo e os tenho com muito carinho. Todos, sem saber, ajudaram muito na conclusão deste trabalho.

A minha orientadora, um amor de pessoa e uma excelente profissional. Nas horas de apuro, uma palavra, uma resposta e o caminho se abria novamente, uma verdadeira mentora. Não há como não admirá-la. A todos os professores que me auxiliaram nestes anos, também tenho muito a agradecer.

Ao Prof. Assis e todos os colegas do laboratório de embalagem que contribuíram com muito esforço e dedicação para que a base deste trabalho pudesse ser realizada. No final, grandes amigos se tornaram.

Os colegas de laboratório e departamento são especiais, alunos e funcionários. Companhias para todas as horas e incontáveis almoços, todos regados a muitas histórias e risadas. A amiga Lia, às vezes mãe, às vezes irmã, muito trabalho junto e uma amizade sem fim.

Os provadores, sem eles não existe análise sensorial, são eles meus equipamentos. A ajuda de todos contribuiu para colher os frutos deste trabalho. Talvez pedir desculpa também seria válido, afinal, muitas vezes experimentaram minhas amostras pensando no bem científico e muito na amizade.

Ao CNPq agradeço pela bolsa concedida nos 4 anos para realização deste trabalho e enriquecimento profissional através da participação em encontros científicos. À FAPESP pelo financiamento para realização deste projeto. E agradeço a UNICAMP por toda estrutura disponibilizada, um exemplo de instituição de ensino superior.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho e que não citei anteriormente, meus agradecimentos.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1. Manga	3
2. Edulcorantes	5
2.1 Sucralose	6
2.2 Neotame	6
2.3 Taumatina	8
2.4 Estévia	9
2.5 Limites permitidos	10
3. Embalagem	12
4. Análise Sensorial	14
5. Vida de prateleira	17
6. Referências bibliográficas	19
ARTIGO DE PESQUISA 1 - <i>Ideal and Relative Sweetness of High Intensity Sweetener in Mango Nectar</i>	29
1. Introduction	31
2. Material and Methods	33
3. Results and Discussion	36
4. Conclusion	42
5. Acknowledgments	43
6. References	43
ARTIGO DE PESQUISA 2 - Perfil Sensorial e Físico-Químico de Néctar de Manga Adoçado com Diferentes Edulcorantes ao Longo da Vida de Prateleira	48
1. Introdução	50
2. Material e Métodos	52
3. Resultados e Discussão	58

4. Conclusão	69
5. Agradecimentos	69
6. Referências Bibliográficas	70
ARTIGO DE PESQUISA 3 - Estudo de Consumidor e Perfil Análise Tempo-Intensidade de Gosto Doce em Néctar de Manga Tradicional e <i>Light</i> ao Longo da Vida de Prateleira	77
1. Introdução	79
2. Material e Métodos	81
3. Resultados e Discussão	86
4. Conclusão	98
5. Agradecimentos	99
6. Referências Bibliográficas	99
CONCLUSÃO GERAL	104

RESUMO GERAL

O consumo de frutas e vegetais tem sido associado com a baixa incidência de doenças degenerativas, pois efeitos protetores estão associados com componentes antioxidantes contidos nestes alimentos. Atrelado a isto, o mercado de sucos e néctares de frutas está sob um aumento significativo, o que tem atraído a atenção de agricultores, distribuidores e da indústria deste produto para saciar esta demanda. Entretanto, estes produtos estão associados à alta ingestão de sacarose proveniente da adição em sua elaboração, o que pode acarretar o desenvolvimento de doenças relacionadas ao consumo excessivo de calorias. A partir disto, este estudo objetivou analisar a aplicação de novos edulcorantes de em néctar de manga pelo estudo de perfil sensorial e físico-químico ao longo do tempo de estocagem. Neste estudo foram utilizadas amostras de néctar de manga elaboradas com polpa de manga congelada e água (1:1) adoçadas com sacarose, sucralose, estévia com 97% de rebaudiosídeo, neotame, *blend* acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1) e *blend* taumatina/sucralose (1:1), totalizando 6 amostras. O perfil físico-químico foi determinado por meio da análise de pH, acidez titulável, cor (L^* , a^* , b^*) e sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix). A análise sensorial foi composta por testes descritivos, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise Tempo-intensidade, além de testes afetivos com escala hedônica e escala do ideal. Além destes, para o estabelecimento de equivalência de doçura foi utilizado o teste sensorial Estimção de Magnitude. A análise estatística foi composta por Análise de Variância (ANOVA), Teste de média de *Tukey* com nível de significância de 5% para as análises físico-químicas, ADQ, análise tempo-intensidade e teste afetivo com escala hedônica. O teste com escala do ideal foi analisado por distribuição em histogramas e os dados de estimção de magnitude utilizaram regressão linear em sua análise. Os provadores estabeleceram o valor de 6,8% de sacarose como a quantidade ideal para a intensidade de gosto doce. O neotame foi o edulcorante que apresentou maior poder adoçante, sendo 6026 mais doce que a sacarose, seguindo pela sucralose (627), *blend* taumatina/sucralose (549), *blend* acessulfame-K/sucralose/neotame (259) e

estévia (134). Os testes físico-químicos e, em especial, a ADQ identificaram a sucralose como o edulcorante que melhor substituiu a sacarose, pois foi o aditivo que apresentou o menor número de diferenças em relação à amostra controle. A análise tempo-intensidade e os testes afetivos também identificaram a amostra sucralose com o melhor perfil relacionado ao estímulo gosto doce, com grande semelhança ao ocorrido com a sacarose e sendo esta a amostra com maior grau de aceitação no tempo zero e a única que se manteve desta forma após os 120 dias de estocagem. Em conclusão, a estévia apresentou melhorias em seu perfil quando comparadas a outros estudos, mas ainda abaixo do esperado para um substituinte de sacarose. A taumatina, uma proteína de origem vegetal apresentou bom perfil e é um aditivo que necessita de maiores estudos para melhoria de sua tecnologia. E, por fim, a sucralose, como já afirmado em outros trabalhos, é o edulcorante que melhor substitui a sacarose em sucos tropicais, sem sofrer alterações significativas após processamento térmico e ao longo do tempo de estocagem.

SUMMARY

The consumption of fruits and vegetable has been associated with low incidence of degenerative diseases, because protective effects has been linked with antioxidant compounds contained in these foods. Attached to this, the consumer market of fruit juices and nectars under a significant increase, which has attracted the attention of producers of these products to satisfy this demand. However, these products are associated with the high ingestion of sucrose from de addition in the elaboration, which may result in the development of diseases associated with the high consumption of calorie. From that, this study aimed to analyze the application of high intensity sweeteners in mango nectar by the sensory and physical-chemical profile during the storage time. Mango nectar samples were prepared with unsweetened mango frozen pulp and water (1:1). The samples were sweetened with different high intensity sweeteners and sucrose. The sweeteners were: Neotame; Sucralose; Stevia with 97% of Rebaudioside; 1:1 Thaumatin/Sucralose blend; 100:50:1 Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend. The physical-chemical profile was determined by: pH, titratable acidity, color (L^* , a^* , b^*), solids soluble ($^{\circ}$ Brix). The sensory analysis was composed by descriptive analysis, Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and Time-intensity Analysis (T-I), also consumer test with hedonic scale e just-about-right (JAR) scale. Magnitude estimation method was applied to establish the relative sweetness with sucrose. Statistical analysis was composed by analysis of variance and Tukey means test with 5% of significant level to physical-chemical, QDA, T-I analysis, and consumer test. The JAR scale test was analyzed by histograms distribution and the results of magnitude estimation method through linear regression. The ideal sweetness analysis revealed that 6.8% was the ideal concentration of sucrose in the mango nectar. The relative sweetness analysis showed that Neotame presented the highest sweetening power, being 6026 times sweeter than sucrose, followed by Sucralose (627), Thaumatin/Sucralose blend 1:1 (549), Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend 100:50:1 (259) and Stevia (134). The physical-chemical analysis and, in special, the QDA identified sucralose as the best sweetener which best sucrose

substitutes, since this additive presented less differences in relation to control sample. T-I analysis and consumers test also identified the sample sucralose with best profile in relation to the sweet stimulus, with great similarity to control sample and being the sample with higher acceptability in initial time and the only one that has remained this way after 120 days of storage. In conclusion, the stevia presented improvements in its sensory profile when compared with others studies, although still lower than expected to a sucrose substitute. The thaumatin, a vegetal protein, presented good sensory profile and is a additive that requires more studies to improve its knowledges. The sucralose, as founded in other studies, is the sweetener that best replace sucrose in tropical fruit juice, with no significant change after heat treatment and during the storage time.

INTRODUÇÃO GERAL

A alta ingestão de frutas e vegetais tem sido associada com a baixa incidência de doenças degenerativas, devido a elevada concentração de componentes antioxidantes contidos nestes alimentos e a manga (*Mangifera indica* L.) é considerada uma boa fonte dietética de antioxidantes, mais especificamente a mangeferina, ácido ascórbico, carotenóides e compostos fenólicos. A manga destina-se ao consumo direto e para industrialização na forma de compotas, geléias, sorvetes, néctares, polpas congeladas e sucos concentrados, que devem ser reconstituídos e adoçados antes do consumo.

O gosto doce é uma preferência natural em humanos e este gosto básico é conhecido, principalmente, por ser proveniente de alguns mono e dissacarídeos, como a sacarose, que, também contribui com quatro calorias por grama para o indivíduo. Apesar das causas da obesidade serem multifatoriais, os edulcorantes não nutritivos representam uma alternativa para os consumidores diminuírem a ingestão de calorias a partir da redução da ingestão de açúcares. Recentemente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou o uso de novos edulcorantes como aditivos alimentares: neotame e taumatina.

O consumo de alimentos e bebidas com redução total de açúcar é uma tendência global do consumidor e, em especial, em sucos e néctares de frutas estão ganhando maior importância no mercado. Entretanto, estes produtos estão associados à alta ingestão de sacarose proveniente da adição em sua elaboração

o que pode acarretar o desenvolvimento de doenças relacionadas ao consumo excessivo de calorias.

Para que um edulcorante possa substituir a sacarose com êxito em formulações de alimentos, é preciso realizar estudos que permitam o conhecimento prévio das concentrações dos adoçantes a serem utilizados e suas doçuras equivalentes em sacarose.

A partir disto, este trabalho teve como objetivos estudar o perfil sensorial e as características físico-químicas de néctares de manga adoçados com edulcorantes e embalado em um sistema asséptico, ao longo de 120 dias de estocagem.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. MANGA

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das culturas comercialmente mais importantes do mundo em termos de produção, marketing e consumo (SEATON, 1996; CAVALLINI & BOLINI, 2005) e tem sido estimulada em várias partes do mundo, em resposta a uma crescente demanda nos mercados externos e internos para essa fruta. Novas variedades têm sido selecionadas e técnicas mais avançadas estão sendo aplicadas, objetivando aumentar o rendimento e melhorar a qualidade das frutas (CAVALLINI, 2005).

Em 2010, o Brasil produziu 1,1 milhões de toneladas (aumento de 200% nos últimos dez anos) movimentando US\$ 700 milhões, sendo assim o 7º maior produtor de manga no mundo, ficando atrás de países da Ásia, como a China e Índia, sendo este último o maior produtor mundial com 16 milhões de toneladas (FAO STAT, 2010).

O alto consumo de frutas e vegetais tem sido associado com a baixa incidência de doenças degenerativas, pois efeitos protetores estão associados com componentes antioxidantes contidos nestes alimentos (KAUER & KAPOOR, 2001). Frutas de climas tropicais e subtropicais contêm variados componentes antioxidantes (RIBEIRO *et al.*, 2007). Em estudo epidemiológico, verificou-se que o consumo de uma dieta rica em frutas, caracterizada pelo consumo de manga, mamão papaia, abacate, frutas aquosas e peixes, está relacionado com a redução do número de casos de câncer de mama (JORDAN *et al.*, 2012).

A manga pode ser considerada uma boa fonte dietética de antioxidantes (KIM *et al.*, 2007), assim como de ácido ascórbico (FRANKE *et al.*, 2004), carotenóides (GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA, 1989) e compostos fenólicos (BERARDINI *et al.*, 2004; BERARDINI *et al.*, 2005; MARTÍNEZ *et al.*, 2012). O β -caroteno é o carotenoide mais abundante em diversos cultivares. A variedade Ubá, quando comparada com outras variedades (Haden, Atkins, Palmer), apresenta quantidade de fenólicos totais e vitamina C significativamente ($p < 0,05$) superior (RIBEIRO *et al.*, 2007). Entretanto, todos os cultivares estudados por RIBEIRO e colaboradores contêm concentrações expressivas de fenólicos totais, podendo contribuir significativamente para a ingestão de antioxidantes, que deve estar em uma faixa de 0,15 a 1,0 g/dia (SCALBERT & WILLIAMSON, 2000; STAHL *et al.*, 2002, MARTÍNEZ *et al.*, 2012).

Na manga são encontrados doze flavonoides e xantanas e a mangeferina é o antioxidante mais encontrado, tanto na polpa, como na casca e sementes (RIBEIRO *et al.*, 2008). NIU *et al.* (2012) relatam que o uso de mangeferina em ratos foi capaz de reduzir a uricemia em ratos, sendo um composto com potencial para o tratamento da hiperuricemia e gota. Em outro estudo, RAJAN *et al.* (2012) relatam o efeito da manga e do extrato da semente para redução e controle de episódios de diarreia em ratos.

A manga destina-se ao consumo direto e para industrialização na forma de compotas, geléias, sorvetes, néctares, polpas congeladas e sucos concentrados, que devem ser reconstituídos e adoçados antes do consumo (CAVALLINI & BOLINI, 2005).

Polpa é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível da fruta, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais (BRASIL, 2003), e normalmente é utilizada como base para a fabricação de sucos e néctares (CAVALLINI, 2005).

O néctar de manga é definido como uma bebida não fermentada obtida pela mistura de, no mínimo, 40% de suco ou polpa de manga, água, sacarose, ácidos orgânicos e outras substâncias permitidas, enquanto o suco tropical de manga caracteriza-se por ser uma bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa da manga, por meio tecnológico adequado (BRASIL, 2003).

O suco e o néctar de manga devem ter uma cor variando do amarelo para o alaranjado, aroma e sabor característicos e devem seguir quantidades de polpa, sólidos solúveis em Brix, acidez total em ácido cítrico e açúcares totais expressos na Tabela 1 (BRASIL, 2003).

Tabela 1. Composição mínima exigida pela legislação brasileira de padrões de identidade e qualidade de suco e néctar de manga

	SUCO		NÉCTAR
	Não adoçado	Adoçado	
Polpa de manga (g/100g)	60	50	40
Sólidos solúveis em Brix a 20°C	10	11	10
Acidez em ácido cítrico (g/100g)	0,3	0,2	0,2
Açúcares totais (g/100g)	14*	8	7

*máximo permitido

2. EDULCORANTES

O gosto doce é uma preferência natural em humanos (LAWLESS, 1985) e este gosto básico é conhecido, principalmente, por ser proveniente de alguns mono e dissacarídeos, como a glicose, frutose e sacarose, que, além desta função básica, também contribuem com quatro calorias por grama para o indivíduo. O excesso no consumo de calorias é uma preocupação significativa, pois está relacionado com a incidência de obesidade (GROTZ & MUNRO, 2009). Apesar das causas da obesidade serem multifatoriais (GRUNDY, 1998; KAILA & RAMAN, 2008), os edulcorantes não nutritivos representam uma alternativa para os consumidores reduzirem a ingestão de calorias diminuindo a ingestão de açúcares (RABEN *et al.*, 2002; TEMUSSI, 2002; GROTZ & MUNRO, 2009).

Sacararina e aspartame são os edulcorantes de alta intensidade mais consumidos no mundo, representando 80% de todos os adoçantes utilizados em alimentos e bebidas, sendo que outros edulcorantes, como acessulfame-K, sucralose e ciclamato completam a lista dos mais empregados (HALLIDAY, 2009). Entretanto, a produção mundial de sucralose está aumentando e com a regulamentação da estévia em diversos países, pode ser que em pouco tempo o cenário comercial de edulcorante de alta intensidade sofra uma alteração (EUROMONITOR, 2010).

2.1 Sucralose

Na década de 70 foram desenvolvidos diversos programas de pesquisa destinados a obtenção de novas substâncias edulcorantes para serem utilizadas em substituição à sacarose. Após extensivas pesquisas, a sucralose foi

selecionada para o desenvolvimento e comercialização, devido a suas características físico-químicas e, em especial, sensoriais semelhantes a sacarose (NABORS e GELARDI, 1991; MILLER, 1991).

A sucralose é obtida por um processo que envolve a cloração da molécula de sacarose, o que resulta numa doçura e estabilidade maiores (NEWSOME, 1993). É um dos edulcorantes com maior poder adoçante, sendo cerca de 600 vezes mais doce que a sacarose (JENNER, 1989) e apresenta importantes propriedades funcionais (tecnológicas), tais como: alta solubilidade em água e etanol, estabilidade em temperaturas elevadas e em ampla faixa de pH e boa resistência à hidrólise enzimática (MILLER, 1991) e, como uma das suas mais importantes características, a sucralose não apresenta gosto residual amargo (WIET & BEYTS, 1992; KUHN *et al.*, 2004), um atributo repudiado pelos consumidores de produtos adoçados.

2.2 Neotame

O Neotame é um novo edulcorante que apresenta grande potencial para ser usado em larga escala na indústria. Ele é um adoçante não nutritivo, não calórico, derivado do aspartame, logo artificial, e é considerado como potencial sucessor do mesmo (NOFRE & TINTI, 2000). O Neotame tem características sensoriais semelhantes ao aspartame, como a não presença de gosto amargo ou metálico, gosto doce muito suave, semelhança com a sacarose entre outras mais específicas (NOFRE & TINTI, 2000). Porém há uma grande diferença entre os dois edulcorantes, pois, com relação ao poder edulcorante, o neotame é 6.000–10.000 vezes mais doce que a sacarose, enquanto o aspartame é 180-200 vezes.

Além disso, enquanto o custo do aspartame se assemelha com o da sacarose, o custo estimado para o uso do neotame é inferior, representando vantagens econômicas na sua utilização. Dentre as diferenças entre esses dois edulcorantes, há também a melhor estabilidade do neotame em pH neutro, o que já não ocorre com o aspartame e ambos tem estabilidades semelhantes em pH ácido (NOFRE & TINTI, 2000). Em pH 4,5 e temperatura de 25°C a meia-vida do neotame é de trinta semanas e quando se reduz o pH para 3,0, a meia-vida se reduz a onze semanas (NOFRE & TINTI, 2000).

Por ser um derivado do aspartame, o neotame também contém o aminoácido fenilalanina em sua composição, o que poderia representar um risco para os indivíduos fenilcetonúricos. Entretanto, devido ao elevado poder dulçor, o neotame é utilizado em concentrações baixíssimas e a ingestão de fenilalanina a partir do neotame representaria somente 0,3 a 0,4% da ingestão total, uma quantidade insignificante e que não traria riscos a saúde (KROEGER *apud* UFSDA, 2006).

Estudos extensos têm demonstrado a segurança do Neotame para a população em geral, já que o mesmo não é mutagênico e carcinogênico (NOFRE & TINTI, 2000).

2.3 Taumatina

A taumatina é uma proteína obtida do fruto de uma planta, *Thaumatococcus danielli* B., descrita pela primeira vez por Daniell, um botânico inglês, em 1850, encontrada no Sudão (VAN DER WEL & LOEVE, 1972; COIFFARD *et al.*, 1997; ASHERIE *et al.*, 2008).

Com relação ao seu poder dulçor, a taumatina é um dos componentes mais doces encontrados, com uma doçura 2000-5000 maior que a da sacarose (COIFFARD *et al.*, 1997). Extensivas ligações dissulfeto conferem a taumatina estabilidade térmica, resistência a desnaturação e manutenção da estrutura terciária da cadeia polipeptídica. Esta manutenção da estrutura da cadeia é essencial para as funções técnicas da taumatina e a quebra de apenas uma das pontes dissulfeto resultaria na perda do gosto doce (IYVENGAS *et al.*, 1979).

Há alguns anos a taumatina era vista pela indústria como um edulcorante caro, porém a taumatina passa por uma revisão e há um entusiasmo e interesse mundial por seus efeitos no sabor reduzindo os custos de produção (GREEN, 1999).

A taumatina, assim como o neotame, teve sua utilização em alimentos regulamentada pela ANVISA em março de 2008, segundo a resolução RDC 18/08 (BRASIL, 2008).

2.4 Estévia

Outra alternativa aos edulcorantes artificiais é o extrato de folhas de estévia, composto por glicosídeos terpênicos extraídos das folhas de *Stevia rebaudiana* B. (PARPINELLO *et al.*, 2001). Este extrato é constituído por um pó branco, formado por cristais adoçantes de estévia, denominado genericamente de esteviosídeo. É composto pelo esteviosídeo propriamente dito e por seus anômeros, os rebaudiosídeos, que são os responsáveis pela doçura do composto (HIGGINBOTHAM, 1983).

A planta *Stevia rebaudiana* é originária da Serra do Amambay na fronteira do Brasil com o Paraguai e também é cultivada com êxito na Ásia Oriental e outras partes do mundo. Desde 1950, sua produção vem sendo desenvolvida no Japão, bem como a resolução de problemas no refino (como eliminação de aromas indesejáveis, por exemplo). O extrato é bastante estável e fornece um gosto que perdura por bastante tempo na boca; entretanto, apresenta gosto residual e amargor bastante acentuados, que limitam seu uso em grandes concentrações (PARPINELLO *et al.*, 2001; NEWSOME, 1993). Por esta razão, muitos esforços foram feitos no intuito de mascarar esta propriedade indesejável da estévia. Estudos permitiram o desenvolvimento de um novo extrato, com uma maior proporção de rebaudiosídeo A, que fornece um produto de gosto melhor que os demais constituintes (HOUGH, 1996).

