



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição

PERFIL SENSORIAL DE SUCO TROPICAL DE CUPUAÇU
(*Theobroma grandiflorum* Schum)
COM VALOR CALÓRICO REDUZIDO

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutora em Alimentos e Nutrição.

Vilene Braga Martins
Engenheira de Alimentos

Prof^a. Dr^a. Helena Maria André Bollini
Orientadora

Campinas, 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

V366p Martins, Vilene Braga
Perfil sensorial de suco tropical de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) / Vilene Braga Martins. – Campinas, SP: [s.n.], 2008.

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

1. Cupuaçu. 2. Análise sensorial. 3. Edulcorantes. 4. Análise descritiva. 5. Tempo-intensidade. I. Bollini, Helena Maria André. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Titulo em ingles: The sensory profile of reduced calorie tropical cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) juice

Palavras-chave em inglês (Keywords): Cupuaçu, Sensory analyses, Edulcorants, Descriptive Analyses, Time-intensity

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos

Titulação: Doutor em Alimentação e Nutrição

Banca examinadora: Helena Maria André Bollini

Hillary Castle de Menezes

Marco Antônio Trindade

Suziley Ciampone

Rosamaria Da Ré

Waldemar Gastoni Venturini Filho

Data de defesa: 22-02-2008

Programa de Pós-Graduação: Programa em Alimentação e Nutrição

COMISSÃO JULGADORA

Dra. Helena Maria André Bolini
(orientadora)

Dra. Hillary Castle de Menezes
(membro)

Dr. Marco Antônio Trindade
(membro)

Dra. Suziley Ciampone
(membro)

Dra. Rosamaria Da Ré
(membro)

Dr. Waldemar Gastoni Venturini Filho
(membro)

Campinas, 22 de fevereiro de 2008.

Dedicatória



*Dedico este trabalho a minha “Borboletinha amarela”,
meu querido filho Rafael Martins Ruas,
que me trouxe de volta a infância já esquecida,
enchendo a minha vida de muita cor e alegria.*



*A você, meu filho,
meu amor eterno e incondicional...*



AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Helena Maria André Bolini pela preciosa orientação, amizade e a presença sempre simpática... uma pessoa de enorme coração!

A Profa. Dra. Flávia Maria Netto por ter me dado uma orientação muito rica e consistente no mestrado, que com certeza foi a base para que eu fizesse um bom doutorado.

Aos professores que participaram da minha banca e que corrigiram a minha tese com tanto carinho.

Ao meu amado esposo, pelo apoio...

Agradeço aos meus pais, Lena e Vicente, irmãos, Dayse e Thiago, e à minha sogra Marlene pelo apoio e incentivo em todos os momentos...

Ao meu querido e lindo irmão Thiago por ter corrigido e formatado a minha tese.

Aos meus amigos do coração que sempre me apoiaram Quinho, Quinha, Caçapa, Aninha, Luiz e Mazé.

As minhas queridíssimas amigas e companheiras de barriga as “Super Mamies”: Dani (Ana Luiza e Maria Fernanda), Dani (Raissa e Enzo), Priscila (Pedro), Alesandra (Rafofo e Beatriz), Verena (Tiago) e Cris (Maria).

Ao CECI e as tias da Escola Toffanelo que cuidaram do meu filhinho com tanto carinho para que eu pudesse trabalhar.

A todos os meus colegas de Laboratório pela amizade e apoio, em especial ao Vítor, Lia, Nice, Patrícia, Lauro, Carlos, Juliana Cardoso e Juliana Battochio.

A todos os funcionários do Depan, Centro de Informática, Biblioteca e Secretaria de Pós-graduação, em especial à Cidinha, D. Sônia, Estefane, André, Marçal, Fátima, Geraldo e Cosme.

Aos meus colegas mais recentes e igualmente queridos: Aline, Lezinha, Bruna e Rafael (do laboratório) e Luiz Fernando (chefe), Edinaldo, Mariana, Fabiana, Andréia, Débora, Cida, Elisângela e Mateus (do meu novo trabalho, onde tenho aprendido bastante).

Aos meus colegas do Laboratório de Frutas Ana, Priscila, Silvia, Kathelen, Marco e ao admirado Prof. Dr. Horácio, que por um tempo foi meu co-orientador.

A Renata De Marchi por ter doado as poupas.

Às estagiárias Carol e Patricia que me auxiliaram na realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a todos os provadores, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Agradeço também ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Obrigada...

RESUMO

O cupuaçu, fruta de sabor exótico e agradável, rico em potássio e pectina, é uma das principais e mais promissoras frutas cultivadas na região amazônica, sendo utilizado na produção de polpas, sucos, sorvetes, doces e cosméticos. Devido ao longo período de entressafra e a perecibilidade dos frutos, se faz necessária a busca de técnicas que melhor conservem o produto, como a produção de polpas congeladas, sucos e néctares. Na elaboração de sucos dietéticos ou *light*, a adição de edulcorantes no lugar da sacarose pode ser fator significativo na qualidade do produto final, já que os açúcares interferem na percepção da acidez e sabor global. Os edulcorantes apresentam comportamento sensorial diferenciado para cada tipo de aplicação, sendo necessária a utilização de diferentes técnicas sensoriais para a escolha do edulcorante mais adequado. Este trabalho teve como objetivo traçar o perfil sensorial do suco tropical de cupuaçu de valor calórico reduzido adoçado com diferentes edulcorantes, tendo a sacarose como referência, através de análises sensoriais. Foram obtidos 6 lotes de suco de cupuaçu a partir de 3 polpas comerciais de cupuaçu supercongeladas. Uma das polpas (P1) foi utilizada como referência para a preparação de sucos adoçados com sacarose e os edulcorantes (sucralose, aspartame e estévia). As polpas P2 e P3 foram adoçadas apenas com sacarose. Foram realizadas determinações físico-químicas (pH, acidez titulável, sólidos solúveis, sólidos totais, determinação de cor e ácido ascórbico), determinação da doçura ideal e equivalência de doçura para suco de cupuaçu, análise descritiva quantitativa (ADQ), análise tempo-intensidade (ATI, avaliando os estímulos doce, amargo e sabor de fruta), testes de aceitação e mapa de preferência. Os resultados obtidos para a ADQ e a ATI foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), teste de médias de Tukey e análise dos componentes principais (ACP), utilizando o programa SAS. A doçura ideal determinada para o suco de cupuaçu adoçado com sacarose foi de 8%. A sucralose apresentou a maior potência edulcorante no suco, sendo 500 vezes mais doce que a sacarose, enquanto a estévia apresentou o menor poder edulcorante, apenas 89 vezes mais doce do que a sacarose. Na ADQ, o aspartame e a sucralose exibiram médias semelhantes para todos os atributos, apresentando significativamente as maiores intensidades para o atributo gosto doce. Já a estévia apresentou médias maiores para amargor e amargor residual. Na ATI, a estévia apresentou a maior intensidade máxima para o amargor, persistindo por um longo período, confirmando a presença de amargor residual intenso na amostra. Sacarose, aspartame e sucralose apresentaram médias baixas para intensidade do amargor. Em relação ao estímulo sabor de fruta, a sacarose exibiu a maior intensidade máxima, enquanto a estévia apresentou a menor. O aspartame e a sucralose foram os edulcorantes que mais se aproximaram do comportamento sensorial da sacarose, apresentando maior aceitação e intenção de compra do produto. O mapa de preferência explicou 70,43% das variações observadas. As menores médias de aceitação foram obtidas para a estévia, indicando que a não aceitação do produto está diretamente relacionada ao sabor amargo e amargor residual da amostra.

ABSTRACT

Cupuaçu, fruit with an exotic flavour, rich in potassium and pectin, is one of the leading and most pleasant promising fruit grown in the Amazon region, used in the production of pulps, juices, ice cream, conserves and cosmetics. Due to the long period between harvests and the considerable perishability of the fruits, it is necessary to search for techniques that best preserve the product, such as frozen pulps, juices and nectars. In the elaboration of dietetic or light juices, the substitution of sucrose by sweeteners can be a significant factor in final product quality, since the sugars interfere with the perception of acidity and overall flavour. Sweeteners present differentiated sensory behaviour in each type of application, the use of different sensory techniques being required to choose the most adequate one in each case. The objective of the present study was to trace the sensory profile of reduced calorie tropical *cupuaçu* juice sweetened with various sweeteners, by way of physical-chemical and sensory analyses. The *cupuaçu* juice was divided into 6 batches, and 3 commercial super-frozen pulps were used. One of the pulps (P1) was used as the reference to prepare juices sweetened with sucrose and the sweeteners (sucralose, aspartame and stevia). Pulps P2 and P3 were only sweetened with sucrose. Physical-chemical analyses (pH, titratable acidity, soluble solids, total solids, colour determination and ascorbic acid) were carried out, and also the determination of the ideal sweetness and sweetness equivalence for *cupuaçu* juice, quantitative descriptive analysis (QDA), time-intensity analysis (TIA, evaluating the stimuli of sweet, bitter and fruity taste), acceptance tests and preference map. The results obtained in the QDA and TIA were statistically analysed using ANOVA, Tukey's means test and PCA, using the SAS programme. The ideal sweetness for *cupuaçu* juice sweetened with sucrose was shown to be that produced with 8% added sucrose. Sucralose presented the greatest sweetening power in the juice, being 500 times sweeter than sucrose, whereas stevia showed the lowest sweetening power, only 89 times sweeter than sucrose. In the QDA, aspartame and sucralose showed similar means for all the attributes, showing significantly greater intensities for the attribute of sweet taste. On the other hand, stevia showed significantly higher means for bitter taste and aftertaste, differing significantly from all the other samples ($p < 0.05$). In the TIA, stevia presented the greatest maximum intensity for bitter taste, which persisted for a long period, confirming the presence of a strong bitter aftertaste in the sample. Sucrose, aspartame and sucralose showed low means for the intensity of bitter taste in the *cupuaçu* juice. With respect to the fruity taste stimulus, sucrose showed the highest maximum and stevia the lowest value. Aspartame and sucralose showed the closest sensory behaviour to that of sucrose, presenting the highest product acceptance and buying intention. The preference map explained 70,43% of the variations in sample acceptance observed. The lowest acceptance means were obtained with stevia, indicating that the non-acceptance of the product was directly related to the bitter taste and aftertaste of the sample.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivos gerais	19
2.2 Objetivos específicos	19
3 JUSTIFICATIVAS	21
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
4.1 Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i> Schum)	23
4.1.1 Origem e dados botânicos	23
4.1.2 Características e composição do fruto	24
4.1.2.1 Características do fruto	24
4.1.2.2 Composição do fruto	26
4.1.2.3 Compostos voláteis do cupuaçu	27
4.1.3 Cupuaçu: produtos e mercado	27
4.2 Polpa congelada	28
4.3 Suco de fruta tropical	34
4.4 Obesidade	35
4.5 Diabetes mellitus	38
4.6 Produtos dietéticos e de baixa caloria	38
4.7 Aprovação de uso para edulcorantes	41
4.8 Edulcorantes e adoçantes	43
4.8.1 Sacarose	45
4.8.2 Aspartame	46
4.8.3 Esteviosídeo	49
4.8.4 Sucralose	51
4.9 Métodos sensoriais	52

4.9.1 Métodos sensoriais discriminativos	53
4.9.2 Métodos sensoriais descritivos	53
4.9.2.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ)	54
4.9.2.2 Análise tempo-intensidade (ATI)	55
4.9.3 Métodos sensoriais afetivos	57
4.9.3.1 Testes de preferência	58
4.9.3.2 Testes de aceitação e mapa de preferência	58
4.9.4 Métodos sensoriais aplicados na avaliação da doçura	59
 5 MATERIAL E MÉTODOS	 61
5.1 Matéria-prima	61
5.2 Métodos	61
5.2.1 Preparo das amostras de suco de cupuaçu	61
5.2.2 Análise sensorial do suco de cupuaçu	62
5.2.2.1 Determinação da escala do ideal para doçura	62
5.2.2.2 Pré-seleção dos provadores	63
5.2.2.3 Determinação da equivalência de doçura por estimativa de magnitude	65
5.2.2.4 Análise descritiva quantitativa	67
5.2.2.4.1 Pré-seleção dos provadores	67
5.2.2.4.2 Desenvolvimento dos termos descritores e fichas de avaliação	68
5.2.2.4.3 Treinamento e seleção dos provadores	69
5.2.2.4.4 Análise das amostras por ADQ	69
5.2.2.4.5 Análise estatística dos resultados	69
5.2.2.5 Análise tempo-intensidade	71
5.2.2.5.1 Seleção dos provadores para ATI	71
5.2.2.5.2 Análise das amostras por ATI	71
5.2.2.6 Teste de aceitação e mapa de preferência	73
5.2.3 Metodologia analítica	74
5.2.3.1 pH	74
5.2.3.2 Acidez total titulável	74

5.2.3.3 Sólidos solúveis (°Brix)	74
5.2.3.4 Sólidos totais	74
5.2.3.5 Determinação de ácido ascórbico	74
5.2.3.6 Determinação de cor	74
5.2.4 Correlação dos dados instrumentais e sensoriais	75
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
6.1 Determinação da escala do ideal para doçura	77
6.2 Pré-seleção da equipe sensorial	78
6.3 Equivalência de doçura	78
6.4 Análise descritiva quantitativa (ADQ)	82
6.4.1 Treinamento e seleção dos provadores	87
6.4.2 Análise das amostras por ADQ	93
6.5 Análise tempo-intensidade	99
6.5.1 Seleção de provadores (ATI)	100
6.5.2 Análise tempo-intensidade para o estímulo doce	104
6.5.3 Análise tempo-intensidade para o estímulo amargo	107
6.5.4 Análise tempo-intensidade para o estímulo sabor de fruta	110
6.6 Testes de aceitação e mapa de preferência	113
6.7 Determinações físico-químicas do suco e da polpa de cupuaçu	117
6.7.1 Do suco de cupuaçu	117
6.7.2 Da polpa congelada de cupuaçu	117
6.8 Correlação dos dados instrumentais e sensoriais	121
7 CONCLUSÕES	125
8 REFERÊNCIAS	127

1 INTRODUÇÃO

Em consequência de uma tendência mundial para o aumento do consumo de produtos alimentícios mais saudáveis, de baixa caloria e de boa qualidade sensorial, está ocorrendo o crescimento do consumo de sucos e bebidas à base de frutas. O Brasil destaca-se como grande produtor de frutas tropicais, sendo responsável por grande parte do comércio de sucos de frutas (BALISCHI, 2002). Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas, o consumo de néctares e sucos de frutas no Brasil, de 1999 a 2004, teve aumento de 14% ao ano neste período, com 115 milhões de litros de suco, néctares e drinques à base de frutas produzidos em 1999 para 350 milhões em 2004 (IBRAF, 2005).

As frutas tropicais vão ao encontro dessa demanda, tanto pela diversidade de aromas e sabores que as caracterizam quanto pelo seu valor nutritivo (MATTA, 1999). Entre as frutas tropicais, o cupuaçu é uma das frutas mais promissoras da região Norte do país, com grande potencial para a industrialização. O cupuaçu é rico em compostos voláteis, que contribuem para a riqueza e o exotismo de seu sabor e aroma, bastante apreciados, o que tem despertado cada vez mais o interesse do mercado nacional e internacional (BASTOS *et al.*, 2002). Devido a isso, várias pesquisas estão sendo realizadas para o melhor aproveitamento e conservação da polpa de cupuaçu, como também para o desenvolvimento de novos produtos, como néctares, sucos e iogurtes que contenham essa fruta (BASTOS *et al.*, 2002; CHAAR, 1980; HÜHN *et al.*, 1981; OLIVEIRA, 1981).

Atualmente a obesidade representa um dos maiores problemas de saúde em sociedades altamente desenvolvidas (GARROW, 1992). A utilização de edulcorantes, em substituição da sacarose, tem sido um grande aliado no controle tanto da obesidade quanto do diabetes. Porém, como a adição de edulcorantes em alimentos pode influenciar no sabor do produto final, é necessário fazer avaliações sensoriais adequadas para a escolha do edulcorante ideal. No mercado existem muitas opções de edulcorantes, dentre elas podemos destacar a sucralose, o aspartame e a estévia.

A sucralose aparece como uma boa opção para substituir o açúcar em alimentos por: não apresentar gosto residual; ter sabor semelhante à sacarose; ser isenta de calorias e ter elevado potencial adoçante, podendo ser 600 vezes mais doce que a sacarose (JENNER, 1990).

O aspartame é um dos edulcorantes mais populares, amplamente utilizado na indústria de bebidas. Baldwin e Korschgen (1979), em pesquisa com aspartame, demonstraram seu efeito na intensificação de aroma de sucos, especialmente os de frutas cítricas.

A estévia, por ser um edulcorante natural, apresenta forte apelo comercial, sendo objeto de diversas pesquisas (REZENDE *et al.*, 2004; CARDOSO, BATTOCHIO; CARDELLO, 2004; GOTTO; CLEMENTE, 1998; CARDELLO, 1996). É obtida naturalmente a partir de folhas de *Stevia rebaudiana* [Bert.] Berton e é produzida no Brasil pela Steviafarma.

Os edulcorantes apresentam comportamento característico diferenciado para cada tipo de aplicação, sendo necessária a realização de testes sensoriais para avaliar qual edulcorante é mais indicado para determinado tipo de produto. A avaliação sensorial é uma medida multidimensional integrada que utiliza os órgãos dos sentidos humanos como instrumento para avaliar a qualidade sensorial de um alimento (CARDELLO; CARDELLO, 1998). Diversas técnicas podem ser utilizadas para a caracterização sensorial de edulcorantes, dentre estas se destacam: equivalência de doçura e doçura ideal, análise descritiva quantitativa (ADQ), análise tempo-intensidade (ATI) e testes de aceitação.

Este trabalho tem como objetivo traçar o perfil sensorial do suco de cupuaçu adoçado com diferentes edulcorantes, através da determinação da doçura ideal, equivalência de doçura em relação à sacarose, atitude do consumidor, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade, tendo a sacarose como referência, além de realizar determinações físico-químicas e correlacioná-las com as respostas sensoriais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Traçar o perfil sensorial do suco de cupuaçu adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose, através da determinação da doçura ideal, equivalência de doçura em relação à sacarose, atitude do consumidor, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade. Caracterizar as amostras de suco de cupuaçu físico-quimicamente, correlacionando os dados instrumentais com os dados sensoriais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a doçura ideal do suco de cupuaçu através da adição de sacarose.
- Determinar a equivalência de doçura do aspartame, esteviosídeo e sucralose, em relação à sacarose, para o suco de cupuaçu.
- Realizar análise descritiva quantitativa do suco de cupuaçu, caracterizando e descrevendo o perfil sensorial de suco de cupuaçu adoçado com estes edulcorantes, tendo a sacarose como referência.
- Realizar análise tempo-intensidade do suco de cupuaçu para os parâmetros de doçura, amargor e sabor de fruta, avaliando as características temporais de cada edulcorante e da sacarose em suco de cupuaçu.
- Realizar teste de aceitação para avaliar a atitude do consumidor em relação ao suco de cupuaçu adoçado com diferentes edulcorantes em comparação com a sacarose.
- Caracterizar físico-quimicamente as amostras de suco de cupuaçu através de análises físico-químicas (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, sólidos totais e cor) correlacionando os dados instrumentais com os dados sensoriais.

3 JUSTIFICATIVAS

- O cupuaçu é uma das frutas tropicais mais importantes da Amazônia, com grande potencial econômico, rico em compostos aromáticos, produzindo sucos de alta qualidade sensorial.
- O cupuaçu apresenta alto teor de pectina, comparável ao da maçã, que é um tipo de fibra dietética que, em diversos estudos, demonstrou ter efeito hipocolesterolêmico, além de regular a taxa de glicose no sangue.
- Devido ao curto período de oferta de cupuaçu no mercado e à perecibilidade dos frutos, faz-se necessária a busca de técnicas que melhor conservem o produto.
- A produção de alimentos de baixa caloria representa, no mercado mundial, um dos setores com maior potencial de crescimento.
- A sucralose é um adoçante recentemente aprovado no Brasil, com grandes perspectivas de uso, necessitando de novas alternativas para aplicação.
- Não existem informações em literatura científica sobre análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e equivalência de doçura de suco de cupuaçu adoçado com edulcorantes, ou seja, de baixo valor calórico.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum* Schum)

4.1.1 Origem e dados botânicos

O Brasil possui uma grande diversidade de frutas regionais, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. A fruticultura brasileira corresponde, aproximadamente, a 25% do valor da produção agrícola nacional, sendo um dos segmentos mais importantes da agricultura do país (REINHARDT, 1996). Dentre as frutas tropicais nativas da Amazônia, o cupuaçu é aquela que reúne as melhores condições de aproveitamento industrial (CHAAR, 1980).

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), que pertence à família *Sterculacea*, é uma planta típica da floresta amazônica, encontrada no estado silvestre ou cultivada, hoje disseminada por toda a região Norte. Na Amazônia e em parte do nordeste do Maranhão existe incentivo para plantações comerciais de cupuaçu (CAVALCANTE, 1991). O gênero *Theobroma* tem numerosas espécies, sendo considerada a mais importante a do cacau (*T. cacao*), que é base para o chocolate industrial. Todos do gênero *Theobroma* possuem polpa comestível ao redor das sementes, dos quais cinco espécies permitem preparar chocolate a partir da semente (VENTURIERI, 1993).

O Brasil é o principal centro de produção da região amazônica, que compreende também países como Venezuela, Colômbia, Equador e Peru. Estima-se que a área produtora de cupuaçu, com árvores adultas, é de 1.289 ha com produção de 6.453.000 frutos, que correspondem a 1.807 t de polpa (OYAMA, 1996). O maior produtor de cupuaçu é o estado do Pará, com 1.800 toneladas de polpa em 1995, seguido de Amazonas, Rondônia e Acre (PRODUTOS POTENCIAIS DA AMAZÔNIA, 1998). A dificuldade de armazenamento e a alta perecibilidade do fruto, principalmente no período de pico da safra, contribuem para perdas pós-colheita (OYAMA, 1996).

4.1.2 Características e composição do fruto

4.1.2.1 Características do fruto

O cupuaçu apresenta forma elipsóide ou oblonga, com extremidades arredondadas, variando de 10 a 12 cm de diâmetro, podendo pesar de 500 a 4.500 g. O número de sementes varia de 20 a 50, que se encontram superpostas em 5 fileiras verticais, sendo cada semente envolvida por copiosa polpa delicadamente fibrosa branco-amarelada, de sabor acidulado e cheiro característico agradável (CAVALCANTE, 1991).

Segundo Calzavara (1982), as principais variedades de cupuaçu são:

- Cupuaçu-redondo: o mais comum da região, com frutos arredondados, casca com 6 a 7 mm de espessura e peso médio de 1,5 kg.
- Cupuaçu-mamona: os frutos apresentam extremidades alongadas, casca variando de 7 a 9 mm, peso médio de 2,5 kg, podendo chegar a 4 kg.
- Cupuaçu-mamaú: também conhecido como cupuaçu-sem-semente, apresenta fruto arredondado, com casca de 6 a 7 mm de espessura e peso médio de 1,5 kg.