2.5 Limites permitidos

A utilização de edulcorantes em alimentos está condicionada à aprovação e autorização de órgãos como o JECFA (*Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives*), um comitê formado pela FAO e OMS, responsável pela elaboração de normas que garantam que as quantidades de aditivos empregadas em um produto são inócuas e que sua utilização está justificada por necessidades tecnológicas e de comercialização (CAVALLINI, 2005).

As quantidades de aditivos definidas como seguras para consumo (Tabela 2) são representadas pela IDA (Ingestão Diária Aceitável), definida como a estimativa da quantidade de um aditivo alimentar, expressa em relação ao peso

corpóreo, que pode ser ingerida por toda a vida sem risco apreciável à saúde (JECFA, 1991a).

No Brasil, os edulcorantes aprovados, os alimentos nos quais podem ser utilizados e os limites máximos permitidos (Tabela 2) para uso são definidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2008).

Tabela 2. Limite máximo de utilização em alimentos com substituição total de sacarose e Ingestão diária aceitável (IDA)

Edulcorante	Limite máximo (g/100mL)*	IDA (mg/kg massa corpórea)
Esteviosídeo	0,06	2 (JECFA, 2004)
Neotame	0,0049	2 (JECFA, 2003)
Sucralose	0,025	15 (JECFA, 1991b)
Taumatina	<i>quantum satis</i>	não especificada (JECFA, 1998)

* Resolução RDC nº 18 (BRASIL, 2008)

3. EMBALAGEM

A produção e distribuição de alimentos é um dos problemas mais relevantes no abastecimento de uma população. Os alimentos líquidos assumem importância com o crescimento da renda de um país, onde as pessoas deixam de beber apenas água e passam a consumir outros produtos de maior valor agregado (CIPOLLA *et al.*, 2002).

As embalagens, além de evitarem as alterações das características sensoriais do produto, devem satisfazer as necessidades de marketing, custo e disponibilidade (BRUNINI *et al.*, 2002).

A conservação de frutas na forma de sucos, polpas e outros produtos é realizada para aumentar o oferecimento das mesmas e para utilização dos excedentes de produção (BRUNINI *et al.*, 2002).

O tipo de embalagem em que o produto é acondicionado tem influência na vida de prateleira dos produtos derivados de manga, pois, por apresentarem teores de vitamina C, exigem um material que ofereça boa proteção contra oxidação e luz, e, também, contra a perda de umidade e contaminação microbiana (BRUNINI *et al.*, 2002).

Os sistemas assépticos, definidos como o processamento de um produto comercialmente esteril e envase numa embalagem esterilizada, constituem um dos setores mais dinâmicos e promissores da indústria de alimentos (SZEMPLENSKI, 2005). Nos Estados Unidos existem cerca de trinta sistemas assépticos, sendo que na década de 1980 o número era o dobro do atual, e, somente no período entre 1999 e 2005 foram criados dez novos sistemas (BRODY, 2006). Entretanto, no Brasil o mercado de bebidas assépticas em

embalagens de consumo é dominado por uma empresa. A utilização de um sistema asséptico possibilita a esterilização do produto e da embalagem em separado, assegurando a estabilidade do produto a temperatura ambiente sem o uso de conservantes químicos (WALTER & FARIA, 2010),

As vantagens dos produtos estáveis à temperatura ambiente em embalagens plásticas ou laminadas transformaram o mercado de sistemas assépticos em um negócio atrativo. No entanto, existem barreiras consideráveis à entrada e permanência nesse negócio, tais como a complexidade inerente ao sistema, os investimentos demandados em pesquisa e desenvolvimento e a competitividade empresarial.

4. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ASTM, 1996).

Diferentes tipos de testes sensoriais podem ser efetuados de acordo com a informação que se deseja obter. Se o objetivo é descobrir o grau de aceitação ou a preferência de um produto em relação a outro, testes afetivos devem ser conduzidos com a população consumidora do produto. Se o objetivo é saber se existe diferença significativa entre duas amostras, testes discriminativos devem ser conduzidos. E, se o objetivo é descobrir se existem diferenças significativas entre duas ou mais amostras, quais são elas e qual a sua ordem de grandeza, testes descritivos devem ser conduzidos com uma equipe de provadores treinados (STONE & SIDEL, 2003).

Para que um adoçante possa substituir a sacarose com êxito em formulações de alimentos, é preciso realizar estudos que permitam o conhecimento prévio das concentrações dos adoçantes a serem utilizados e suas doçuras equivalentes em sacarose. As metodologias para a obtenção destas informações variam, podendo ser através do limiar absoluto (FABIAN & BLUM, 1943), comparação pareada (YAMAGUCHI *et al.*, 1970), variações do método do estímulo constante (DE GRAAF & FRIJTERS, 1986), e o método mais aplicado, o de estimação de magnitude e representação gráfica dos resultados normalizados, através da Lei de Stevens ou "Power Function" (STONE & OLIVER, 1969; MOSKOWITZ, 1983).

O método de estimação de magnitude utiliza provadores treinados e permite ao pesquisador analisar distintas concentrações de um determinado edulcorante tendo com referência uma solução de sacarose, visto que esta é uma substância de gosto doce limpo, de rápido impacto e sem gosto residual (MOSKOWITZ, 1983; KETELSEN *et al.*, 1993). A partir deste teste, é possível determinar qual a intensidade de doçura de um edulcorante e qual a concentração a ser adicionado, caso o objetivo seja substituir a sacarose na elaboração de um determinado produto (MOSKOWITZ, 1983; CADENA & BOLINI, 2012).

Os testes afetivos, também chamados de testes de consumidor, são importantes ferramentas, pois permitem a determinação da opinião direta (preferência e/ou aceitação) do consumidor potencial de um produto sobre suas características específicas (DE MARCHI, 2006).

Já os métodos descritivos são muito úteis para estudos de vida de prateleira, especialmente quando os provadores são bem treinados e consistentes ao longo do tempo. Tais métodos são, também, frequentemente utilizados na área de desenvolvimento de produtos, para acessar a adequação de protótipos de produtos (LAWLESS & HEYMANN, 1998).

Nos últimos 50 anos, vários métodos de análise sensorial descritiva foram desenvolvidos, sendo que alguns ganharam popularidade e foram mantidos como métodos padrões (ISO, 2005). Dentre tais métodos destacam-se: Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade (MEILGAARD *et al.*, 2004).

O gosto, aroma, textura e sensações térmicas e picantes, presentes em alimentos e bebidas variam à medida que o produto é avaliado. Por isso, desenvolveu-se um método sensorial indicado para estes casos, o tempo-

intensidade, pois provê informações sensoriais temporais sobre o estímulo percebido durante todo o tempo de contato com a mucosa oral, mudando de momento para momento durante os processos de mastigação, respiração, salivação, movimento da língua e ingestão (LEE & PANGBORN, 1986; LAWLESS & HEYMANN, 1998; ARAZI & KILCAST, 2001). Em certos casos, o período de persistência de uma determinada sensação pode ser importante (AMERINE *et al.*, 1965).

Pesquisadores têm desenvolvido procedimentos de análise tempo-intensidade automatizados e computadorizados, empregando diferentes instrumentos e representações visuais de escalas (DUIZER *et al.*, 1995). No Brasil foi desenvolvido o programa Sistema de Coleta de Dados Tempo- Intensidade (SCDTI) no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP (BOLINI-CARDELLO *et al.*, 2003).

5. VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira de um alimento é o período de tempo necessário para que um produto estocado sob condições específicas atinja seu ponto final, ou seja, o produto não mais atende a determinados critérios definidos por testes como de aceitação, descritivos, de discriminação, analíticos, microbiológicos e/ou físico-químicos (ASTM, 1993).

O critério utilizado para a determinação do fim da vida de prateleira de um produto é estabelecido a partir de requerimentos legais, critérios sensoriais, requerimentos de mercado e distribuição, e custos (DE MARCHI, 2006). Do ponto de vista da indústria de alimentos, a vida de prateleira está baseada na extensão da perda de qualidade de um produto antes de ser consumido. Para o consumidor, o final da vida de prateleira de um produto é o período de tempo em que este deixa de ser aceito (FU & LABUZA, 1993).

A determinação de forma acurada da vida de prateleira de um alimento é um importante objeto de pesquisa na área da Ciência dos Alimentos, não apenas para as indústrias produtoras, como também para os órgãos governamentais e para os consumidores. A perda prematura da qualidade de um produto pode levar à perda da credibilidade por parte do consumidor e ao menor lucro por parte da indústria. Testes de determinação de vida de prateleira também possibilitam à empresa minimizar custos em formulações e acondicionamento de produtos (DE MARCHI, 2006).

Medidas objetivas para se determinar o fim da vida de prateleira de um produto geralmente envolvem parâmetros estreitamente relacionados com a segurança microbiológica e nutricional do produto, regulamentados através de

uma legislação. No entanto, órgãos fiscalizadores não monitoram as alterações sensoriais nos produtos alimentícios, a não ser que tais alterações tornem o alimento inapropriado para venda por conta do surgimento de odores e sabores desagradáveis ou toxicidade potencial (LABUZA & SCHMIDL, 1988). Do ponto de vista sensorial, o fim da vida de prateleira de um produto é efetivamente determinado pelo consumidor a partir de sua intenção de compra repetida negativa, caso as propriedades sensoriais do produto, percebidas no primeiro contato com o mesmo, não tenham atendido às suas expectativas (FU & LABUZA, 1993).

Várias alterações podem ocorrer nos alimentos durante o processamento e a estocagem, o que pode desencadear uma série de reações que podem levar à sua degradação e consequente rejeição pelos consumidores (SINGH, 1994). Do ponto de vista nutricional, a vitamina C é o composto mais afetado em sucos de frutas (DE MARCHI, 2006).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard guide for the shelf life determination of consumer products by sensory evaluation. Philadelphia, EUA: ASTM, 1993.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Sensory Testing Methods. 2 ed., CHAMBERS, E., IV and BAKER WOLF, M., Eds. ASTM Manual 26, 115p, 1996.

AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. Principles of Sensory Evaluation of Food. New York: Academic Press, 1965.

ARAZI, S.; KILCAST, D. Sensory perception: the sweet science. Food Processing, p.21-22, April, 2001.

ASHERIE, N.; GINSBERG, C.; BLASS, S.; GREENBAUM, A.; KNAFO, S. Solubility of thaumatin. Crystal Growth & Design, v. 8, n. 6, p. 1815-17, 2008.

BERARDINI, N.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. Characterization of gallotannins and benzophenone derivatives from mango (*Mangifera indica* L. cv. "Tommy Atkins") peels, pulp and kernels by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. Rapid Communication in Mass Spectrometry, v. 18, p. 2208–16, 2004.

BERARDINI, N.; FEZER, R.; CONRAD, J.; BEIFUSS, U., CARLE, R., SCHIEBER, A. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 53, p.1563–70, 2005.

BOLINI-CARDELLO, H.M.A., SILVA, M.A.A.P., DAMÁSIO, M.H., LOBAO, F. 2003. Programa “Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI” Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 37, 54-60.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Regulamento Técnico para fixação de padrões de identidade e qualidade dos sucos tropicais e néctares. Diário Oficial da União, Brasília, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 18, de 18 de março de 2008. Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. Diário Oficial da União, Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/DIVULGA/NOTICIAS/2008/RDC_18.pdf> Acessado em: Novembro, 2009.

BRODY, A.L. Aseptic and extended-shelf-life packaging. Food Technology, v. 60, n. 2, p.66-68, 2006.

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

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

CAVALLINI, D.; BOLINI, H.M.A. Comparação da percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em suco de manga reconstituído e adoçado com sacarose, mistura ciclamato/sacarina 2:1, aspartame, sucralose e estévia. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 23 n. 2, p. 361-382, 2005.

CIPOLLA, L.E.; NEVES, M. F.; AMARAL, T. M. Mercado Brasileiro de alimentos líquidos nos anos 90 e perspectivas futuras. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Quidade e Eficiência na Agricultura Brasileira, 2002, Passo Fundo. Anais do XL Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Quidade e Eficiência na Agricultura Brasileira, 2002.

COIFFARD, C.A.; COIFFARD, L.J.; ROECK-HOLTZHAUER, Y.M. Influence of pH on thermodegradation of thaumatin in aqueous solution. Food Research International, v. 30, n. 9, p. 707-710, 1997.

DE MARCHI, R. Bebida de maracujá natural “light” pronta para beber? Formulação, produção e estudo de vida de prateleira. Campinas, 2006. 192 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

DE GRAAF, C., & FRIJTERS, J. E. R. 1986. A psychophysical investigation of Beidler's mixture equation. *Chemical Senses*, 11, 295-314

DUIZER, L.M.; BLOOM, K.; FINDLAY, C.J. The effect of line orientation on the recording of time-intensity perception of sweetener solutions. Food Quality and Preference, v. 6, p.121-126, 1995.

EUROMONITOR INTERNATIONAL, High-Intensity Sweeteners - Soft Drinks – Growing Choice in an Evolving Market – World. Abril, 2010. Disponível em: <<http://www.euromonitor.com/high-intensity-sweeteners-soft-drinks-growing-choice-in-an-evolving-market-world/report>>. Acessado em: Outubro, 2012.

FABIAN, F. W., & BLUM, H. B. 1943. Relative taste potency of some basic food constituents and their competitive and compensatory action. Food Research, 8, 179-193.

FAO STAT. FAO Statistical Database – Agriculture. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> . Acessado em: Junho, 2011.

FRANKE, A.A.; CUSTER, L.J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S.P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. Journal of Food Composition and Analysis, v. 17, p. 1–35, 2004.

FU, B.; LABUZA, T.P. Shelf-life prediction: theory and application. Food Control, v. 4, n. 3, p.125-133, 1993.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. Journal of Nutrition, v. 125, p. 1401–1412, 1995.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of commercial mangoes from Brazil. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, v. 22, p. 100–103, 1989.

GREEN, C. Thaumatin: a natural flavour ingredient. In: CORTY, A. Low-calorie sweeteners: present and future. Basel, Switzerland: Karger, v. 85, 1999, p. 129-132.

GROTZ, V.L.; MUNRO, I.C. An overview of the safety of sucralose. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 55, p. 1–5, 2009.

GRUNDY, S.M. Multifactorial causation of obesity: implications for prevention. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 67 (suppl.), 563S–572S, 1998.

HALLIDAY, J. Global food use of bulk and high intensity sweeteners. *Food Navigator*, 2009. Disponível em: <<http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/Global-food-use-of-bulk-and-high-intensity-sweeteners>> Acessado em: Outubro, 2012.

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

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

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). 2005. *Sensory analysis – Methodology – General guidance (6658)*. 2ed., 20p.

IYENGAR, R.B.; SMITS, P.; VAN DER OUDERAA, F.; VAN DER WEL, H.; VAN BROUWERSHAVEN, J.; RAVESTEIN, P.; RICHTERS, G.; VAN WASSENAAR, P. The complete amino-acid sequence of the sweet protein thaumatin. I. *European Journal of Biochemistry*, v. 96, p.193-204, 1979.

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

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Terms. Thirty-eighth Meeting of JECFA. *WHO Technical Report Series*, n. 815, p. 61, 1991a. Disponível em: <<http://jecfa.ilsa.org>>. Acessado em: Dezembro, 2009.

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Thirty-seventh Meeting of JECFA. *WHO Food Additives Series*, n. 28, p. 219, 1991b. Disponível em: <<http://jecfa.ilsa.org>>. Acessado em: Dezembro, 2009.

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. INS 957. 1998. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_2260.htm>. Acessado em: Dezembro, 2009

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (JECFA). Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. INS 961. 2003. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1690.htm>. Acessado em: Dezembro, 2009

JORDAN, I.; HEBESTREIT, A.; SWAI, B.; KRAWINKEL, M.B. Dietary patterns and breast cancer risk among women in northern Tanzania: a case-control study. *European Journal of Nutrition*, *no prelo*, 2012.

KAILA, B.; RAMAN, M. Obesity: a review of pathogenesis and management strategies. *The Canadian Journal of Gastroenterology*, v. 22, p. 61–68, 2008.

KAUER, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millenium's health. *International Journal of Food Science Technology*. v. 36, p. 703-725, 2001.

KETELSEN, S.M., KEAY, C.L., WIET, S.G. 1993. Time-intensity parameters for selected carbohydrate and high potency sweeteners. *Journal of Food Science*, 58(6), 1418-1421.

KIM, Y.; BRECHT, J. K.; TALCOTT, S.T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chemistry*, v. 105, p.1327–1334, 2007.

KROGER, M. Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: A review of the safety issues. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, Chicago, v. 5, n. 2, p. 35-47, abr. 2006.

KUHN, C.; BUFE, B.; WINNIG, M.; HOFMANN, T.; FRANK, O.; BEHRENS, M.; LEWTSCHENKO, T.; SLACK, J.P.; WARD, C.D.; MEYERHOF, W. Bitter taste receptors for saccharin and acesulfame-K. *The Journal of Neuroscience*, v. 24, p. 10260–5, 2004.

LABUZA, T.P.; SCHMIDL, M.K. Use of sensory data in the shelf-life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation. *Cereal Foods World*. v. 33. n. 2, p.193-205, 1988.

LAWLESS, H. Sensory development in children: research in taste and olfaction. *Journal of the American Dietetic Association*. 85, 577–582, 1985.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. Sensory evaluation of food. Principles and Practices. New York: Chapman & Hall, 378 p., 1998.

LEE, W.E.; PANGBORN, R.M. Time-intensity: The Temporal Aspects of Sensory Perception. *Food Technology*, v. 40, n. 11, p. 71 – 82, 1986.

MARTÍNEZ, R., TORRES, P., MENESES, M.A., FIGUEROA, J.G., PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A., VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, v. 135(3), p. 1520-1526, 2012.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.; CARR, T. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: Boca Raton, 3ed., 387p., 2004.

MILLER, G.A. Sucralose. In: NABORS, L. B.; GELARDI, R. C. *Alternatives sweeteners*. Second edition, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, 2ed., 1991, p.173-215.

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

NABORS, L.B.; GELARDI, R.C. *Alternative Sweeteners*. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1991. 461p.

NEWSOME, R. Sugar substitutes. In: ALTSCHUL, A.M. *Low calorie Foods Handbook*. New York: Marcel Dekker Inc., 1993. p.139-170.

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

NIU, Y., LU, W., GAO, L., LIN, H., LIU, X., LI, L. Reducing effect of mangiferin on serum uric acid levels in mice. *Pharmaceutical biology*, v. 50, p. 1177-1182, 2012.

PARPINELLO, G. P.; VERSARI, A.; CASTELLARI, M.; GALASSI, S. Stevioside as a Replacement of Sucrose in Peach Juice: Sensory Evaluation. *Journal of Sensory Studies*, v. 16, n. 5, p. 471 – 484, 2001.

RABEN, A., VASILARAS, T.H., MOLLER, A.C., ASTRUP, A. Sucrose compared with artificial sweeteners: different effects on *ad libitum* food intake and body weight after 10 wk of supplementation in overweight subjects. The American Journal of Clinical Nutrition, 76, 721-729, 2002.

RAJAN, S.; SUGANYA, H.; THIRUNALASUNDARI, T.; JEEVA., S. Antidiarrhoeal efficacy of *Mangifera indica* seed kernel on Swiss albino mice. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, v. 5, p. 630-633.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R.; CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. P. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. Plant Foods for Human Nutrition. v. 62, p. 13-17, 2007.

RIBEIRO, S. M. R.; BARBOSA, L.C.A.; QUEIROZ, J.H.; KNO, M.; SCHIEBER, A. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. Food Chemistry, v. 110, p. 620–626, 2008.

SCALBERT, A; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. Journal of Nutrition. v. 130, p.2073S-2085S, 2000.

SEATON, L. New mango momentum. Fresh Produce Journal, v.15, p.37-39, 1996.

SINGH, R. P. Scientific principles of shelf life evaluation. In: MAN, C. M. D.; JONES, A. A. (Ed). Shelf life evaluation of foods. London: Blackie Academic and Professional, 1994, p.3-24.

STAHL, W.; van den BERG, H.; BAST, A. J.; DAINLY, J. Molecular Aspects of Medicine. v. 23, n. 1, p. 39-100, 2002.

STONE, H.; OLIVER, S.M. Measurement of the Relative Sweetness of Selected Sweeteners and Sweetener Mixtures. *Journal of Food Science*, v. 34, n. 2, p. 215–222, 1969.

STONE, H., SIDEL, J. 2003. *Quantitative Descriptive Analysis (The QDA Method), Sensory Evaluation Practices*, 3rd Ed., pp. 215–235, Elsevier Academic Press, San Diego, CA.

SZEMPLENSKI, T. Aseptic packaging in the United States: Systems, installations and trends for the food and beverage markets. 2005. Disponível em: <http://www.packstrat.com>.

TEMUSSI, P.A. Why are sweet proteins sweet? Interaction of brazzein, monellin and thaumatin with the T1R2–T1R3 receptor. *FEBS Letters*, 526, 1–3, 2002

VAN DER WEL, H.; LOEVE, K. Isolation and characterization of thaumatin I and II, the sweet-tasting proteins from *Thaumatococcus danielli* Benth. *European Journal of Biochemistry*, v. 31, p. 221-225, 1972.

WALTER, E.H.M.; FARIA, J.A.F. Adequações técnicas de um sistema asséptico para leite e bebidas de alta acidez em embalagens flexíveis. Campinas, 2010. 187p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

WIET, S.G.; BEYTS, P.K. Sensory characteristics of sucralose and other high intensity sweeteners. *Journal of Food Science*. v. 57, p. 1014–1019, 1992.

YAMAGUCHI, S., YOSHIKAWA, T., IKEDA, S., & NINOMIYA, T. Studies on the taste of some sweet substances: I. Measurement of the relative sweetness. *Agricultural and Biological Chemistry*, 34, 181-186, 1970.