Na maturação, os frutos caem sem o pendúnculo, ocasião em que exalam o cheiro característico, o que indica sua perfeita maturação. Suas sementes contêm 48% de uma gordura branca aromática que pode ser utilizada na fabricação de chocolate (CAVALCANTE, 1991).

O rendimento dos frutos, assim como na maioria das outras frutas, é variável de acordo com o tamanho, a procedência, o período de safra e o método de extração. Os frutos pesam em média 1,275 kg, com 43,4% de casca, 38,5% de polpa, 17,9% de semente e 2,85% de placenta (VENTURIERI, 1993).



a)



b)



c)

Figura 1. Fotos ilustrativas de cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum*)

Fontes: a) Fruta Vida Retail Store. Online. Disponível em:

<www.tryfrutavida.com/images/cupuacu12.jpg>. b) Icoaraci. Online. Disponível em:

<www.icoaraci.com.br/imagens/fotos/cupuacu.jpg>. c) Universal Taste. Online. Disponível em:

<www.universaltaste.com/cart/fruit_cupuacu.jpg>

4.1.2.2. Composição do fruto

O cupuaçu é uma fruta ácida, de sabor exótico e agradável, rico em compostos voláteis e sais minerais. Além disso, o cupuaçu apresenta alto teor de pectina, comparável ao da maçã, fibra dietética solúvel que, segundo alguns trabalhos, tem demonstrado redução dos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos e humanos (FIETZ; SALGADO, 1999; ARJMANDI, *et al.*, 1992). Chaar (1980) e Oliveira (1981) realizaram caracterização físico-química da polpa de cupuaçu, mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química da polpa de cupuaçu de acordo com estudos publicados por Chaar (1980) e Oliveira (1981)

Determinações (base seca)	Chaar (1980)	Oliveira (1981)
pH	3,6	3,2
Umidade (%)	86,84	87,80
Proteína (%)	1,9	1,55
Gorduras (%)	0,48	0,65
Cinzas (%)	0,73	0,81
Fibras (%)	1,79	1,89
Acidez (% ácido cítrico)	2,35	2,0
°Brix	10,5	10,8
Pectina (mg/100g)	703,0	850,0

Em outro estudo, Rogez *et al.* (2004) compararam a composição química de três frutas típicas amazônicas – araçá-boi, bacuri e cupuaçu. Segundo os resultados, as três frutas mostraram-se boas fontes de sais minerais. O cupuaçu, particularmente, apresentou boas quantidades de potássio, importante no controle do balanço de sais nos tecidos humanos, e fósforo. Os resultados das análises para o cupuaçu estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Conteúdo de sais minerais em polpa de cupuaçu (mg/100g base úmida)

Sais minerais	Polpa de cupuaçu
Na	2,56 (+/- 0,20)
K	34,27 (+/- 4,27)
Ca	5,57 (+/- 0,85)
Mg	13,07 (+/- 1,94)
P	15,73 (+/- 0,48)
Fe	0,432 (+/- 0,042)
Zn	0,532 (+/- 0,024)
Cu	0,258 (+/- 0,059)
Mn	0,21 (+/- 0,048)

Fonte: Rogez et al., 2004

4.1.2.3. Compostos voláteis do cupuaçu

Velho, Charles e Simon (1991) estudaram os compostos responsáveis pelo aroma da polpa fresca e sementes do cupuaçu através de cromatografia gasosa com espectrometria de massa. Segundo os autores, os compostos voláteis mais abundantes presentes na polpa foram os ácidos 9-octadecanoico, hexadecanoico e pirazima, sendo encontrados também nas sementes.

Segundo Boulanger e Crouzet (2000 *apud* ROGEZ *et al.*, 2004), os principais compostos voláteis relacionados ao aroma floral do cupuaçu são o linalol, α -terpinol, 2-feniletanol, mirceno e linoleno. Em relação ao aroma exótico típico do cupuaçu, os autores sugerem que estejam relacionados os dióis e o metoxi-2,5-dimetil-3(2H)-furano.

4.1.3 Cupuaçu: produtos e mercado

A importância econômica do cupuaçu está associada principalmente à sua polpa e sementes, para consumo natural e fins industriais. A polpa, de aroma e sabor muito apreciados, é utilizada para sucos, refrescos, sorvetes, doces, compotas, licores, iogurtes, concentrados, polpas desidratadas e aromatizantes (VELHO, WHIPKEY; JANICK, 1990). O cupuaçu, por apresentar alto teor de

pectina e por ser naturalmente ácido, favorece a fabricação de néctar, doce e geléias (CAVALCANTE, 1991).

As sementes são utilizadas para a obtenção de *cupulate*, produto com características organolépticas e nutritivas similares às do chocolate, o qual pode ser apresentado em pó e tabletes de cor branca similares ao do cacau, e também para a obtenção da manteiga (VELHO, WHIPKEY; JANICK, 1990).

A pouca higiene constatada na maioria das processadoras de polpa constitui um grande empecilho para o mercado externo. Para a exportação, seria necessária a implantação de indústrias de processamento de polpas dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo mercado exterior (VENTURIERI, 1993).

4.2 POLPA CONGELADA

O Brasil possui clima e extensão territorial que o tornam um grande produtor de alimentos no mundo, sendo um dos três maiores produtores mundiais de frutas, algo em torno de 38 milhões de toneladas por ano. Segundo dados do Ministério da Agricultura, o Brasil exporta pouco mais de 1,6% da sua produção de frutas *in natura*, ocupando o 20º lugar entre os países exportadores (JORNAL DA FRUTA, 2004).

A imensa riqueza de aromas e sabores de frutas tropicais e a tendência cada vez maior de se consumir alimentos processados com as características sensoriais do alimento *in natura* têm contribuído para o aumento do consumo de polpas de frutas tropicais e seus derivados. A polpa de fruta é utilizada para consumo direto ou como matéria-prima em indústrias de sucos, refrescos, geléias, néctares, sorvetes, iogurtes, produtos de confeitaria, entre outros (BALISCHI, 2002).

Segundo o Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, polpa de fruta é definida como produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido por esmagamento das partes comestíveis de frutas carnosas por processos tecnológicos adequados, com um teor mínimo de sólidos totais. A polpa de fruta deverá ser obtida de frutas frescas, sãs e maduras com características físicas, químicas e organolépticas do fruto (BRASIL, 2000).

O congelamento de polpa de fruta tornou-se uma opção viável para evitar perdas de produção, pois preserva as características originais da fruta fresca possibilitando, inclusive, sua comercialização nos períodos de entressafra. Além disso, alguns frutos, como o cupuaçu, são bastante perecíveis, sendo praticamente inviável o seu transporte *in natura* para longas distâncias.

Atualmente, o cupuaçu é encontrado no mercado nacional principalmente na forma de polpa congelada. De acordo com Calzavara e outros (1984 *apud* BASTOS, 2002) o crescimento da utilização industrial do cupuaçu é mais concentrado em Belém-PA, onde muitas indústrias produzem produtos de cupuaçu e os comercializam na Amazônia, de onde vai para diversos estados do Brasil e para a Europa.

A polpa ou purê de cupuaçu deverá obedecer às características e composição mínima abaixo (BRASIL, 2000):

- cor: branco ou branco amarelado;
- sabor: levemente ácido;
- aroma: próprio, característico de cupuaçu;
- sólidos solúveis em °Brix, a 20 °C: mínimo de 9°Brix;
- pH: mínimo de 2,60;
- acidez total expressa em % de ácido cítrico: mínimo de 1,5 g/100 g
- ácido ascórbico: mínimo de 18 mg/100 mg;
- açúcares totais naturais do cupuaçu: mínimo de 6,0 g/100 g;
- sólidos totais: mínimo de 12 g/100 g.

De um modo geral, a polpa de cupuaçu congelada é obtida a partir do fluxograma apresentado na Figura 2. O fluxograma e a descrição do processo produtivo a seguir foram adaptados dos processos de obtenção de polpa de cupuaçu congelada realizados por Abreu e outros (1997), Oliveira Júnior e Costa (2003):

- **Cultivo:** realizar as práticas culturais adequadas, adotando recomendações técnicas nas fases pré e pós-colheita. O controle fitossanitário deve ser feito de forma adequada. As principais pragas do cupuaçu são: “vassoura de bruxa” e “broca-do-fruto”.

- **Colheita:** o cupuaçu quando maduro desprende-se da planta, sendo colhido no chão e acondicionado em sacos ou caixas resistentes. Deve-se evitar a permanência do fruto caído no campo por muito tempo, por isso a colheita deve ser feita sempre no início da manhã, devido à perda do peso e à deterioração causada por ataque de fungos. O tempo decorrido entre a colheita e o processamento deve ser o menor possível. No caso da necessidade de armazenamento antes do processamento, os frutos devem ser mantidos em local preferencialmente refrigerado ou, pelo menos, sombreado e arejado, evitando-se amontoamento.
- **Transporte:** deve ser feito de forma adequada e o mais depressa possível para evitar perdas e fermentação do fruto. Os fatores tempo e temperatura devem ser controlados.
- **Recepção e pesagem:** deve-se verificar qualidade da matéria-prima e efetuar a pesagem do material.
- **Pré-lavagem:** tem como objetivo eliminar a sujeira mais grosseira do fruto, como terra, pêlos, pedregulhos e outros fragmentos. Deve-se estar atento à qualidade sanitária da água e dos equipamentos.
- **Seleção:** tem por objetivo eliminar os frutos danificados ou que estejam inadequados para o processamento.
- **Lavagem:** lavagem com água clorada, por imersão e/ou através de chuveiros, para a redução quantitativa de bactérias.
- **Quebra e descascamento:** a polpa no interior do fruto sadio se apresenta sem contaminação, porém, ao ficar exposta ao ambiente poderá se contaminar se os cuidados nesta fase, tais como lavagem, quebra, retirada da polpa e higiene (pessoal, ambiental e máquinas de trabalho) forem inadequados. O utensílio utilizado para a quebra do fruto, bem como a superfície do local de quebra devem ser de aço-inoxidável. As pessoas envolvidas nessa tarefa devem trajar vestimentas adequadas e limpas, usar luvas e toucas no cabelo e estar em perfeito estado de saúde.
- **Despulpamento:** o despulpamento pode ser manual ou mecânico e consiste em separar a polpa das sementes. O despulpamento manual é feito cortando-se a polpa com tesouras ou facas, separando-a das

sementes e placenta. A forma manual não é recomendável no processamento com fim comercial, pois torna a polpa muito exposta à contaminação. O despulpamento mecânico é feito com máquinas denominadas despulpadeiras, fabricadas em aço inoxidável, constituídas de um cilindro, peneira móvel e um eixo giratório com paletas, acionado por motor elétrico, que movimentam a polpa com as sementes no cilindro. A polpa extraída é liberada na parte inferior do equipamento. As sementes são descartadas na extremidade do cilindro perfurado. Para realizar o despulpamento mecânico, deve-se retirar a placenta antes de colocar-se a massa de polpa na despulpadeira. Por ser fibrosa, a placenta ao ser misturada à polpa afeta a aparência desta, depreciando o seu valor. Além disso, sua presença no despulpamento mecânico traz prejuízos ao processo por causar obstrução na passagem da polpa através da peneira. Apesar de ser mais eficiente, esse procedimento acarreta a incorporação de ar na polpa, o que pode afetar sua qualidade sensorial e nutricional durante o armazenamento. Para evitar a incorporação de ar na polpa (espuma), o despulpamento poderá ser feito a vácuo ou através de um processo de desaeração.

- **Pasteurização:** após o despulpamento, a polpa é pasteurizada e o resfriamento é feito no próprio equipamento de pasteurização. Em geral, a polpa é aquecida a 90 °C (+ ou -2 °C) por um período de 60 segundos, ou o mínimo necessário para a destruição de microrganismos contaminantes. A pasteurização também auxilia na inativação enzimática da polpa.
- **Envasamento da polpa:** consiste no enchimento das embalagens com a polpa, por máquina dosadora. A polpa é normalmente acondicionada em sacos de polietileno. A quantidade de polpa por embalagem é variável, devendo a dosadora ser previamente regulada para enchimento das embalagens na quantidade desejada. O envasamento pode ser feito em máquinas manuais, semi-automáticas ou automáticas. No processo manual, os procedimentos são comandados por um operador que aciona os dispositivos responsáveis por essa operação. No semi-automático, o enchimento das embalagens é automático, ficando por conta do operador o reabastecimento do tanque de equilíbrio, fechamento e acomodação das

embalagens. No envasamento automático, a polpa é succionada e elevada, desde o reservatório da despulpadeira até o tanque de equilíbrio da envasadora. A partir daí, o processo se dá por ação de ar comprimido, que injeta o produto na embalagem em dosagens precisas, concluindo-se o envasamento com fechamento termo-soldável da embalagem tipo sacola.

- **Congelamento rápido:** a polpa recém-embalada deve ser imediatamente congelada em túneis ou câmaras de congelamento rápido (de aproximadamente -40°C). Quanto mais rápido o congelamento, melhor é a qualidade da polpa após ser descongelada, mantendo suas características originais. Quando o congelamento é lento, como acontece nos *freezers* domésticos, a polpa ao ser descongelada libera uma grande quantidade de suco, devido à ruptura das células causada por cristais de gelo.
- **Armazenamento:** o armazenamento da polpa deve ser feito a uma temperatura de, aproximadamente, -20°C .

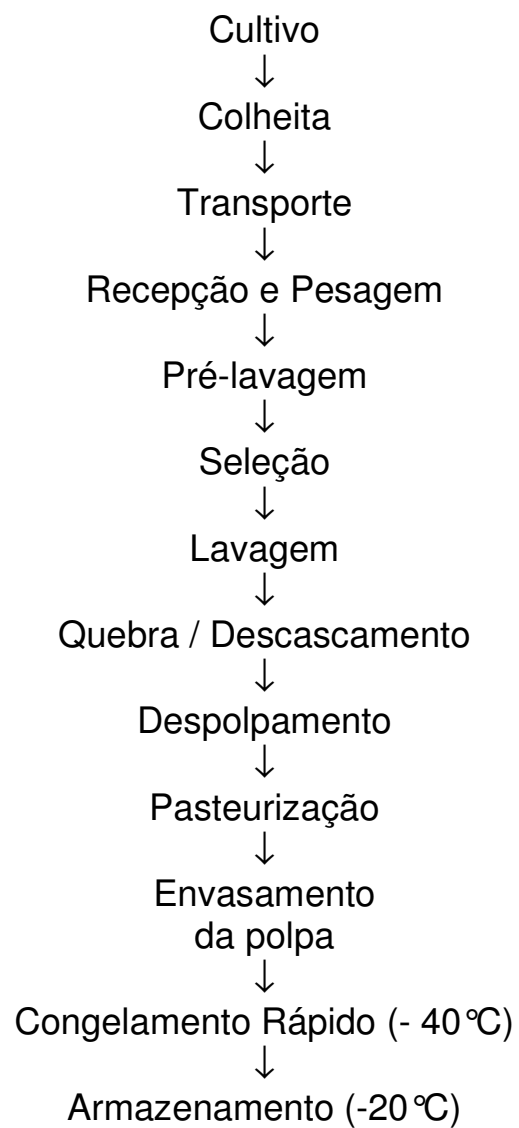


Figura 2. Fluxograma de obtenção de polpa cupuaçu congelada

Fonte: Adaptado de ABREU *et al.* (1997); OLIVEIRA JÚNIOR; COSTA, (2003)

4.3 SUCO DE FRUTA TROPICAL

Suco ou sumo é a bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, sendo observadas as seguintes regras (BRASIL, 2003):

- I – o suco não poderá conter substâncias estranhas à fruta ou parte do vegetal de sua origem, excetuada as previstas na legislação específica;
- II – o suco parcialmente desidratado deverá ser denominado de ‘suco concentrado’;
- III – ao suco poderá ser adicionado açúcar na quantidade máxima fixada para cada tipo de suco, através de ato administrativo, observado o percentual máximo de 10%, calculado em gramas de açúcar por cem gramas de suco;
- VI – é proibida a adição, em sucos, de aromas e corantes artificiais;
- V – os sucos concentrados e desidratados adoçados, quando reconstituídos, deverão conservar os teores de sólidos solúveis originais do suco integral, ou o teor de sólidos solúveis mínimo estabelecido nos respectivos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco, excetuado o percentual de açúcares adicionados, observado o disposto no inciso III.

A designação “integral” será privativa do suco sem adição de açúcar e na sua concentração natural, sendo vedado o uso de tal designação para o suco reconstituído.

Suco tropical é o produto obtido pela dissolução, em água potável, da polpa de fruta polposa de origem tropical, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, por meio de processo tecnológico adequado, submetido a tratamento garantidor de sua apresentação e conservação até o momento de consumo. É vedada a designação de “suco tropical” ao suco que não necessite de água na sua elaboração e que não seja proveniente de fruta de origem tropical (BRASIL, 2003).

O Ministério da Agricultura considera o cupuaçu uma fruta polposa de origem tropical, porém, a quantidade mínima de polpa para a preparação de néctar ainda não foi fixada em regulamento técnico específico. O cupuaçu apresenta sabor muito forte, acidez e conteúdo de polpa elevados. Nesse caso a legislação prevê que o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 20% (m/m) para a elaboração de néctar (BRASIL, 2003). Neste trabalho, a porcentagem de polpa

utilizada na obtenção do suco de cupuaçu foi de 33% (100 g de polpa integral de cupuaçu foram diluídas em 200 ml de água).

A pasteurização e a adição de acidulantes e conservantes químicos têm sido empregados para a conservação de suco de frutas, visando manter a qualidade microbiológica exigida pela legislação. A pasteurização, por utilizar calor como agente de redução da carga microbiana, pode alterar o aroma e o sabor dos sucos de fruta, bem como seu perfil nutricional, já que as substâncias responsáveis por essas características são termossensíveis. Atualmente a conservação *in natura* ou na forma concentrada das polpas e dos sucos, na sua grande maioria, é feita por congelamento em câmaras frigoríficas a baixas temperaturas (de -12 a -35 °C) (BALISCHI, 2002).

4.4 OBESIDADE

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em conferência sobre obesidade em junho de 1997, reconhece que o excesso de peso e a obesidade representam uma ameaça crescente à saúde pública em várias cidades do mundo (KUMANYIKA *et al.*, 2002).

A obesidade pode ser definida como o estado no qual o peso corporal está grosseiramente acima do peso aceitável ou ideal, geralmente devido a acúmulo excessivo de gorduras no corpo. Os padrões podem variar com a idade, sexo, fatores genéticos ou culturais (CUNHA *et al.*, 1998).

A maneira mais comum de se classificar o grau de obesidade é através do Índice de Massa Corporal (IMC), referente à medida do peso em relação à altura:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso corpóreo (kg)}}{[\text{Altura (m)}]^2}$$

Para medir o IMC em crianças, deve-se levar em consideração a idade, já que o IMC muda ao longo da infância e são marcados em percentis nos gráficos de crescimento (LUCAS, 2005). Pessoas que apresentam IMC maior que 30,0

kg/m² são consideradas obesas e as que apresentam IMC acima de 40,0 kg/m² são consideradas morbidamente obesas (CUNHA *et al.*, 1998).

A obesidade pode ser ocasionada por diversos fatores, como genéticos, fisiológicos e metabólicos. Atualmente, com o aumento da frequência do número de casos, o fator ambiental tem ganhado maior importância como agente desencadeador dessa condição. O consumo de alimentos altamente calóricos associado à falta de exercícios físicos parece ter papel fundamental no processo de ganho de peso. Segundo Fisberg (1993), 95% dos casos de obesidade são causados pelo balanço positivo de energia entre a ingestão e o gasto calórico.

Segundo Katch e McArdle (1996), a origem da obesidade está relacionada com o aumento de células adiposas (hiperplasia), que pode ocorrer principalmente em três períodos na vida de uma pessoa: os três últimos meses de gestação (os hábitos alimentares da mãe podem modificar a composição corporal do feto em desenvolvimento), no primeiro ano de vida da criança e na adolescência. A alimentação desequilibrada e desbalanceada nesses períodos pode aumentar a dificuldade em perder peso, gerando uma tendência natural à obesidade na vida adulta.

Nas últimas décadas, o índice de pessoas obesas tem aumentado continuamente em países como Estados Unidos (KUCZMARSKI *et al.*, 1994) e Europa (SEIDELL, 1995). Esse índice tem aumentado também entre crianças e adolescentes, sugerindo um aumento acelerado no número de adultos obesos em um futuro muito próximo (TROIANO *et al.*, 1995).

No Brasil, 10% dos adultos são obesos, 40% estão com excesso de peso e 15% das crianças estão com sobrepeso, que é o estágio no qual o peso corpóreo excede um padrão baseado na altura (TOKARSKI, 2003).

O excesso de peso e a obesidade são considerados fatores de risco importantes na incidência de doenças cardiovasculares, diabetes do tipo II, alguns tipos de câncer, osteodistrofia, doença de *gallbladder*, dificuldades respiratórias, problemas de infertilidade e da pele, problemas psicológicos, entre outros (KUMANYIKA *et al.*, 2002).

Morris e Zemel (1999) sugerem que o maior conteúdo de açúcares na dieta, principalmente na forma simples, representa um fator de risco para o desenvolvimento da obesidade.

Alguns autores associam obesidade com o alto consumo de açúcares. Em uma dessas teorias, o aumento do consumo de açúcares está relacionado com a redução dos níveis de serotonina no sangue. Outros sugerem que pessoas obesas apresentam um maior número de receptores de gosto na boca por centímetro quadrado, em comparação com pessoas não obesas (CANDIDO; CAMPOS, 1995).

Vetorazzi e Macdonald (1989) relataram que a substituição da sacarose por edulcorantes pode resultar na redução de 25% no valor calórico de um alimento, porém essa redução depende do quanto o açúcar está sendo substituído, se o nível de consumo energético está se mantendo constante e se o indivíduo não está substituindo essas calorias do açúcar retirado da dieta por outras formas de calorias, como os lipídios.

O consumo de uma quantidade superior de 50g de açúcar, entre 20 e 60 minutos antes de uma refeição, resulta na redução do consumo alimentar, sugerindo que o centro regulador do apetite responde ao conteúdo energético do açúcar. Se o açúcar for substituído pelo edulcorante não energético, o centro regulador não responde com a abstenção de energia (ROSADO; MONTEIRO, 2001). No entanto, em outro estudo, pesquisadores avaliaram os efeitos da ingestão calórica de edulcorantes e açúcares mostrando que indivíduos que utilizaram edulcorantes artificiais tenderam a ganhar menos peso, no decorrer de um ano, do que os que não utilizaram edulcorantes (BLUNDELL; GREEN, 1996).

Um estudo comparativo entre açúcares e edulcorantes sugere que edulcorantes estimulam a fome, enquanto a solução de sacarose e glicose, em mesma equivalência de doçura, reduzem a fome. No entanto, os autores observaram que o aspartame eventualmente pode promover a inibição do apetite, devido à liberação da cole-cistoquinina, promovida pela fenilalanina (ROGERS; BLUNDELL, 1989 *apud* ROSADO; MONTEIRO, 2001).

Segundo Cavalcanti (1998), a utilização de aspartame na substituição do açúcar em programas de perda de peso é vantajosa, pois este, por possuir sabor semelhante ao da sacarose, facilita a sua substituição e conseqüentemente melhora a adesão do indivíduo ao programa.