ARTIGO DE PESQUISA 1

IDEAL AND RELATIVE SWEETNESS OF HIGH INTENSITY SWEETENERS IN MANGO NECTAR

(artigo publicado no periódico *International Journal of Food Science and Technology*, 2012, 47, 991–996)

IDEAL AND RELATIVE SWEETNESS OF HIGH INTENSITY SWEETENERS IN MANGO NECTAR

Rafael Silva CADENA¹ and Helena Maria André BOLINI¹

¹Food and Nutrition Department, Faculty of Food Engineering, University of Campinas, R. Monteiro Lobato, 80, 6121, Campinas, Brazil

*Corresponding author: Tel (55) 21 19 35214084 - racadena@fea.unicamp.br

Abstract

The aim of this study was to analyse the ideal and relative sweetness of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners. Mango nectar samples were prepared with unsweetened mango frozen pulp (DeMarchi®) and water (1:1). The Ideal sweetness of the mango nectar samples sweetened with sucrose at 5%; 7.5%; 10%; 12.5% and 15%, was analyzed using an acceptance test with a just-about-right (JAR) scale and 100 consumers of mango nectar. The Magnitude Estimation method with 15 selected judges was then used to determine the relative sweetness of the high intensity sweeteners. For this test, six samples of mango nectar were prepared and one sweetener added to each: sucrose, sucralose, 100:50:1 acesulfame-K/sucralose/neotame blend, 1:1 thaumatin/sucralose blend and stevia with 97% of rebaudioside. The ideal sweetness analysis revealed that 6.84% was the ideal concentration of sucrose in the mango nectar. The relative sweetness analysis showed that Neotame presented the highest sweetening power, being 6026 times sweeter than sucrose with respect to the mango nectar containing 7% of sucrose, followed by Sucralose (627), Thaumatin/Sucralose blend 1:1 (549), Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend 100:50:1 (259) and Stevia (134).

1. Introduction

Since it has become clear that a readjustment of dietary habits is required to combat the metabolic syndrome, there is a growing interest in healthy eating which has given rise to a new range of foods and products on the market (Bayarry et al., 2011). Low calorie products were originally developed especially for people with diabetes or other medical restrictions, including obesity. However these products were not famous for their wide variety or good flavor, but were for their high prices (Cardoso and Bolini, 2007).

Sucrose can be replaced by alternative sweeteners such as fruit juice concentrates, honey, maple syrup or molasses (Soukoulis and Tzia, 2010), or by high intensity sweeteners such as sucralose and aspartame (Cadena and Bolini, 2011). However, the replacement of sucrose by alternative sweeteners can provide changes in the perception of the sweet and bitter tastes (Bolini-Cardelo et al., 1999). Therefore high intensity sweeteners are only successful if they show a perfect match with the quality of sucrose (Portmann and Kilcast, 1996).

Magnitude estimation is one of the most commonly used methods to obtain the sweetness equivalency as related to sucrose (Cardoso and Bolini, 2007; De Marchi et al., 2009; Moraes and Bolini, 2010). Obeying Stevens law, the results obtained from the subjects and the concentrations assessed are normalized, and the logarithms of these results are calculated and placed on a graph with logarithmic coordinates (Moskowitz, 1970).

Considering the large number of sweeteners available, each one can be used in the situations for which it is best suited, and the limitations of individual sweeteners can be overcome by using them in blends (Nabors, 2002). High

intensity sweeteners, such as neotame, thaumatin and stevia, are being developed or improved to achieve greater similarity with sucrose, and others, such as sucralose, are already known to have a sensory profile similar to that of sucrose (Cardoso and Bolini, 2007; Moraes and Bolini, 2010). Neotame is a derivative of aspartame and is 6000-10000 times sweeter than sucrose, so its relative cost is expected to be lower than that of sucrose or aspartame at the equivalent sweetness (Nofre and Tinti, 2000). Thaumatin is a protein obtained from a fruit (*Thaumatococcus danielli* Benth) native to the Sudan (Africa) (Van der Wel and Loeve, 1972; Coiffard et al., 1997; Asherie et al., 2008), but was originally considered by the food industry as a poor and expensive sweetener (Green, 1999). However, there has been a recent worldwide interest and enthusiasm in its effects on flavor. Stevia is a better known sweetener, with many studies concerning its sensory behavior (Kroyer, 1999; Wölwer-Rieck et al., 2010; Shah et al., 2010). It is extracted from a cultivar of chrysanthemum, *Stevia rebaudiana* (Bolini et al., 1999). The sweetness potency of stevia varies, depending on the purity and the proportion of stevioside and rebaudioside found in the extract (Bakal and Nabors, 1986). Soejarto et al. (1982) suggested that the bitter taste, common to many *Stevia* species, is probably due to sesquiterpene lactones, and therefore it is important to obtain stevia with more rebaudioside.

Finally, for each product, the equivalent sweetness is unique, because the sweetness potencies depend on the dispersion matrix in which they are found. Thus one must evaluate the replacement of sucrose by sweeteners in each food separately (Calviño et al., 2000; Melo et al., 2007; Cardoso and Bolini, 2007; De Marchi et al., 2009; Moraes and Bolini, 2010). Hence the aim of this study was to

analyze the ideal and relative sweetness of mango nectars sweetened with different artificial and natural sweeteners.

2. Material and Methods

2.1 Material

Mango nectar samples were prepared with unsweetened mango frozen pulp (DeMarchi[®]) and water (1:1). The samples were sweetened with different high intensity sweeteners and sucrose. The sweeteners were: Neotame; Sucralose; Stevia with 97% of Rebaudioside; 1:1 Thaumatococcus/Sucralose blend; 100:50:1 Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend.

2.2 Methods

2.2.1 Sample preparation

Samples were prepared 12 hours before the tests and stored at room temperature. The mango nectar was prepared using 500g of frozen mango pulp per 500mL of water and each sample was sweetened with the respective sweetener and mixed in a Walita[®] blender.

2.2.2 Ideal sweetness analysis

Initially the ideal sweetness (with sucrose) of mango nectar samples was determined using an acceptance test with a just-about-right (JAR) scale and 100 consumers of mango nectar (Meilgaard et al., 2004).

The samples were sweetened with five concentrations of sucrose: 5.0%; 7.5%; 10.0%; 12.5; 15.0%, in order to determine the ideal level of sucrose in mango nectar.

The subjects were served 30 mL of each mango nectar sample, with different sucrose concentrations, and requested to evaluate the sweetness by placing a mark in one of the boxes of a 9 category scale from “not nearly sweet enough” = -4, to “much too sweet” at the other extreme = +4, and “just right” in the middle (corresponding to zero) (Meilgaard et al., 2004).

The samples were evaluated in individual booths in the Sensory Analysis Laboratory at Unicamp. Sample presentation was monadic in plastic cups coded with three-digit numbers, using a balanced complete block design (Walkeling and MacFie, 1995).

The results were analyzed by histograms with the sensory response distribution in percentage with respect to the sucrose concentration to be added to the nectar, and also by simple linear regression between hedonic values and sucrose concentration.

2.2.3 Selection of judges

The selection was made using the sequential method proposed by WALD (Amerine et al., 1965; Meilgaard et al., 2004), in which triangle tests are used to select subjects with good ability to discriminate the samples. Two samples were sweetened with a significant difference of 0.1% in sweetness. To establish this difference, a paired comparison test was carried out using 40 subjects, in which the two samples were presented and the difference confirmed. Fifteen subjects were selected for the determination of the equi-sweet concentrations of the different sweeteners.

2.2.4 Relative sweetness analysis

The relative sweetness of the high intensity sweeteners was measured using the Magnitude Estimation method (Stone and Oliver, 1969), which makes a direct quantitative measurement of the subjective intensity of sweetness possible. Fifteen subjects were selected by their discriminative ability and trained to use the magnitude scales correctly with different sweetness intensity standards.

The mango nectar samples were presented according to a balanced complete block design (Walkeling and MacFie, 1995), followed by a reference sample sweetened with 10% of sucrose, with which the sweetness equivalence was determined. The reference sample was designated to have an intensity of 100, followed by a random series of samples with greater and lesser intensities as compared to the reference intensity. The subject had to estimate the sweetness intensity of the unknown samples relative to the reference. For example, if a sample was twice as sweet as the reference, it should receive an intensity of 200,

whereas if it were half as sweet, the intensity should be 50, and so on. They were instructed not to rate the sample intensity as zero.

Table 1 shows the concentrations used in these determinations (Bolini-Cardelo et al., 1999; Moraes and Bolini, 2010). The logarithmic concentration values used (C) for each sweetener were plotted against the logarithmic values of the estimated magnitudes for the stimuli perceived as sensations (S), and a linear regression of points was obtained, such that a simple power function $S = a \cdot C^n$ described the data (Moskowitz, 1974).

Table 1.

Concentration of sucrose, sucralose, acesulfame-K/sucralose/neotame blend 100:50:1, neotame, thaumatin/sucralose blend 1:1 and stevia used for the relative sweetness analysis

Sweetener	Concentration for relative sweetness analysis to 7% of sucrose*				
Sucrose	3.90	6.25	10.00	16.00	25.60
Sucralose	0.0063	0.01	0.016	0.0256	0.041
Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend 100:50:1	0.0195	0.0312	0.05	0.08	0.128
Neotame	0.0007	0.001	0.0017	0.0027	0.0041
Thaumatin/Sucralose blend 1:1	0.0063	0.01	0.016	0.0256	0.041
Stevia	0.039	0.0625	0.10	0.16	0.256

*Concentration in percentage (w/v)

3. Results and Discussion

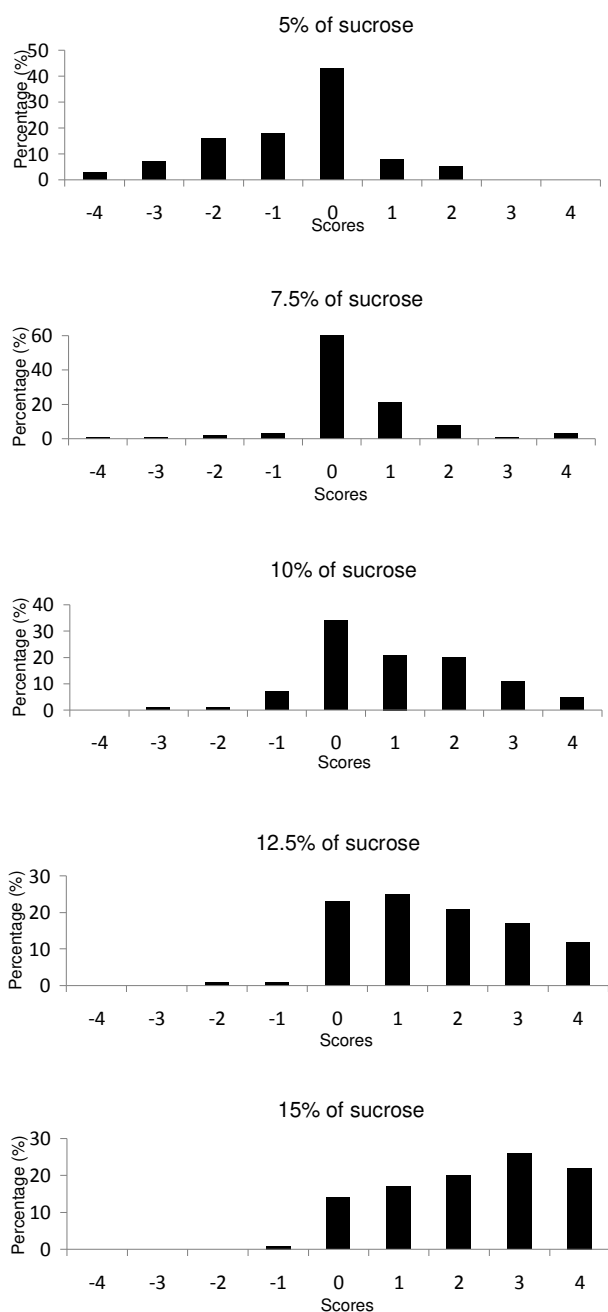
3.1 Ideal Sweetness analysis

The ideal sweetness test using the JAR scale made it possible to determine the amount of sucrose to be applied to the formulation of the mango nectar. The opinion of the subjects was determined and then transformed into numerical data (-4 to +4), the ideal sweetness corresponding to the value of 0.

The linear regression of the hedonic values for the sucrose concentration (Figure 2) showed that the ideal sweetness of the mango nectar was obtained with 6.84% of sucrose. The value was simplified to 7% in the subsequent experiments.

Figure 1.

Histograms with the distribution of responses in acceptance test for mango nectar samples with 5%; 7.5%; 10%; 12.5% and 15% of sucrose

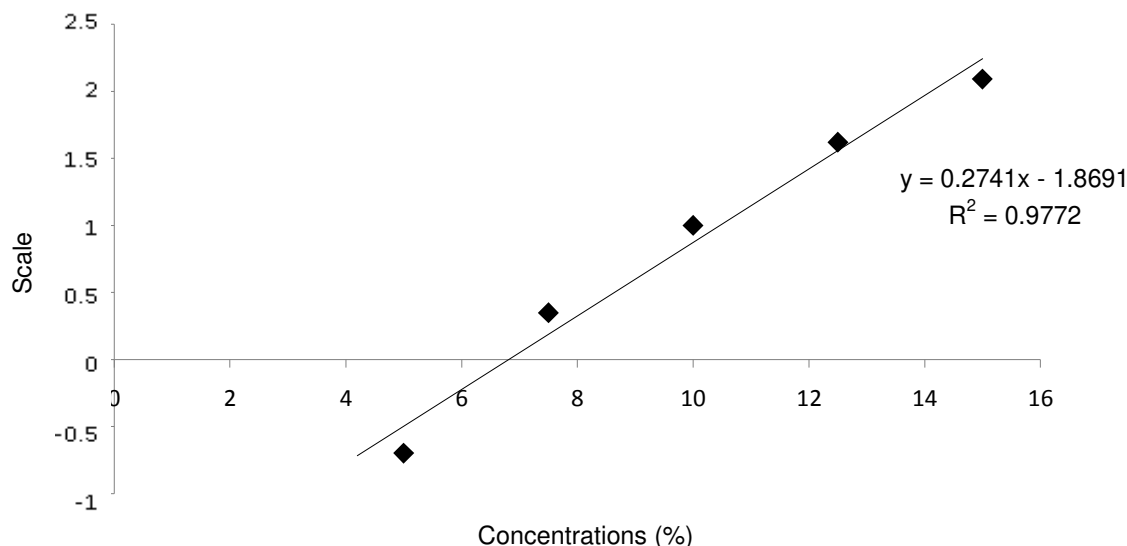


The results found for the ideal sucrose concentration in mango nectars was different from those found for iced and hot instant tea, 8.3% (Cardoso et al., 2004), peach nectar, 10.04% (Cardoso and Bolini, 2007), passion fruit juice, 10% (De Marchi et al., 2009), and instant and ground roasted coffees, which were 9.5% and 12.5%, respectively (Moraes and Bolini, 2010). The difference in the results obtained for the ideal concentration of similar products highlights the importance of carrying out a sensory analysis for each product.

Histograms with the consumer distributions are shown in Figure 1. The distribution of the consumers modifies as the sucrose concentration changes. In the case of 5% of sucrose, the consumers are concentrated in the negative area, since the values are less sweet than the ideal (-4 to -1). The opposite occurs with 15% of sucrose, where the consumers are concentrated in the positive area (+1 to +4), i.e. the mango nectars were “much too sweet”. In the figure that represents 7.5% sucrose, a concentration very close to the ideal (6.8%), a linear regression was found, and thus a greater concentration of the consumers were located at the middle point (0 = ideal of sweet).

Figure 2.

Sucrose ideal concentration to be added to mango nectar, obtained with the use of a JAR scale.



3.2 Relative sweetness analysis

The relative sweetness was determined by 15 selected judges. Table 2 shows the results for the angular coefficient, Y-intercepts, linear correlation coefficients and the power functions of each sweetener, and Figure 3 shows the relationship between the sweetness intensities and the concentrations of the sweeteners, represented on a logarithmic scale.

Table 2.

Angular coefficient, Y-Intercept, linear correlation coefficient and Power function of each sweetener

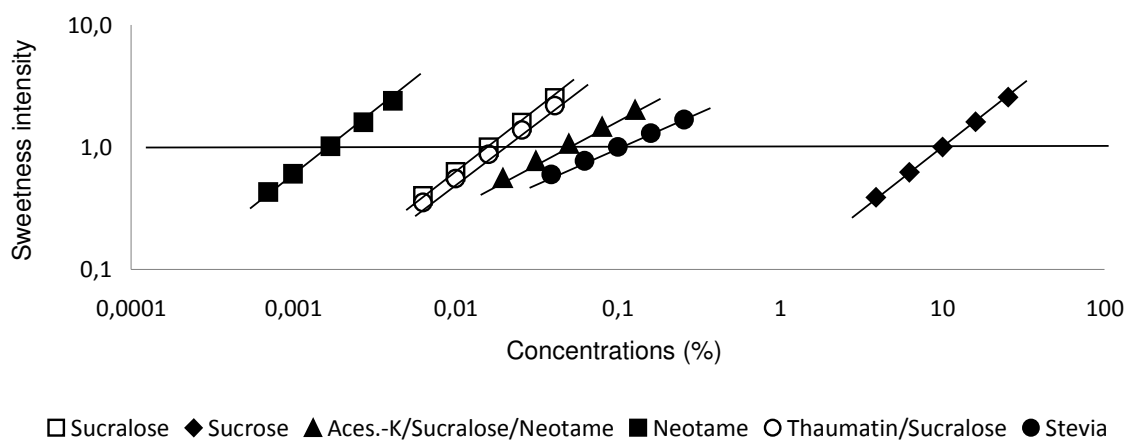
Sweetener	Angular coefficient	Y-Intercept	R*	Power Function
Sucrose	10074,0000	-1,0064	0.9970	$S = 0.0986 \cdot C^{1.0072}$
Sucralose	0.9840	1,7664	0.9989	$S = 58.3983 \cdot C^{0.9840}$
Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend 100:50:1	0.6787	0.9091	0.9601	$S = 8.1114 \cdot C^{0.6787}$
Neotame	0.9758	2,7087	0.9819	$S = 511.3285 \cdot C^{0.9758}$
Thaumatococin/Sucralose blend 1:1	0.9716	1,6859	0.9823	$S = 48.5177 \cdot C^{0.9716}$
Stevia	0.5506	0.5507	0.9646	$S = 3.5586 \cdot C^{0.5506}$

* R = Linear correlation coefficient

The linear correlation coefficients (R^2) of all the sweeteners were satisfactory and higher than 0.9. According to Cardoso and Bolini (2007), sweeteners presenting a bitter taste, especially when in high concentrations, could influence the perception of sweetness and hence the linearity of the lines obtained. This explains the lower results for R^2 of high intensity sweeteners that admittedly present a bitter taste, such as stevia (0.9646), and the blend which contains acesulfame-K (0.9601).

Figure 3.

Relation between sweetness intensities and concentrations corresponding to 10% of sucrose concentration



From the Power Function of each sweetener one can calculate the concentration equivalent of each one, and the sweetener potency in relation to sucrose. The concentrations of each sweetener were calculated in equivalence of the ideal sweetness of sucrose in mango nectar (7%) and the results are shown in Table 3.

Table 3.

Concentration equivalent and sweetener potency to sucrose 7%

Sweetener	Concentration equivalent to sucrose 7%	Sweetener potency at 7%
Sucralose	0.0111%	627
Acesulfame-K/Sucralose/Neotame blend 100:50:1	0.0270%	259
Neotame	0.0011%	6026
Thaumatococcus/Sucralose blend 1:1	0.0127%	549
Stevia	0.0522%	134

Of the sweeteners used, Neotame showed the highest sweetening power, being 6026 times sweeter than sucrose in the case of a mango nectar with 7% of sucrose. Thus to substitute sucrose by neotame in a mango nectar with 7% of sucrose, 0.0011% of neotame is required. These results are in agreement with the study of Nofre and Tinti (2000), that reported neotame as being 6000-10000 times sweeter than sucrose.

Sucralose presented a sweetness power of 627. This result is similar to the value of 629 found by Cardoso and Bolini (2007) in peach nectar, of 636 found by Moraes and Bolini (2010) in instant coffee and 599 in ground roasted coffee, and of 599 found by Cardoso et al. (2004) in yerba mate tea. With respect to mango nectar, Cavallini et al. (2005) found a sweetness power for sucralose of 503. This variation can be explained by differences in the formulation of the mango nectar and consequently in the concentration of sucrose used in the relative sweetness determination.

The 1:1 blend of Thaumatococcus/Sucralose presented a sweetness potency of 549. Coiffard et al. (1997) reported that thaumatococcus was 2000-5000 sweeter than sucrose. However, in the present study thaumatococcus did not present such a high

intensity and hence the blend with sucralose showed a sweetness potency (549) below that of pure sucralose (627).

The stevia sample with 97% of rebaudioside was 134 times sweeter than sucrose. Cardoso and Bolini (2007) found a potency of 101 for stevia in peach nectar, Moraes and Bolini (2010) found a potency of 100 in instant coffee and of 75 in ground roasted coffee, and Cavallini et al. (2005) found a potency of 80 in mango nectar. The difference can be explained by the higher percentage of rebaudioside in the stevia sample used in this study (Soejarto et al., 1982; Bakal and Nabors, 1986).

4. Conclusions

Using the JAR scale, the consumers determined that a mango nectar with 6.8% of sucrose presented the ideal sweetness.

Neotame was the most intense sweetener, followed by Sucralose, the 1:1 blend of Thaumatin/Sucralose, the 100:50:1 blend of Acesulfame-K/Sucralose/Neotame and Stevia, in relation to 7% of sucrose in the mango nectar. Moreover, neotame was shown to be 10 times sweeter than sucralose.

Consumers tend to prefer natural products instead of non-natural ones. Hence thaumatin, a natural sweetener, in a blend with sucralose, was shown to be a good alternative to replace sucrose in fruit juices. Stevia was the other natural sweetener used in this study and the development of stevia with more rebaudioside improved the sweetness potency of this sweetener.

The food industry generalizes the amount of sucrose and sucrose substitutes used in the elaboration of fruit juices. The ideal sweetness preferred by consumers varies depending on the fruit used in the manufacture of the juice. Thus, for each fruit juice or other product, the ideal sweetness should be determined. Furthermore, the equivalent sweetness of the sweeteners also varies depending on the product, and hence an equisweet determination is necessary.