Os programas de perda de peso devem combinar prática de esportes, modificação do estilo de vida e ingestão de alimentos mais saudáveis e de

reduzido valor calórico (NIH, 1992; NIH, 1998). A utilização de edulcorantes associada a um regime dietético disciplinado pode ajudar alguns indivíduos a controlar seu ganho energético (BLUNDELL; GREEN, 1996).

4.5 DIABETES MELLITUS

O diabetes mellitus é uma síndrome heterogênea decorrente da falta de insulina ou da sua incapacidade de exercer adequadamente seus efeitos metabólicos. É considerado um problema de saúde universal que engloba todas as classes sociais e econômicas, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento (BERTORELLI; CZARNOWISKI-HILL, 1990). Os portadores de diabetes têm tendência a desenvolver complicações vasculares, afetando retina, rim, coração e sistema nervoso (FINER, 1989).

Os tipos de diabetes mais freqüentes são (SILLIMAN, COULSTON, 1991):

- diabetes insulino-dependente ou tipo 1;
- diabetes não insulino-dependente ou tipo 2.

O consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos aumentou muito nos últimos anos. Esses produtos desempenham um fator importante no plano alimentar de pacientes com diabetes, uma vez que podem proporcionar o gosto doce sem acréscimo de calorias. Contribuem também no aspecto psicológico e social desses indivíduos. Apesar desses produtos não serem necessários para o controle metabólico do diabetes, eles têm um papel significativo no convívio social e no aspecto psicológico desses pacientes e proporcionam a palatabilidade e o prazer do gosto doce, que é um desejo inato do ser humano e sua preferência é conhecida desde o ano 1000 a.C. (LYNCH, 1990).

4.6 PRODUTOS DIETÉTICOS E DE BAIXA CALORIA

Problemas de saúde como obesidade, diabetes, hipertensão ou mesmo preocupações com a estética corporal têm estimulado a pesquisa e o desenvolvimento de produtos de baixo valor calórico (LOBO; SILVA, 2003; GRANADA *et al.*, 2005; CAVALLINI; BOLINI, 2005).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), através da Portaria/MS, n. 29 de 13 de janeiro de 1998, *diet* são alimentos adequados para utilização em dietas diferenciadas ou opcionais, normalmente com restrição do nutriente que não se pode ingerir, ou seja, dietas com restrição de carboidratos, gorduras, proteínas e sódio ou alimentos para ingestão controlada de nutrientes, como os alimentos para controle de peso e os destinados a dietas de ingestão controlada de açúcares, e são classificados como alimentos para fins especiais (ANVISA, 1998a).

O consumidor deve ter cautela na hora da compra. Produtos com alegação *diet* para açúcares poderão conter, por exemplo, teores mais altos de gordura, tornando o produto muito mais calórico do que a versão tradicional, como no caso dos chocolates sem adição de açúcar, que contêm muito mais calorias do que o original, devido ao alto teor de gordura para conseguir a consistência de tablete, constituindo uma péssima escolha para quem está interessado em perder peso (FREITAS, 2005).

Produtos *light* são alimentos cujo valor energético (calorias) ou conteúdo de algum nutriente (açúcares, gorduras, sódio, etc.) são baixos ou reduzidos em pelo menos 25% quando comparados ao produto na sua apresentação normal (ABIAD, 2004). Um alimento pode ser *light* em um ou mais de seus atributos cumulativamente. Segundo a legislação brasileira, alimentos com alegação *light* estão especificados na Portaria SVS/MS, n. 27 de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA, 1998b).

No Brasil, inicialmente, os produtos para dietas especiais, edulcorantes e suplementos dietéticos eram considerados produtos terapêuticos, sendo comercializados apenas em farmácias e controlados pela Vigilância Sanitária de Medicamentos (Dimed). A partir de 7 de janeiro de 1988, a Portaria nº 1 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde (SVS/MS), estabeleceu que esses produtos passariam a ser considerados alimentos dietéticos, podendo ser comercializados em supermercados, passando a ser controlados pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (Dinal). Essa medida abriu as portas para uma nova modalidade de produtos, os *diet* e *light* (FUOCO, 1991).

Logo após, em 21 de junho de 1988, foi liberada a comercialização de refrigerantes dietéticos, através da Resolução nº 3 do CNS/MS. Esses fatos foram decisivos para a expansão e definitiva inserção dos produtos *diet* e *light* no mercado nacional, iniciando-se no país a “onda *diet*” que já ocorria no mundo todo (RODRIGUES, 1995).

O mercado de produtos *diet* e *light* tem taxa de crescimento da ordem de 25% ao ano, representando de 3 a 5% dos alimentos vendidos no Brasil, com cerca de 180 lançamentos por ano na última década. Em 1990 esse mercado movimentou R\$ 150 milhões e nos dias de hoje esse valor subiu para aproximadamente R\$ 2,2 bilhões por ano. Atualmente, ter no rótulo a inscrição *diet* ou *light* agrega conceito de saúde (ABIAD, 2004).

Devido à grande demanda do mercado, a indústria *diet* e *light* evoluiu e seus produtos estão cada vez mais semelhantes aos produtos convencionais (TOKARSKI, 2003).

Além de o mercado consumidor apresentar grande aceitabilidade para novos produtos, observa-se uma demanda de produtos alimentícios especiais, por significativo segmento da população consumidora de produtos de baixa caloria e alimentos para dietas especiais como para os diabéticos. Para esses consumidores, é preciso criar alimentos nos quais a substância calórica é substituída total ou parcialmente por outra de menor valor calórico (BELLARDE, 1995).

Sucos de fruta de baixa caloria aparecem como uma boa opção para quem quer reduzir o consumo de calorias. Segundo o Ministério da Agricultura, bebida dietética e de baixa caloria é definida como bebida não alcoólica e hipocalórica, com o conteúdo de açúcares, adicionado normalmente na bebida convencional, inteiramente substituído por edulcorante hipocalórico ou não calórico, naturais ou artificiais. Devendo apresentar características de composição e qualidade comparáveis à bebida convencional, exceto quanto ao teor de açúcares (monossacarídeos e dissacarídeos), que deve ser menor que meio grama por cem mililitros da bebida pronta para o consumo (BRASIL, 1997).

O carboidrato pode ser considerado um importante componente da saciedade. Sua substituição por edulcorantes pode reduzir o valor calórico da dieta, reduzindo a massa corporal. Os efeitos dos edulcorantes sobre o apetite

dependem do tipo e do valor energético dos nutrientes que são consumidos em conjunto (ROSADO; MONTEIRO, 2001).

4.7 APROVAÇÃO DE USO PARA EDULCORANTES

O crescente aumento no consumo de edulcorantes é acompanhado pela preocupação com a segurança da utilização desses compostos, sendo necessária uma investigação mais aprofundada sobre seus efeitos em seres humanos. Antes de um novo edulcorante ter sua utilização aprovada, este é avaliado por um longo período por toxicologistas especializados que seguem um protocolo padrão composto por diferentes testes toxicológicos até que sejam obtidos dados confiáveis (GRICE; GOLDSMITH, 2000).

O órgão internacional Food and Drug Administration (FDA), através dos princípios toxicológicos para a avaliação de segurança de aditivos alimentícios e corantes usados em alimentos, define padrões para testes com animais. Nos Estados Unidos o FDA é o órgão responsável pela aprovação ou não de um adoçante e outros aditivos (COLLINS *et al.*, 1998).

Testes clínicos e ensaios com animais são utilizados para verificar a eficiência e segurança dos edulcorantes. Estudos de toxicidade em animais visam a uma indicação preliminar de risco para a avaliação em seres humanos. O edulcorante é avaliado em vários aspectos, como absorção, distribuição, metabolismo e excreção, palatabilidade, carcinogenicidade, neurotoxicidade, genotoxicidade, entre outros (GRICE, GOLDSMITH, 2000). As avaliações humanas são feitas somente após a inocuidade do edulcorante ter sido testada (SWARTZ, 1980). O processo para avaliar e liberar um edulcorante pode durar anos.

Após os testes toxicológicos, é determinada a ingestão diária aceitável (IDA), que está relacionada com o limite de segurança de utilização de um aditivo por mg/kg de peso corpóreo. A IDA é estabelecida pelo Joint Expert Committee of Food Additions (JECFA), da Organização Mundial da Saúde (WHO – World Health Organization), e a Food and Agricultural Organisation (FAO), das Nações Unidas, a partir do NOEL (No-Effect Level), desenvolvido através de ensaios com animais. O NOEL corresponde à quantia de um determinado aditivo que pode ser ingerida

todos os dias por um animal, durante toda sua vida, sem lhe causar nenhum dano detectável. Esse valor é então dividido por um fator de segurança, normalmente 100, obtendo-se assim o valor da IDA para seres humanos. Esse fator de segurança leva em consideração tanto as diferenças entre humanos e animais como diferenças entre um indivíduo e outro. Substâncias alimentares que após sua avaliação foram consideradas pelo JECFA como substâncias de muito baixa toxicidade e que não apresentem perigo à saúde têm sua IDA determinada como “não limitada” ou “não especificada” (FREITAS, 2005). Na Tabela 3 estão determinadas as IDAs de alguns edulcorantes.

Tabela 3. Valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA), Limite Tecnológico de uso em alimentos e poder de doçura em comparação à sacarose de alguns edulcorantes

Edulcorantes	IDA (mg/Kg de peso corpóreo/dia)	Limite Tecnológico (mg/100g do alimento)	Poder de Doçura (em relação à sacarose)
Aspartame	0 – 40	75	200 vezes maior
Esteviosídeo	0 – 5,5	60	300 vezes maior
Sucralose	0 – 15	45	600 vezes maior

Fonte: FREITAS (2005)

Vale a pena ressaltar que as determinações de IDA são elaboradas com uma margem de segurança elevada, sendo necessária a ingestão de uma quantidade muito grande de edulcorante para esta ser atingida. Por exemplo, para o aspartame: um envelope de adoçante de 1 grama contém apenas 4% de aspartame, ou seja, uma pessoa de 60 kg precisaria ingerir 60 envelopes diários para atingir a sua IDA.

No Brasil, durante 15 anos, de 1973 a 1988, os edulcorantes tiveram seu uso como aditivo alimentar proibido. Segundo a legislação da época, os adoçantes estavam associados a problemas de saúde como obesidade e diabetes, portanto deveriam ser comercializados apenas via prescrição médica. A legislação

brasileira atual é considerada uma das mais rigorosas com relação a adoçantes (FREITAS, 2005).

4.8 EDULCORANTES E ADOÇANTES

A doçura é uma das principais sensações gustativas para humanos e alguns animais. Compostos doces normalmente induzem a uma resposta hedônica positiva, diferentemente do gosto amargo (SALMINEN; HALLIKAINEN, 2002).

Verdi e Hood (1993) descreveram “adoçante ideal” como a substância capaz de reproduzir sensorialmente as características da sacarose, que não tenha sabor residual, apresente as propriedades funcionais da sacarose, seja quimicamente estável, tenha baixo valor calórico, atóxico, não cancerígeno, solúvel e economicamente viável.

Os adoçantes são compostos de gosto doce, geralmente energéticos, tendo a sacarose como referência principal, cujo poder edulcorante é igual a 1 (p.e. sacarose = 1). Já os edulcorantes são substâncias com gosto extremamente doce, não sendo necessariamente energéticos, com poder edulcorante, normalmente muito superior ao da sacarose (p.e. edulcorante > 1) (KETELSEN; KEAY; WIET, 1993).

Os adoçantes podem ser classificados como (ANGELUCCI, 1989):

- Convencionais (ex.: sacarose, frutose, glucose, maltose, lactose, açúcar invertido, xarope de milho (70 D.E.) e xilose)
- Derivados de açúcares (isomalt, lactitol, polidextrose e o neosugar)
- Polióis (glicerol, sorbitol, manitol e xilitol).

De acordo com Freitas (2005), os edulcorantes podem ser classificados como nutritivos (calóricos) ou não nutritivos (não calóricos) (Tabela 4). Os edulcorantes nutritivos ou calóricos são aqueles que fornecem calorias ao serem metabolizados. Os edulcorantes não nutritivos ou não calóricos não são metabolizados pelo organismo quando ingeridos e, portanto, não fornecem calorias, sendo os mais indicados para dietas de controle de peso e controle do diabetes. A única exceção desse grupo é o aspartame* (ver tabela abaixo), que

apesar de fornecer 4 kcal por grama de produto apresenta poder edulcorante tão elevado que pode ser utilizado em quantidades muito pequenas e seu aporte calórico torna-se insignificante (CARDELLO; DAMÁSIO, 1997).

Tabela 4. Classificação dos edulcorantes de acordo com o poder calórico

Edulcorantes	Exemplos	Características
Nutritivos (calóricos)	Sorbitol, manitol, maltitol, xilitol, isomalte e lactitol	- São de baixa intensidade -Fornecem calorias
Não Nutritivos (Não calóricos)	Sucralose, esteviosídeo, aspartame*, ciclamato, sacarina, acesulfame-k	-São edulcorantes intensivos -Não são metabolizados pelo organismo e não fornecem calorias (com exceção do aspartame)

Fonte: FREITAS (2005)

Segundo Montijano, Tomás-Barberán e Borrego (1998), os edulcorantes podem ser divididos em sintéticos e naturais. Dentre os principais se destacam:

- **Edulcorantes sintéticos:** aspartame, sacarina, ciclamato, naringina, acesulfame-K, neohesperidina di-hidrochalcona e perilartina.
- **Edulcorantes naturais:**
 - **Protéicos** (miraculina, monelina e taumatina).
 - **Glicosídicos** (glicirrizina, glicósido do *Lo Han Kuo*, osladina e esteviosídeo).

O poder edulcorante pode variar de acordo com a natureza química e a concentração do composto (CARDELLO; DAMÁSIO, 1997). É desejável que o edulcorante não cause alterações significativas nas características sensoriais do produto (MORI, 1992).

Apesar da ingestão de açúcares e gordura causarem sérios riscos à saúde, a maioria dos consumidores acha difícil aderir a uma dieta de baixo teor de açúcar por muito tempo, pelo fato de que o uso de edulcorantes pode afetar a textura, o sabor, a cor e o aroma dos alimentos. A indústria de edulcorantes constatou que a

melhoria do sabor dos produtos é o fator mais significativo para a aceitação do produto pelos consumidores de produtos *light* e *diet* (PACHIONE, 2005).

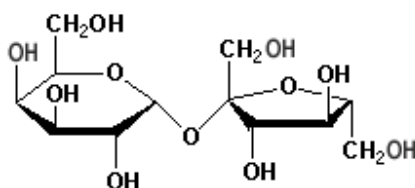
A Food Science Group, em pesquisa realizada no Brasil, constatou que a rejeição de produtos dietéticos por parte dos consumidores era devido ao sabor desagradável causado pelo uso de edulcorantes, que foram associados como prejudiciais à saúde. Para aumentar o consumo dos produtos dietéticos os edulcorantes não deveriam alterar o sabor dos alimentos, eliminando o sabor de remédio, para dessa forma parecerem menos artificiais, aproximando-se ao máximo do sabor do produto adoçado com sacarose (CBPA, 1995).

No presente estudo foram utilizados os seguintes edulcorantes, tendo a sacarose como referência: aspartame, sucralose e extrato de folhas de estévia (esteviosídeo).

4.8.1 Sacarose

A importância do açúcar é refletida na sua produção mundial. Em 1900 foram produzidos 8 milhões de toneladas de açúcar, valor que passou para 70 milhões de toneladas em 1970. Nenhum outro produto agropecuário apresentou similar crescimento nesse período (SALMINEN; HALLIKAINEN, 2002). O Brasil se destaca como um dos maiores produtores e exportadores mundiais de açúcar, álcool combustível e cana-de-açúcar (COSTA; BURNQUIST; GUILHOTO, 2006).

A sacarose é popularmente conhecida como açúcar refinado ou açúcar branco ou ainda açúcar de mesa, porém existem vários tipos de açúcares que também são considerados fontes de sacarose, tais como açúcar mascavo, melaço, melado, açúcar demerara, rapadura, açúcar cristal, açúcar granulado, açúcar caramelizado, açúcar “de confeitiro” e açúcar orgânico (FREITAS, 2005). A estrutura química da sacarose está apresentada na Figura 3.



Sacarose

Figura 3. Estrutura química da sacarose (JENNER, 1990)

Segundo a Anvisa (2005), açúcar é a sacarose obtida a partir do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou de beterraba (*Beta alba* L.). São também considerados açúcares os monossacarídeos e demais dissacarídeos, podendo se apresentar em diversas granulometrias e formas de apresentação.

A sacarose, além de conferir gosto doce, apresenta vantagens funcionais em relação aos outros adoçantes, como melhor aceitabilidade pelo provador, alta palatabilidade, alta disponibilidade e baixo custo de produção, conferindo também corpo e textura a diversos tipos de alimentos, aumentando a viscosidade e a densidade do meio (SALMINEN; HALLIKAINEN, 2002).

4.8.2 Aspartame

O aspartame, N-L- α -aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster, é um edulcorante bastante utilizado comercialmente em todo o mundo, não carcinogênico, apresenta sabor semelhante ao do açúcar, porém com potencial de doçura de 180 a 200 vezes maior. Atualmente é produzido pela Nutrasweet Company (NUTRASWEET, 2004). A estrutura química do aspartame está apresentada na Figura 4.

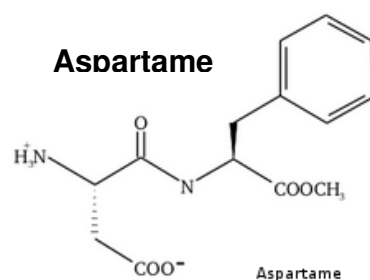


Figura 4. Estrutura química do aspartame (NUTRASWEET, 2004)

O aspartame é o único edulcorante intenso que é metabolizado, sendo digerido como qualquer dipeptídeo. Quando ingerido as esterases intestinais hidrolizam o metiléster e logo as peptidases liberam os aminoácidos. Uma pequena quantidade do dipeptídeo desmetilado entra pelo sistema de transporte dos dipeptídeos, entra nos enterócitos e, a seguir, as enzimas proteolíticas das células da mucosa finalizam a hidrólise, resultando na formação de dipeptídeo L-aspartil-L-fenilalanina e metanol. Estes componentes são utilizados pelo organismo da mesma maneira que derivados de alimentos comuns, como leite, carne, frutas e vegetais (SCHOR; MAZEI; SUDERA, 1993 *apud* TOZETTO, 2005).

Em uma alimentação normal de um ser humano, as quantidades de ácido aspártico, fenilalanina e metanol são muito superiores. Por exemplo, um copo de leite desnatado contém 6 vezes mais fenilalanina e 13 vezes mais ácido aspártico, e um copo de suco de tomate contém 6 vezes mais metanol que a mesma quantidade equivalente de bebida adoçada 100% com aspartame (BUTCHKO, 2002).

Por conter fenilalanina é contra-indicado a portadores de fenilcetonúria, devendo estar especificado nas embalagens que contêm este edulcorante (FREITAS, 2005).

O metanol, apesar de ser tóxico, é encontrado naturalmente em diversos alimentos, como o tomate e frutas cítricas. O aspartame, quando digerido, libera uma quantidade de metanol muito pequena, e mesmo doses elevadas, equivalentes à ingestão diária aceitável para o aditivo, resulta no consumo de metanol 200 vezes inferior à dose considerada tóxica ao ser humano (ANVISA, 2006).

O aspartame foi avaliado toxicologicamente pelo JECFA em 1981, recebendo a IDA numérica de 40 mg/kg de peso corpóreo, o que significa que a ingestão diária aceitável para uma criança de 30 kg é de 1200 mg de aspartame, enquanto para um adulto de 60 kg é o dobro: 2400 mg (ANVISA, 2006). É um edulcorante de baixo valor calórico – ao ser ingerido fornece apenas 4 kcal/g. Como tem potencial de doçura elevado, a quantidade de calorias ingerida se torna insignificante. Por conta disso, não promove alteração glicêmica, podendo ser consumido por diabéticos (STEGINK; FILER, 1984, *apud* CARDELLO; DAMÁSIO, 1997).

O aspartame não provoca cáries, dificultando ou inibindo a formação de placas, reduzindo a desmineralização do esmalte (ANDERSON, 1990).

Apresenta pH ótimo de 4,2 e sua estabilidade está na faixa de pH que varia de 3-5. É estável em estocagem seca e em sistemas líquidos acidificados, porém sua doçura vai diminuindo com o aumento do pH, podendo até perdê-la em pH neutro ou alcalino, ou em temperaturas elevadas (KIM; DUBOIS, 1991). É pouco solúvel em água porém, com o aumento da temperatura e a diminuição do pH, a solubilidade do aspartame pode ser aumentada (CANDIDO; CAMPOS, 1995). Baldwin e Korschgen (1979) afirmaram que a utilização de aspartame em bebidas acentua o aroma, especialmente em sucos de frutas cítricas.

Segundo resolução nº 4 do CNS, de 21 de junho de 1988, o limite de uso máximo permitido para o aspartame é de 75mg/100g para alimentos dietéticos e de 75ml/100ml de bebidas dietéticas (ABIA, 1991).

O aspartame comercial pode ser encontrado na forma líquida ou sólida (pó ou tablete). Na forma líquida o aspartame é dissolvido em água, polióis e, em alguns, também a lactose na concentração de 8%. Na forma sólida essa concentração é reduzida pela metade, variando de 3,6% a 4%. Os veículos utilizados para a versão sólida são a lactose ou a maltodextrina. As marcas comerciais mais conhecidas são: Finn, Zero Cal (pó e líquido), Gold, Slim Diet, Cristal Diet, Aspa Sweet e Linea (FREITAS, 2005).

4.8.3 Esteviosídeo

A estévia é encontrada na natureza na forma de arbusto, suas folhas apresentam propriedades edulcorantes devido à presença de glicosídeos. É composta por oito glicosídeos, porém, apenas dois se destacam em relação à quantidade: esteviosídeo e rebaudiosídeo A. O esteviosídeo encontra-se em maior concentração (5 a 15%) da matéria seca foliar, e um poder adoçante de 250 a 300 vezes superior à sacarose, mas apresenta sabor residual amargo de mentol e/ou metálico e baixa solubilidade. O rebaudiosídeo A, em menor concentração nas folhas, de 3 a 6%, é mais doce, com um poder adoçante de 350 a 450, e apresenta sabor residual levemente amargo (LIMA FILHO; MALAVOLTA, 1997).

São estáveis ao calor (198-200°C) e em uma ampla faixa de pH. Não são metabolizáveis, não são fermentáveis e são anticariogênicos, ou seja, não provocam cáries, o que é interessante para a indústria de alimentos. Para melhorar a qualidade e *aftertaste* do adoçante de estévia, é indicada a presença de pelo menos 12,5% de rebaudiosídeo A na massa total da formulação, melhorando a solubilidade do esteviosídeo, diminuindo seu sabor amargo à medida que se aumentada o teor de rebaudiosídeo A na formulação (GOTO; CLEMENTE, 1998). A estrutura química e as características físico-químicas dos glicosídeos da estévia são apresentadas na Figura 5.

Produto	R ₁	R ₂	R ₃	Doçura
Steviosídeo (C ₃₈ H ₆₀ O ₁₈)	Gluc	H	Gluc	300
Rebaudiosídeo A (C ₄₄ H ₇₀ O ₂₃)	Gluc	Gluc	Gluc	450
Rebaudiosídeo C (C ₄₄ H ₈₀ O ₂₂)	Rham	Gluc	Gluc	50
Rotação ótica específica	[α] ₀ ²⁵ em torno de 38,6°C			
Ponto de fusão	Faixa de 192 a 197°C			
Absorção de luz	λ _{max} (UV) 210 ηm			
Umidade	Máximo 3%			

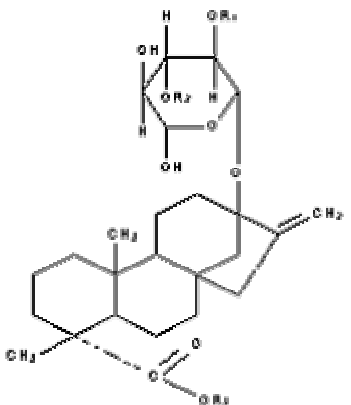


Figura 5. Características físico-químicas dos principais componentes e estrutura química dos glicosídeos da estévia

Fonte: Stevita (2007)

Um estudo sobre a estabilidade do esteviosídeo sob diferentes condições de processamento e estocagem demonstrou sua boa estabilidade em uma ampla faixa de pH de 2 a 10, mesmo com a aplicação de temperaturas elevadas (80 °C). Contudo, foi observada uma pequena degradação do esteviosídeo de 2, 22, 33 e 75% em soluções ácidas de 10g/Litro de ácido acético (pH 2,6), ácido cítrico (pH 2,1), ácido tartárico (pH 2,1) e ácido fosfórico (pH 1,6), respectivamente, após 4 meses de estocagem. O estudo avaliou ainda a interação do esteviosídeo com diferentes substâncias, como vitaminas hidrossolúveis, ácidos orgânicos, ácido fosfórico e alguns edulcorantes, não sendo observadas mudanças significativas durante o período de estocagem. O esteviosídeo apresentou efeito protetor na degradação do ácido ascórbico (KROYER, 1999).

O extrato de estévia cru, resultante da extração industrial, tem sabor residual amargo e cor marrom escura, sendo necessária sua purificação para a obtenção de um produto de qualidade comercial. O esteviosídeo na forma de cristal é extraído das folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni através de processos de extração por solventes e purificação, tornando-se um pó branco. Quanto maior o nível de pureza do esteviosídeo, menor é o seu amargor (FUH e CHIANG, 1990).

O esteviosídeo foi aprovado como edulcorante e agente flavorizante no Brasil em 1987 e vem ganhando mercado, desde então, por ser um edulcorante natural e seguro (FREITAS, 2005). O esteviosídeo é normalmente comercializado associado a outros edulcorantes, principalmente a sacarina e o ciclamato, minimizando assim o seu gosto amargo. Existem fórmulas contendo apenas o esteviosídeo e o veículo, mas são raras e mais caras. No Brasil esse adoçante é produzido pela empresa Steviafarma Industrial S.A., localizada em Maringá/PR. No entanto, é no Japão que o produto é mais difundido, sendo utilizado como edulcorante desde 1970, dominando cerca de 41% do mercado no final dos anos 90. É aprovado também em mais dez outros países, como Paraguai, Israel, Coreia, China e Tailândia (GOTO; CLEMENTE, 1998).

Alguns estudos mostram que o esteviosídeo, quando ingerido, é decomposto em steviol, o qual é mutagênico em ratos (MATSUI *et al.*, 1996; TOSKULKAO *et al.*, 1997). Por esse motivo, o esteviosídeo não foi aprovado como aditivo (adoçante e realçador de sabor) pelo FDA, sendo liberado apenas como *Dietary Supplement Ingredient* ou *Dietary Supplement*. A Comunidade

Europa também não utiliza o esteviosídeo como adoçante devido às suas exigências em relação às avaliações de segurança. Porém, nos últimos anos foram desenvolvidas diversas pesquisas biomédicas demonstrando a ausência de efeitos mutagênicos, tóxicos subcrônicos, carcinogênicos, teratogênicos e contraceptivos do esteviosídeo (SUTTAJIT *et al.*, 1993, AZE *et al.*, 1991; XILI *et al.*, 1992; YODYINGUARD; BUNYAWONG, 1991).

4.8.4 Sucralose

A sucralose é um edulcorante obtido pela cloração da sacarose, quimicamente denominado de 4-cloro-4deoxi- α -D-galactopiranosídeo, é 600 vezes mais doce que a solução de sacarose a 5% (GRICE; GOLDSMITH, 2000). Sua estrutura química está apresentada na Figura 6.

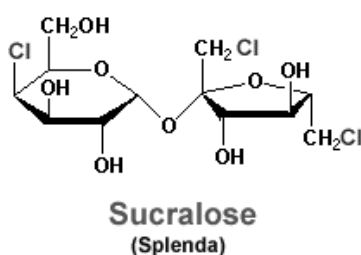


Figura 6. Estrutura química do sucralose (NUTRASWEET, 2004)

Após o consumo, cerca de 9-20% da sucralose é excretada na urina, enquanto que 70-90% é excretada nas fezes. Uma quantidade muito pequena de sucralose, 2%, é absorvida no canto superior do trato gastro-intestinal por difusão passiva sendo excretada rapidamente. O tempo total que a sucralose permanece no organismo é de aproximadamente 18 horas (GRICE; GOLDSMITH, 2000; ROBERTS *et al.*, 2000).

A sucralose apresenta excelente perfil de sabor e é bastante semelhante ao açúcar. É isenta de calorias, podendo ser usada por portadores de diabetes, apresenta boa solubilidade em meio aquoso (28g/100ml a 20°C) e é compatível com o pH de diversos tipos de alimentos e bebidas, podendo ser armazenada por mais de um ano à temperatura ambiente, além de não apresentar problemas na interação com outros ingredientes alimentares. Devido à sua excelente

estabilidade, a sucralose é um edulcorante bastante versátil, podendo ser aplicado em uma grande variedade de sistemas alimentares, incluindo bebidas carbonatadas e não carbonatadas, sucos de frutas, produtos cozidos, gomas de mascar, misturas secas, produtos lácteos e sobremesas congeladas (GRICE; GOLDSMITH, 2000; JENNER, 1990).

Em um período de 15 anos, foram realizados mais de 140 estudos em animais e humanos atestando a segurança deste edulcorante, comprovando a ausência de efeitos teratogênicos, toxicidade ou carcinogenicidade (FRANZ, 1993).

A sucralose teve seu uso aprovado no Brasil através da Portaria nº 318 do Ministério da Saúde e Secretaria de Vigilância Sanitária de 24 de novembro de 1995. Tendo seu limite de uso permitido de 45mg/100g ou 100ml em alimentos dietéticos prontos para o consumo e para pós ou misturas para preparo de alimentos dietéticos; 25mg/100g ou 100ml para bebidas dietéticas e pós para o preparo de bebidas dietéticas e 250mg/100g ou 100ml para gomas de mascar dietéticas (BRASIL, 1995).

A sucralose é um dos edulcorantes mais recentes e caros do mercado, sendo comercializado pela marca Splenda da Johnson; Johnson, podendo ser encontrada tanto na forma sólida quanto na líquida, utilizando-se a maltodextrina como veículo, sendo 98% de maltodextrina para 2% de sucralose. É o edulcorante que mais se assemelha à sacarose, tornando-se uma boa alternativa para quem não suporta o gosto amargo e metálico de outros adoçantes. No entanto, seu custo ainda é elevado (FREITAS, 2005).

4.9 MÉTODOS SENSORIAIS

A avaliação sensorial dos alimentos é uma função primária do homem, através da qual ele aceita ou rejeita alimentos e bebidas de acordo com a sensação que experimenta ao analisá-los (COSTELL; DURAN, 1981).

De acordo com a literatura pertinente, a seqüência de avaliação de um alimento pelo ser humano ocorre da seguinte forma: em primeiro lugar a aparência, depois o aroma, o sabor e a textura. Apesar disso, no processo global de percepção, os atributos se sobrepõem uma vez que todas as impressões

surtem quase que simultaneamente e só o treinamento tornará as pessoas capacitadas a avaliá-los de forma isolada (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Diferentes métodos podem ser utilizados na análise sensorial dependendo do objetivo do teste. De maneira geral, os métodos diferenciam-se em métodos discriminativos, métodos descritivos e métodos afetivos.

4.9.1 Métodos sensoriais discriminativos

Os testes discriminativos são utilizados para confirmar a existência de pequenas diferenças nas características de amostras ou produtos (verificar diferença entre lotes, ao substituir ingredientes na formulação, estudos de vida de prateleira, etc.) e também para selecionar provadores de equipes treinadas. Exemplos: teste triangular; teste duo-trio; teste de comparação pareada, teste A ou não A (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965).

4.9.2 Métodos sensoriais descritivos

Os métodos sensoriais descritivos são bastante sofisticados em comparação aos testes discriminativos e de aceitação, pois eles resultam numa ampla e completa descrição do produto, importantes para a sua caracterização de forma qualitativa e quantitativa. No desenvolvimento de produtos, essa análise é muito importante para o conhecimento sobre o perfil sensorial descritivo do produto em estudo (STONE; SIDEL, 1993).

A análise descritiva é apropriada quando se requer informações detalhadas sobre os atributos de um produto, a exemplo das seguintes situações: documentação das características sensoriais, identificação e quantificação dos atributos sensoriais para orientação de uma pesquisa, manutenção de um produto ou comparação entre produtos similares, correlação entre medidas instrumentais e determinações químicas com respostas sensoriais, monitoramento da qualidade, definição de um padrão ou referência para controle de qualidade ou desenvolvimento de novos produtos, acompanhamento das alterações sensoriais de um produto durante a estocagem, interpretação de testes com consumidores e acompanhamento de alterações na percepção sensorial de um determinado

atributo em função do tempo (técnica de tempo-intensidade) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

No presente estudo, foram aplicadas a análise descritiva quantitativa (ADQ) e a análise tempo-intensidade (ATI), que são as técnicas mais avançadas para determinação do perfil sensorial de produtos na atualidade.

4.9.2.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ)

Os métodos descritivos descrevem (aspecto qualitativo) e avaliam a intensidade (aspecto quantitativo) dos atributos sensoriais de um produto. Resultando numa avaliação global do produto, abrangendo seus aspectos olfatórios, gustativos, visuais e tácteis (STONE; SIDEL, 1993). Esse método foi desenvolvido por Stone e outros (1974) da Tragon Corporation, EUA.

A análise descritiva quantitativa é constituída basicamente das seguintes etapas (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999; STONE; SIDEL, 1993):

- **Seleção dos provadores**

Os provadores selecionados para a ADQ, em média de 10 a 12, devem ser capazes de identificar e descrever as características sensoriais de uma amostra, sabendo também indicar a intensidade com que cada atributo é percebido, permitindo a discriminação e caracterização das diferenças entre as amostras.

- **Desenvolvimento de termos descritores**

Após a seleção, os provadores avaliam as amostras e desenvolvem uma lista de termos descrevendo-as sensorialmente, ajudando a compor o perfil sensorial do produto. Depois é elaborada uma lista consensual com os termos mais utilizados pelos provadores que é convertida em uma ficha de avaliação das amostras. É elaborada uma lista com a definição de cada termo, assim como a indicação de materiais de referência para o máximo e o mínimo de cada atributo. Isso implicará maior concordância de julgamentos entre os provadores.

- **Treinamento, seleção dos provadores e testes sensoriais**

Tradicionalmente, o treinamento é feito com amostras do produto e materiais de referência definidos. Após o treinamento, é feita uma nova seleção

dos provadores, com o objetivo de verificar se o provador apresenta boa discriminação entre as amostras, boa reprodutibilidade e resultados consensuais com a equipe sensorial. Os provadores selecionados realizam testes sensoriais com a ficha de avaliação das amostras.

- **Análise estatística dos resultados**

Na ADQ, os produtos são analisados com repetições por todos os provadores em testes à cega e os resultados são analisados estatisticamente por Análise de Variância (Anova), Análise Multivariada (Manova) ou Análise dos Componentes Principais (STONE; SIDEL, 1993).

4.9.2.2 Análise tempo-intensidade (ATI)

A maioria das técnicas sensoriais considera implicitamente as propriedades sensoriais como um fenômeno estático. Essa abordagem limita a medida da resposta sensorial a apenas um ponto, podendo mascarar ou ocultar informações importantes da análise. Métodos que reconhecem as propriedades dinâmicas da ingestão de alimentos, como a técnica de tempo-intensidade, podem produzir resultados mais válidos que os métodos estatísticos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001).

Na avaliação de amostras, a percepção do aroma, do gosto e da textura é um fenômeno dinâmico, ocorrendo mudanças perceptíveis em intensidade durante todo o tempo de contato com a mucosa oral (LEE *et al.*, 1986 *apud* CARDELLO; DAMÁSIO, 1999).

A análise de tempo-intensidade foi reconhecida como método sensorial na década de 50, porém, o registro dos dados eram feitos graficamente em papel com o auxílio de um cronômetro (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001). Com o passar do tempo e com a evolução da informática foi possível realizar análises de tempo-intensidade em microcomputadores. No Brasil, no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, pesquisadores desenvolveram um programa que avalia as amostras através de análise de tempo-intensidade pelo uso de computador e mouse, denominado SCDTI (Sistema de Coleta de Dados Tempo-intensidade) (CARDELLO, 1996).

A técnica de tempo-intensidade é realizada através da utilização de um computador e um programa específico que quantifica a intensidade percebida de um único estímulo de acordo com o tempo percorrido em relação à velocidade, duração e intensidade (MONTEIRO, 2005). Após a análise das amostras, o programa gera as curvas de tempo-intensidade. Os parâmetros mais freqüentemente utilizados são: intensidade máxima (I_{max}), tempo para atingir a I_{max} (T_{imax}) e tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) (CLIFF; HEYMANN, 1993 *apud* CERQUEIRA JUNIOR, TEIXEIRA, AMBONI, 2007).

A Figura 7 mostra um exemplo de curva de tempo-intensidade e alguns de seus parâmetros.

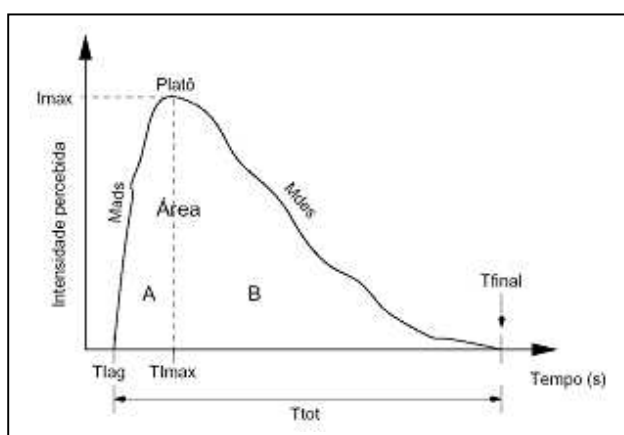


Figura 7. Modelo de curva de tempo-intensidade e seus parâmetros: Intensidade máxima (I_{max}), tempo para atingir a intensidade máxima (T_{imax}), tempo total de duração do estímulo (T_{tot}), área total (Área), tempo de duração da intensidade máxima (Platô), tempo antes do estímulo inicial (T_{lag}), tempo total (T_{tot}), taxa de crescimento (M_{ads}), taxa de decaimento (M_{des}), área sob a curva antes da intensidade máxima (A), área sob a curva depois da intensidade máxima (B).

Fonte: CLIFF; HEYMANN, 1993 *apud* CERQUEIRA JUNIOR; TEIXEIRA; AMBONI, 2007

A técnica de tempo-intensidade tem se mostrado muito eficiente em trabalhos com as propriedades temporais de edulcorantes (LARSON-POWERS; PANGBORN, 1978; MORI, 1992; PORTMANN; SERGHAT; MATHLOUTHI, 1992; CARDELLO; DAMASIO, 1999; CAVALLINI; BOLINI, 2005). Segundo Larson-Powers e Pangborn (1978), edulcorantes julgados como idênticos na intensidade

total podem ser significativamente diferentes em relação às suas curvas de tempo-intensidade.

O efeito do tempo na percepção das características sensoriais em determinados alimentos tem impacto significativo na preferência e aceitação pelo consumidor. Edulcorantes como a sacarina e o ciclamato em alimentos apresentam persistência do gosto amargo após a ingestão. Esse é um exemplo de como o efeito das sensações temporais pode influenciar na aceitação e preferência do consumidor (LARSON-POWERS; PANGBORN, 1978).

Não há registros na literatura do emprego da metodologia tempo-intensidade para avaliação da doçura de aspartame, sucralose e estévia em suco de cupuaçu e da sua análise de aceitação, tornando-se muito importante o desenvolvimento dessas informações.

4.9.3 Métodos sensoriais afetivos

Os testes afetivos têm por objetivo conhecer a opinião de um determinado grupo de consumidores que consome o produto de interesse, ou seja, da população alvo do produto. Essa opinião pode ser dada com relação ao produto de uma forma global ou com relação a algumas de suas características específicas do produto (CHAVES; SPROSSER, 2001).

Nos testes afetivos a seleção da equipe não está vinculada à capacidade do julgador de discriminar amostras ou descrever atributos de um produto, mas sim à busca de consumidores que se incluam como público-alvo ou consumidores em potencial do produto. Alguns critérios nessa escolha devem ser considerados, dentre eles, frequência de consumo, idade, sexo e estado civil (DELLA LUCIA, MINIM; CARDELLO, 2006).

Em geral, os testes afetivos, ou testes de consumidores, são aplicados tendo em vista quatro objetivos básicos: verificação do posicionamento do produto no mercado, otimização da formulação do produto, desenvolvimento de novos produtos e avaliação do potencial do mercado (STONE; SIEDEL, 1993; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Os testes afetivos podem ser de preferência e aceitação (STONE; SIEDEL, 1993):

4.9.3.1 Testes de preferência

Podem avaliar somente se os provadores preferiram uma certa amostra em relação a outra (teste de comparação pareada), ou ordenar o grau de preferência entre três ou mais amostras (teste de ordenação-preferência) (STONE; SIEDEL, 1993).

4.9.3.2 Testes de aceitação e mapa de preferência

Testes de aceitação são utilizados quando se deseja conhecer o comportamento afetivo do consumidor com relação a um produto (MEILGAARD, CIVILLE; CARR, 1999). Os testes devem ser feitos com provadores não treinados, consumidores habituais ou potenciais do produto em questão (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

Os testes de aceitação podem utilizar as escalas hedônicas ou escala do ideal. A escala hedônica é um dos métodos mais utilizados para medir a aceitação de produtos, em que o consumidor expressa sua aceitação pelo produto seguindo uma escala previamente estabelecida que pode ser mista, não estruturada e facial, que varia gradativamente com base nos termos 'gosta' e 'desgosta' (CHAVES; SPROSSER, 2001). A escala do ideal avalia a intensidade de um atributo numa amostra em relação à intensidade ideal que esta deveria ter (STONE; SIDEL, 1993).

Os resultados obtidos são normalmente avaliados estatisticamente por análise de variância univariada, o que pode gerar um erro na interpretação, já que o critério de aceitabilidade dos consumidores geralmente não é homogêneo, resultando numa média irreal. Por isso, a variabilidade individual e a estrutura dos dados devem ser também consideradas. O Mapa de Preferência Interno, que é uma técnica adaptada da Análise de Componentes Principais (ACP), pode complementar a análise de variância e o teste de médias, permitindo que as amostras sejam representadas em um gráfico como pontos e os provadores como vetores, explicando as preferências dos consumidores (CARDELLO; FARIA, 2000).

4.9.4 Métodos sensoriais aplicados na avaliação da doçura

Na avaliação de intensidade de doçura, normalmente as substâncias são comparadas com soluções de sacarose, cuja concentração pode variar de 5 a 12% (NICOL, 1982). Na literatura, às vezes são encontrados valores diferentes para a doçura relativa de um mesmo edulcorante. Essa disparidade pode ser explicada pelos diferentes tipos de metodologia sensoriais; diferenças das concentrações do edulcorante e da amostra de referência empregada; meio utilizado para a dispersão; temperatura e número de provadores. A variação dos dados também é dependente do tipo de edulcorante utilizado, principalmente em relação à complexidade de sua percepção total, ou seja, outros gostos que não o doce (TUNALEY *et al.*, 1987).

Segundo Mori (1992), quando se avalia o estímulo de um gosto, por exemplo, a doçura, em determinado produto, vários tipos de respostas sensoriais devem ser investigadas:

- a intensidade de doçura do edulcorante/adoçante relativa à sacarose ou a outros edulcorantes/adoçantes;
- o *threshold* do edulcorante/adoçante;
- as características sensoriais do edulcorante/adoçante;
- as características do edulcorante/adoçante em relação à percepção do gosto x tempo de duração do estímulo;
- o comportamento do edulcorante/adoçante em diversos sistemas alimentares.

Na elaboração de produtos *diet*, é desejável que o edulcorante/adoçante utilizado não cause alterações significativas nas características sensoriais do produto. É necessário, portanto, que se tenha conhecimento acurado das características e propriedades dos diferentes edulcorantes, além de sua equivalência de doçura em relação à sacarose (CARDELLO; DAMASIO., 1999). A determinação da equivalência de doçura de edulcorantes em relação à sacarose permite o conhecimento prévio das concentrações a serem utilizadas e sua doçura equivalente em sacarose (CARDELLO, 1996).

A Estimativa de Magnitude é um método de escala baseado na Lei de Stevens, que possibilita a medida direta da intensidade de doçura subjetiva. É

bastante utilizado na determinação da doçura equivalente em sacarose (STONE; OLIVER, 1969). Nesse método os provadores atribuem valores relativos à intensidade do estímulo percebido nas amostras proporcionalmente a uma intensidade inicial cujo valor foi previamente estabelecido (MOSKOWITZ, 1983).

As amostras são preparadas com concentrações que variam entre si de forma logarítmica e são servidas juntamente com a amostra referência, à qual deve ser atribuído um valor (ex.: 100). O provador analisará cada amostra, dando-lhe um valor proporcional em relação ao valor da amostra referência, por exemplo, se a amostra, neste caso, for duas vezes mais doce que a amostra referência, então deverá ser assinalado o valor 200, e assim por diante (STONE e OLIVER, 1969).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 MATÉRIA-PRIMA

Para a obtenção do suco de cupuaçu, foram utilizadas três polpas comerciais supercongeladas de marcas diferentes:

- Polpa 1 (P1): Polpa supercongelada de cupuaçu, marca Ricaeli;
- Polpa 2 (P2): Polpa supercongelada de cupuaçu, marca Brasfrut;
- Polpa 3 (P3): Polpa supercongelada de cupuaçu, marca DeMarchi.