5. Acknowledgments

The present study was carried out with the support of the Brazilian National Research Council (CNPq). The mango pulp and the stevia sample were kindly donated by DeMarchi™ and Clariant™, respectively.

6. References

- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., and Roessler, E. B. 1965. Principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press.
- Asherie, N., Ginsberg, C., Blass, S., Greenbaum, A., and Knafo, S. 2008. Solubility of thaumatin. *Crystal Growth & Design*, 8(6), 1815-1817.
- Bakal, A.I., and O'Brien Nabors, L. 1986 In O'Brien Nabors, L., and Gelardi, R.C. (eds), Alternative sweeteners. New York: Marcel Dekker.
- Bayarri, S., Carbonell, I., Barrios, E.X., and Costell, E. 2011. Impact of sensory differences on consumer acceptability of yoghurt and yoghurt-like products. *International Dairy Journal*, 21, 111-118.

Bolini-Cardello H.M.A., Silva, M.A.A.P., and Damasio, M.H. 1999. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54, 119–130.

Cadena, R.S., and Bolini, H.M.A. 2011. Time-intensity analysis and acceptance test for traditional and light vanilla ice cream, *Food Research International*, In Press, doi: 10.1016/j.foodres.2010.12.012

Calviño, A., Garrido, D., and Garcia, M. 2000. Potency of sweetness of aspartame, single value and time-intensity measurements D-tryptophan and thaumatin evaluated by single value and time-intensity measurements. *Journal of Sensory Studies*, 15, 47-64.

Cardoso, J.M.P., Batochio, J.R. and Bolini, H.M.A. 2004. A Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da temperatura de consumo em bebidas preparadas com chá-mate em pó Solúvel. *Revista Ciência e Tecnologia Alimentos*, 24(3), 448–452.

Cardoso, J.M.P., and Bolini, H.M.A. 2007. Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. *Food Research International*, 40, 1249–1253.

Cavallini, D.C.U., Garcia, D.C., and Bolini, H.M.A. 2005. Determination of the relative sweetness and acceptability of cyclamate/saccharin blend, aspartame, sucralose and stevia extract as compared to sucrose in mango juice. *Alimentaria* (Madrid), Espanha, 368, 106-110.

Coiffard, C.A., Coiffard, L.J., and Roeck-Holtzhauer, Y.M. 1997. Influence of pH on thermodegradation of thaumatin in aqueous solution. *Food Research International*, 30(9), 707-710.

De Marchi, R., McDaniel, M.R., and Bolini, H.M.A. 2009. Formulating a new passion fruit juice beverage with different sweetener systems. *Journal of Sensory Studies*, 24, 698-711.

Green, C. 1999. Thaumatin: a natural flavour ingredient. In: CORTY, A. *Low-calorie sweeteners: present and future*. Basel, Switzerland: Karger, 85, 129-132.

Kroyer, G. Th. 1999. The low calorie sweetener stevioside: stability and interaction with food ingredients. *LWT – Food Science and Technology*, 32 (8), 509-512.

Meilgaard, M., Civille, G.V., & Carr, B.T. 2004. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: Boca Raton, 3ed., 387p.

Melo, L.L.M.M., Bolini, H.M.A. and Efraim, P. 2007. Equisweet milk chocolates with intense sweeteners using time-intensity method. *Journal of Food Quality*, 30, 1056-1067.

Melo, L.L.M.M., Bolini, H.M.A. and Efraim, P. 2009. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. *Food Quality and Preference*, 20, 138-143.

Moraes, P.C.B.T., and Bolini, H.M.A. 2010. Different Sweeteners in Beverages Prepared with Instant and Roasted Ground Coffee: Ideal and Equivalent Sweetness. *Journal of Sensory Studies*, 25, 1-11.

Moskowitz, H. R. 1970. Ratio scales of sugar sweetness. *Perception & Psychophysics*, 7(5), 315–320.

Moskowitz, H. R. (1974). *Sensation and measurement: Papers in honor of S.S. Stevens*. Dordrecht: Reidel Press

Nabors, L. O. 2002. Sweet choices: Sugar replacements for foods and beverages. *Food Technology*, 56(7), 28–35.

Nofre, C., and Tinti, J. M. 2000. Neotame, Discovery, properties, utility. *Food Chemistry*, 69, 245-257.

Portmann, M.O., and Kilcast, D. 1996. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry. *Food Chemistry*, 56 (3), 291-302.

Shah, A.B., Jones, G.P., and Vasiljevic, T. 2010. Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different agents – effects on physicochemical and sensory properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 1426-1435.

Soejarto, D.D., Kinghorn, A.D., and Farnsworth, N.R. 1982. Potential sweetening agents of plant origin. III. Organoleptic evaluation of stevia leaf herbarium samples for sweetness. *Journal of Natural Products*, 45 (5), 590-599.

Stone, H., & Oliver, S. M. 1969. Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. *Journal of Food Science*, 34(2), 215–222.

Van der Wel, H., and Loeve, K. 1972. Isolation and characterization of thaumatin I and II, the sweet-tasting proteins from *Thaumatococcus danielli* Benth. *European Journal of Biochemistry*, 31, 221-225.

Walkeling, I.N., & MacFie, J.H. 1995. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of samples may be tested. *Food Quality and Preference*, 6, 299-308.

Wölwer-Rieck, U., Tomberg, W., and Wawrzun, A. 2010. Investigations on the stability of stevioside and rebaudioside A in soft drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (23), 12216-12220.

ARTIGO DE PESQUISA 2

PERFIL SENSORIAL E CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE NÉCTAR DE MANGA ADOÇADO COM EDULCORANTES AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA

(artigo para ser submetido ao periódico *International Journal of Food Science and Technology*)

PERFIL SENSORIAL E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE NÉCTAR DE MANGA ADOÇADO COM EDULCORANTES AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA

CADENA^{1*}, R.S., e BOLINI¹, H.M.A.

¹Departamento de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, R. Monteiro Lobato, 80, 6121, Campinas, Brasil

*Autor correspondente: Tel. (55) 19 35214084 - racadena@fea.unicamp.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi determinar as características físico-químicas e o perfil sensorial do néctar de manga adoçado com diferentes edulcorantes ao longo da vida de prateleira. As amostras de néctar de manga foram adoçadas com: *blend* de acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1), sacarose, estévia com 97% de rebaudiosídeo, neotame, sucralose e *blend* de taumatina/sucralose (1:1). Análise de cor (L^* , a^* , b^*), pH, acidez titulável, sólidos solúveis (°Brix) e o cálculo do Ratio (Brix/acidez titulável) foram as análises físico-químicas realizadas. O perfil sensorial foi estudado utilizando Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) ao longo de 120 dias de estocagem em temperatura de 25 ± 2 °C e foi realizado teste de aceitação no tempo zero. As análises físico-químicas e sensoriais foram analisadas estatisticamente por Análise de Variância (ANOVA) e Teste de média de *Tukey*. Os dados descritivos e afetivos foram correlacionados através de regressão de *Partial least square* (PLS) e analisados por Mapa de Preferência Externo (PREFMAP). A sucralose se apresentou como o melhor substituinte da sacarose quando comparada a outros edulcorantes de alta intensidade no tempo inicial e após 120 dias de estocagem. Além disso, os edulcorantes estévia com 97% de rebaudiosídeo e o *blend* taumatina/sucralose (1:1) também apresentaram resultados satisfatórios.

1. Introdução

O consumo de frutas e vegetais tem sido associado com a baixa incidência de doenças degenerativas, pois efeitos protetores estão associados com componentes antioxidantes contidos nestes alimentos (Kauer & Kapoor, 2001). Atrelado a isto, o mercado de sucos e néctares de frutas está sob um aumento significativo, o que tem atraído a atenção de agricultores, distribuidores e da indústria deste produto para saciar esta demanda (Renuka *et al.*, 2009).

A manga é considerada uma boa fonte dietética de antioxidantes (Kim *et al.*, 2007), assim como de ácido ascórbico (Franke *et al.*, 2004), carotenóides (Godoy & Rodriguez-Amaya, 1989) e compostos fenólicos (Berardini *et al.*, 2004; Berardini *et al.*, 2005, Martinez *et al.*, 2012). Na manga são encontrados doze flavonoides e xantanas, sendo que a mangeferina é o antioxidante mais encontrado, tanto na polpa, como na casca e sementes (Ribeiro *et al.*, 2008).

Além disto, o interesse em uma alimentação saudável, equilibrada em nutrientes e calorias, aumenta conforme é disseminado o conhecimento de que estes hábitos são benéficos para o combate da síndrome metabólica (Bayarri *et al.*, 2011). Desta maneira, o desenvolvimento de bebidas de frutas com baixo teor calórico e redução do nível de sacarose, sem alterar as características sensoriais, é uma alternativa para aumentar o consumo de sucos e néctares de fruta.

A sacarose pode ser substituída por edulcorantes de alta intensidade (Cadena & Bolini, 2011). A substituição da sacarose por outro agente adoçante é um desafio para os pesquisadores e para a indústria, já que além do gosto doce, outros atributos sensoriais podem ser modificados. A sucralose tem sido

considerada como o edulcorante que melhor substitui a sacarose, pois é aquele que proporciona menos alterações sensoriais no produto (Cardoso & Bolini, 2008; De Marchi *et al.*, 2009; Brito & Bolini, 2010). Entretanto, novos edulcorantes de alta intensidade estão sendo desenvolvidos e aperfeiçoados como o neotame, a taumatina e a estévia (Cardoso & Bolini, 2007; Moraes & Bolini, 2010) necessitando de pesquisas quanto a sua aplicação, visto que ainda são escassos estudos que envolvam a utilização destes aditivos em produtos, como néctares de fruta.

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) tem sido amplamente utilizada em estudos que buscam identificar o perfil sensorial de um alimento (Melo *et al.*, 2009; Ng *et al.*, 2012). A aplicação da ADQ demanda tempo, pois envolve sessões para gerar os termos descritores, longo treinamento dos provadores com as referências de cada atributo e seleção estatística destes indivíduos, até que se possa chegar a equipe sensorial que avaliará o produto em três repetições (Stone & Sidel, 2003). Alguns estudos buscam métodos alternativos para o uso da ADQ e apresentam resultados satisfatórios (Albert *et al.*, 2011), entretanto ainda é prematuro afirmar que estes métodos geram dados com o mesmo grau de confiabilidade.

Portanto, este estudo objetivou determinar o perfil sensorial e as características físico-químicas do néctar de manga adoçado com diferentes edulcorantes ao longo de 120 dias de estocagem.

2. Material e Métodos

2.1 Material

As amostras de néctar de manga foram preparadas com polpa congelada de manga pasteurizada (DeMarchi[®]) e água (1:1). As amostras foram adoçadas com seus respectivos edulcorantes: 0,027% de *blend* de acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1); 0,052% de estévia com 97% de rebaudiosídeo; 0,0011% de neotame; 0,011% de sucralose e 0,013% de *blend* de taumatina/sucralose (1:1). Além das amostras com edulcorantes, foi formulada uma amostra controle adoçada com 7% de sacarose. A concentração ideal de sacarose e a doçura relativa de cada edulcorante para determinação da concentração a ser utilizada foram determinadas em estudo prévio (Cadena & Bolini, 2012). As amostras foram embaladas através de um sistema asséptico com pasteurização a 98^o/15s utilizando um laminado de plástico multicamada flexível como material de embalagem (Walter et al., 2010). As amostras foram acondicionadas em um local com temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por 120 dias.

As amostras foram analisadas ao longo da vida de prateleira e com intervalo de 60 dias entre os mesmos. Desta forma, os testes ocorreram no dia da elaboração das amostras (tempo zero), sessenta dias de estocagem (60 dias) e, por último, com cento de vinte dias de estocagem (120 dias).

2.2 Métodos

2.2.1 Análises Físico-químicas

A coloração das amostras (L^* , a^* , b^*) foi determinada em colorímetro Hunterlab, modelo ColorQuest II. O aparelho foi calibrado com iluminante D65 (6900 °K), sendo a leitura realizada utilizando-se cubeta de quartzo de 10mm, e iluminante C, em ângulo visual de 10°, no momento de leitura Transmissão Regular (RTRAN) e foi utilizada placa de referência branca (C6299 Hunter Color Standard). O pH das amostras foi medido em pHmetro marca Orion Expandable Ion Analyzer EA 940. A acidez total titulável das amostras foi mensurada segundo a metodologia da AOAC (1997) e as respostas expressas em % de ácido cítrico. A porcentagem de sólidos solúveis como °Brix das amostras foi medida em refratômetro Carl Zeiss 844976 Jena, segundo a metodologia da AOAC (1997). Por fim, o Ratio foi calculado pela relação entre o total de sólidos solúveis (°Brix) e a acidez titulável (Sabato *et al.*, 2009).

2.2.2 Análise Sensorial

A pré-seleção dos candidatos foi realizada por análise sequencial de Wald (Amerine, Pangborn, & Roessler, 1965; Meilgaard *et al.*, 2004). Duas amostras de néctar de manga com diferentes teores de sacarose foram preparadas no laboratório e previamente testadas para obter um nível de diferença significativa igual a 1%. Testes triangulares foram aplicados com 28 provadores usando estas amostras de néctar de manga (Cavallini & Bolini, 2005; Cardoso & Bolini, 2007). Ao fim da pré-seleção, 13 provadores foram escolhidos com idade média de 25

anos, não fumantes e com disponibilidade de tempo para participar da Análise Descritiva Quantitativa (Stone & Sidel, 2003).

Os candidatos pré-selecionados realizaram o levantamento dos termos descritores sensoriais das amostras de néctar de manga, separadamente, utilizando o Método de Rede (Moskowitz, 1983) e 16 termos descritores foram gerados. Com auxílio da equipe treinada foram determinadas as definições e referências de mínimo e máximo de intensidade de cada atributo (Tabela 1). O treinamento foi conduzido em 9 sessões de 1h cada para que os provadores formassem a mesma memória sensorial em relação as âncoras (mínimo e máximo) da escala de intensidade de cada atributo. As amostras foram avaliadas em triplicata, usando blocos completos balanceados (MacFie *et al.*, 1989) e com auxílio do *software* de análise sensorial FIZZ (2009). Aos provadores foram servidos copos plásticos numerados com algarismos de três dígitos contendo 25 mL de cada amostra em temperatura ambiente (25 ± 2 °C). A escala não estruturada de 9 cm foi utilizada para cada termo descritor, ancorada nos extremos por “nenhum” ou “pouco” na esquerda e “muito” na direita (Stone & Sidel, 2003; Meilgaard *et al.*, 2007). Após o treinamento os provadores foram selecionados de acordo com o poder de discriminação entre amostras ($p < 0,50$), repetibilidade ($p > 0,05$) e concordância entre os provadores (Damásio & Costell, 1991). Os 13 provadores que participaram da seleção foram aprovados e puderam realizar a análise sensorial das amostras, a qual foi executada em três repetições.

Como as amostras foram avaliadas ao longo do tempo de estocagem, os provadores foram retreinados em três sessões de 1h e foram reavaliados quanto

ao poder discriminativo ($p < 0,50$) e repetibilidade ($p > 0,05$). Aos provadores também foi solicitado que reavaliassem as referências, para verificar se estavam adequadas, e as amostras, para analisar se ocorreu alguma alteração com os termos descritores. Durante as sessões de treinamento e seleção dos provadores, nenhuma modificação em relação às referências e aos atributos foi necessária e nenhum provador precisou ser excluído da equipe sensorial.

Para correlacionar os dados descritivos com dados de aceitação, foi realizado um teste de aceitação com escala hedônica no tempo zero, logo após a elaboração das amostras de néctar de manga com 120 indivíduos que sinalizaram gostar e consumir néctar de manga. Os consumidores, recrutados na Universidade de Campinas, apresentavam idade entre 18 e 65 anos (média = 32 anos) e 60% de mulheres e 40% de homens. Os testes foram executados em cabines individuais, livre de aromas e com temperatura controlada ($22 \pm 2^\circ\text{C}$). Aos provadores foi servido um copo plástico codificado com algarismos de três dígitos contendo 30mL de néctar de manga a temperatura de refrigeração ($8 \pm 2^\circ\text{C}$) (DeMarchi *et al.*, 2009). A aceitação foi determinada através da impressão global utilizando uma escala hedônica linear de 9 cm (Stone & Sidel, 2003), ancorada com “desgostei extremamente” a esquerda e “gostei extremamente” a direita. Todas as amostras foram apresentadas utilizando blocos completos balanceados (Walkeling & MacFie, 1995).

Tabela 1. Lista de definições e referências de cada termo descritor de néctar de manga

ATRIBUTOS	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
APARÊNCIA		
Cor Amarela	Cor amarela acinzentada, característico de mostarda	Pouco: Mostarda Purity® Muito: 10g Mostarda Purity® e 3,5g Mostarda escura Cepera®
Viscosidade Aparente	Velocidade com que o líquido escorre pela parede de uma taça de vidro	Pouco: Néctar de manga Fruthos® Muito: 30mL Suco concentrado de manga Dafruta®
Brilho	Capacidade de reflexão da luz	Pouco: Polpa de manga descongelada DeMarchi® Muito: 30mL Néctar de laranja Caseira®
Presença de Partículas	Resíduo que permanece na parede de uma taça de vidro após escorrer	Pouco: 30mL Néctar de laranja Caseira® Muito: Polpa de manga descongelada DeMarchi® e água (1:2)
AROMA		
Manga	Aroma de manga in natura	Nenhum: Água deionizada Muito: 10g Manga in natura Haden e Tommy
Doce	Aroma doce característico de manga madura	Pouco: 50g Manga Tommy cozida em água por 5 minutos após fervura Muito: 30mL Néctar de manga Fruthos®
Manga cozida	Aroma de manga que passou por um processo térmico	Pouco: 30mL Néctar de manga Fruthos® Muito: 50g Manga Haden cozida por 12 minutos após fervura
Ácido	Aroma ácido característico da oxidação do néctar de manga	Nenhum: Água deionizada Muito: 30mL Suco concentrado de manga Dafruta®
SABOR		
Manga	Sabor da manga in natura	Pouco: Polpa de manga descongelada DeMarchi® e água (1:2) Muito: Tommy madura
Doce	Gosto característico da adição de sacarose ou outro edulcorante	Pouco: Polpa de manga descongelada DeMarchi® Muito: 100mL Néctar de manga Fruthos® + 8 g de sacarose
Manga Cozida	Sabor característico de manga que passou por um processo térmico	Pouco: Polpa de manga descongelada DeMarchi® e água (1:2) Muito: Polpa de manga DeMarchi® cozida em água por 8 minutos após fervura
Acido	Gosto característico da oxidação do néctar de manga	Nenhum: Água deionizada Muito: Suco concentrado de manga Dafruta®
Residual Doce	Gosto doce que permanece na boca após a deglutição	Nenhum: Água deionizada Muito: Solução aquosa de aspartame a 0,2%
Residual Amargo	Gosto amargo que permanece na boca após a deglutição	Nenhum: Água deionizada Muito: Solução aquosa de acessulfame-K a 0,2%
TEXTURA		
Viscosidade	Capacidade do néctar de escoar e aderir pela língua	Pouco: Néctar de pêssigo Del Valle® Muito: logurte de morango Activia®
Adstringência	Sensação de amarrar a língua	Nenhum: Água Deionizada Muito: Suco concentrado de caju Maguary® e água (1:9)

2.2.3 Análise Estatística

A validação do treinamento da equipe de assessores foi determinada para cada termo descritor analisado, com aplicação de Análise de variância (ANOVA) para determinar a habilidade para discriminar ($p < 0,30$), repetibilidade ($p > 0,05$) e consenso entre os provadores (Damásio & Costell, 1991).

Os dados das análises físico-químicas e das Análises Descritivas Quantitativas foram analisados por ANOVA. Para ambas as análises, quando era detectada diferença significativa ($p < 0,05$) em alguma variável, aplicou-se o teste de média de *Tukey* para avaliar o nível de diferença entre as amostras. Os resultados foram analisados com auxílio do *software* SAS (2008).

A correlação entre os dados da ADQ e do teste de aceitação foi realizada através da análise de regressão por Partial least square (PLS) (Tenenhaus *et al.*, 2005). A impressão global foi a variável dependente (Y-matrix), enquanto os termos descritores da ADQ foram as variáveis independentes (X-matrix). A regressão por PLS tem sido amplamente utilizada em estudos sensoriais (Cruz *et al.*, 2011; Bayarri *et al.*, 2012; Cadena *et al.*, 2012). O Mapa Externo de Preferência (PREFMAP) (Kaaki *et al.*, 2012, Cadena *et al.*, 2012) também foi elaborado para analisar os dados descritivos e afetivos deste estudo. Os consumidores estão representados por pontos e a maior concentração destes, próximo a atributos, revela que este termo descritor teve importância para a aceitação das amostras de néctar de manga. Estas análises foram executadas utilizando o *software* XLStat (2007).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análises Físico-químicas

As amostras de néctar de manga (Tabela 2), em relação ao pH e a acidez titulável, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre si e, assim com a medida de sólidos solúveis (°Brix), também não ocorreu alteração ao longo da vida de prateleira. A sacarose, por ser um sólido solúvel (Etxeberria & Gonzalez, 2005), influenciou significativamente ($p<0,05$), resultando em maior °Brix de sua respectiva amostra. Por conseguinte, o Ratio da amostra de néctar de manga adoçado com sacarose apresentou maior valor que as demais, influenciada pela elevação da quantidade de sólidos solúveis desta amostra. Renuka *et al.* (2009) e Amiri e Niakousari (2008), em seus respectivos estudos com néctar de manga prebiótico e suco de laranja, também não encontraram diferença significativa ($p>0,05$) destes parâmetros ao longo da vida de prateleira.

Os parâmetros de cor (L, a, b) sofreram alterações significativas ($p<0,05$) ao longo do tempo de vida de prateleira. As amostras de néctar de manga escureceram, retraindo os valores do parâmetro luminosidade (L^*) e elevando a intensidade da cor amarela (b^*). Saron *et al.* (2007) em estudo com suco de maracujá também encontraram elevação significativa ($p<0,05$) da luminosidade (L^*). Estas alterações de escurecimento podem estar associadas a processos não enzimáticos e a formação de pigmentos de coloração caramelo (Fennema, 2008; Damasceno *et al.*, 2008). O escurecimento enzimático por polifenoloxidase e peroxidase pode ser descartado como agente causador, pois, além da utilização de polpas congeladas pasteurizadas, durante a elaboração das amostras ocorreu

outro processamento térmico que auxilia na inativação destas enzimas responsáveis pelo escurecimento (Khan & Robinson, 1993; Valderrama *et al.*, 2001; Freitas *et al.*, 2008).

Tabela 2. Características físico-químicas das amostras de néctar de manga ao longo da vida de prateleira

Tempo Zero						
	Blend***	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra****
pH	4,12 ^{aA}	4,13 ^{aA}	4,10 ^{aA}	4,11 ^{aA}	4,13 ^{aA}	4,11 ^{aA}
Brix	7,50 ^{bA}	14,00 ^{aA}	7,83 ^{bA}	7,50 ^{bA}	7,50 ^{bA}	7,33 ^{bA}
Acidez titulavel (%)	0,1501 ^{aA}	0,1499 ^{aA}	0,1538 ^{aA}	0,1542 ^{aA}	0,1565 ^{aA}	0,1479 ^{aA}
Ratio**	49,97	93,40	50,91	48,64	47,92	49,56
L*	50,62 ^{cdA}	50,17 ^{dA}	51,06 ^{cA}	52,09 ^{bA}	51,75 ^{bcA}	53,70 ^{aA}
a*	3,96 ^{bcB}	3,95 ^{bcB}	4,29 ^{abB}	3,98 ^{bcB}	4,50 ^{aB}	3,79 ^{cB}
b*	15,75 ^{cC}	16,03 ^{cC}	17,16 ^{bC}	17,19 ^{abC}	17,71 ^{aC}	17,35 ^{abC}
60 dias						
	Blend	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra
pH	4,12 ^{aA}	4,13 ^{aA}	4,10 ^{aA}	4,11 ^{aA}	4,13 ^{aA}	4,11 ^{aA}
Brix	7,50 ^{bA}	14,00 ^{aA}	7,83 ^{bA}	7,50 ^{bA}	7,50 ^{bA}	7,33 ^{bA}
Acidez titulavel (%)	0,1497 ^{aA}	0,1481 ^{aA}	0,1558 ^{aA}	0,1550 ^{aA}	0,1560 ^{aA}	0,1486 ^{aA}
Ratio**	50,10	94,53	50,26	48,39	48,08	49,33
L*	47,92 ^{dB}	47,81 ^{dB}	48,22 ^{cd}	49,68 ^{abB}	48,78 ^{bcB}	49,23 ^{abB}
a*	4,21 ^{cAB}	4,57 ^{bcAB}	4,98 ^{abAB}	4,62 ^{bcAB}	5,27 ^{aAB}	4,22 ^{cAB}
b*	21,62 ^{cB}	21,09 ^{cB}	21,42 ^{cB}	22,88 ^{bB}	25,58 ^{aB}	22,65 ^{bB}
120 dias						
	Blend	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra
pH	4,11 ^{aA}	4,12 ^{aA}	4,08 ^{aA}	4,09 ^{aA}	4,12 ^{aA}	4,09 ^{aA}
Brix	7,50 ^{bA}	14,00 ^{aA}	7,83 ^{bA}	7,50 ^{bA}	7,33 ^{bA}	7,50 ^{bA}
Acidez titulavel (%)	0,1485 ^{aA}	0,1487 ^{aA}	0,1544 ^{aA}	0,1583 ^{aA}	0,1547 ^{aA}	0,1482 ^{aA}
Ratio**	50,51	94,15	50,71	47,38	47,38	50,61
L*	43,88 ^{dC}	43,56 ^{dC}	45,71 ^{bcC}	46,49 ^{abC}	44,95 ^{cC}	47,04 ^{aC}
a*	4,76 ^{bcA}	5,25 ^{bcA}	5,42 ^{bA}	5,52 ^{bA}	6,01 ^{aA}	4,68 ^{cA}
b*	26,34 ^{cA}	26,11 ^{cA}	26,25 ^{cA}	28,04 ^{bA}	31,65 ^{aA}	27,60 ^{bA}

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna de cada amostra para cada parâmetro não apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) segundo o teste de média de Tukey

* L* = luminosidade; +a* = vermelho -a* = verde; +b* = amarelo -b* = azul

**relação entre Brix e acidez titulável (%)

***Acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1)

***Taumatina/sucralose (1:1)

3.2 Análise Sensorial

3.2.1 Aparência e Aroma

As amostras de néctar de manga (Tabela 3) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) apenas em relação a presença de partículas no tempo inicial da análise, entretanto após 60 dias essa diferença não foi relatada pelos provadores. A cor amarela foi o atributo que sofreu maior alteração ao longo do tempo. Todas as amostras após 120 dias de estocagem apresentaram uma coloração amarela mais escura diferindo ($p < 0,05$) do tom inicial. O escurecimento das amostras, como exposto anteriormente, ocorreu devido a ação não enzimática e formação de pigmentos caramelos (Fennema *et al.*, 2008).

Assim como em aparência, as amostras de néctar de manga apresentaram pouca variação entre si em relação aos atributos de aroma (Tabela 3), entretanto ocorreu maior variação na análise individual ao longo da vida de prateleira. As amostras de néctar de manga a partir das análises no dia 60 apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) no aroma ácido, acentuando este atributo ao final da análise no dia 120. As amostras Sacarose e Sucralose, no dia 120, apresentaram menor intensidade de aroma ácido diferindo ($p < 0,05$) das amostras Estévia e Taum/Sucra. Provavelmente em consequência da menor intensidade de aroma ácido, os provadores identificaram maior intensidade ($p < 0,05$) de aroma doce nas amostras Sacarose e Sucralose.

Tabela 3. Média dos atributos sensoriais descritivos de aparência e aroma ao longo do tempo de vida de prateleira

	Tempo Zero					
	Blend*	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra**
Cor Amarela	4,86 ^{aB}	4,81 ^{aB}	4,98 ^{aB}	4,84 ^{aB}	4,80 ^{aB}	4,96 ^{aB}
Viscosidade Aparente	3,96 ^{aA}	4,27 ^{aA}	4,36 ^{aA}	3,93 ^{aA}	3,81 ^{aA}	3,74 ^{aA}
Brilho	3,85 ^{aA}	4,09 ^{aA}	4,03 ^{aA}	3,88 ^{aA}	3,62 ^{aA}	3,88 ^{aA}
Presença de Partículas	3,10 ^{abA}	3,03 ^{abA}	3,28 ^{aA}	2,65 ^{bcA}	2,46 ^{ca}	2,54 ^{bcA}
Manga	4,25 ^{aB}	4,55 ^{aB}	4,35 ^{aA}	4,53 ^{aA}	4,74 ^{aA}	4,38 ^{aA}
Doce	5,36 ^{aA}	4,94 ^{abA}	4,88 ^{abA}	4,89 ^{abA}	4,82 ^{abB}	4,49 ^{ba}
Manga Cozida	4,43 ^{aA}	4,33 ^{aA}	4,18 ^{aA}	4,19 ^{aA}	4,19 ^{aA}	4,29 ^{aA}
Ácido	0,96 ^{aA}	0,77 ^{aB}	0,98 ^{aB}	0,66 ^{aB}	0,80 ^{aB}	0,93 ^{aB}
	60 dias					
	Blend	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra
Cor Amarela	5,29 ^{aAB}	4,95 ^{abB}	4,90 ^{abB}	5,23 ^{aB}	4,25 ^{cb}	4,49 ^{bcB}
Viscosidade Aparente	3,43 ^{aA}	3,69 ^{aA}	3,68 ^{aA}	3,98 ^{aA}	4,07 ^{aA}	3,85 ^{aA}
Brilho	3,53 ^{aA}	3,51 ^{aA}	3,46 ^{aA}	3,57 ^{aA}	3,76 ^{aA}	3,51 ^{aA}
Presença de Partículas	2,62 ^{aA}	2,91 ^{aA}	2,65 ^{aA}	2,87 ^{aA}	2,70 ^{aA}	2,87 ^{aA}
Manga	5,02 ^{aA}	4,49 ^{baB}	4,44 ^{ba}	4,59 ^{abA}	5,04 ^{aA}	4,44 ^{ba}
Doce	4,42 ^{aA}	4,47 ^{aA}	4,88 ^{aA}	4,92 ^{aA}	5,01 ^{ab}	4,30 ^{ba}
Manga Cozida	4,16 ^{aA}	4,58 ^{aA}	4,56 ^{aA}	4,69 ^{aA}	4,39 ^{aA}	4,49 ^{aA}
Ácido	1,92 ^{aB}	1,41 ^{aA}	1,99 ^{aA}	1,67 ^{aA}	1,38 ^{aA}	1,84 ^{aA}
	120 dias					
	Blend	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra
Cor Amarela	5,54 ^{aA}	5,27 ^{aA}	5,82 ^{aA}	5,78 ^{aA}	5,62 ^{aA}	5,46 ^{aA}
Viscosidade Aparente	3,63 ^{aA}	3,79 ^{aA}	3,96 ^{aA}	3,72 ^{aA}	4,01 ^{aA}	3,72 ^{aA}
Brilho	4,06 ^{aA}	3,51 ^{aA}	3,24 ^{ba}	3,85 ^{aA}	3,86 ^{aA}	3,83 ^{aA}
Presença de Partículas	3,35 ^{aA}	2,91 ^{aA}	3,79 ^{aA}	3,23 ^{aA}	3,14 ^{aA}	3,26 ^{aA}
Manga	5,05 ^{aA}	4,98 ^{aA}	3,99 ^{bcA}	4,03 ^{bcB}	4,61 ^{abA}	3,90 ^{ca}
Doce	4,80 ^{ba}	5,37 ^{aA}	4,51 ^{ba}	4,31 ^{ba}	5,71 ^{aA}	4,31 ^{ba}
Manga Cozida	4,53 ^{aA}	4,71 ^{aA}	4,87 ^{aA}	4,64 ^{aA}	4,35 ^{aA}	4,58 ^{aA}
Ácido	2,15 ^{abB}	1,67 ^{ba}	2,68 ^{aA}	2,30 ^{abA}	1,64 ^{ba}	2,50 ^{aA}

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna de cada amostra para cada termo descritor não apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) segundo o teste de média de Tukey

*Blend - acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1)

**Taum/Sucra - taumatina/sucralose (1:1)

3.2.2 Sabor e Textura

Os resultados dos termos descritores de sabor e textura da ADQ estão expostos na Tabela 4. A amostra de néctar de manga Blend foi a que apresentou maior número de atributos com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a amostra Sacarose (controle). As amostras Blend e Neotame apresentaram menor intensidade ($p < 0,05$) de sabor de manga que as demais, provavelmente influenciada pela maior intensidade de gosto doce ($p < 0,05$) em relação à amostra Sacarose.

Os termos descritores doçura residual e amargor residual foram influenciados pela substituição da sacarose por edulcorantes. As amostras Blend, Estévia e Neotame apresentaram maior intensidade de doçura residual ($p < 0,05$) que as amostras Sacarose, Sucralose e Taum/Sucra. E, esta última amostra, influenciada pela adição de taumatina, juntamente com as demais amostras, Blend, Estévia e Neotame, apresentou maior grau de amargor residual que as amostras Sacarose e Sucralose. A ocorrência de residual amargo é relatada em outros estudos que utilizaram acessulfame-K (Brito & Bolini, 2010) e estévia (Prakash *et al.*, 2008; Melo *et al.*, 2009). Cardoso & Bolini (2008) identificaram um sabor de erva relacionado ao uso de estévia em néctar de pêssgo, entretanto, com o aumento da porcentagem de rebaudiosídeo, este *offflavor* não foi identificado nas amostras de néctar de manga analisadas no presente estudo.

Ao longo da vida de prateleira, as amostras de néctar de manga apresentaram maior intensidade de gosto ácido ($p < 0,05$) provavelmente devido a produção de CO_2 e ácidos por micro-organismos termorresistentes (Vitali & Rao, 1984; Corrêa-Neto & Faria, 1999; Worobo & Splittstoesser, 2005) já a partir do dia

60 de estocagem. A amostra Estévia apresentou maior intensidade de amargor residual e diminuição do sabor de manga ($p<0,05$) a partir do dia 60.

Em relação à textura, as amostras não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) e não houve variação com o tempo de estocagem no atributo viscosidade. Porém, o atributo adstringência foi identificado com maior intensidade ($p<0,05$) na amostra Blend no tempo inicial e com o tempo de estocagem a adstringência aumentou diferindo significativamente ($p<0,05$) após 120 dias de estocagem, associado à deterioração das amostras e consequente produção de ácidos que originam este atributo.

Tabela 4. Média dos atributos sensoriais descritivos de sabor e textura ao longo do tempo de vida de prateleira e impressão global no tempo zero.

Tempo Zero						
	Blend*	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra**
Manga	4,40 ^{bA}	5,30 ^{aA}	5,09 ^{aA}	4,32 ^{bA}	5,48 ^{aA}	5,23 ^{aA}
Gosto Doce	6,89 ^{aA}	5,80 ^{CA}	6,43 ^{abCB}	6,50 ^{abA}	6,01 ^{bcA}	4,93 ^{dA}
Manga Cozida	3,72 ^{aA}	4,08 ^{ab}	4,04 ^{ab}	3,63 ^{ab}	3,59 ^{ab}	3,35 ^{aA}
Gosto Ácido	1,86 ^{ab}	1,54 ^{ab}	1,86 ^{ab}	1,55 ^{ab}	1,57 ^{ab}	1,53 ^{aC}
Doçura Residual	5,04 ^{aA}	2,50 ^{bA}	4,62 ^{ab}	4,53 ^{aA}	2,96 ^{bA}	2,35 ^{bA}
Amargor Residual	1,56 ^{aA}	0,60 ^{bA}	1,33 ^{ab}	1,26 ^{aA}	0,68 ^{bA}	1,19 ^{aA}
Viscosidade	3,78 ^{aA}	3,38 ^{aA}	3,57 ^{aA}	3,20 ^{aA}	3,26 ^{aA}	3,51 ^{aA}
Adstringência	1,97 ^{ab}	0,78 ^{cb}	1,46 ^{bC}	1,49 ^{bb}	1,39 ^{bb}	1,10 ^{bcB}
Impressão Global	5,57 ^b	6,53 ^a	5,55 ^b	5,63 ^b	6,65 ^a	6,16 ^{ab}
60 dias						
	Blend	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra
Manga	5,18 ^{aA}	4,97 ^{abA}	4,37 ^{cb}	5,01 ^{abA}	5,46 ^{aA}	4,54 ^{bcA}
Gosto Doce	6,37 ^{aA}	5,13 ^{bA}	6,96 ^{aA}	5,46 ^{bb}	4,93 ^{bb}	3,90 ^{cb}
Manga Cozida	4,22 ^{aA}	4,73 ^{aA}	4,27 ^{aAB}	4,27 ^{aA}	4,17 ^{aA}	4,02 ^{aA}
Gosto Ácido	2,24 ^{abAB}	1,88 ^{bAB}	2,76 ^{aA}	2,27 ^{abAB}	1,80 ^{bb}	2,14 ^{abB}
Doçura Residual	4,55 ^{bA}	2,24 ^{CA}	5,96 ^{aA}	3,45 ^{bA}	2,04 ^{CA}	1,75 ^{CA}
Amargor Residual	1,75 ^{bcA}	1,02 ^{cdA}	4,39 ^{aA}	1,81 ^{bA}	1,04 ^{cdA}	0,97 ^{cdA}
Viscosidade	3,09 ^{bA}	3,66 ^{abA}	3,74 ^{abA}	3,60 ^{abA}	4,19 ^{aA}	3,21 ^{aA}
Adstringência	1,89 ^{ab}	1,89 ^{aAB}	2,34 ^{ab}	1,97 ^{ab}	1,72 ^{ab}	1,87 ^{ab}
120 dias						
	Blend	Sacarose	Estévia	Neotame	Sucralose	Taum/Sucra
Manga	5,12 ^{aA}	5,07 ^{aA}	4,38 ^{bb}	4,51 ^{bA}	5,17 ^{aA}	4,45 ^{bA}
Gosto Doce	6,39 ^{aA}	5,23 ^{bA}	6,84 ^{aA}	5,40 ^{bb}	5,47 ^{bAB}	4,19 ^{cb}
Manga Cozida	4,62 ^{aA}	4,76 ^{aA}	4,87 ^{aA}	4,79 ^{aA}	4,46 ^{aA}	4,44 ^{aA}
Gosto Ácido	2,48 ^{aA}	1,77 ^{bA}	2,64 ^{aA}	2,55 ^{aA}	2,42 ^{aA}	2,96 ^{aA}
Doçura Residual	3,84 ^{bb}	2,12 ^{CA}	6,27 ^{aA}	4,43 ^{bA}	2,38 ^{CA}	1,75 ^{CA}
Amargor Residual	1,93 ^{bA}	1,06 ^{CA}	3,58 ^{aA}	1,98 ^{bA}	1,08 ^{CA}	1,33 ^{bcA}
Viscosidade	3,36 ^{aA}	3,72 ^{aA}	3,66 ^{aA}	3,60 ^{aA}	3,78 ^{aA}	3,41 ^{aA}
Adstringência	2,82 ^{abA}	2,89 ^{abA}	3,46 ^{abC}	3,56 ^{aA}	2,70 ^{bA}	3,40 ^{abA}

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna de cada amostra para cada termo descritor não apresentam diferença estatística significativa ($p > 0,05$) segundo o teste de média de Tukey

*Blend - acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1)

**Taum/Sucra - taumatina/sucralose (1:1)

3.2.3 *Partial Least Square*

A correlação dos dados descritivos com os dados hedônicos das amostras através da regressão por *Partial least square* (PLS) permite elucidar quais atributos contribuem positivamente e negativamente para aceitação das amostras de néctar de manga e verificar o grau de influência dos mesmos (Figura 1).

As colunas dos termos descritores que estiverem na parte positiva do eixo Y ou eixo Coeficientes Padronizadas são consideradas importantes positivamente para a aceitação do néctar de manga, enquanto as colunas que estiverem na faixa negativa do eixo Y representam atributos que a presença e a intensidade encontrada foram negativas para a aceitação das amostras.

O tamanho das colunas representa a influência do atributo para a aceitação da amostra, tanto positivamente quanto negativamente. Desta forma, quanto maior a coluna, maior a influência do termo descritor no resultado da aceitação da amostra de néctar de manga. Além disso, deve ser observado o desvio padrão que, se estiver cruzando o eixo y, indica que a influência do atributo não pode ser considerada com intervalo de confiança de 95%.

A regressão por PLS não permitiu identificar, com intervalo de confiança de 95%, quais atributos, nas intensidades, apresentadas influenciaram de forma positiva e negativa para a aceitação das amostras de néctar de manga. Os atributos aroma e sabor de manga e doçura e amargor residual são os atributos que influenciaram mais na resposta dos consumidores.

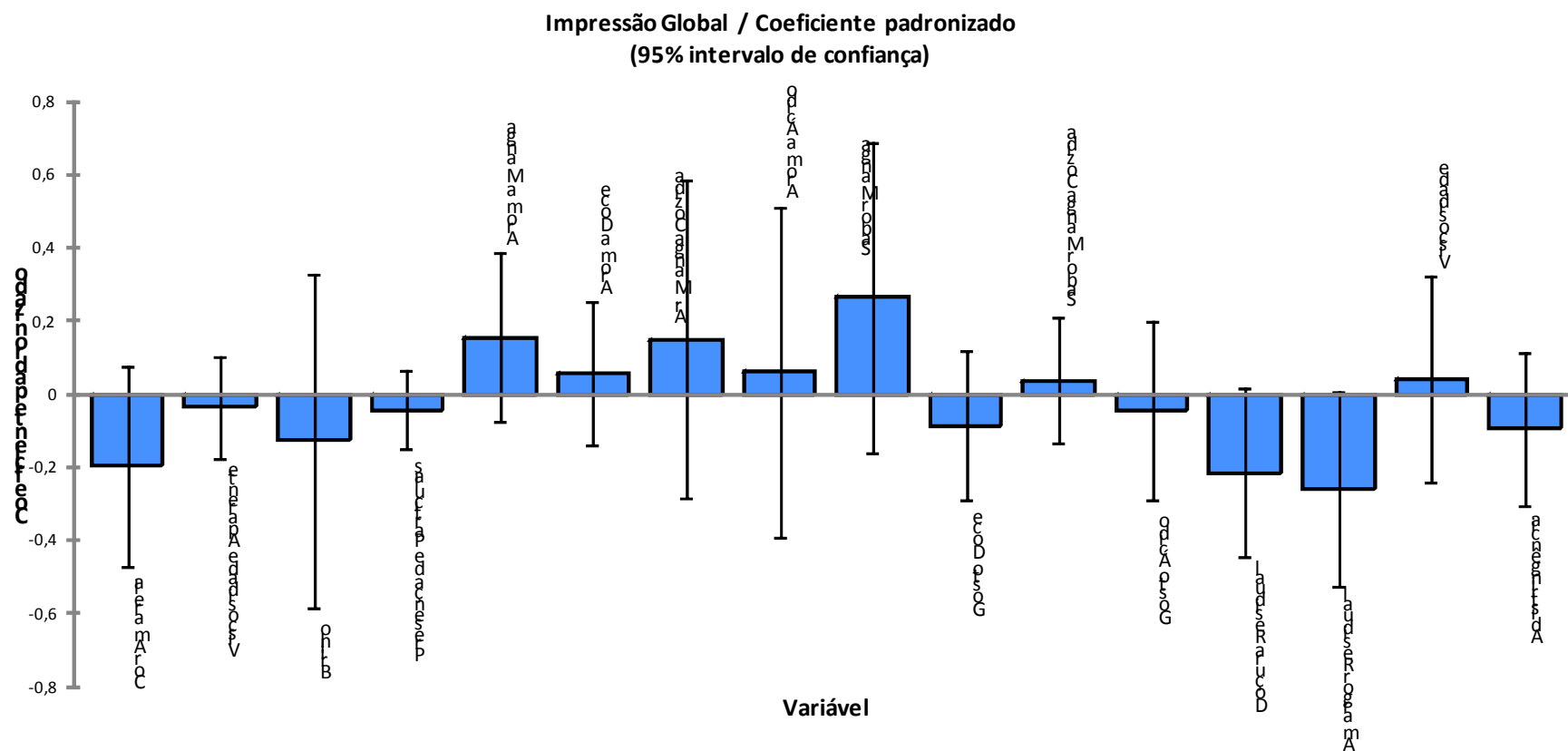


Figura 1. Coeficientes da regressão por *Partial least square* (PLS)

3.2.4 Mapa de Preferência Externo

O resultado do PREFMAP está exposto na Figura 2. Nesta análise, 44% da informação sensorial descritiva conseguiu explicar 63% dos dados de aceitação (Lawlor & Delahunty, 2000; Cadena *et al.*, 2012).