Os sucos foram preparados com 100 g de polpa de cupuaçu congelada, diluídos em 200 ml de água mineral e adoçados com os seguintes ingredientes:

- Açúcar refinado (União);
- Aspartame (Nutrasweet);
- Extrato de folhas de estévia, com a seguinte composição: esteviosídeo – 81,0%, rebaudiosídeo C – 0,6% e rebaudiosídeo A – 17,7% (Steviafarma do Brasil);
- Sucralose (Johnson; Johnson).

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Preparo das amostras de suco de cupuaçu

As amostras de suco de cupuaçu foram preparadas no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (UNICAMP) minutos antes de serem servidas. Para cada 100 g de polpa, foram adicionados 200 ml de água mineral, seguindo as instruções do fabricante. A polpa P1 foi utilizada como referência para a preparação de sucos adoçados com edulcorantes e também com sacarose, as polpas P2 e P3 foram adoçadas apenas com sacarose. As amostras foram separadas em 6 lotes. Na Tabela 5 estão apresentadas as formulações de cada amostra.

Tabela 5. Descrição das formulações de suco de cupuaçu adoçado

Lote	POLPA	Adoçante	Amostra
1	Suco de cupuaçu preparado com a polpa Ricaeli (P1)	Sacarose	P1-SAC
2	Suco de cupuaçu preparado com a polpa Ricaeli (P1)	Aspartame	P1-ASP
3	Suco de cupuaçu preparado com a polpa Ricaeli (P1)	Sucralose	P1-SUC
4	Suco de cupuaçu preparado com a polpa Ricaeli (P1)	Estévia	P1-EST
5	Suco de cupuaçu preparado com a polpa Brasfut (P2)	Sacarose	P2-SAC
6	Suco de cupuaçu preparado com a polpa DeMarchi (P3)	Sacarose	P3-SAC

5.2.2 Análise sensorial do suco de cupuaçu

5.2.2.1 Determinação da escala do ideal para doçura

Na determinação da doçura ideal do suco de cupuaçu utilizou-se escala do ideal (*just-about-right*), proposta por Vickers (1988).

Participaram da análise 53 provadores não treinados, que foram orientados para avaliar o quanto a doçura de cada uma das amostras se encontrava próxima do ideal, utilizando-se uma ficha com escala estruturada de nove categorias, mostrada na Figura 8. Para análise estatística dos resultados, utilizou-se regressão linear simples.

Os sucos foram preparados previamente com polpa congelada de cupuaçu P1 e água mineral, adoçados com 5 concentrações diferentes de sacarose: 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0%, apresentados para cada provador de forma monádica sequencial em cabines individuais. As amostras foram codificadas com números de três dígitos aleatorizados e servidas em copos plásticos de 50 ml, em quantidade aproximada de 25 ml, a uma temperatura de 10°C. As concentrações foram expressas em % de peso/volume (p/v).

Nome: _____	Data: __/__/__
Amostra: _____	
Você está recebendo uma amostra de suco de cupuaçu. Por favor, indique, na escala abaixo, sua opinião em relação à doçura das amostras:	
() Extremamente mais doce que o ideal () Muito mais doce que o ideal () Moderadamente mais doce que o ideal () Ligeiramente mais doce que o ideal () Ideal () Ligeiramente menos doce que o ideal () Moderadamente menos doce que o ideal () Muito menos doce que o ideal () Extremamente menos doce que o ideal	
Comentários: _____	

Figura 8. Modelo de ficha utilizado no teste para determinação da concentração ideal de sacarose para suco de cupuaçu, com Escala do Ideal

Os testes foram realizados em cabines individuais no Laboratório de análise sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição, da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. As cinco amostras, cada uma codificada com números de 3 dígitos, foram servidas individualmente, de forma aleatorizada, acompanhadas de uma ficha (Figura 8), um copo de água e um biscoito do tipo *cream-cracker* para serem ingeridas entre uma amostra e outra. Cada provador foi orientado sobre o procedimento da análise antes do início do teste.

5.2.2.2 Pré-seleção dos provadores

A pré-seleção dos provadores foi feita através de testes triangulares de diferença, utilizando análise seqüencial de Wald, avaliando se os provadores tinham boa sensibilidade em diferenciar amostras (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Os provadores selecionados participaram das análises de estimativa de magnitude, análise descritiva quantitativa e tempo-intensidade. O modelo de ficha utilizado nos testes triangulares está apresentado na Figura 9.

Nome:_____ Data:___/___/___
Por favor, prove as amostras codificadas, de suco de cupuaçu, da esquerda para a direita. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Identifique com um círculo a amostra diferente.

Comentários: _____

Figura 9. Modelo de ficha utilizado no teste triangular
para pré-seleção da equipe de provadores

Na escolha da concentração de sacarose dos dois sucos empregados para o teste discriminativo, utilizou-se como referência as concentrações indicadas por Umbelino (2005) em estudo com suco de manga. As duas amostras de suco de cupuaçu foram adoçadas com 3,5 e 5% de sacarose, apresentando diferença significativa entre si em 1,5%.

Na análise seqüencial foram utilizados os seguintes parâmetros:

- $\rho_0 = 0,45$ (máxima inabilidade aceitável);
- $\rho_1 = 0,70$ (mínima habilidade aceitável);
- $\alpha = 0,05$ (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial);
- $\beta = 0,05$ (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial).

O gráfico para seleção dos provadores, utilizando análise seqüencial, foi obtido a partir desses valores e está apresentado na Figura 10.

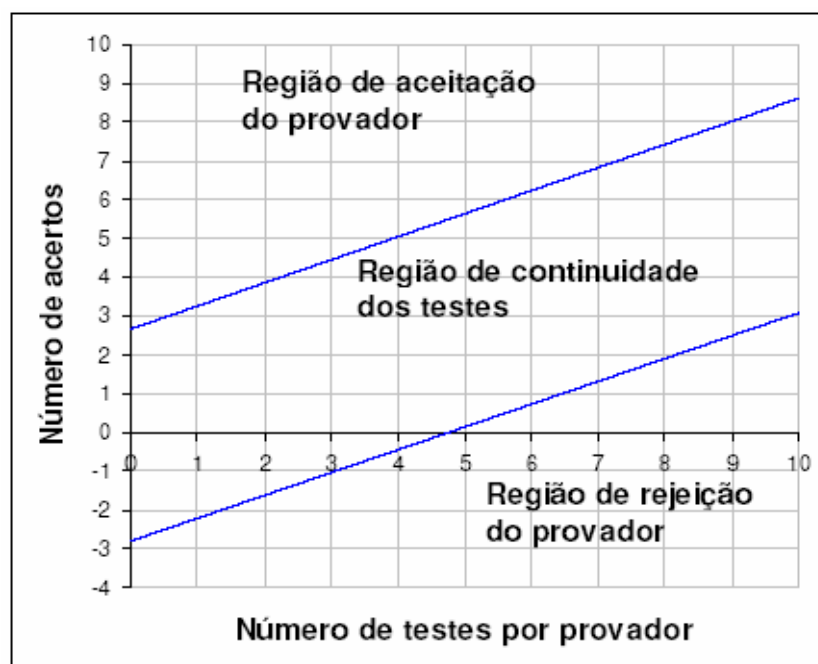


Figura 10. Gráfico para seleção dos provadores utilizando análise seqüencial

Equações:

- 1. Região de rejeição do provador:** $d_0 = \log - \log (1-) - n \log (1-1) + \log (1-0) / \log_1 - \log_0 - \log (1-1) \rightarrow d_0 = -2,81 + 0,58n;$
- 2. Região de aprovação do provador:** $d_1 = \log (1-) - \log - n \log (1-1) + \log (1-) / \log_1 - \log_0 - \log (1-1) \rightarrow d_1 = 2,81 + 0,58n.$

5.2.2.3 Determinação da equivalência de doçura por estimativa de magnitude

A medida da equivalência de doçura dos edulcorantes em suco de cupuaçu foi determinada de acordo com o método de estimativa de magnitude (STONE; OLIVER, 1969), que resulta na medida quantitativa direta da intensidade subjetiva da doçura.

A determinação das concentrações centrais de edulcorantes a serem utilizadas nesta análise foi baseada em dados da literatura, utilizando-se o fator de multiplicação 1,6 para calcular as demais (CARDELLO, 1996; WIET; BEYTS, 1992). As concentrações estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Concentrações de sacarose, aspartame, sucralose e estévia, utilizadas para determinação da equivalência de doçura em relação à concentração de 8% de sacarose em suco de cupuaçu

Adoçantes	CONCENTRAÇÕES*				
Sacarose	3,1250	5,0000	8,0000	12,8000	20,4800
Aspartame	0,0215	0,0344	0,0550	0,0880	0,1408
Estévia	0,0391	0,0625	0,1000	0,1600	0,2560
Sucralose	0,0063	0,0100	0,0160	0,0256	0,0410

*Concentrações em porcentagem (p/v).

As amostras foram apresentadas aos provadores através de delineamento de blocos completos casualizados, acompanhadas de uma amostra padrão, preparada com a polpa P1, adoçada com sacarose na doçura ideal determinada anteriormente (concentração de 8%), servindo de referência para as outras amostras (CARDELLO, DAMASIO, 1999).

Participaram da análise 15 provadores selecionados em função do poder discriminativo para o gosto doce, através de testes triangulares com padrões de diferentes intensidades de doçura, aplicados à análise seqüencial de Wald (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Os provadores selecionados e treinados receberam uma amostra referência com intensidade designada pelo valor 100, acompanhada de amostras codificadas, casualizadas, adoçadas com diferentes intensidades de doçura, maiores e menores do que a da amostra referência, sendo que uma delas apresentava intensidade de doçura igual à da amostra referência. Os provadores foram instruídos a quantificar a intensidade de doçura das amostras codificadas em relação à amostra referência. Por exemplo, se a amostra codificada apresentasse o dobro da doçura da referência, deveria receber valor 200; se apresentasse a metade, valor 50, e assim por diante (Figura 11).

Os valores obtidos no teste de estimativa de magnitude foram convertidos em valores logarítmicos e expressos utilizando média geométrica. Os resultados expressos na forma de curvas concentração/resposta, para cada edulcorante, foram correspondentes a uma função de potência (*power function*) com a seguinte característica: $S = aC^n$, onde “S” é a sensação percebida, “C” é a concentração do

estímulo, “a” é o antilog do valor de y no intercepto e “n” é o coeficiente angular da reta obtida (MOSKOWITZ, 1983).

Nome: _____		Data: __/__/__
Por favor, prove primeiramente a amostra referência (R) e assinale o valor 100 para a intensidade de doçura dessa amostra. Em seguida, avalie a intensidade de doçura de cada amostra codificada em relação à amostra referência (R). Por exemplo, se a amostra codificada for 2 vezes mais doce que a amostra R, dê à amostra codificada o valor 200, se for duas vezes menos doce, dê o valor 50, e assim por diante.		
Amostra R _____ _____ _____ _____ _____	Magnitude 100 _____ _____ _____ _____ _____	
Comentários: _____		

Figura 11. Modelo de ficha utilizado no Teste de Estimativa de Magnitude

5.2.2.4 Análise descritiva quantitativa (ADQ)

A análise descritiva quantitativa teve como objetivo descrever e avaliar a intensidade de todos os atributos sensoriais dos três lotes de suco de cupuaçu, adoçados com sacarose, aspartame, estévia e sucralose.

5.2.2.4.1 Pré-seleção dos provadores

Participaram da seleção e do desenvolvimento dos termos descritores 15 provadores pré-selecionados através de análise sequencial de Wald (MEILGARD, CIVILLE; CARR, 1999). Porém, devido a falta de disponibilidade de tempo dos provadores, dos 15 pré-selecionados, apenas 10 puderam participar do treinamento e seleção para a ADQ. Os provadores pré-selecionados foram

treinados em 5 sessões com as 6 amostras de suco de cupuaçu adoçadas e as referências para as intensidades mínima e máxima para cada atributo.

O treinamento foi realizado inicialmente na sala de ADQ com as referências e, posteriormente, nas cabines para avaliação das amostras. Para tanto, foram utilizadas as fichas de avaliação das amostras (Figura 15) e a lista dos termos descritores (Tabela 9).

Após o treinamento, foi feita uma nova seleção. Os provadores foram para as cabines e avaliaram as 6 amostras de suco de cupuaçu adoçadas (P1-SAC, P1-ASP, P1-EST, P1-SUC, P2-SAC e P3-SAC) através das fichas de avaliação das amostras (Figura 15). As amostras foram apresentadas de forma monádica, em 4 repetições.

Os dados obtidos foram avaliados por Anova, gerando os valores de p de $F_{amostra}$, p de $F_{repetição}$ e as médias da equipe sensorial e de cada provador.

Foram selecionados os provadores com habilidade em discriminar as amostras (p de $F_{amostra} < 0,30$), boa repetibilidade (p de $F_{repetição} > 0,05$) e concordância com a equipe sensorial.

5.2.2.4.2 Desenvolvimento de termos descritores e fichas de avaliação

Inicialmente, as 6 amostras foram apresentadas aos provadores, aos pares, em todas as combinações possíveis, juntamente com uma ficha de avaliação para o método de rede (Figura 12) (MOSKOWITZ, 1983). Os provadores foram solicitados a descrever as similaridades e diferenças entre os pares apresentados.

Na etapa seguinte, os termos descritores desenvolvidos pelos provadores foram discutidos com a equipe e uma lista consensual foi composta. Para auxiliar na melhor uniformização do julgamento, foi desenvolvida uma lista com cada termo descritor e sua definição. Os provadores ainda indicaram materiais de referência para servir de âncora na avaliação das amostras. Foi desenvolvida também uma ficha de avaliação das amostras com escala não estruturada de 9 centímetros, onde foram ancoradas as intensidades mínima e máxima de cada atributo. Essa etapa foi realizada em 6 sessões.

5.2.2.4.3 Treinamento e seleção dos provadores

Os provadores pré-selecionados foram treinados com as amostras, as referências e com as fichas de avaliação. Essa etapa durou 5 sessões.

Após o treinamento, foi feita uma nova seleção, com o objetivo de verificar se o provador apresentava boa discriminação entre as amostras, boa reprodutibilidade e resultados consensuais com a equipe.

Na seleção, as 6 amostras de suco de cupuaçu adoçadas a 8% de doçura equivalente em relação à sacarose foram avaliadas através da ficha de avaliação elaborada para a ADQ. As amostras foram apresentadas de forma monádica, com 4 repetições aleatorizadas.

Os resultados foram avaliados por análise de variância (Anova) com duas fontes de variação, amostra e referência, para cada atributo e para cada provador, obtendo-se assim os valores de F_{amostra} e $F_{\text{repetição}}$.

Foram selecionados aqueles que apresentaram valores de p de F_{amostra} significativo $p \leq 0,30$ (boa discriminação) e $F_{\text{repetição}}$ não significativo para $p > 0,05$ (boa repetibilidade) e concordância com as médias da equipe sensorial (consenso com a equipe sensorial).

5.2.2.4.4 Análise das amostras por ADQ

As amostras, 20 ml, foram servidas monadicamente, de forma aleatorizadas, em copinhos plásticos com capacidade para 50 ml, codificados com números de 3 dígitos aleatórios. Foram feitas 4 repetições. As análises foram feitas em cabines individuais, climatizadas, no Laboratório de Análise Sensorial, no Departamento de Alimentos e Nutrição, da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP.

5.2.2.4.5 Análise estatística dos resultados

Os resultados foram analisados por análise de variância (Anova) de dois fatores, amostra e repetição, com interação para cada atributo, teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) e análise dos componentes principais (ACP), utilizando o programa estatístico SAS (1993).

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo 2 amostras codificadas de suco de cupuaçu. Por favor, prove-as e indique em que elas são similares e em que são diferentes, em relação à aparência, aroma, sabor e textura.

Amostras: _____ e _____

SIMILARIDADES

DIFERENÇAS

Aparência

Aroma

Sabor

Textura

Figura 12. Modelo de ficha para aplicação do método de rede

5.2.2.5. Análise tempo-intensidade (ATI)

5.2.2.5.1 Seleção dos provadores para ATI

Participaram da seleção os provadores pré-selecionados através de análise seqüencial de Wald (MEILGARD, CIVILLE, CARR, 1999) que apresentaram habilidade em expressar suas percepções sensoriais com o auxílio de um computador.

Antes do início da seleção, foi feito um intenso treinamento dos provadores para que estes se familiarizassem com o programa e com o uso do *mouse*.

Para a seleção dos provadores, foi utilizada a análise de tempo-intensidade para o estímulo doce para duas amostras de suco de cupuaçu preparadas com a polpa P1 e adoçadas com sacarose e com estévia. As amostras foram preparadas em quadruplicata com doçura equivalente a sacarose a 8% e apresentadas aos provadores de forma monádica e aleatorizadas. Foram realizadas análises de variância (Anova) de dois fatores (amostra e repetição) para cada provador, em relação a cada parâmetro obtido na curva. Os provadores foram selecionados de acordo com o seu poder discriminativo e repetibilidade. Foram selecionados aqueles com p de $F_{amostra}$ significativo ($p < 0,30$) e p de $F_{repetição}$ não significativo ($p \geq 0,05$) para os atributos avaliados.

5.2.2.5.2 Análise das amostras por ATI

As análises de tempo-intensidade foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial, no Departamento de Alimentos e Nutrição – FEA/UNICAMP, em cabines climatizadas (22°C), onde o provador recebia uma amostra padrão referente ao atributo a ser avaliado e a amostra.

As características temporais das amostras foram avaliadas em relação aos atributos: doçura, amargor e sabor de fruta.

As amostras foram servidas em copinhos plásticos de 50 ml, codificados com números de 3 dígitos aleatorizados, apresentadas de forma monádica, aleatorizada. A análise das 6 amostras de suco foi realizada em quadruplicata por uma equipe de 7 provadores selecionados.

Durante a análise, as instruções para o teste aparecem na tela do computador, as quais orientam o provador sobre a ação a ser realizada. As principais etapas na análise de tempo-intensidade são:

1. primeiramente o provador abre o menu de configuração e faz o ajuste de tempo (espera inicial, tempo de residência na boca e tempo após a ingestão) e do tamanho da escala de intensidade;
2. depois preenche o cabeçalho com a identificação do provador, da amostra e do atributo a ser avaliado;
3. em outra janela o provador é orientado a salvar o arquivo com os dados a serem coletados e ao clicar em “OK” abre-se uma janela na tela do computador em que aparece uma escala híbrida de nove centímetros, ancorada nos extremos esquerdo e direito com os termos “nenhum” (0), e “forte” (9,0), respectivamente;
4. após o tempo de espera inicial, é emitido um aviso sonoro e visual orientando o provador a colocar o alimento na boca;
5. em seguida, após o período de residência na boca, outro aviso orienta o provador a engolir o alimento. Desde o início da análise, o provador utiliza o *mouse* para expressar suas percepções temporais através da escala exibida na tela;
6. passado o tempo após a ingestão da amostra, um aviso sonoro avisa o término da análise; e
7. a partir dos dados obtidos gera-se um gráfico com a curva de tempo-intensidade e seus parâmetros.

Para a coleta de dados, utilizou-se o programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-intensidade – SCDTI (CARDELLO, 1996). Ao término de cada avaliação o programa integrava os dados coletados, gerando curvas de tempo-intensidade, que fornecia os seguintes parâmetros:

- a) **I_{max}**: intensidade máxima registrada pelo provador;
- b) **T_{lmax}**: tempo em que a intensidade máxima foi registrada;
- c) **Área**: área da curva de tempo-intensidade;
- d) **T_{total}**: tempo total de percepção do estímulo.

Os dados obtidos a partir das curvas dos gráficos foram analisadas pelo programa estatístico SAS, por análise de variância (Anova) e teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) e análise dos componentes principais (ACP).

5.2.2.6. Teste de aceitação e mapa de preferência

Antes do início dos testes de aceitação, os candidatos responderam a uma ficha de recrutamento que abordava, entre outros aspectos, a idade, o sexo e a profissão do candidato e se este era consumidor de suco de fruta e de adoçantes dietéticos. Candidatos que não consumiam sucos de frutas e/ou adoçantes dietéticos não participaram dos testes.

Na aceitação do suco de cupuaçu adoçado, foram avaliados os atributos aparência, aroma, sabor e impressão global. As amostras, 20 ml, foram servidas em copinhos plásticos de 50 ml codificados com números de 3 dígitos aleatorizados. A apresentação foi feita de forma monádica, aleatorizada, utilizando escala hedônica, não estruturada, de 9 centímetros, ancorada nas extremidades pelos termos “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” (STONE; SIDEL, 1993). Os provadores avaliaram as seis amostras.

A atitude de compra dos provadores em relação ao produto foi avaliada através de escala estruturada de cinco pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Os testes foram realizados por uma equipe de 123 provadores não treinados, consumidores de sucos e de produtos com edulcorantes, sendo 64 mulheres e 59 homens, entre alunos e funcionários da UNICAMP, com idades variando de 18 a 57 anos, sendo 43 casados. Os resultados foram avaliados por ANOVA, Testes de médias de Tukey (nível de 5% de probabilidade).

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

5.2.3 Metodologia analítica

Os sucos de cupuaçu preparados com as diferentes polpas foram avaliados físico-quimicamente em relação ao pH, acidez titulável total, teor de sólidos solúveis, sólidos totais, teor de ácido ascórbico e cor. As três polpas foram analisadas apenas em relação a pH e teor de sólidos solúveis.

5.2.3.1 pH

Leitura direta em pHmetro Digimed DME-CV1, segundo metodologia proposta pela AOAC (2000).

5.2.3.2 Acidez total titulável

Determinada segundo metodologia da AOAC (2000).

5.2.3.3 Sólidos solúveis (°Brix)

Determinadas em Refratômetro Carl Zeiss, mod. 32-G110 d (Jena), segundo metodologia proposta pela AOAC (2000).

5.2.3.4 Sólidos totais

Os sólidos totais foram determinados segundo a metodologia descrita pela (AOAC, 2000).

5.2.3.5 Determinação de ácido ascórbico

As determinações do ácido ascórbico foram baseadas na oxidação do mesmo pelo reagente 2,6-diclorofenolindofenol, de acordo com a metodologia padrão indicada pela AOAC (2000).

5.2.3.6 Determinação de cor

A coloração das amostras de suco de cupuaçu adoçadas com diferentes edulcorantes foi determinada em colorímetro Hunterlab, modelo ColorQuest II. O aparelho foi calibrado com iluminante D65 (6900 °K), sendo a leitura realizada utilizando-se cubeta de quartzo de 10mm, e iluminante C, em ângulo visual de 10°, no momento de leitura Transmissão Regular (RTRAN). Foi utilizada placa de

referência branca (C6299 Hunter Color Standard). Todas as análises foram feitas em triplicata.

5.2.4. Correlação dos dados instrumentais e sensoriais

Para correlacionar os dados físico-químicos e sensoriais, utilizou-se análise de correlação. Foram realizadas análises de regressão simples, para obter as equações para cada atributo sensorial em função dos compostos determinados nas análises físico-químicas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 DETERMINAÇÃO DA ESCALA DO IDEAL PARA DOÇURA EM SUCO DE CUPUAÇU

Os resultados obtidos na determinação da escala do ideal para doçura foram convertidos em dados numéricos de -4 a +4, sendo atribuída à doçura ideal o valor zero. As médias obtidas foram submetidas à regressão linear em função das concentrações de sacarose. A partir das equações das retas, calculou-se a concentração ideal de sacarose a ser adicionada em suco de cupuaçu, que foi de 8,2%. Para facilitar a padronização de experimentos futuros, optou-se por utilizar uma concentração de sacarose de 8,0%. Não existem dados na literatura sobre a determinação de doçura ideal em suco de cupuaçu. Os resultados foram transformados em gráfico e estão apresentados na Figura 13.