Os consumidores (círculos azuis) estão próximos às amostras (quadrados verdes) que obtiveram maiores médias, Sucralose, Neotame, Sacarose e Taum/Sucra. Além disto, a proximidade destes consumidores com determinados atributos (losangos vermelhos) revela que os mesmos foram importantes para que fosse estabelecido o maior grau de aceitação para estas amostras. Senso assim, os atributos aroma e sabor de manga caracterizam as amostras mais aceitas e as intensidades encontradas nestas amostras foram fundamentais para que estas amostras fossem aceitas pelos provadores.

Por outro lado, as amostras Blend e Estévia ficaram próximas de atributos que podem revelar defeitos. Esta primeira se caracterizando pela adstringência, doçura residual, enquanto que a segunda se caracterizando pela presença de sabor de manga cozida. Estes atributos, associado a menor intensidade daqueles que contribuíram para a aceitação das amostras, provavelmente influenciou para que as amostras Blend e Estévia obtivessem médias de aceitação inferiores as demais amostras de néctar de manga.

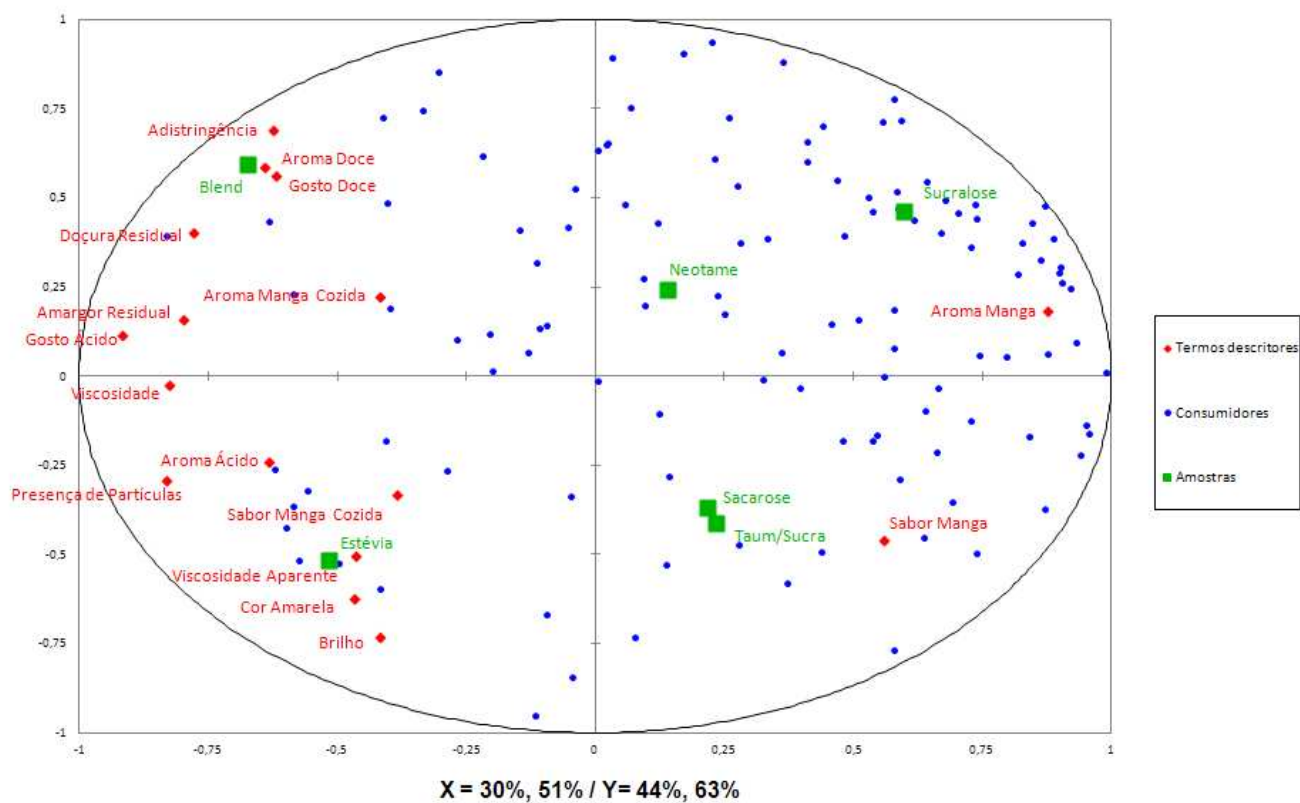


Figura 2. Mapa de Preferência Externo obtido por *Partial least square* dos dados descritivos e respostas de impressão global das amostras de néctar de manga.

4. Conclusão

A busca por novos edulcorantes e o aperfeiçoamento dos já existentes e regulamentados apresentará sempre novas possibilidades para pesquisadores e para a indústria. Este estudo confirmou a sucralose como o melhor substituinte da sacarose quando comparada a outros edulcorantes de alta intensidade no tempo inicial e após 120 dias de estocagem. Entretanto, é válido ressaltar que a estévia com 97% de rebaudiosídeo, um edulcorante de origem natural, e o *blend* de taumatina/sucralose (1:1), sendo o primeiro igualmente de origem natural, também apresentaram grande similaridade com a sacarose no tempo inicial. Não obstante, após 120 dias de estocagem, o *blend* de taumatina/sucralose (1:1) obteve perfil sensorial mais similar que a amostra com estévia.

O aparecimento de atributos indesejáveis pelo consumidor, como o amargor residual e a doçura residual, ainda é uma constante quando se utiliza edulcorantes. A sucralose, dentre os agentes adoçantes estudados, foi a única amostra a não apresentar estes atributos negativos. Desta maneira, se faz necessário ainda mais estudo visando o desenvolvimento de novos edulcorantes e, em especial, a descoberta e melhoria daqueles que são de origem natural.

5. Agradecimentos

O presente estudo foi realizado com suporte no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e financiamento da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). A polpa de manga foi gentilmente doada pela DeMarchi® e os edulcorantes utilizados foram cedidos pela SweetMix®, com exceção da estévia, sendo esta cedida pela Clariant®.

6. Referências Bibliográficas

Albert, A., Varela, P., Salvador, A., Hough, G., Fiszman, S. 2011. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA®, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. *Food Quality and Preference*, 22(5), 463-473.

Amerine, M.A., Pangborn, R.M., Roessler, E.B. 1965. *Principles of Sensory Evaluation of Food*. New York: Academic Press.

Amiri, S., Niakousari, M. 2008. Shelf life of unpasteurized sour orange juice in Iran. *Fruits*, 63, 11-18.

AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 1997. In: *Fruits juices*. 16th ed. Maryland: AOAC International.

Bayarri, S., Mart, M., Carboneel, I., Costel, E. 2012. Identifying drivers of liking for commercial spreadable cheeses with different fat content. *Journal of Sensory Studies*, 27, 1–11.

Berardini, N., Carle, R., Schieber, A. 2004. Characterization of gallotannins and benzophenone derivatives from mango (*Mangifera indica* L. cv. “Tommy Atkins”) peels, pulp and kernels by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communication in Mass Spectrometry*, 18, 2208–2216.

Berardini, N., Fezer, R., Conrad, J., Beifuss, U., Carle, R., Schieber, A. 2005. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1563–1570.

Bolini-Cardello, H.M.A., Silva, M.A.A.P., Damásio, M.H., Lobao, F. 2003. Programa “Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI” Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 37, 54-60.

Brito, C.A.K., Bolini, H.M.A. 2010. Sensory Profile of Sweeteners in Guava Nectar. Alimentos e Nutrição (UNESP, Marília), 20, 561-572.

Cadena, R.S., Bolini, H.M.A. 2011. Time-intensity analysis and acceptance test for traditional and light vanilla ice cream. Food Research International, 44, 677–683.

Cadena, R.S., Bolini, H.M.A. 2012. Ideal and relative sweetness of high intensity sweeteners in mango nectar. International Journal of Food Science & Technology, 47, 991-996.

Cadena, R.S., Cruz, A.G., Faria, J.A.F., Bolini, H.M.A. 2012. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. Journal of Dairy Science, 95, 4842-4850.

Cardoso, J.M.P., Bolini, H.M.A. 2007. Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. Food Research International, 40, 1249–1253.

Cardoso, J. M. P., Bolini, H. M. A. 2008. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. Journal of Sensory Studies, 23, 804–816.

Cavallini, D. C. U., Bolini, H. M. A. 2005. Comparação da percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em suco de manga reconstituído e adoçado com sacarose, mistura ciclamato/sacarona 2:1, aspartame, sucralose e estévia. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 23(2), 361–382.

Corrêa-Neto, R.S., Faria, J.A.F. 1999. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19(1), 153-161.

Cruz, A. G., Cadena, R.S., Faria, J.A.F., Oliveira, C.A.F., Cavalcanti, R.N., Bona, E., Bolini, H.M.A., Silva, M.A.A.P. 2011. Consumer acceptability and purchase intent of probiotic yoghurt with added glucose oxidase using sensometrics, artificial neural networks and logistic regression. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 549–556.

Damasceno, L.F., Fernandes, F.A.N., Magalhães, M.M.A., Brito, E.S. 2008. Evaluation and optimization of non-enzymatic browning of “cajuína” during thermal treatment. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 25(2), 313-320.

Damásio, M.H. and Costell, E. 1991. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 31(2), 165-178.

De Marchi, R., McDaniel, M., Bolini, H.M.A. 2009. Formulating a New Passion Fruit Juice Beverage with Different Sweetener Systems. *Journal of Sensory Studies*, 24, 698-711.

Etcheberria, E., Gonzalez, P. 2005. Accumulation of sucrose and other soluble solids in citrus juice cells. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 118, 43-48.

Fennema, O. R. Food chemistry. 4th ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, 2008. 1144 p.

FIZZ Sensory Software. 2009. version 2.40H, Biosystemes.

Franke, A.A., Custer, L.J., Arakaki, C., Murphy, S.P. 2004. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 1–35.

Freitas, A.A., Francelin, M.F., Hirata, G.F., Clemente, E., Schmidt, F.L. 2008. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geléias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 172-177.

Godoy, H.T., Rodriguez-Amaya, D.B. 1989. Carotenoid composition of commercial mangoes from Brazil. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 22, 100–103.

Kaaki, D., Baghdadi, O.K., Najm, N.E., Olabi A. 2012. Preference mapping of commercial Labneh (strained yogurt) products in the Lebanese market. *Journal of Dairy Science*, 95, 521–532.

Kauer, C., Kapoor, H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables – the millenium’s health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 703-725.

Khan, A.A., Robinson, D.S. 1993. The thermostability of purified mango isoperoxidases. *Food Chemistry*, 47, 53-59.

Kim, Y., Brecht, J. K., Talcott, S.T. 2007. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chemistry*, 105, 1327–1334.

Lawlor, J. B., Delahunty, C. M.. 2000. The sensory profile and consumer preference for ten speciality cheeses. *International Journal of Dairy Technology*, 53, 28–36.

MacFie, H.J.H., Bratchell, N., Greenhoff, K., Vallis, L.V. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, 4,129-148.

Martinez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J.G., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M. 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(3), 1520-1526.

Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. 2007. Sensory evaluation techniques. 4ed., CRC Press, Boca Ratón, FL, 387 pp.

Melo, L.L.M.M., Bolini, H.M.A., Efraim, P. 2009. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. *Food Quality and Preference*, 20, 138-143.

Moraes, P.C.B.T., Bolini, H.M.A. 2010. Different sweeteners in beverages prepared with instant and roasted ground coffee: ideal and equivalent sweetness. *Journal of Sensory Studies*, 25, 1–11.

Moskowitz, H.R. 1983. Product testing and sensory evaluation of foods. p. 605 Westport: Food & Nutrition Press.

Nabors, L.B., Gelardi, R.C. *Alternative Sweeteners*. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1991. 461p.

Ng, M., Lawlor, J.B., Chandra, S., Chaya, C., Hewson, L., Hort. 2012. Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. *Food Quality and Preference*, 25(2), 121-134.

Palazzo, A. B., Bolini, H. M. A. 2009. Multiple time–intensity analysis and acceptance of raspberry-flavored gelatin. *Journal of Sensory Studies*, 24, 648–663.

Prakash, I., DuBois, G.E., Clos, J.F., Wilkens, K.L., Fosdick, L.E. 2008. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46, S75–S82.

Renuka, B., Kulkarni, S.G., Vijayanand, P., Prapulla, S.G. 2009. Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: Effect on the quality characteristics. *LWT – Food Science and Technology*, 42, 1031-1033.

Ribeiro, S.M.R., Barbosa, L.C.A., Queiroz, J.H., Kno, M., Schieber, A. 2008. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chemistry*, 110, 620–626.

Sabato, S.S., da Silva, J.M., da Cruz, J.N., Salmieri, S., Relva, P.R., Lacroix, M. 2009. Study of physical-chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.) in an international consignment. *Food Control*, 20, 284-289.

SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2008. Version 9.2. Cary, USA: SAS Institute Inc.

Stone, H., Sidel, J. 2003. *Quantitative Descriptive Analysis (The QDA Method), Sensory Evaluation Practices*, 3rd Ed., pp. 215–235, Elsevier Academic Press, San Diego, CA.

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R.C. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Journal of Food Technology*, 28, 324-341.

Valderrama, P., Marangoni, F., Clemente, E. 2001. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidação (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). Ciência e Tecnologia de Alimentos, 21(3), 321-325.

Vitali, A.A., Rao, M.A. 1984. Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: serum viscosity and effect of pulp content. Journal of Food Science, 49(3), 876-881.

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

Walter, E.H.M., Faria, J.A.F., Cruz, A.G. 2010. Sistemas de Embalagens para Produtos Lácteos. Leite & Derivados, 19, 40-48.

Worobo, R. W., D. F. Splittstoesser. 2005. Microbiology of Fruit Products, p. 261-284 In D. M. Barrett, L. Somogyi, and H. Ramaswamy (eds.), Processing Fruits: Science and Technology, 2nd Ed. CRC press, Boca Raton, FL.

XLSTAT software. 2007. Versão 2007.7. Paris, France: Addinsoft SARL.

ARTIGO DE PESQUISA 3

PERFIL TEMPO-INTENSIDADE DE GOSTO DOCE E ESTUDO DE CONSUMIDOR DE NÉCTAR DE MANGA COM EDULCORANTES AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA

(artigo para ser submetido ao periódico *Journal of Sensory Studies*)

PERFIL TEMPO-INTENSIDADE DE GOSTO DOCE E ESTUDO DE CONSUMIDOR DE NÉCTAR DE MANGA COM EDULCORANTES AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA

CADENA^{1*}, R.S., e BOLINI¹, H.M.A.

¹Departamento de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, R. Monteiro Lobato, 80, 6121, Campinas, Brasil

*Autor correspondente: Tel. (55) 19 35214084 - racadena@fea.unicamp.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o perfil tempo-intensidade do estímulo gosto doce e avaliar a aceitação dos consumidores em relação a amostras de néctar de manga adoçadas com diferentes edulcorantes ao longo de 120 dias de estocagem. O estudo de tempo-intensidade foi realizado com 10 provadores previamente selecionados e o teste de aceitação utilizou 120 consumidores de néctar de manga. As análises foram avaliadas estatisticamente por Análise de variância (ANOVA) e teste de média de *Tukey* levando em consideração o nível de significância de 5%. As amostras Blend, Estévia e Neotame apresentaram perfis de tempo-intensidade, principalmente em relação ao tempo de percepção do estímulo, diferentes significativamente ($p < 0,05$) da amostra controle. A amostra Sucralose obteve aceitação de 6,65 e, juntamente com as amostras Controle e Taum/Sucra, diferiu das demais ($p < 0,05$), porém, após 120 dias de estocagem, apenas a amostra Sucralose não diferiu ($p > 0,05$) da amostra Controle. Sendo assim, apenas a amostra adoçada com sucralose não apresentou diferenças sensoriais em relação a amostra com sacarose, caracterizando este edulcorante como o mais adequado para elaboração de néctar de manga com redução de calorias e para diabéticos.

1. Introdução

Os edulcorantes de alta intensidade tem sido cada vez mais utilizados por consumidores que procuram produtos com teor reduzido de sacarose, seja para diminuição do conteúdo energético ou pela exigência requerida por portadores de *diabetes mellitus* (Weihrauch & Diehl, 2004; Scheurer *et al.*, 2009; Cadena & Bolini, 2011). Entretanto, estudos revelam que esta classe de edulcorantes necessita evoluir para que possa reproduzir as sensações provocadas pela sacarose (Prakash, *et al.*, 2008; Scheurer *et al.*, 2009).

A sucralose é o edulcorante que melhor tem substituído a sacarose em diversos produtos (Wiet & Beyts, 1992; Cardoso & Bolini, 2007; DeMarchi *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2010). Todavia, alguns edulcorantes, como a taumatina, de origem vegetal (Van der Wel & Loeve, 1972; Asherie *et al.*, 2008), e o neotame, um derivado do aspartame (Nofre & Tinti, 2000), foram regulamentados recentemente em outros países e tem se tornado objeto de estudos (Palazzo & Bolini, 2011; Zyglar *et al.*, 2011). Além destes, a estévia, outro edulcorante de origem vegetal, também tem recebido grande atenção em estudos e melhorias em seu processo de extração para que defeitos em seu perfil sensorial possam ser corrigidos (Prakash *et al.*, 2008)

Em sucos e néctares de fruta, o percentual de sacarose, em sua maioria, varia de 5 a 15% e a atribuição da sacarose é apenas atribuir doçura ao produto, sem alterações significativas em outros atributos, como textura em chocolates (Fennema, 2008). Desta maneira, a adição do edulcorante em sucos e néctares de fruta em substituição à sacarose tem como objetivo sensorial reproduzir, em

especial, o gosto doce, além de não introduzir ao alimento nenhum atributo não desejado (Fennema, 2008).

O gosto doce é um estímulo dinâmico, ou seja, envolve a percepção da intensidade que irá variar de acordo com o tempo, até que o indivíduo não perceba mais este estímulo (Pfeiffer *et al.*, 2000). Por conta disto, a substituição da sacarose por edulcorantes em bebidas não deve ser feita apenas analisando a intensidade da doçura. O tempo total em que o estímulo é sentido e em que momento é atingida a intensidade máxima são algumas das variáveis que devem ser analisadas para que o substituinte reproduza com perfeição os estímulos provocados pela sacarose (Meilgaard *et al.*, 2007).

A Análise tempo-intensidade tem sido amplamente utilizada quando se faz necessário analisar um atributo que o perfil do tempo de percepção do estímulo é um fator importante no desenvolvimento de um produto (González-Tomás *et al.*, 2008; Ventanas *et al.*, 2010, Mosca *et al.*, 2012). Outros estudos utilizaram este método para avaliar chocolates (Melo *et al.*, 2007; Palazzo *et al.*, 2011), gelatina (Palazzo & Bolini, 2009), sorvete (Cadena & Bolini, 2011), entre outros produtos. Esta técnica permite monitorar a intensidade de um atributo durante a avaliação da amostra e gera um gráfico com uma curva de tempo x intensidade (Meilgaard *et al.*, 2007).

Desta maneira, este trabalho teve como objetivo avaliar a aceitação dos consumidores e caracterizar o perfil tempo-intensidade do estímulo gosto doce em relação a amostras de néctar de manga adoçadas com diferentes edulcorantes ao longo do tempo de estocagem.

2. Material e Métodos

2.1 Material

As amostras de néctar de manga foram preparadas com polpa congelada de manga pasteurizada (DeMarchi[®]) e água (1:1). As amostras foram adoçadas com seus respectivos edulcorantes: 0,027% de *blend* de acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1); 0,052% de estévia com 97% de rebaudiosídeo; 0,0011% de neotame; 0,011% de sucralose e 0,013% de *blend* de taumatina/sucralose (1:1). Além das amostras com edulcorantes, foi formulada uma amostra controle adoçada com 7% de sacarose. A concentração ideal de sacarose e a doçura relativa de cada edulcorante para determinação da concentração a ser utilizada foram determinadas em estudo prévio (Cadena & Bolini, 2012).

As amostras foram acondicionadas em embalagens de plástico multicamada flexível constituído por poliolefinas para termossoldagem da embalagem, copolímero barreira ao oxigênio e uma camada interna pigmentada de preto como elemento para proteção contra luz e radiação ultravioleta. um local com temperatura ambiente (25 ± 2 °C).

2.2 Análise Sensorial

A Análise tempo-intensidade e o Teste de aceitação de néctar de manga foram executados ao longo da vida de prateleira e com intervalo de 60 dias entre

os mesmos. Desta forma, os testes ocorreram no dia da elaboração das amostras (tempo zero), sessenta dias de estocagem (60 dias) e, por último, com cento de vinte dias de estocagem (120 dias). Para finalização do estudo, foi estabelecido que este ocorreria quando fosse estabelecida a rejeição (média de aceitação inferior a 4,5) de três ou mais amostras.