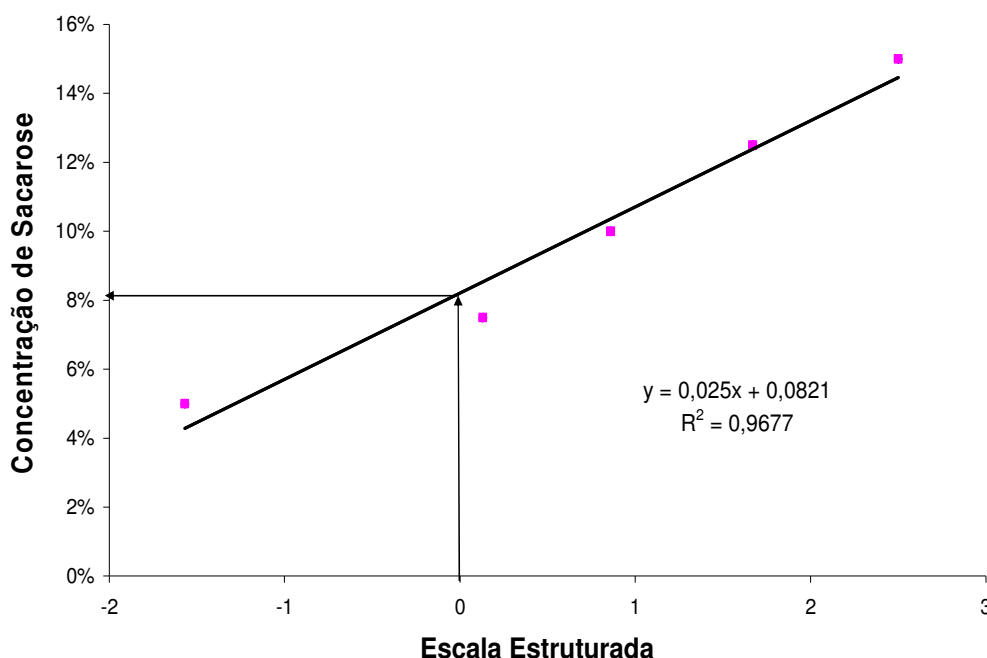


Figura 13. Gráfico e equação da reta obtidos para determinação da concentração ideal de sacarose a ser adicionada ao suco de cupuaçu

6.2 PRÉ-SELEÇÃO DA EQUIPE SENSORIAL

Através dos testes triangulares e da análise seqüencial, foram pré-selecionados 15 provadores.

6.3 EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA

A equivalência de doçura dos edulcorantes em relação à sacarose foi determinada pelos 15 provadores pré-selecionados.

Os valores logarítmicos das concentrações (C) dos edulcorantes foram plotados contra os valores logarítmicos das magnitudes estimadas para os estímulos percebidos como sensações (S). Dos pontos obtidos, pôde-se fazer uma regressão linear, indicando que uma função de potência simples, $S = aC^n$, poderia descrever os dados (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados obtidos nos testes utilizando escala de magnitude, para determinar as equivalências de doçura do aspartame, da sucralose e da estévia, em relação à concentração de 8,0% de sacarose em suco de cupuaçu.

<i>Edulcorante</i>	<i>Coefficiente Angular</i>	<i>Intercepto na Ordenada</i>	<i>r</i>	<i>Power Function</i>
Sacarose	1,8876	-1,7047	0,9599	$S = 0,02 \cdot C^{1,89}$
Aspartame	1,1948	1,5049	0,9793	$S = 31,99 \cdot C^{1,19}$
Sucralose	1,0848	1,9473	0,9838	$S = 88,51 \cdot C^{1,08}$
Estévia	0,7599	0,7949	0,9663	$S = 14,13 \cdot C^{0,76}$

Onde: r = Coeficiente de correlação linear de Pearson; S = Estímulo Percebido e C = Concentração do Estímulo.

Todos os edulcorantes apresentaram coeficiente de correlação linear alto, indicando que os pontos da reta obtidos experimentalmente estão em concordância com os pontos da reta teórica. As retas obtidas explicam de 95,9%

(para a sacarose) a 98,3% (para a sucralose) das variações ocorridas entre os pontos experimentais e teóricos.

A relação entre a intensidade de doçura e a concentração para cada edulcorante, em suco de cupuaçu, está representada graficamente em coordenadas log-log, na Figura 14. Os valores das concentrações em escala logarítmica estão expressos em porcentagem peso/volume (p/v).

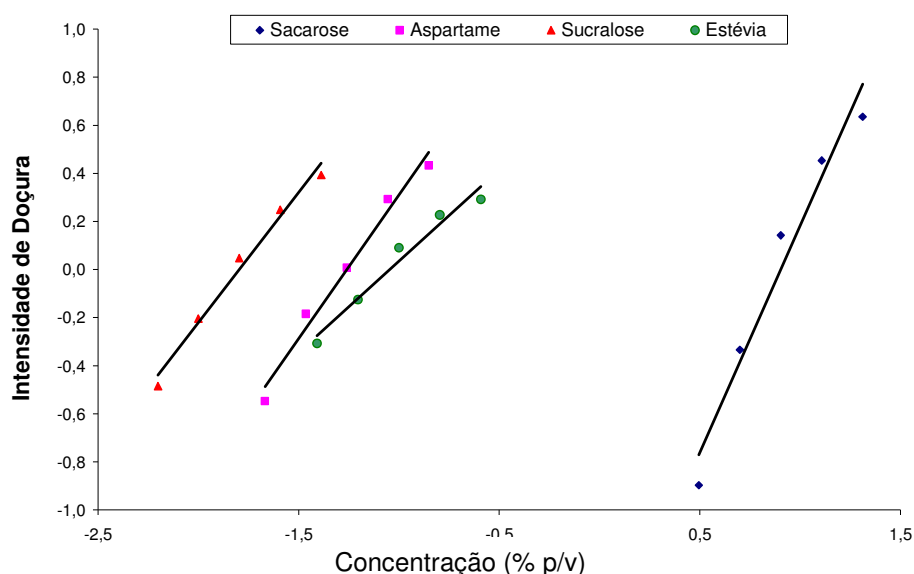


Figura 14. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 8,0% em suco de cupuaçu

Observando-se a Tabela 7, pode-se verificar que os edulcorantes apresentaram valores exponenciais diferentes, indicados pela inclinação das retas, para cada concentração. Segundo Stone e Oliver (1969), esses valores podem variar de acordo com a maneira de avaliação das amostras.

A partir das funções de potência (Tabela 7), foram calculadas as concentrações de cada edulcorante equivalentes a 8% de doçura em relação à sacarose em suco de cupuaçu (Tabela 8). Neste trabalho, a potência foi definida como sendo o número de vezes que um composto é mais doce que a sacarose, baseado em sua doçura equivalente à sacarose (WIET; BEYTS, 1992).

Tabela 8. Concentração e potência do aspartame, da sucralose e da estévia, em relação à concentração de 8,0% de sacarose em suco de cupuaçu

<i>Edulcorante</i>	<i>Concentração equivalente a 8% de sacarose</i>	<i>Potência</i>
Aspartame	0,0550	145,5
Sucralose	0,0160	500,0
Estévia	0,0899	89,0

A sucralose foi o edulcorante que apresentou maior potencial de doçura em suco de cupuaçu, sendo 500 vezes mais doce que a sacarose a 8%.

Valores semelhantes foram observados por Wiet e Beyts (1992), através do método de estimativa de magnitude, onde o edulcorante mostrou-se aproximadamente 550 vezes mais doce do que a sacarose a 8% em solução aquosa.

Em chá-mate gelado (6°C), a sucralose apresentou poder edulcorante de 554 vezes mais potente que a sacarose a 8,3% (CARDOSO; BATTOCHIO; CARDELLO, 2004).

O aspartame apresentou potência edulcorante de 145,5. Resultados semelhantes foram observados em bebidas não carbonatadas, onde o aspartame apresentou potencial de doçura 146 vezes superior à da sacarose a 9,5% (BALDWIN; KORSCHGEN, 1979).

Kim e Dubois (1991) observaram que o poder edulcorante do aspartame foi 150 vezes maior do que a sacarose a 8% em meio aquoso, já Hossenlop e outros (1990) encontraram valores inferiores para o aspartame em meio aquoso, que apresentou poder edulcorante 119 vezes superior ao da sacarose a 8,34%.

Wiet e Beyts (1992) observaram que a potência edulcorante do aspartame se manteve constante quando comparada a concentrações equivalentes à sacarose de 4 a 9%, sendo 200 vezes mais doce que a sacarose.

O poder edulcorante do aspartame também foi estudado em solução aquosa por Cardello, Silva e Damásio (1999), onde se verificou que sua potência foi de 190, 185, 96 e 34 em relação à sacarose 3, 10, 20 e 30%.

A estévia apresentou a menor potência edulcorante, 89,0. Cardoso *et al.* (2004) observaram valor semelhante para a estévia em chá-mate gelado (6°C), sendo 83,1% mais doce que a sacarose a 8,3%.

Cardello e Damásio (1999) demonstraram que a potência da estévia foi de 152 em relação à sacarose 3%, mas verificaram que uma redução no pH favorecia o aumento da potência da estévia na mesma equivalência de doçura.

Resultados semelhantes foram observados por Umbelino (2005) para aspartame, sucralose e estévia em suco de manga, que apresentaram potencial de doçura de 146, 503 e 81 mais doce que a sacarose a 8%, respectivamente.

As concentrações de aspartame e sucralose equivalentes a 8% de sacarose em suco de cupuaçu estão dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001). Contudo, a estévia apresentou valores que ultrapassam os limites permitidos, o que provavelmente foi causado pela presença de amargor residual neste edulcorante, interferindo na percepção da doçura da amostra.

A quantidade permitida de esteviosídeo corresponde a um nível de doçura baixo, próximo a 3% de sacarose (ISMA; KAKAYAMA, 1976); porém, como normalmente este é utilizado associado a outros edulcorantes para mascarar seu gosto amargo residual, essa quantidade geralmente não é ultrapassada.

Como a IDA é estabelecida baseada em níveis de utilização muito superiores aos níveis reais de consumo (margem de segurança), exceder ocasionalmente o valor da IDA não é preocupante, pois ela se refere ao consumo diário médio por toda a vida do indivíduo, e não somente para um único dia (ADITIVOS E INGREDIENTES, 1999).

Vários fatores podem influenciar na percepção da doçura, como temperatura, pH, concentração da sacarose, meio de dispersão e da metodologia utilizada, o que pode ter refletido na variação dos dados encontrados na literatura (UMBELINO, 2005).

6.4 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi realizada em 11 sessões de discussões em mesa-redonda e treinamento, resultando na elaboração de uma lista com 14 termos descritores, suas definições e referências utilizada como apoio na avaliação sensorial do suco de cupuaçu. Essa lista está apresentada na Tabela 9.

Os provadores foram treinados para quantificar a intensidade das sensações percebidas em relação a todos os atributos levantados com a utilização de uma ficha de avaliação da amostra apresentada na Figura 15. Essa mesma ficha foi utilizada na análise das amostras.

TABELA 9. Definições e referências para os atributos levantados pelos provadores para o suco de cupuaçu

ATRIBUTO	Abrev.	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
APARÊNCIA	<i>Cor amarela leitosa</i>	CAL Intensidade de cor amarela característica de suco de cupuaçu	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: leite condensado Moça
	<i>Brilho</i>	BRI Capacidade de refletir luz	FRACO: vaselina FORTE: leite condensado Moça
	<i>Viscosidade aparente</i>	VA Capacidade de um líquido aderir às paredes do copo ao ser levemente agitado	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:2) + 10% de sacarose
AROMA	<i>Aroma de cupuaçu</i>	AC Aroma característico de suco de cupuaçu	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:2)
	<i>Aroma doce</i>	AD Aroma característico proveniente dos açúcares presentes na fruta	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:2) + 1% de aspartame
	<i>Aroma ácido</i>	AC Sensação pungente ao olfato, semelhante à fruta ácida	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:2)
SABOR	<i>Sabor de cupuaçu</i>	SC Sabor característico de suco de cupuaçu	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:2)

<i>Gosto doce</i>	GD	Sabor característico de solução de sacarose em água	FRACO: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 3% sacarose FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 8% de sacarose + 0,1% Estévia
<i>Gosto ácido</i>	GA	Gosto característico de solução de ácido cítrico em água	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 0,15% de ácido cítrico
<i>Sabor adstringente</i>	SADS	Sensação bucal resultante da ação de compostos fenólicos que causam “amarração”	FRACO: polpa de cupuaçu De Marchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 0,015% ácido tânico
<i>Gosto residual doce</i>	GRD	Gosto doce, característico de edulcorante, que permanece após a ingestão da amostra	NENHUM: água FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 0,15% de aspartame
<i>Gosto amargo</i>	GA	Gosto característico de solução de cafeína	NENHUM: água FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 8% de sacarose + 0,05% de solução de cafeína
<i>Gosto residual amargo</i>	GRA	Gosto amargo que persiste após ingestão do produto	NENHUM: água FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:3) + 0,15% de extrato de estévia

TEXTURA	<i>Corpo</i>	CORP	Característica de densidade de suco de cupuaçu na boca (sinônimo: consistência)	FRACO: polpa de cupuaçu DeMarchi diluída em água mineral (1:5) FORTE: polpa de cupuaçu diluída em água mineral (1:2)
---------	--------------	------	--	---

Nome: _____ Data: _____

Nº da Amostra: _____

Prove a amostra e indique na escala:

APARÊNCIA

Cor amarelo leitoso

Fraco Forte

Brilho

Fraco Forte

Viscosidade aparente

Fraco Forte

AROMA

Aroma de cupuaçu

Fraco Forte

Aroma doce

Fraco Forte

Aroma ácido

Fraco Forte

SABOR

Sabor de cupuaçu

Fraco Forte

Gosto doce

Fraco Forte

Gosto ácido

Fraco Forte

Sabor adstringente

Fraco Forte

Gosto residual doce

Nenhum Forte

Gosto amargo

Nenhum Forte

Gosto residual amargo

Nenhum Forte

TEXTURA

Corpo

Fraco Forte

Figura 15. Ficha utilizada na seleção de provadores e na ADQ de suco de cupuaçu

6.4.1 Treinamento e seleção dos provadores

De acordo com os critérios estabelecidos, foram selecionados 8 provadores: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10. Os provadores 1 e 8 apresentaram problemas de discriminação entre as amostras para mais de quatro atributos. Os resultados de p de $F_{amostra}$ e p de $F_{repetição}$ estão apresentados nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

O consenso com a equipe de provadores pode ser verificado na Tabela 12, que mostra os dados das médias individuais dos provadores e da equipe sensorial, para cada atributo avaliado.

A comparação das médias individuais dos provadores com a média da equipe sensorial mostrou que todos os provadores estavam em concordância com a equipe para a maioria dos atributos.

Após a determinação dos valores de p de $F_{amostra}$, p de $F_{repetição}$ e das médias dos atributos, foi verificado se havia interação significativa ($p \leq 0,05$) entre amostra x provador através de ANOVA com dois fatores de interação.

Para os valores de p de F da interação amostra x provador que foram significativos ($p \leq 0,05$), foram construídos gráficos para avaliar se essas interações eram graves ou não. Todas as interações significativas ocorreram devido ao fato dos provadores usarem diferentes porções da escala para registrar suas notas, porém, nenhuma interação foi considerada grave, já que as retas obtidas seguiam uma mesma tendência. Assim os provadores foram treinados novamente e mantidos nos testes. Como exemplo, está representada em gráficos a interação amostra x provador dos atributos Gosto Doce (GD) (Figura 16) e Gosto Residual Amargo (GRAM) (Figura 17).

TABELA 10. Níveis de significância (p) para provadores em função da discriminação das amostras

Provador	CAL	BRI	VA	AC	AD	AAC	SC	GD	GAC	SADS	GRD	GAM	GRAM	CORP
1*	0,0170	0,9394	0,3078	0,2661	0,0715	0,2077	0,0450	0,0186	0,0247	0,4151	0,0791	0,0004	0,0035	0,0637
2	0,0075	0,0911	0,0026	0,0201	0,7369	0,1960	0,0033	0,1229	0,0172	0,3409	0,1112	0,001	0,001	0,0112
3	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0117	0,0015	0,0001	0,3723	0,0001	0,9282	0,0130	0,001	0,0001	0,0001
4	0,0072	0,0281	0,0013	0,0123	0,4437	0,2776	0,0002	0,0048	0,0006	0,0417	0,0001	0,0001	0,0001	0,0328
5	0,0001	0,0021	0,0017	0,0002	0,0001	0,0014	0,0065	0,0020	0,5463	0,0009	0,0933	0,0001	0,0015	0,0028
6	0,0026	0,1428	0,1447	0,0001	0,1354	0,0078	0,0020	0,0764	0,1355	0,0014	0,0023	0,0247	0,0231	0,1364
7	0,0001	0,0323	0,0001	0,0022	0,2168	0,0191	0,0001	0,0001	0,0112	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
8*	0,0001	0,0842	0,0001	0,5398	0,2172	0,4119	0,0018	0,2070	0,3077	0,1974	0,0001	0,1279	0,0015	0,0006
9	0,0081	0,0121	0,0001	0,0001	0,0332	0,0016	0,0001	0,0023	0,0001	0,3282	0,0130	0,0221	0,0303	0,0001
10	0,0001	0,0222	0,0017	0,0133	0,3037	0,2776	0,0002	0,0048	0,0006	0,3417	0,0001	0,0082	0,0234	0,0001

* Provadores que apresentaram valores de p de $F_{amostra} \geq 0,30$ não foram selecionados.

** Descrição dos atributos nas Tabela 9.

TABELA 11. Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade

Provador	CAL	BRI	VA	AC	AD	AAC	SC	GD	GAC	SADS	GRD	GAM	GRAM	CORP
1*	0,0027	0,3266	0,0384	0,0499	0,0776	0,0033	0,1607	0,0586	0,2671	0,0274	0,5683	0,3426	0,3048	0,3485
2	0,5831	0,6152	0,3570	0,1278	0,0453	0,0201	0,4854	0,0877	0,6696	0,1471	0,2973	0,0763	0,0683	0,0247
3	0,0778	0,0563	0,2061	0,4530	0,2778	0,7242	0,4236	0,8918	0,5667	0,0402	0,7740	0,3564	0,7406	0,1020
4	0,4856	0,4196	0,0582	0,3279	0,1997	0,4934	0,8494	0,1871	0,1999	0,4900	0,1201	0,4199	0,4199	0,6945
5	0,9745	0,0631	0,6092	0,8196	0,1216	0,0294	0,0526	0,6990	0,4454	0,0548	0,9903	0,7725	0,1257	0,5608
6	0,3192	0,1936	0,0596	0,8872	0,5114	0,8106	0,4289	0,8764	0,8255	0,0113	0,4248	0,7614	0,8827	0,4946
7	0,3067	0,3702	0,0707	0,9873	0,0655	0,4168	0,1465	0,3134	0,0313	0,2052	0,2389	0,4855	0,4373	0,7374
8*	0,4625	0,6486	0,0001	0,9561	0,0014	0,0316	0,5321	0,8881	0,0919	0,7324	0,0181	0,0268	0,0792	0,2587
9	0,6721	0,1452	0,5120	0,8128	0,5153	0,7201	0,6754	0,7407	0,1526	0,0381	0,5421	0,0763	0,0583	0,1947
10	0,4856	0,0943	0,4772	0,1379	0,4897	0,0975	0,3476	0,5643	0,1098	0,0475	0,2891	0,2219	0,6789	0,6655

* Provadores que apresentaram valores de p de $F_{repetição} < 0,05$ não foram selecionados.

** Descrição dos atributos nas Tabela 9.

TABELA 12. Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada atributo avaliado

Atributo	Amostra	MES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
CAL	P1-Sac	5,77 ^b	3,97	5,91	6,22	5,72	6,12	5,85	6,12	5,40	6,17	6,25
	P1-Asp	5,98 ^b	6,55	5,85	6,05	5,63	6,15	5,67	5,92	6,05	5,73	6,22
	P1-Est	6,22 ^a	5,87	5,95	6,04	5,99	6,34	6,36	6,01	6,32	6,57	6,72
	P1-Suc	6,17 ^a	6,05	5,85	6,05	5,81	6,15	6,37	5,72	7,20	6,17	6,35
	P2-Sac	6,17 ^a	5,40	5,92	6,22	5,72	6,02	6,25	6,15	7,42	6,30	6,25
BRI	P3-Sac	4,81 ^c	3,75	5,13	5,33	5,43	5,79	5,14	4,52	3,25	4,95	4,77
	P1-Sac	6,08 ^a	7,70	5,52	5,57	6,56	6,42	5,82	6,25	5,87	5,37	5,75
	P1-Asp	5,94 ^a	6,52	5,41	5,47	6,42	6,35	5,62	6,15	6,62	5,27	5,57
	P1-Est	5,77 ^a	4,92	5,42	5,46	6,43	6,34	5,61	6,14	6,40	5,26	5,67
	P1-Suc	5,94 ^a	6,47	5,48	5,45	6,49	6,39	5,73	6,19	6,17	5,25	5,75
VA	P2-Sac	5,51 ^a	4,8	5,11	5,06	6,01	6,02	5,02	5,97	6,85	5,06	5,17
	P3-Sac	5,73 ^a	4,47	5,46	5,49	6,49	6,38	5,71	6,22	6,12	5,29	5,62
	P1-Sac	6,08 ^a	6,57	6,05	6,75	6,92	5,66	5,42	6,05	4,07	6,92	6,37
	P1-Asp	5,86 ^a	6,31	5,12	5,89	5,98	5,17	5,02	5,73	5,79	6,05	5,45
	P1-Est	6,15 ^a	6,05	5,66	6,34	6,31	5,64	5,41	6,01	7,27	6,67	6,12
AC	P1-Suc	5,92 ^a	5,89	5,57	6,23	5,78	5,57	5,23	5,73	6,77	6,52	6,01
	P2-Sac	6,22 ^a	6,51	5,94	6,68	5,92	5,62	5,42	6,02	6,90	6,88	6,29
	P3-Sac	3,40 ^b	5,02	3,85	2,72	3,11	3,12	3,82	2,12	4,97	2,02	3,27
	P1-Sac	6,41 ^b	4,81	7,12	7,24	7,42	7,21	6,32	6,07	5,85	6,12	5,95
	P1-Asp	6,77 ^b	6,25	7,35	7,51	7,56	7,32	6,45	6,17	6,82	6,21	6,09
AD	P1-Est	5,13 ^c	7,25	4,45	4,32	4,82	5,25	4,07	5,00	6,37	4,57	5,2
	P1-Suc	6,52 ^b	6,57	7,05	7,15	7,12	6,12	6,25	6,57	6,42	6,00	5,95
	P2-Sac	7,14 ^a	6,60	7,43	7,62	7,52	7,31	7,32	7,01	6,52	7,07	6,97
	P3-Sac	4,00 ^d	4,72	3,90	3,75	3,62	3,42	3,95	3,92	6,02	3,02	3,72
	P1-Sac	6,84 ^a	7,45	6,87	6,92	6,75	6,91	6,85	7,07	5,17	7,27	7,12
	P1-Asp	6,97 ^a	6,42	7,01	7,01	6,87	6,99	6,97	7,17	6,72	7,29	7,27
	P1-Est	6,16 ^a	7,05	6,58	6,57	6,05	6,21	6,35	5,67	4,42	5,92	6,8

	P1-Suc	6,97 ^a	6,90	7,27	7,11	6,87	6,96	6,87	7,09	6,15	7,27	7,22
	P2-Sac	6,47 ^a	7,10	6,77	6,59	6,78	6,22	6,35	6,66	4,90	6,97	6,37
	P3-Sac	5,82 ^b	4,32	6,01	6,02	5,52	5,77	5,85	5,92	7,00	6,03	5,72
AAC	P1-Sac	4,36 ^b	2,90	4,27	3,99	5,07	4,52	4,07	4,12	6,10	4,22	4,32
	P1-Asp	5,55 ^a	5,17	5,77	5,52	6,55	5,52	4,52	5,01	6,20	5,37	5,87
	P1-Est	4,28 ^b	0,85	4,57	4,11	5,32	4,42	4,44	4,82	5,35	4,27	4,69
	P1-Suc	4,37 ^b	0,80	4,77	4,22	5,35	4,59	4,50	4,85	5,37	4,36	4,88
	P2-Sac	4,38 ^b	0,67	4,87	4,37	5,37	4,69	4,57	5,07	4,75	4,44	4,99
	P3-Sac	3,23 ^c	0,20	3,25	2,82	3,75	3,63	3,01	3,35	5,82	3,15	3,29
SC	P1-Sac	6,05 ^a	3,72	6,64	6,01	6,53	6,38	6,63	6,12	5,85	6,28	6,35
	P1-Asp	6,35 ^a	5,57	6,63	6,12	6,49	6,32	6,65	6,22	6,85	6,31	6,32
	P1-Est	4,07 ^c	6,37	3,89	3,07	3,76	3,12	2,97	3,15	6,87	3,62	3,87
	P1-Suc	5,19 ^b	5,95	5,05	4,69	4,95	4,72	4,95	4,78	6,57	5,11	5,15
	P2-Sac	6,69 ^a	6,75	7,05	6,78	6,55	6,78	6,97	6,55	5,57	7,02	6,87
	P3-Sac	4,11 ^c	3,90	4,62	3,89	4,16	3,99	4,59	3,95	4,60	3,75	3,65
GD	P1-Sac	5,32 ^b	4,6	5,42	5,25	5,32	5,46	5,51	5,25	5,57	5,47	5,31
	P1-Asp	6,19 ^a	4,42	6,32	6,49	6,25	6,35	6,28	6,65	5,85	6,77	6,55
	P1-Est	6,26 ^a	7,40	6,32	6,35	6,31	6,22	6,05	6,31	4,52	6,52	6,61
	P1-Suc	5,78 ^b	4,95	6,33	6,36	6,09	6,19	5,85	5,99	3,82	6,05	6,15
	P2-Sac	5,78 ^b	6,8	6,14	6,11	5,85	5,77	6,01	5,62	3,55	6,07	5,84
	P3-Sac	4,60 ^c	5,07	4,67	4,52	4,72	5,11	4,92	4,47	3,32	4,32	4,87
GAC	P1-Sac	4,48 ^b	4,90	4,06	4,39	4,55	3,98	4,13	4,79	4,87	4,87	4,27
	P1-Asp	5,06 ^a	4,70	4,68	5,01	5,13	4,35	4,58	5,30	6,90	5,11	4,82
	P1-Est	4,39 ^b	1,65	4,51	5,22	5,24	4,47	4,57	5,00	3,25	5,29	4,66
	P1-Suc	4,49 ^b	1,42	4,59	5,16	5,33	4,55	4,63	5,30	3,50	5,36	5,02
	P2-Sac	5,50 ^a	2,32	6,02	6,37	6,55	5,74	6,09	6,22	3,02	6,47	6,18
	P3-Sac	2,78 ^c	0,32	3,05	3,01	2,98	2,86	2,95	3,67	2,3	3,42	3,21
SADS	P1-Sac	3,97 ^b	8,45	3,54	3,11	3,92	3,97	3,77	3,75	2,17	3,88	3,12
	P1-Asp	3,76 ^b	3,32	3,43	3,23	4,01	3,65	3,41	3,32	6,60	3,14	3,49

	P1-Est	4,65 ^a	4,82	5,08	4,87	5,01	5,14	5,06	4,88	1,82	4,97	4,82
	P1-Suc	3,42 ^b	4,52	3,69	3,27	4,03	3,55	3,42	3,39	1,15	3,71	3,44
	P2-Sac	3,86 ^b	4,1	4,01	4,17	4,27	3,97	3,97	4,13	1,60	4,26	4,08
	P3-Sac	2,20 ^c	3,72	2,02	1,77	2,53	2,13	2,01	2,51	0,90	2,26	2,14
GRD	P1-Sac	3,30 ^b	5,97	3,30	2,95	3,35	3,34	3,05	3,62	0,8	3,31	3,33
	P1-Asp	6,43 ^a	7,07	6,91	6,07	6,55	6,47	6,87	6,97	4,47	6,47	6,49
	P1-Est	6,46 ^a	7,07	6,97	6,09	6,48	6,71	6,83	6,98	4,47	6,57	6,39
	P1-Suc	4,06 ^{ab}	4,05	4,37	4,07	4,53	4,13	4,28	4,78	1,72	4,21	4,42
	P2-Sac	3,42 ^b	4,27	3,31	2,94	3,35	3,39	3,05	4,05	2,32	3,65	3,82
	P3-Sac	2,94 ^c	4,47	3,30	2,75	3,15	3,31	3,05	2,72	0,80	2,79	3,02
GAM	P1-Sac	1,05 ^b	1,02	1,03	1,13	1,21	1,09	0,89	0,92	1,45	0,79	1,01
	P1-Asp	1,26 ^b	2,55	1,15	1,27	1,32	1,26	1,05	1,15	0,62	1,02	1,17
	P1-Est	5,64 ^a	4,85	5,91	6,11	6,21	6,38	5,71	6,45	3,15	5,52	6,08
	P1-Suc	1,33 ^b	1,30	1,23	1,32	1,25	0,94	1,35	1,37	1,85	1,29	1,37
	P2-Sac	1,28 ^b	1,27	1,01	1,12	1,17	1,02	1,14	1,03	2,85	1,04	1,11
	P3-Sac	1,10 ^b	1,77	1,07	0,86	1,11	1,01	0,99	0,82	1,45	0,95	0,98
GRAM	P1-Sac	1,24 ^c	1,02	1,13	1,13	1,21	1,19	1,39	1,62	0,40	1,49	1,81
	P1-Asp	2,08 ^b	1,82	2,25	2,27	2,32	2,06	2,15	2,25	1,12	2,12	2,47
	P1-Est	5,68 ^a	0,70	6,91	6,11	6,01	5,93	6,71	6,46	4,22	6,62	7,08
	P1-Suc	2,23 ^b	2,47	2,03	2,12	2,25	1,94	2,15	2,17	2,57	2,19	2,37
	P2-Sac	2,22 ^b	1,45	2,22	2,11	1,98	1,88	2,14	2,03	3,80	2,24	2,32
	P3-Sac	1,02 ^c	1,77	1,07	0,86	1,11	1,01	0,99	0,82	0,4	0,95	1,23
CORP	P1-Sac	6,21 ^a	6,42	6,02	6,51	5,88	6,11	6,15	6,37	6,2	6,27	6,17
	P1-Asp	5,90 ^b	5,82	5,63	5,94	5,12	5,53	5,92	5,87	7,17	5,97	6,07
	P1-Est	5,80 ^b	5,5	5,79	6,06	5,44	5,77	5,97	5,67	5,47	5,95	6,35
	P1-Suc	5,53 ^b	4,92	5,66	6,01	5,31	5,55	5,42	5,91	5,67	5,67	5,17
	P2-Sac	6,35 ^a	4,67	6,69	7,34	6,13	6,48	6,42	6,95	5,47	7,07	6,27
	P3-Sac	4,27 ^c	5,52	4,17	4,98	3,88	4,23	4,31	4,32	3,02	4,02	4,27

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si ($p>0,05$), para o atributo correspondente.

* MES: Médias da Equipe Sensorial. ** Descrição dos atributos na Tabela

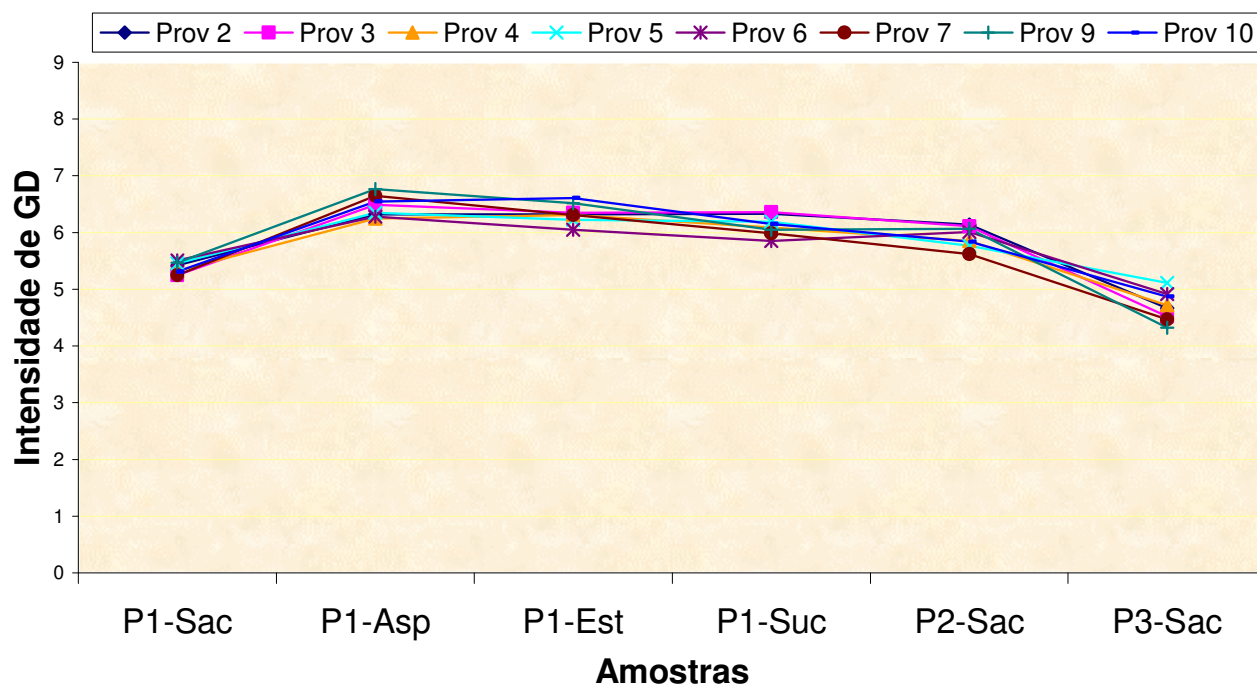


Figura 16. Gráfico da interação amostra x provador para a intensidade de Gosto Doce (GD)

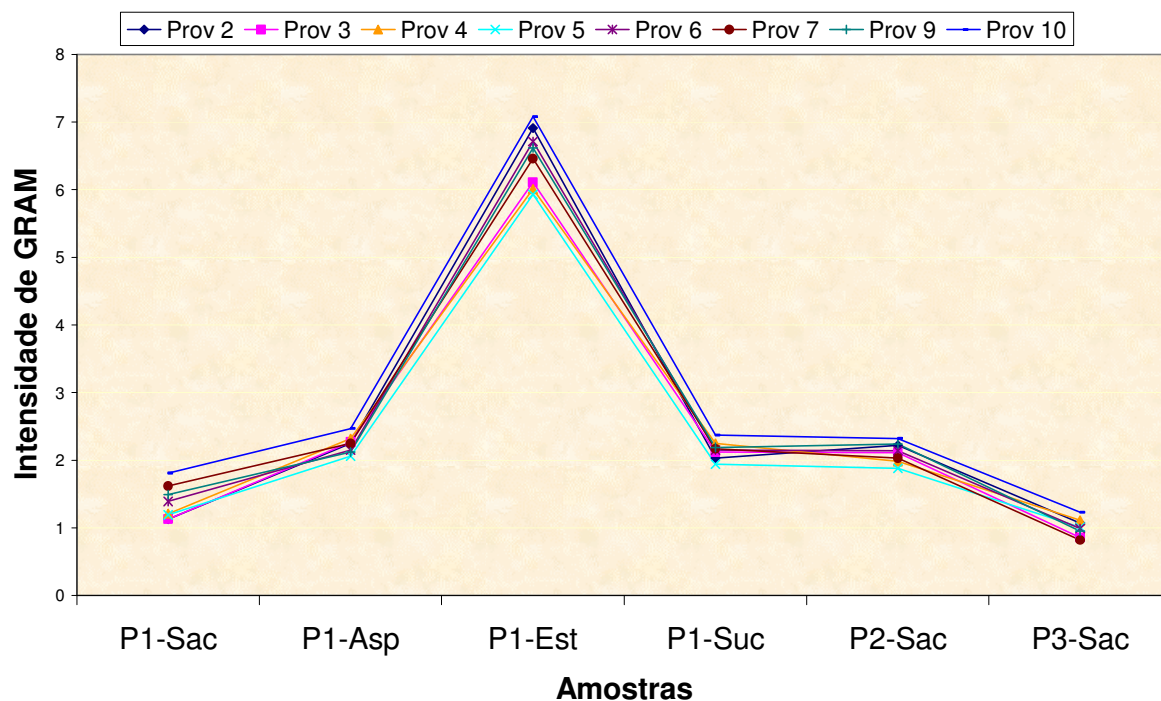


Figura 17. Gráfico da interação amostra x provador para a intensidade de Gosto Residual Amargo (GRAM)

6.4.2 Análise das amostras por ADQ

Participaram da ADQ de suco de cupuaçu os 8 provadores selecionados. As amostras foram apresentadas de forma monádica, aleatorizada em 4 repetições, nas condições descritas anteriormente.

Os resultados foram avaliados estatisticamente por Anova e a interação amostra x provador foi significativa ($p < 0,01$) para todos os atributos. As médias das amostras obtidas pelo teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) estão apresentadas na Tabela 13. Nessa tabela, médias com letras iguais em uma mesma coluna são semelhantes entre si ($p > 0,05$). A maioria das amostras diferiu significativamente uma das outras ($p < 0,05$) em relação a todos os atributos avaliados.

Observando-se a Tabela 13, pode-se perceber que a amostra P3-SAC foi significativamente diferente ($p < 0,05$) de todas as amostras, apresentando os valores mais baixos em relação a todos os atributos avaliados. Os provadores relataram que as amostras preparadas com a polpa P3 aparentavam ser mais diluídas, apresentando características sensoriais diferentes dos sucos preparados com outras polpas avaliadas, o que foi confirmado nos testes.

A polpa P2 foi a que apresentou os maiores valores para VA (viscosidade aparente), BRI (brilho), AC (aroma ácido), GAC (gosto ácido) e CORP (corpo). A polpa P1 apresentou valores similares ($p < 0,05$) para os atributos CAL (cor amarelo leitoso), VA (viscosidade aparente), AD (aroma doce), SC (sabor de cupuaçu), GAM (gosto amargo), GRAM (gosto residual amargo) e CORP (corpo) (Tabela 13).

Comparando os edulcorantes entre si, estes foram significativamente semelhantes ($p < 0,05$) em relação ao BRI (brilho), GD (gosto doce), CORP (corpo) e GAC (gosto ácido), sendo similares à sacarose apenas em relação ao BRI (brilho) e GAC (gosto ácido) (Tabela 13).

O aspartame exibiu médias para AAC (aroma ácido) e SC (sabor de cupuaçu) significativamente superiores ($p < 0,05$) às observadas pelos outros edulcorantes (Tabela 13).

A estévia apresentou as maiores médias para VA (viscosidade aparente), SADS (sabor adstringente), GRD (gosto residual doce), GAM (gosto amargo) e GRAM (gosto residual amargo). As médias apresentadas pela sucralose foram significativamente menores ($p < 0,05$) para os atributos GRD e CORP (Tabela 13).

Comparativamente, em relação às médias, a sucralose foi o edulcorante que mais se assemelhou à sacarose.

Tabela 13. Médias dos atributos para cada amostra de suco de cupuaçu adoçada

Amostras	CAL	BRI	VA	AC	AD	AAC	SC	GD	GAC	SADS	GRD	GAM	GRAM	CORP
P1-SAC	6,38 ^a	5,71 ^{ab}	6,12 ^a	5,98 ^c	6,46 ^{abc}	4,63 ^b	6,20 ^b	5,27 ^b	4,84 ^b	3,95 ^c	3,20 ^d	1,62 ^b	1,49 ^b	6,21 ^a
P1-ASP	6,50 ^a	5,78 ^{ab}	5,64 ^b	6,62 ^{ab}	6,81 ^a	5,23 ^a	6,90 ^a	6,50 ^a	4,86 ^b	3,80 ^c	6,39 ^b	1,37 ^c	1,42 ^b	5,80 ^b
P1-EST	6,45 ^a	5,72 ^{ab}	6,09 ^a	4,81 ^d	6,16 ^c	4,97 ^b	3,31 ^e	6,35 ^a	5,13 ^b	5,16 ^a	6,66 ^a	6,14 ^a	6,20 ^a	5,86 ^b
P1-SUC	5,91 ^b	5,87 ^{ab}	5,84 ^{ab}	6,32 ^{bc}	6,58 ^{abc}	4,66 ^b	4,76 ^c	6,39 ^a	5,12 ^b	3,73 ^c	4,50 ^c	1,33 ^c	1,55 ^b	5,46 ^b
P2-SAC	6,30 ^a	5,92 ^a	6,15 ^a	6,73 ^a	6,41 ^{bc}	4,94 ^{ab}	6,50 ^b	6,27 ^a	6,32 ^a	4,45 ^b	3,14 ^e	1,67 ^b	1,40 ^b	6,30 ^a
P3-SAC	4,84 ^c	5,58 ^b	3,01 ^c	3,84 ^e	5,60 ^d	3,76 ^c	4,35 ^d	4,94 ^b	3,65 ^c	2,16 ^d	2,94 ^e	1,17 ^c	1,10 ^c	4,17 ^c
DMS*	0,375	0,329	0,400	0,375	0,392	0,342	0,305	0,343	0,325	0,289	0,228	0,215	0,204	0,330

* DMS= Diferença Mínima Significativa;

*Definição dos atributos: CAL (cor amarela leitosa), BRI (brilho), VA (viscosidade aparente), AC (aroma de cupuaçu), AD (aroma doce), AAC (aroma ácido), SC (sabor de cupuaçu), GD (gosto doce), GAC (gosto ácido), SADS (sabor adstringente), GRD (gosto residual doce), GAM (gosto amargo), GRAM (gosto residual amargo) e CORP (corpo);

* Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não diferem entre si (p<0,05).

Através dos dados coletados fez-se a análise dos componentes principais (ACP), que foi representada graficamente, evidenciando as configurações dos atributos sensoriais das amostras. O gráfico dos componentes principais encontra-se na Figura 18.

No gráfico de ACP, vetores com medidas próximas a zero representam uma variável com pequena influência sobre o componente principal. Vetores mais distantes do eixo zero representam as variáveis com maior influência sobre o valor do componente principal (MUÑOZ; CIVILLE; CARR, 1992).

Verificou-se que 50,66% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo componente principal 1, e 25,41% pelo componente principal 2, juntos estes explicam 76,06% da variação.

O eixo do componente principal 2 foi explicado principalmente pelos atributos CORP e GRAM (positivamente) e o GD (negativamente). Todos os outros atributos tiveram maior influência sobre o componente principal 1.

A análise dos componentes principais mostrou que o experimento teve boa repetibilidade devido à proximidade entre os pontos (repetição) das amostras.

As amostras P1-ESTV e P3-SAC foram as que mais se diferenciaram das outras amostras. Principalmente a amostra P3-SAC, que foi caracterizada notadamente pela CAL, enquanto que a P1-EST pelos atributos GRAM, CORP, GAM e GRD.

A sucralose (P1-SUC) foi o edulcorante que mais se aproximou das características da sacarose (P1-SAC), sendo explicadas principalmente pelo gosto doce (GD).

O aspartame (P1-ASP) foi caracterizado principalmente pela VA e AAC e a amostra P2-SAC pelos atributos VA e GD.

Foi verificada correlação linear positiva entre os atributos: AC e SC (0,82), AC e GRD (0,86), AD e AAC (0,80), SC e GAC (0,82), GRAM e CORP (0,99), AD e GD (0,75), AC e SADS (0,78), SC e AD (0,72) e SC e GRD (0,79).