2.2.1 Análise Tempo-intensidade

A pré-seleção dos candidatos foi realizada utilizando análise sequencial de Wald (Amerine, Pangborn, & Roessler, 1965; Meilgaard *et al.*, 2007). Duas amostras de néctar de manga com diferentes teores de sacarose foram preparadas no laboratório e previamente testadas para obter um nível de diferença significativa igual a 1%. Testes triangulares foram aplicados com 28 provadores usando estas amostras de néctar de manga (Cavallini & Bolini, 2005; Cardoso & Bolini, 2007). Ao fim da pré-seleção, 11 provadores foram escolhidos com idade média de 28 anos, não fumantes, com disponibilidade de tempo e com experiência em outros estudos com Análise tempo-intensidade (Stone *et al.*, 1974).

A Análise tempo-intensidade foi realizada para o gosto doce, o atributo que mais sofre influência quando há a substituição, em néctares de manga, da sacarose por edulcorantes de alta intensidade. A referência de máximo para este atributo foi definida pelo consenso entre os provadores e foi estabelecida uma amostra de néctar de manga com 10% de sacarose. O treinamento utilizando a referência para máximo em gosto doce para formação da memória sensorial foi realizado em 5 sessões onde os provadores também executavam a análise de forma experimental.

A coleta de dados foi realizada em cabines individuais com temperatura de 22°C, utilizando o *software* Sistema de Coleta de Dados – SCDTI (Bolini-Cardello *et al.*, 2003). O *software* SCDTI coletou das curvas de tempo-intensidade os seguintes parâmetros em cada repetição de cada amostra: Tempo inicial do estímulo ($T_{inicial}$), Intensidade máxima (I_{max}), Tempo da intensidade máxima (T_{imax}), Área sob a curva do estímulo ($Area$) e tempo total de sensação do estímulo (T_{tot}) (Palazzo & Bolini, 2009; Cadena & Bolini, 2011).

Após o treinamento, os provadores realizaram 3 repetições para que fossem selecionados a participarem da equipe sensorial. Análise de variância (ANOVA) foi aplicada para cada provador e para cada parâmetro. A seleção foi realizada de acordo com a capacidade discriminante ($p < 0,50$), repetibilidade ($p > 0,05$) e consenso entre os provadores (Damásio & Costell, 1991). Aos provadores foram servidos copos plásticos numerados com algarismos de três dígitos contendo 15mL de cada amostra em temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e avaliaram as amostras utilizando uma escala linear estruturada de 0 a 9 (0 = nenhum, 4.5 = moderado, 9 = forte) (Cadena & Bolini, 2011). Por fim, 10 provadores foram selecionados para compor a equipe sensorial.

Os provadores selecionados (7 mulheres e 3 homens) avaliaram as amostras em apresentação monádica, utilizando blocos completos balanceados (Walkeling & MacFie, 1995), em 3 repetições e utilizando o *mouse* para determinar a intensidade de gosto doce de acordo com o tempo.

2.2.2 Análise de consumidor

Os testes de aceitação com escala hedônica e com escala do ideal foram realizados com 120 indivíduos que sinalizaram gostar e consumir néctar de manga. Por se tratar de um produto amplamente consumido, não foi necessário estabelecer nenhum filtro quanto à idade, gênero e renda dos participantes. Os consumidores, recrutados na Universidade de Campinas, apresentavam idade entre 18 e 65 anos (média = 32 anos) e 60% de mulheres e 40% de homens.

Os testes foram executados em cabines individuais, livre de aromas e com temperatura controlada ($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Aos provadores foi servido um copo plástico codificado com algarismos de 3 dígitos contendo 30mL de néctar de manga a temperatura de refrigeração ($8 \pm 2^{\circ}\text{C}$) (DeMarchi *et al.*, 2009). A aceitação foi determinada utilizando uma escala hedônica linear de 9 cm (Stone & Sidel, 2003), ancorada com “desgostei extremamente” a esquerda e “gostei extremamente” a direita. Os consumidores avaliaram aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Todas as amostras foram apresentadas utilizando blocos completos balanceados (Walkeling & MacFie, 1995). Para prevenir um viés, nenhuma informação adicional relacionada com as amostras foi fornecida aos consumidores (Thompson *et al.*, 2009).

Ao fim do teste, com auxílio de uma escala do ideal (Meilgaard *et al.*, 2007), os provadores eram solicitados a avaliar o quão próximo do ideal as amostras se encontravam em relação ao atributo gosto doce. A escala utilizada continha 9 categorias, sendo na extrema esquerda “extremamente menos doce que o ideal”,

ao centro “ideal de doçura” e na extrema direita da escala “extremamente mais doce que o ideal” (Cadena & Bolini, 2011).

2.3 Análise Estatística

Os parâmetros obtidos das curvas de tempo-intensidade e os resultados da análise de aceitação foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e teste de média de *Tukey* para averiguar se as amostras diferiram ao nível de significância de 5%. Os testes estatísticos foram executados com auxílio do *software* SAS System for Windows (Statistical Analysis System) (2008).

Os resultados do teste com escala do ideal foram avaliados utilizando histogramas indicando o percentual de provadores que assinalaram as alternativas apresentadas (Cadena & Bolini, 2011). Além disto, foi realizada *Penalty analysis* (PA) para avaliar o comportamento da aceitação das amostras em relação à avaliação da intensidade da doçura com o uso da escala do ideal. A PA avalia de que forma a intensidade de doçura (“menos doce que o ideal” e “mais doce que o ideal”) se correlaciona com a aceitação e determina qual destes extremos obteve maior efeito sobre as médias de aceitação (Cadot *et al.*, 2010). Os valores da escala do ideal foram agregados em 5 classes ([-4 a -2,5]; [-2,5 a -1]; [-1 a 1]; [1 a 2,5]; [2,5 a 4]) (Cadot *et al.*, 2010). PA foi realizada com auxílio do *software* XLSTAT (Addinsoft, 2007).

3. Resultados e Discussão

3.1 *Análise Tempo-intensidade*

Os resultados das amostras de néctar de manga em relação ao comportamento da intensidade de gosto doce em função do tempo estão expressos na Tabela 1 e as curvas de tempo-intensidade oriundas dos parâmetros medidos estão representadas na Figura 1.

As amostras não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação à amostra controle no tempo inicial do estímulo, sendo que todas obtiveram média em torno de 5 segundos. O tempo de estocagem das amostras não alterou este parâmetro e as amostras se mantiveram estáveis quanto ao tempo inicial para percepção do gosto doce.

A intensidade máxima percebida pelos provadores obteve maior grau ($p < 0,05$) nas amostras Estévia e Blend, respectivamente. Enquanto as amostras Sucralose e Neotame obtiveram intensidade de doçura semelhante ($p > 0,05$) ao encontrado na amostra controle. A amostra adoçada com taumatina e sucralose (1:1) apresentou menor teor de doçura diferindo ($p < 0,05$) das demais. A intensidade máxima do estímulo não sofreu alteração com o tempo de estocagem e as amostras mantiveram seus níveis de gosto doce.

O tempo em que o estímulo é percebido em sua plenitude (T_{imax}) apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras. O néctar de manga Taum/Sucra apresentou maior tempo para que a intensidade máxima do estímulo fosse percebida pelos provadores diferindo ($p < 0,05$) das demais amostras, provavelmente associado à menor intensidade de gosto doce. O tempo para

percepção máxima do gosto doce sofreu alterações significativas ao longo da estocagem. Aos 60 dias, apenas a amostra Neotame não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) em relação à amostra controle. E, aos 120 dias, além da amostra Neotame, a amostra adoçada com sucralose também apresentou resultado igual ($p>0,05$) à amostra com sacarose.

O tempo total em que o estímulo é percebido é um diferencial que pode ser coletado através da análise tempo-intensidade e, através deste parâmetro, é possível caracterizar a presença de residuais nas amostras testadas (Pfeiffer *et al.*, 2000). A amostra Estévia se destacou das demais e apresentou maiores valores ($p<0,05$) para o tempo total do estímulo, caracterizando alto teor de residual doce. Cardoso & Bolini (2008), Melo *et al.* (2009), Palazzo *et al.* (2011), também encontraram residual doce em amostras adoçadas com estévia. Em relação à amostra controle, as amostras Sucralose e Taum/Sucra não apresentaram diferença estatística ($p>0,05$). Entretanto, Cadena & Bolini (2011), em estudo com sorvete de creme, identificaram que a amostra elaborada com sucralose apresentava maior tempo total de estímulo. Esta diferença pode estar associada às distintas características entre as matrizes de aplicação dos edulcorantes (Parpinello *et al.*, 2001). A estocagem das amostras de néctar de manga não alterou de forma significativa ($p>0,05$) o tempo final de percepção do gosto doce.

A área sob a curva, através da medida de um parâmetro, possibilita a análise do comportamento geral da amostra. Como esta variável leva em consideração o tempo inicial do estímulo, a intensidade máxima e o tempo em que a mesma é percebida, além do tempo final em que o provador não percebe o

estímulo, a área sob a curva permite definir com exatidão o perfil tempo-intensidade de um produto (Meilgaard *et al.*, 2007). A amostra Sucralose se destacou por ser a única amostra a não diferir significativamente ($p>0,05$) da amostra adoçada com sacarose (controle). Isto ocorre, provavelmente, pelo fato da amostra Sucralose apresentar menos parâmetros com diferença significativa ($p<0,05$) em relação à amostra controle quando comparada às outras amostras de néctar de manga. A amostra adoçada com estévia apresentou a maior área sob a curva diferindo das demais ($p<0,05$), enquanto que a amostra Taum/Sucra apresentou menor valor ($p<0,05$) para este parâmetro. O tempo de estocagem das amostras não alterou de forma significativa ($p>0,05$) o perfil da área sob a curva.

Tabela 1. Médias dos parâmetros medidos em relação ao perfil tempo-intensidade das amostras de néctar de manga ao longo do tempo de estocagem

	Timax	Imax	Ttot	Area	Tinicial
Tempo zero					
Blend*	12,11 ^{cA}	7,09 ^{aA}	36,04 ^b	126,01 ^b	5,19 ^{aA}
Sacarose	12,66 ^{bcA}	6,48 ^{bA}	31,36 ^{cd}	102,36 ^c	5,26 ^{aA}
Estévia	12,75 ^{bcA}	7,56 ^{aA}	40,24 ^a	154,45 ^a	5,52 ^{aA}
Neotame	13,15 ^{bA}	6,42 ^{bA}	37,41 ^b	114,26 ^b	5,17 ^{aA}
Sucralose	12,70 ^{bcA}	6,12 ^{bcA}	31,37 ^{cd}	102,77 ^c	5,47 ^{aA}
Taum/Sucra**	15,02 ^{aA}	5,52 ^{cA}	30,93 ^d	88,05 ^d	5,64 ^{aA}
60 dias					
Blend*	11,72 ^{cA}	6,98 ^{bA}	36,70 ^{ab}	140,89 ^b	4,77 ^{aA}
Sacarose	13,49 ^{bA}	6,09 ^{cA}	31,75 ^b	111,75 ^c	4,92 ^{aA}
Estévia	12,12 ^{cA}	7,80 ^{aA}	39,84 ^a	192,70 ^a	4,82 ^{aA}
Neotame	13,22 ^{bA}	5,90 ^{cA}	36,69 ^{ab}	131,20 ^b	5,39 ^{aA}
Sucralose	11,98 ^{cA}	5,86 ^{cA}	32,90 ^b	103,87 ^{cd}	5,32 ^{aA}
Taum/Sucra**	15,17 ^{aA}	4,98 ^{dA}	30,76 ^c	98,36 ^d	5,26 ^{aA}
120 dias					
Blend*	11,27 ^{dA}	7,22 ^{bA}	36,16 ^{ab}	152,08 ^b	5,11 ^{aA}
Sacarose	12,99 ^{bA}	6,21 ^{cA}	31,15 ^{bc}	112,84 ^c	5,27 ^{aA}
Estévia	11,77 ^{cdA}	7,86 ^{aA}	40,73 ^a	193,08 ^a	5,32 ^{aA}
Neotame	12,26 ^{bcA}	6,26 ^{cA}	37,71 ^{ab}	147,70 ^b	5,19 ^{aA}
Sucralose	13,48 ^{bA}	6,10 ^{cA}	32,78 ^{bc}	127,06 ^c	5,26 ^{aA}
Taum/Sucra**	14,30 ^{aA}	4,98 ^{dA}	30,78 ^c	78,31 ^d	5,47 ^{aA}

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna de cada amostra para cada parâmetro não apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) segundo o teste de média de Tukey

*Blend - acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1)

**Taum/Sucra - taumatina/sucralose (1:1)

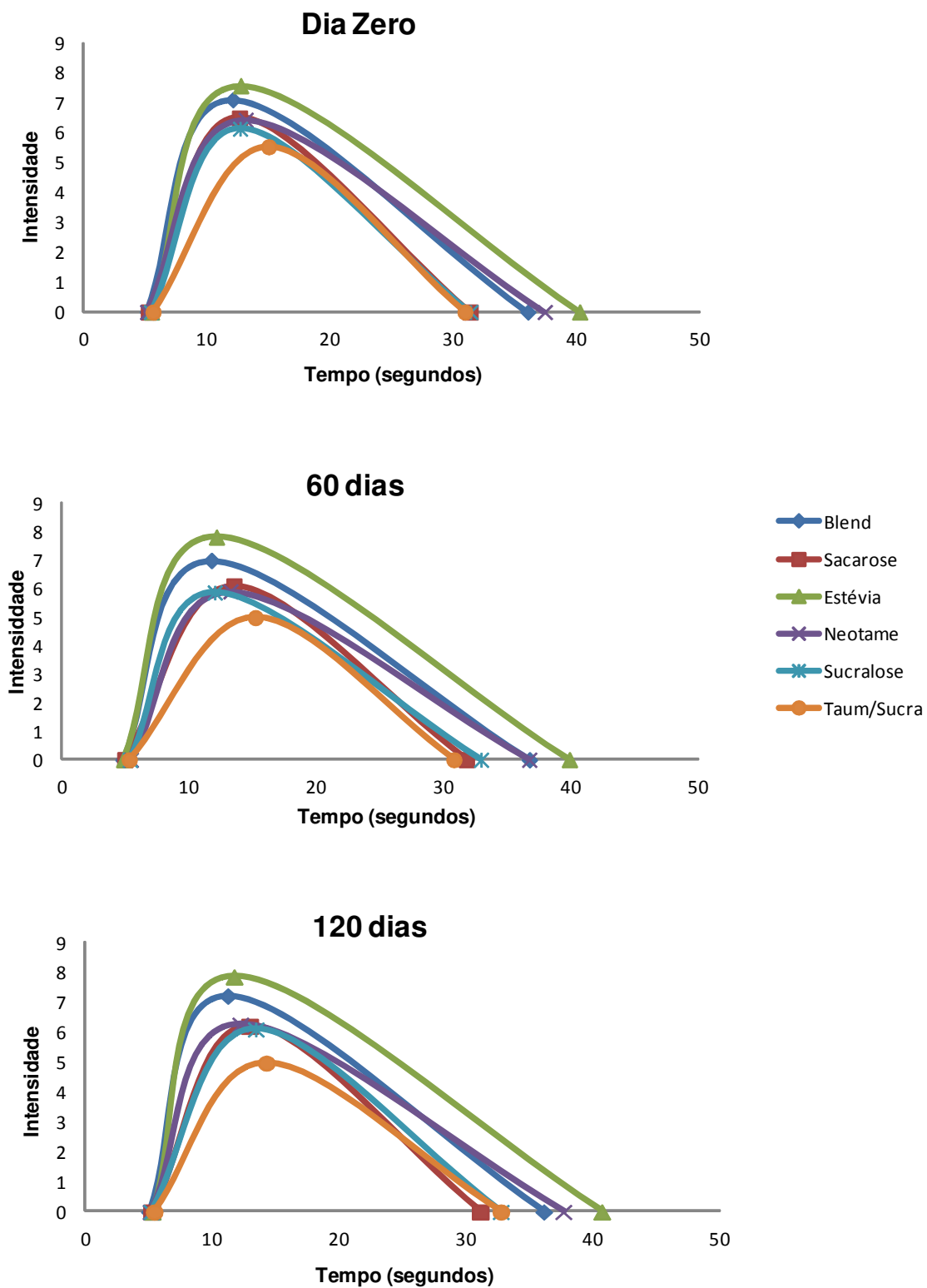


Figura 1. Curvas de tempo-intensidade de amostras de néctar de manga ao longo do tempo de estocagem

3.2 Teste de aceitação

As amostras de néctar de manga foram avaliadas em: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os resultados do teste de aceitação com escala hedônica estão expressos na Tabela 2.

A aparência e o aroma das amostras, inicialmente, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre as amostras. Entretanto, com o tempo de estocagem ocorreram alterações relacionadas a cor e as amostras obtiveram um decréscimo significativo ($p<0,05$), em especial, com 120 dias após a elaboração. Com o aroma, provavelmente associado à oxidação do produto, as notas de aceitação para este atributo também sofreram um decréscimo significativo ($p<0,05$). Em relação à amostra controle, nenhuma amostra apresentou diferença estatística.

O sabor, um atributo de grande relevância para a aceitação global do consumidor, no tempo inicial apresentou as amostras Blend, Estévia, Neotame e Taum/Sucra com menor valor de aceitação diferindo ($p<0,05$) da amostra Controle e da Sucralose. Além disso, a amostra Blend, já após sua elaboração, apresentava média próxima ao nível considerado de rejeição do produto (Meilgaard, 2007). A estocagem influenciou negativamente a avaliação do sabor das amostras de néctar de manga. Após 60 dias de estocagem, as amostras Blend, Estévia e Taum/Sucra apresentavam médias inferiores a 4,5 sinalizando a rejeição pelos consumidores. Entretanto, apenas as amostras Estévia e Taum/Sucra apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) quando comparadas ao tempo inicial. No tempo final de estocagem, 120 dias, apenas as amostras Sacarose e Sucralose não apresentaram médias que indicam rejeição pelos

consumidores. Além disso, a Sucralose não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) em relação à amostra controle.

A textura foi o único atributo em que a aceitação entre as amostras e ao longo do tempo de vida de prateleira não sofreu alteração significativa ($p>0,05$).

Em relação à impressão global das amostras, o comportamento foi semelhante ao sabor, evidenciando também para este produto a importância deste atributo na aceitação final. Inicialmente, as amostras Sacarose, Sucralose e Taum/Sucra foram as mais aceitas ($p<0,05$). A partir de 60 dias de estocagem, as amostras Blend e Estévia apresentaram médias inferiores que as demais amostras ($p<0,05$) e dentro da faixa de rejeição do produto. Ao alcançar 120 dias de estocagem, além das amostras que já apresentavam rejeição com 60 dias, as amostras Neotame e Taum/Sucra também foram avaliadas de forma negativa pelos consumidores. Para as amostras Sacarose e Sucralose, embora suas respectivas avaliações só tenham apresentado diferença significativa após 120 dias de estocagem, as médias encontradas ainda são superiores ao nível estabelecido para determinar a rejeição de um produto.

Tabela 2. Médias do teste de aceitação de néctar de manga ao longo da vida de prateleira

	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Tempo Zero					
Blend*	6,21 ^{abA}	5,25 ^{bA}	4,51 ^{cA}	6,46 ^{aA}	5,57 ^{bA}
Sacarose	6,54 ^{abA}	5,54 ^{abA}	6,36 ^{aA}	6,51 ^{aA}	6,53 ^{aA}
Estévia	6,03 ^{aA}	5,03 ^{bA}	4,99 ^{bA}	6,33 ^{aA}	5,55 ^{bA}
Neotame	6,51 ^{abA}	5,37 ^{abA}	5,29 ^{bA}	6,35 ^{aA}	5,63 ^{bA}
Sucralose	6,74 ^{aA}	6,00 ^{aA}	6,44 ^{aA}	6,91 ^{aA}	6,65 ^{aA}
Taum/Sucra**	6,12 ^{aA}	5,07 ^{bA}	5,14 ^{bA}	6,73 ^{aA}	6,16 ^{abA}
60 dias					
Blend*	6,66 ^{bA}	4,87 ^{bAB}	4,28 ^{dA}	6,32 ^{aA}	4,43 ^{bB}
Sacarose	6,90 ^{abA}	5,34 ^{abA}	5,90 ^{bAB}	6,57 ^{aA}	6,22 ^{aA}
Estévia	6,90 ^{abA}	4,89 ^{bB}	4,05 ^{cB}	6,38 ^{aA}	4,47 ^{bB}
Neotame	6,47 ^{bA}	5,17 ^{abA}	5,12 ^{bcA}	6,33 ^{aA}	5,33 ^{bA}
Sucralose	7,47 ^{aA}	5,73 ^{aA}	6,60 ^{aA}	6,98 ^{aA}	6,61 ^a
Taum/Sucra**	7,03 ^{aA}	4,82 ^{bA}	4,43 ^{bB}	6,42 ^{aA}	5,12 ^{bB}
120 dias					
Blend*	5,21 ^{abB}	4,41 ^{bB}	3,31 ^{cB}	6,12 ^{aA}	3,77 ^{cC}
Sacarose	5,54 ^{abB}	4,25 ^{bB}	5,87 ^{aB}	6,48 ^{aA}	6,01 ^{aB}
Estévia	5,03 ^{bB}	3,96 ^{bB}	3,09 ^{cC}	6,27 ^{aA}	3,65 ^{cC}
Neotame	4,85 ^{bB}	4,09 ^{bB}	4,48 ^{bB}	6,24 ^{aA}	4,42 ^{bB}
Sucralose	5,87 ^{aB}	4,97 ^{aA}	6,09 ^{aB}	6,67 ^{aA}	6,04 ^{aB}
Taum/Sucra**	5,24 ^{bB}	4,03 ^{bB}	4,36 ^{bB}	6,40 ^{aA}	4,48 ^{bC}

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna de cada amostra para cada atributo sensorial não apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) segundo o teste de média de *Tukey*

*Blend - acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1)

**Taum/Sucra - taumatina/sucralose (1:1)

3.3 Teste com escala do ideal

A Figura 2 contém os histogramas de distribuição do teste com escala do ideal em que os consumidores avaliaram a intensidade do gosto doce. As amostras de néctar de manga apresentaram perfil semelhante ao encontrado na amostra controle no tempo inicial da análise. Ao longo do tempo de estocagem, os consumidores não indicaram alterações na intensidade de gosto doce em relação ao que eles consideravam ideal. O teste com escala do ideal confirmou que a amostra Sucralose foi a que apresentou a intensidade mais próxima do ideal, o que também pode ter contribuído para sua aceitação no teste com escala hedônica. A presença de residual doce após a deglutição do néctar de manga, provavelmente, influenciou os consumidores a considerarem as amostras que apresentam maior intensidade de gosto doce.

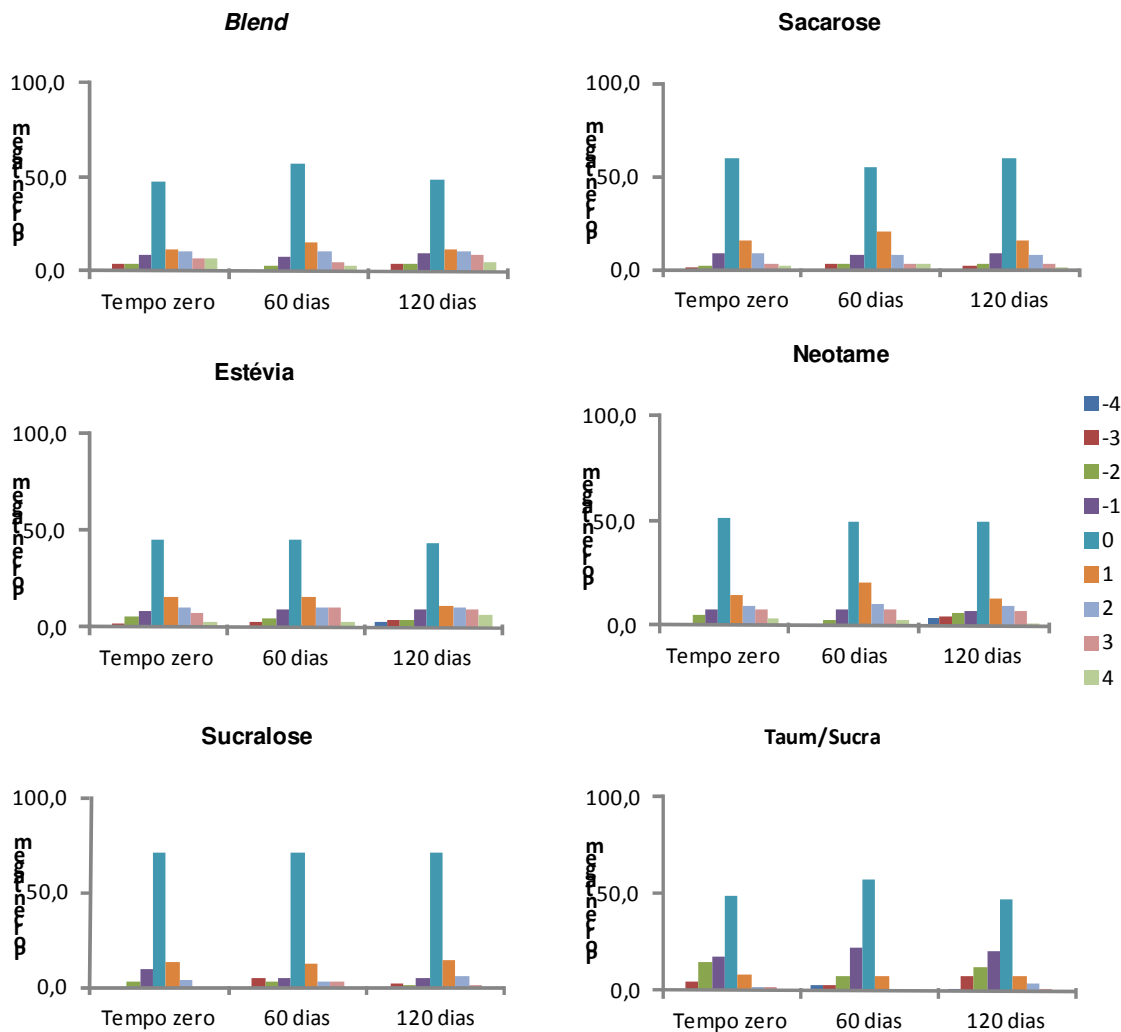


Figura 2. Histogramas de distribuição das amostras de néctar de manga em relação ao ideal de doçura.

(-4 = extremamente menos doce que o ideal / -3 = muito menos doce que o ideal / -2 = moderadamente menos doce que o ideal / -1 = ligeiramente menos doce que o ideal / 0 = ideal de doçura / 1 = ligeiramente mais doce que o ideal / 2 = moderadamente mais doce que o ideal / 3 = muito mais doce que o ideal / 4 = extremamente mais doce que o ideal)

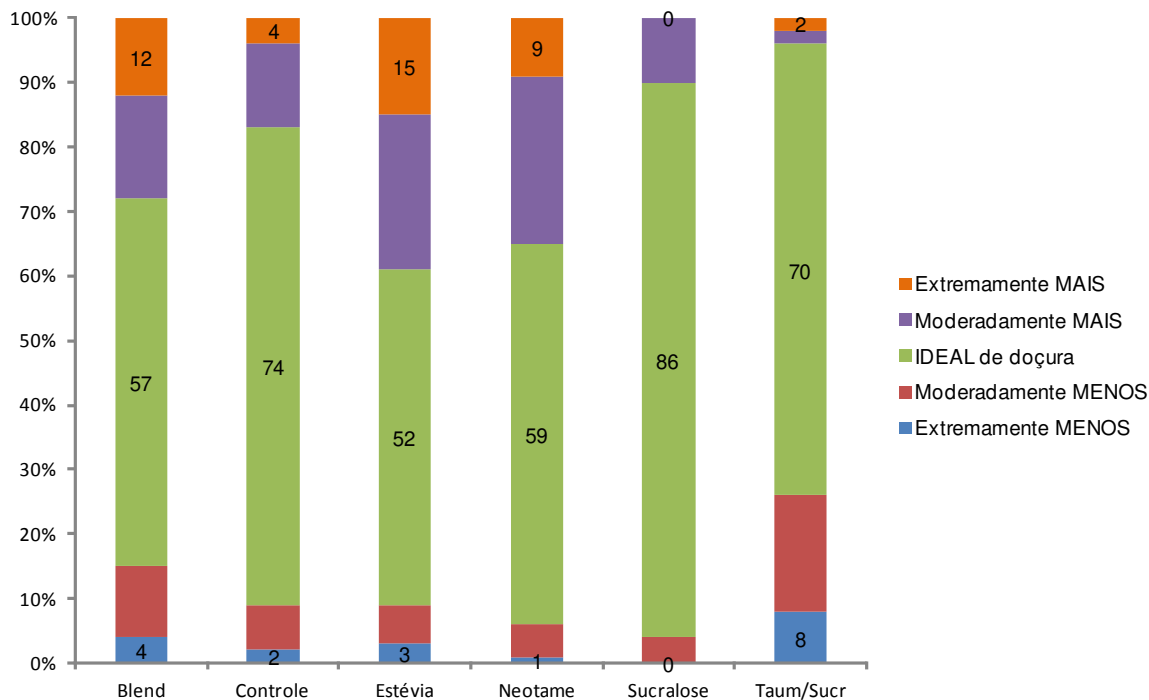


Figura 3. Frequência (%) em que cada grupo de ideal de doçura foi atribuído pelos consumidores para as amostras de néctar de manga

Como regra, para concluirmos que um atributo está em seu nível ótimo, um mínimo de 70% de respostas são esperadas na opção “ideal de doçura” e para concluir que um atributo não está otimizado, um mínimo de 20% de respostas são necessárias nos grupos extremos da escala, “muito menos” e “muito mais” (Meullene *et al.*, 2007; Villegas *et al.*, 2010). Com o agrupamento da escala (Figura 3), podemos observar que as amostras Controle, Sucralose e Taum/Sucr estão com seus respectivos níveis de doçura otimizados em relação ao ideal esperado pelos consumidores. Enquanto que as amostras Blend, Estévia e Neotame precisariam de um aprimoramento visando a diminuição da intensidade de doçura para que este atributo atinja seu ponto ideal.

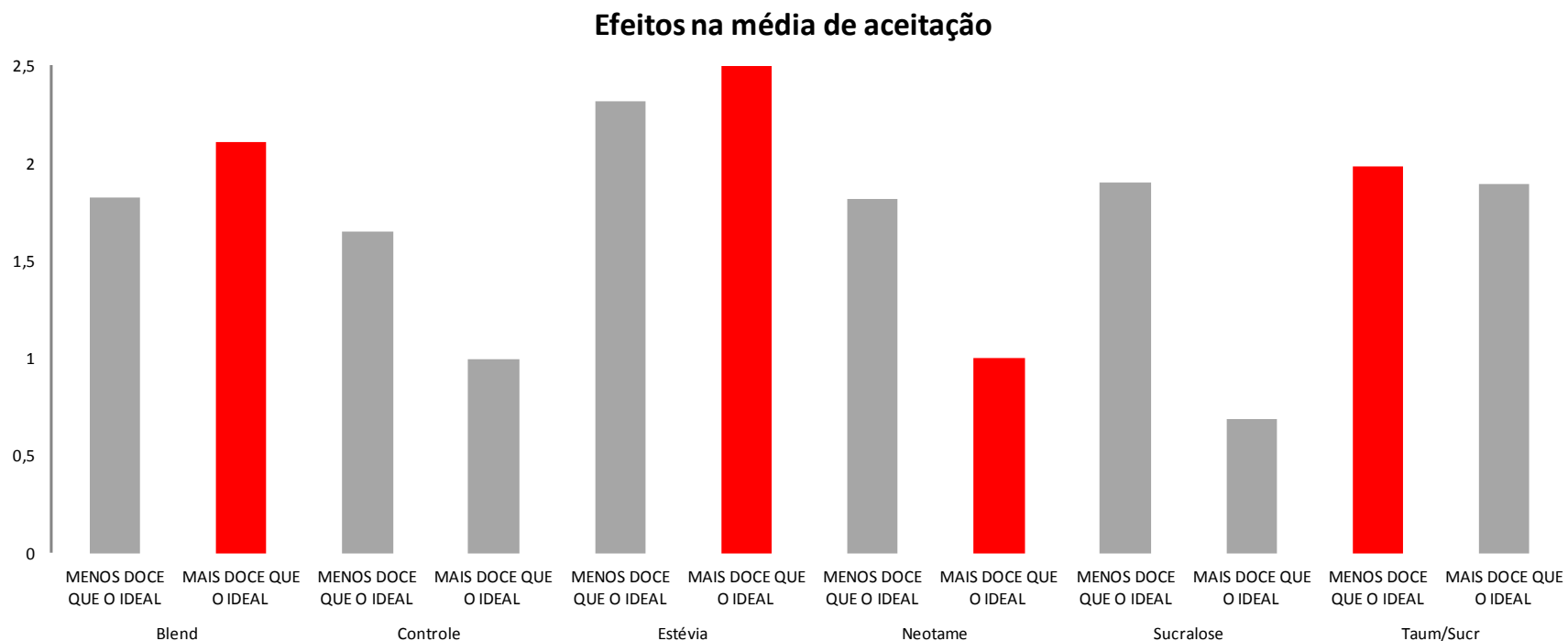


Figura 4. Efeitos na média para níveis de “menos doce” e “mais doce” das amostras de néctar de manga (apresenta quantos pontos são perdidos pelo produto ser “muito forte” ou “muito fraco” em relação à doçura. Em vermelho, pênaltis significantes e com mais de 20% de consumidores, em cinza, pênaltis significantes e com menos de 20% de consumidores)

A partir da Figura 4, se observa os efeitos que a intensidade de doçura de cada amostra de néctar de manga influenciou na aceitação da mesma. As amostras Controle e Sucralose apresentaram uma frequência abaixo de 20% (coluna cinza) nas opções associadas a “menos doce” e “mais doce”, sendo este o limite mínimo estabelecido para que fosse executada a correlação com intervalo de confiança aceitável. Enquanto que as amostras Blend, Estévia, Neotame e Taum/Sucr tiveram suas médias afetadas quando o consumidor determinava que a amostra estava com a doçura acima do ideal, desta forma, penalizando a aceitação das amostras.

4. Conclusão

O gosto doce é um atributo essencial para a aceitação de uma bebida. Desta forma, a sacarose deve ser acrescentada na quantidade adequada estabelecida pelos consumidores e seus substituintes devem reproduzir, preferencialmente, de forma exata o comportamento esperado pela sacarose. O estudo envolvendo tempo-intensidade possibilitou visualizar que além da intensidade, há outros parâmetros que devem ser considerados para avaliar a substituição da sacarose. A taumatina, um edulcorante de origem vegetal e com uso livre segundo o *Codex alimentarius*, apresentou bons resultados implicando na necessidade de novos estudos com este edulcorante. Enquanto que a sucralose, além de obter intensidade de doçura igual a da sacarose nas amostras de néctar de manga, foi a amostra que obteve melhor resultado em relação à área sob a curva de tempo-intensidade no tempo inicial do estudo e ao longo da vida de

prateleira. Por conseguinte, a amostra com sucralose também foi a mais aceita e, assim como a amostra controle, ao fim de 120 dias não apresentou rejeição pelos consumidores.

5. Agradecimentos

O presente estudo foi realizado com suporte no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e financiamento da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). A polpa de manga foi gentilmente doada pela DeMarchi® e os edulcorantes utilizados foram cedidos pela SweetMix®, com exceção da estévia, sendo esta cedida pela Clariant®.

6. Referências Bibliográficas

Amerine, M.A., Pangborn, R.M., Roessler, E.B. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. New York: Academic Press.

Asherie, N., Ginsberg, C., Blass, S., Greenbaum, A., Knafo, S. 2008. Solubility of thaumatin. *Crystal Growth & Design*, 8(6), 1815-17.

Bolini-Cardello, H.M.A., Silva, M.A.A.P., Damásio, M.H., Lobao, F. 2003. Programa “Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI” *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 37, 54-60.

Cadena, R.S., Bolini, H.M.A. 2011. Time-intensity analysis and acceptance test for traditional and light vanilla ice cream. *Food Research International*, 44, 677–683.

Cadot, Y., Caillé, S., Samson, A., Barbeau, G., Cheynier, V. 2010. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta*, 660, 53-62.

Cardoso, J.M.P., Bolini, H.M.A. 2007. Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. *Food Research International*, 40, 1249–1253.

Cavallini, D. C. U., Bolini, H. M. A. 2005. Comparação da percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em suco de manga reconstituído e adoçado com sacarose, mistura ciclamato/sacarona 2:1, aspartame, sucralose e estévia. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 23(2), 361–382.

Damásio, M.H., Costell, E. 1991. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 31(2), 165-178.

De Marchi, R., McDaniel, M.R., Bolini, H.M.A. 2009. Formulating a new passion fruit juice beverage with different sweetener systems. *Journal of Sensory Studies*, 24(5), 698-711.

Fennema, O. R. Food chemistry. 4th ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, 2008. 1144 p.

González-Tomás, L., Bayarri, S, Taylor, A.J., Costell, E. 2008. Rheology, flavour release and perception of low-fat dairy desserts. *International Dairy Journal*, 18(8), 858-866.

Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. 2007. Sensory evaluation techniques. 4ed., CRC Press, Boca Ratón, FL, 387 p.

Melo, L.L.M.M., Bolini, H.M.A., Efraim, P. 2007. Equisweet milk chocolates with intense sweeteners using time-intensity method. *Journal of Food Quality*, 30(6), 1056-1067.

Melo, L.L.M.M., Bolini, H.M.A., Efraim, P. 2009. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. *Food Quality and Preference*, 20, 138-143.

Melo, L., Childs, J.L., Drake, M., Bolini, H.M.A., Efraim, P. 2010. Expectations and acceptability of diabetic and reduced-calorie milk chocolates among nondiabetics and diabetics in the usa. *Journal of Sensory Studies*, 25(1), 132-155.

Mosca, A.C., van de Velde, F., Bult, J.H.F., van Boekel, M.A.J.S., Stieger, M. 2012. Effect of gel texture and sucrose spatial distribution on sweetness perception. *LWT – Food Science and Technology*, 46(1), 183-188.

Nofre, C., Tinti, J. M. 2000. Neotame, Discovery, properties, utility. *Food Chemistry*, 69, 245-257.

Palazzo, A. B., Bolini, H. M. A. 2009. Multiple time–intensity analysis and acceptance of raspberry-flavored gelatin. *Journal of Sensory Studies*, 24, 648–663.

Palazzo, A.B., Carvalho, M.A.R., Efraim, P., Bolini, H.M.A. 2011. The determination of isosweetness concentrations of sucralose, rebaudioside and neotame as sucrose substitutes in new diet chocolate formulations using the time-intensity analysis. *Journal of Sensory Studies*, 26(4), 291-297.

Parpinello, G.P., Versari, A., Castelari, M., Galassi, S. 2001. Stevioside as a replacement of sucrose in peach juice: sensory evaluation. *Journal of Sensory Studies*, 16, 471-484.

Pfeiffer, J.F., Boulton, R.B., Noble, A.C. 2000. Modeling the sweetness response using time±intensity data. *Food Quality and Preference*, 11, 129-138.

Prakash, I., DuBois, G.E., Clos, J.F.; Wilkens, K.L., Fosdick, L.E. 2008. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46, S75–S82.

SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2008. version 9.2. SAS Institute Inc, Cary, USA.

Scheurer, M., Brauch, H.J., Lange, F.T. 2009. Analysis and occurrence of seven artificial sweeteners in German waste water and surface water and in soil aquifer treatment (SAT). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 394, 1585–1594.

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R.C. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Journal of Food Technology*, 28, 324-341.

Stone, H., Sidel, J. 2003. *Quantitative Descriptive Analysis (The QDA Method), Sensory Evaluation Practices*, 3rd Ed., pp. 215–235, Elsevier Academic Press, San Diego, CA.

Thompson, K. R., Chambers, D. H., Chambers, E. 2009. Sensory characteristics of ice cream produced in the U.S.A. and Italy. *Journal of Sensory Studies*, 24, 396–414.

Van der Wel, H. Loeve, K. 1972. Isolation and characterization of thaumatin I and II, the sweet-tasting proteins from *Thaumatococcus danielli* Benth. *European Journal of Biochemistry*, 31, 221-225.

Ventanas, S., Puolanne, E., Tuorilla, H. 2010. Temporal changes of flavour and texture in cooked bologna type sausages as affected by fat and salt content. *Meat Science*, *85*, 410-419.

Villegas, B., Tárrega, A., Carbonell, I., Costell, E. 2010. Optimising acceptability of new prebiotic low-fat milk beverages. *Food Quality and Preference*, *21*, 234-242.

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

Weihrauch, M.R., Diehl, V. 2004. Artificial sweeteners – do they bear a carcinogenic risk? *Annals of Oncology*, *15*(10), 1460-1465.

Wiet, S.G.; Beyts, P.K. 1992. Sensory characteristics of sucralose and other high intensity sweeteners. *Journal of Food Science*, *57*, 1014–1019.

XLSTAT software. 2007. Versão 2007.7. Paris, France: Addinsoft SARL.

Zygler, A., Wasik, A., Kot-Wasik, A., Namiesnik, J. 2011. Determination of nine high-intensity sweeteners in various foods by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *400*(7), 2159-2172.

CONCLUSÃO GERAL

Nesse trabalho foi avaliado o comportamento sensorial, com testes descritivos e afetivos, e físico-químico da aplicação de edulcorantes de alta intensidade em néctar de manga, ao longo de 120 dias de estocagem.

O *blend* com acessulfame-K/sucralose/neotame (100:50:1) e a estévia com 97% de rebaudiosídeo foram os sistemas adoçantes que apresentaram maior diferença em relação ao perfil sensorial quando comparadas a amostra controle. Entretanto, a estévia com 97% de rebaudiosídeo apresentou evolução em seu comportamento sensorial. Este edulcorante, em outros estudos, apresentava um atributo indesejado associado ao sabor de erva e, nesta nova composição, este *offflavor*, que inclusive competia com o gosto doce, não foi encontrado, desta forma aumentando o poder edulcorante deste aditivo.

O neotame, um derivado do aspartame, apresentou doçura elevadíssima, aproximadamente 6 mil vezes mais doce que a sacarose. Porém, o perfil sensorial que este edulcorante atribuiu ao néctar de manga não agradou o consumidor, pois foi identificado um alto grau de doçura residual e ainda a presença de residual amargo.

A taumatina é um edulcorante de origem natural e, quando usado como adoçante, seu uso é livre. A utilização associada com a sucralose apresentou perfil sensorial semelhante ao da sacarose, sinalizando uma alternativa para sua aplicação. A taumatina, mesmo sendo uma proteína, após o tratamento térmico

(pasteurização a 98°C/15s) e o emprego em uma matriz ácida (pH=4,0) não sofreu alterações em sua conformação que pudessem afetar seu poder edulcorante.

A sucralose, a partir dos resultados, foi o edulcorante que apresentou resultados mais próximos da amostra adoçada com sacarose e considerada como controle. Mesmo após processamento térmico e ao longo do tempo de estocagem, a sucralose apresentou estabilidade suficiente para substituir de forma adequada a sacarose em néctar de manga.

O comportamento sensorial de um edulcorante pode sofrer variações de acordo com a matriz em que é utilizado. Neste estudo, foi utilizado um néctar de fruta tropical, a manga, e a sucralose apresentou melhor perfil sensorial. Entretanto, recomenda-se que a substituição da sacarose por edulcorante seja sempre seguida de um estudo prévio para análise de qual a doçura ideal e qual o aditivo mais adequado, mesmo em néctares de outras frutas. Desta maneira, estudos que envolvam outras frutas e produtos distintos, como lácteos, e a utilização de outros métodos sensoriais devem ser realizados para conhecer mais profundamente o comportamento sensorial destes novos edulcorantes como o neotame, a taumatina e a estévia com 97% e rebaudiosídeo.