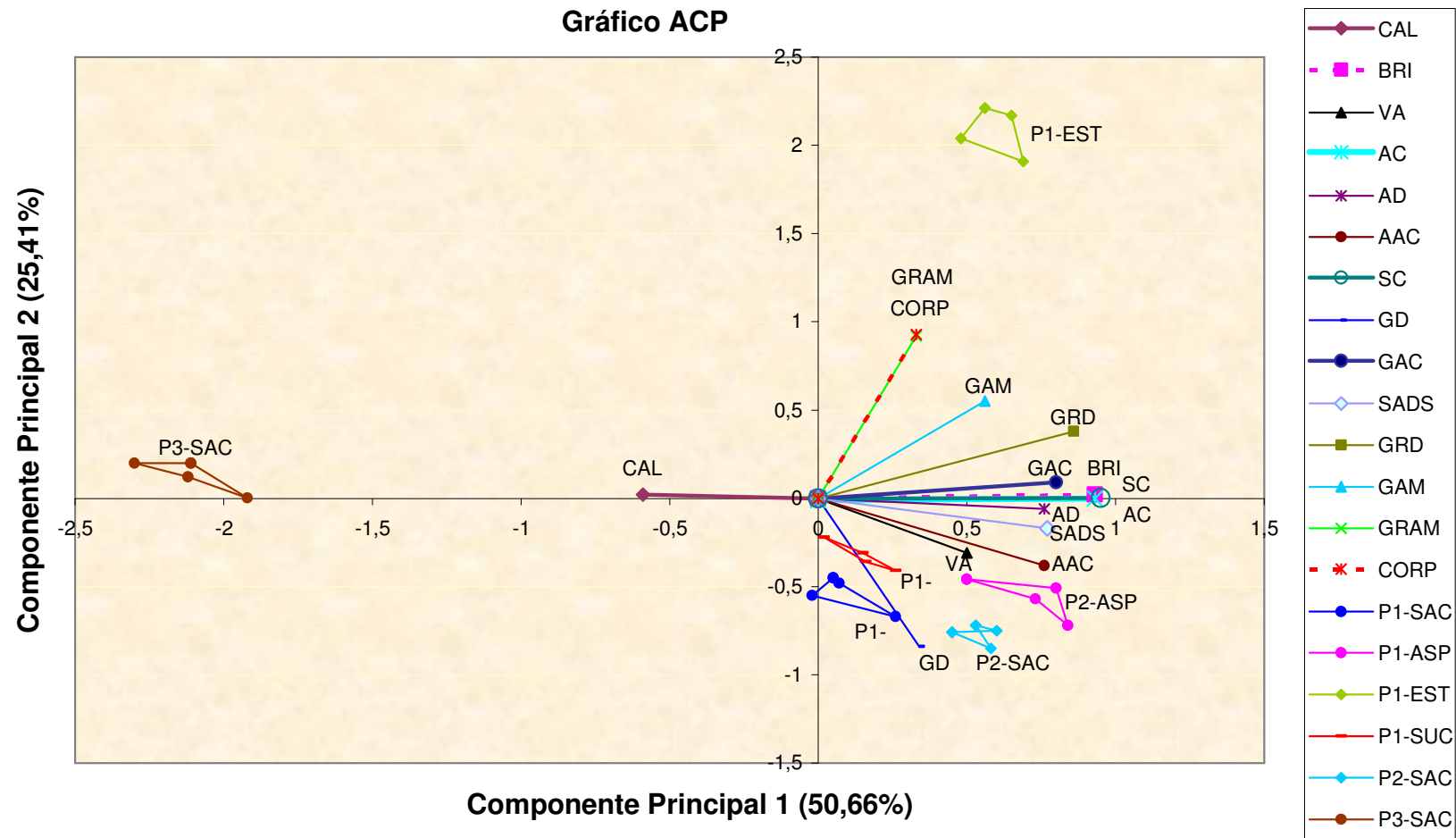


Figura 18. Gráfico da Análise dos Componentes Principais (ACP) das amostras de suco de cupuaçu adoçadas

Para facilitar a comparação entre as amostras, foram feitos três gráficos aranha contendo: as médias dos atributos de todas as amostras de suco de cupuaçu (Figura 19a), as médias dos atributos dos edulcorantes (aspartame, estévia e sucralose) em comparação com a sacarose obtida a partir da polpa P1 (Figura 19b) e as médias dos atributos das 3 diferentes polpas P1, P2 e P3 (Figura 19c).

O gráfico aranha obtido para suco de cupuaçu (Figura 19b) mostra que a estévia (amostra P1-EST) foi o edulcorante que mais se diferenciou dos outros edulcorantes e da sacarose, principalmente por ter se caracterizado pela elevada adstringência (SADS), gosto amargo (GAM) e gosto residual amargo (GRAM), como também pelas baixas médias para aroma (AC) e sabor (SC) de cupuaçu.

Outros estudos com estévia também relataram gosto amargo e gosto residual amargo deste edulcorante em diferentes meios: suco de pêssago (CARDOSO, 2007), suco de manga (UMBELINO, 2005) e água (CARDELLO, 1996).

A sucralose (P1-SUC) e o aspartame (P1-ASP) apresentaram características sensoriais parecidas às da sacarose, exceto para os atributos GD (gosto doce) e GRD (gosto residual doce), em que os edulcorantes tiveram valores superiores. Porém, a amostra adoçada com aspartame parece ter intensificado o sabor da fruta, representado pelo atributo SC (sabor de cupuaçu) (Figura 19b).

Em estudo com bebidas não carbonatadas sabor laranja e cereja, Baldwin e Korchgen (1979) constataram que a adição de aspartame, em comparação com a sacarose, intensificava o sabor de fruta principalmente nas de sabor de laranja.

Wiet e Beyts (1992) compararam as características sensoriais da sucralose em relação à sacarose, aspartame, sacarina e acesulfame-K em sistema aquoso simples, com a utilização de escalas de categoria. A sucralose, o aspartame e a sacarose apresentaram propriedades similares em relação ao gosto doce.

Comparando o perfil das 3 polpas, observou-se que a amostra P3-SAC apresentou comportamento sensorial diferenciado das outras amostras (Figura 19c), apresentando baixos valores para todos os atributos, enquanto a polpa P2-SAC apresentou os valores mais altos para a maioria dos atributos, sendo caracterizada principalmente pelo VA (viscosidade aparente), GAC (gosto ácido), GD (gosto doce), SADS (sabor adstringente), AC (aroma ácido) e CORP (corpo). A P1-SAC foi significativamente semelhante ($p < 0,05$) a P2-SAC em relação aos atributos: VA (viscosidade aparente), CAL (cor amarelo leitoso), SC (sabor de cupuaçu), GAM (gosto amargo), GRAM (gosto residual amargo) e CORP (corpo).

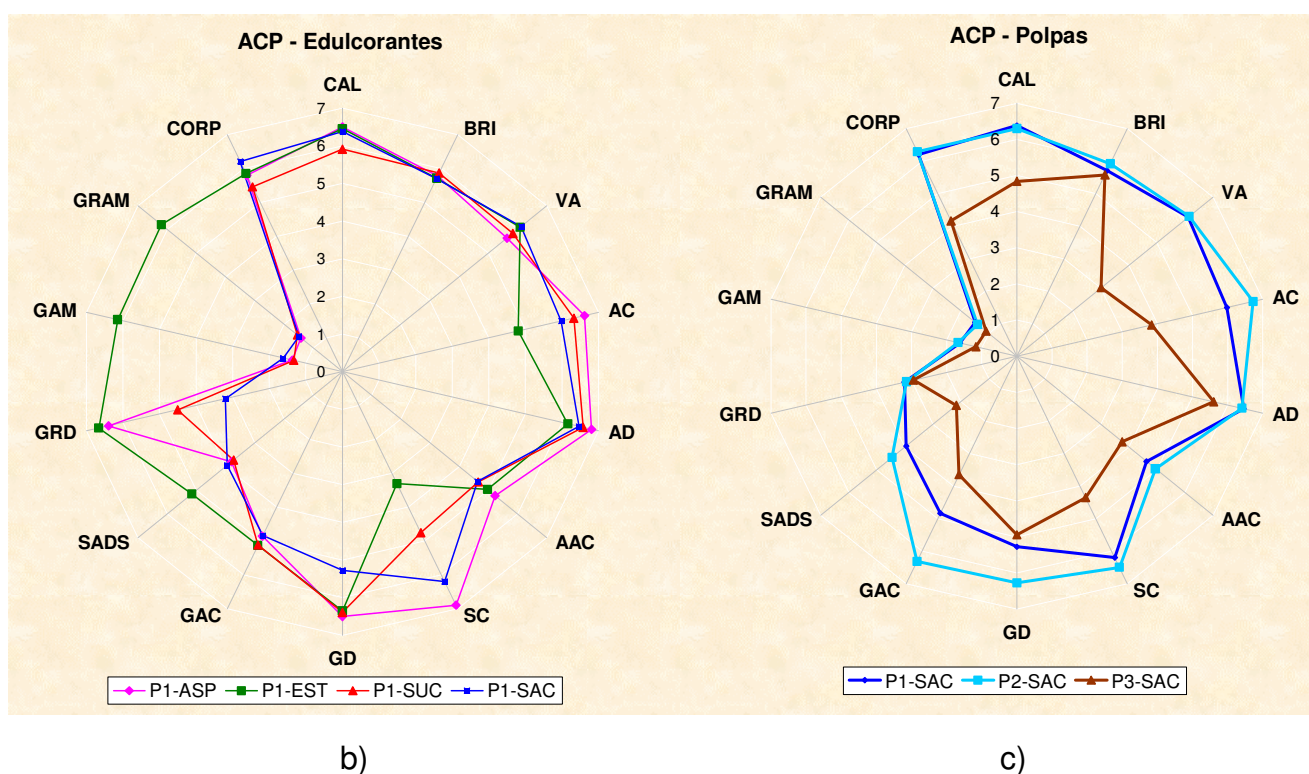
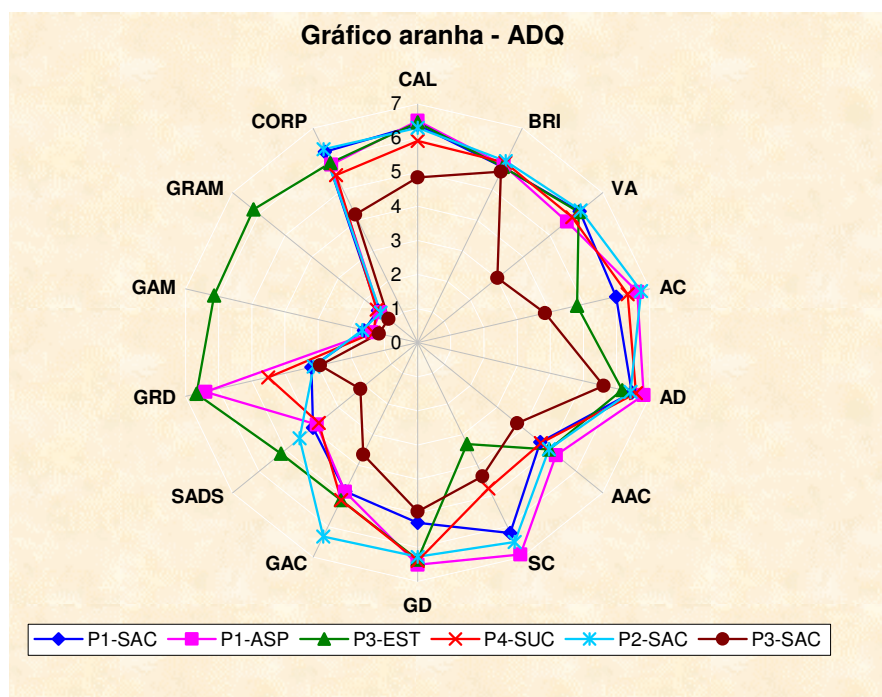


Figura 19. Gráfico aranha das médias dos atributos das amostras de suco de cupuaçu preparadas com: a) todas as polpas e edulcorantes; b) polpa P1, adoçadas com sacarose (P1-SAC), aspartame (P1-ASP), estévia (P1-EST) e sucralose (P1-SUC) e b) diferentes polpas (P1, P2 e P3) e adoçadas com sacarose.

6.5 ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE

Na análise de tempo-intensidade foram avaliados os atributos de doçura, amargor e sabor de cupuaçu, gerando uma curva para cada atributo. Os parâmetros coletados, a partir de cada curva tempo-intensidade foram tempo para se atingir a intensidade máxima (T_{Imax}), intensidade máxima do estímulo (I_{max}), área sob a curva criada pelo estímulo (A_{curva}) e tempo total de duração do estímulo (T_{total}) (Figura 20). As análises de tempo-intensidade de suco de cupuaçu foram feitas em triplicata.

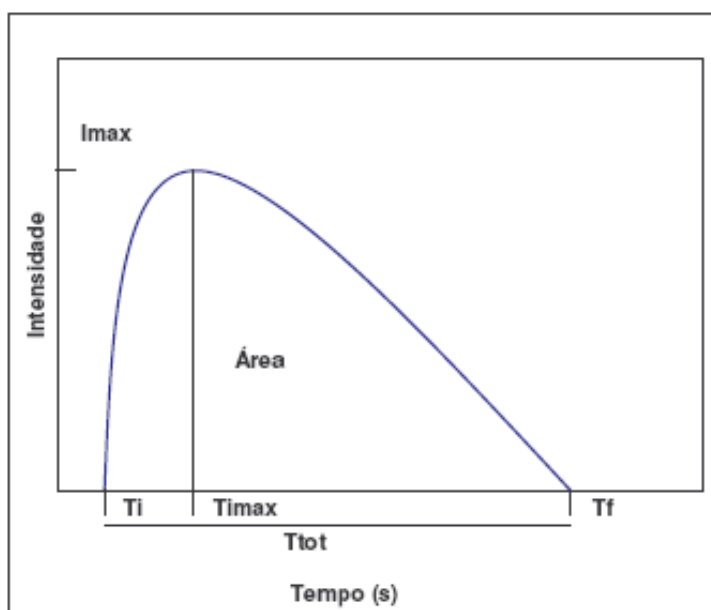


Figura 20: Parâmetros obtidos a partir da curva de tempo-intensidade.

T_i = Tempo para início da percepção do estímulo.

T_{Imax} = Tempo para atingir a intensidade máxima.

I_{max} = Intensidade máxima do estímulo.

T_{tot} = Tempo total de duração do estímulo.

T_f = Tempo final do estímulo.

Área = Área sob a curva.

As curvas de tempo-intensidade para avaliação da doçura, amargor e sabor de fruta das amostras de suco de cupuaçu obtidas da polpa P1 adoçadas com sacarose (P1-SAC), aspartame (P1-ASP), estévia (P1-EST) e sucralose (P1-SUC), assim como as amostras obtidas da polpa P2 (P2-SAC) e P3 (P3-SAC) foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e testes de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.5.1 Seleção de provadores (ATI)

Foram selecionados aqueles com F_{amostra} significativo ($p < 0,30$) e $F_{\text{repetição}}$ não significativo ($p \geq 0,05$) para os atributos avaliados. Os resultados de F_{amostra} e $F_{\text{repetição}}$ estão mostrados nas Tabelas 14 e 15, respectivamente.

Antes da seleção, os provadores foram treinados para melhor se familiarizarem com o procedimento da análise. Participaram dessa etapa 9 provadores.

De acordo com os critérios estabelecidos, foram selecionados 7 provadores: 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8. Os provadores 3 e 9 não foram selecionados, pois não apresentaram boa habilidade em discriminar amostras e baixa repetibilidade, como pode ser verificado nas Tabelas 14 e 15.

A concordância dos provadores com a equipe sensorial foi realizada através da comparação das médias de cada provador com a média da equipe sensorial, em relação a todos os atributos.

Os provadores apresentaram consenso entre si em relação a todos os termos descritores. A interação amostra x provador foi significativa para todos os parâmetros, entretanto, como exemplificado nas Figuras 21 e 22, essas interações não foram consideradas graves.

As médias dos provadores e da equipe sensorial estão apresentadas na Tabela 16.

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

Provador	I _{max}	T _I max	Área	T _{total}
1	0.1338	0.1770	0.0042	0.0217
2	0.0121	0.0016	0.0017	0.0148
3*	0.6784	0.3725	0.0589	0.2628
4	0.0186	0,0373	0,0218	0,0031
5	0,0487	0,0301	<0,0001	0,0176
6	0,0046	0,0158	0,0004	0,0312
7	0,2843	0,0089	0,0303	0,0019
8	0,3162	0,0568	0,0032	0,0012
9*	0,4865	0,6321	0,3684	0,0053

*Provador com valores de p de Famostra >0,30, que não foi selecionado.

*Onde: I_{max} = intensidade máxima, T_Imax = tempo para se atingir a intensidade máxima, Área = área sob a curva e T_{total} = tempo total de duração do estímulo.

Tabela 15. Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade para o estímulo doce.

Provador	I _{max}	T _I max	Área	T _{total}
1	0,9099	0,3505	0,1086	0,7734
2	0,3966	0,0493	0,6941	0,0931
3*	0,0593	0,0095	0,0019	0,7626
4	0,7111	0,9250	0,9535	0,4054
5	0,4602	0,6253	0,0580	0,4240
6	0,1850	0,1771	0,4120	0,1351
7	0,8333	0,0559	0,2469	0,0572
8	0,7593	0,7095	0,6319	0,5426
9*	0,4523	0,0012	0,0023	0,6535

*Onde: I_{max} = intensidade máxima, T_Imax = tempo para se atingir a intensidade máxima, Área = área sob a curva e T_{total} = tempo total de duração do estímulo.

Tabela 16. Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada parâmetro das curvas tempo-intensidade para o estímulo doce.

Parâmetro	Amostra*	MES**	Prov1	Prov2	Prov3	Prov4	Prov5	Prov6	Prov7	Prov8	Prov9
Imáx	1	4,83 ^b	4,81	5,05	4,57	3,88	4,22	4,85	5,27	5,88	4,97
	2	6,49 ^a	6,35	7,85	4,36	6,93	6,10	7,05	7,00	7,72	5,12
T_{Imáx}	1	11,03 ^b	11,13	11,04	11,91	10,48	10,40	10,34	11,40	11,14	11,45
	2	12,75 ^a	12,59	12,17	12,96	12,66	12,61	12,46	13,56	13,22	12,52
Área	1	50,31 ^b	37,16	48,87	50,65	56,81	52,10	47,84	58,95	48,79	51,69
	2	127,94 ^a	131,85	177,54	85,67	124,67	122,57	140,20	128,55	145,89	94,56
T_{total}	1	19,23 ^b	18,77	21,60	18,48	17,01	24,02	13,57	23,32	19,44	16,89
	2	32,73 ^a	35,02	38,99	19,56	30,55	35,14	41,52	34,16	40,12	19,54

*Amostras: 1 = suco de cupuaçu adoçado com sacarose; 2 = suco de cupuaçu adoçado com estévia;

**MES: Médias da Equipe Sensorial;

*** Onde: Imax = intensidade máxima, TImax = tempo para se atingir a intensidade máxima, Area = área sob a curva e Ttotal = tempo total de duração do estímulo.

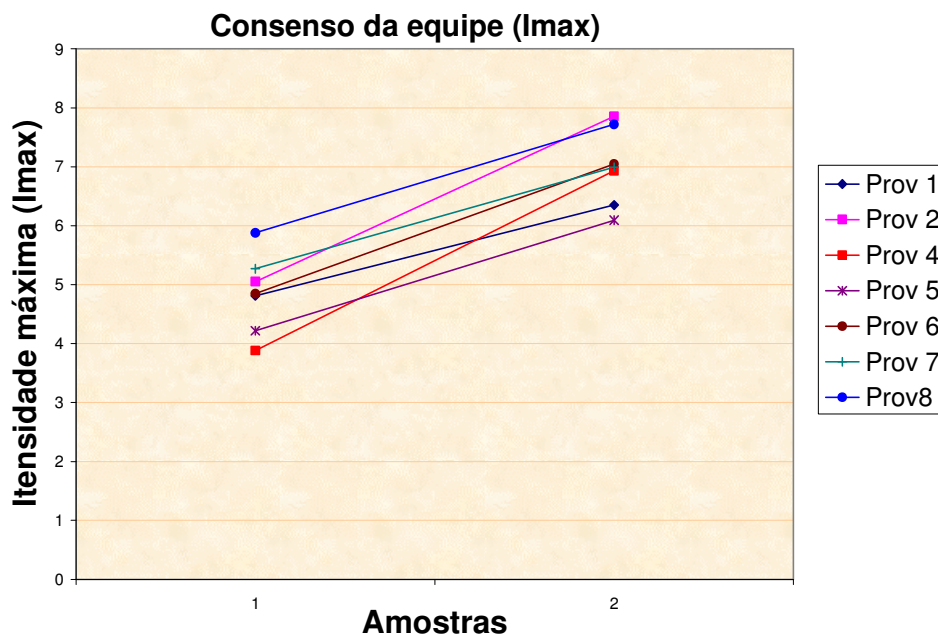


Figura 21. Avaliação do consenso com a equipe sensorial (interação amostra x provador) para o parâmetro intensidade máxima (I_{max}) do estímulo doce, em suco de cupuaçu (Amostra 1 = sacarose, Amostra 2 = estévia, Prov = provador)

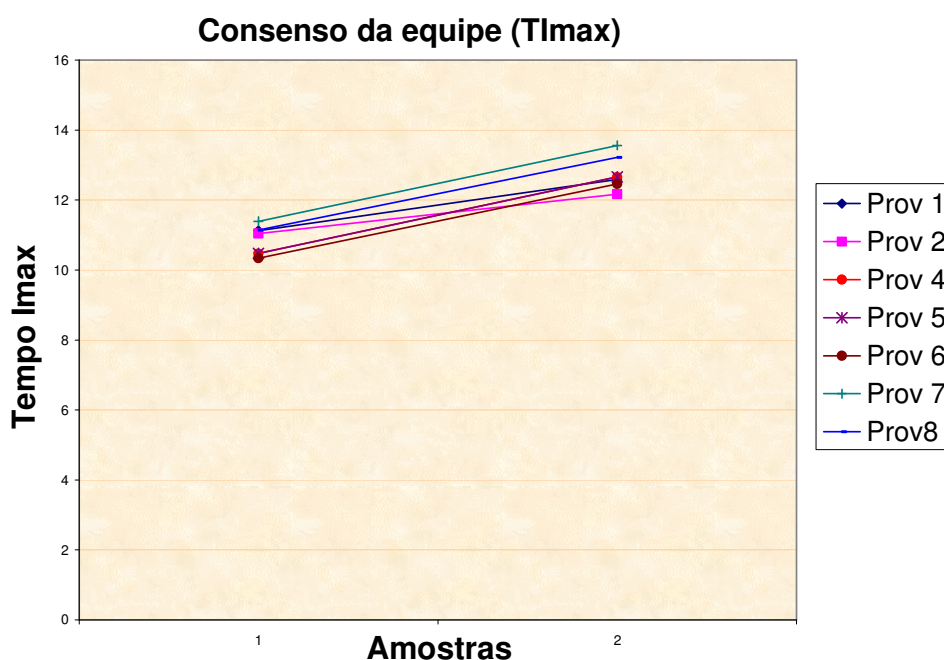


Figura 22. Avaliação do consenso com a equipe sensorial (interação amostra x provador) para o parâmetro tempo para atingir a intensidade máxima (Tl_{max}), do estímulo doce, em suco de cupuaçu (Amostra 1 = sacarose, Amostra 2 = estévia, Prov = provador)

6.5.2 Análise tempo-intensidade para o estímulo doce

A comparação das médias das amostras, para cada atributo, obtidas a partir do Teste de Médias de Tukey ($p \leq 0,05$), está apresentada na Tabela 17. A análise de variância (ANOVA) mostrou que ocorreu diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros estudados, com exceção do tempo de intensidade máxima (Tlmax), em que as amostras foram significativamente semelhantes entre si ($p \leq 0,05$).

Tabela 17. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo doce em suco de cupuaçu adoçado

Amostras	I _{max}	Tl _{max}	Área	T _{total}
P1-SAC	5,196 ^c	10,723 ^a	54,040 ^c	20,283 ^b
P1-ASP	6,803 ^a	10,427 ^a	102,730 ^a	30,165 ^a
P1-EST	6,197 ^{ab}	11,892 ^a	118,530 ^a	28,053 ^a
P1-SUC	6,346 ^{ab}	10,182 ^a	91,100 ^{ab}	23,153 ^{ab}
P2-SAC	6,281 ^{ab}	10,406 ^a	67,860 ^{bc}	18,991 ^b
P3-SAC	5,789 ^{bc}	11,190 ^a	58,540 ^{bc}	19,343 ^b
DMS*	0,614	3,289	32,647	7,182

*DMS: Diferença média significativa.

**Onde: I_{max} = intensidade máxima, Tl_{max} = tempo para se atingir a intensidade máxima, Área = área sob a curva e T_{total} = tempo total de duração do estímulo.

O gráfico das curvas tempo-intensidade para o estímulo doce e a Análise dos Componentes Principais são apresentados, graficamente, nas Figuras 23 e 24, respectivamente. Para a construção das curvas foram utilizadas as médias dos parâmetros de cada amostra.

Analisando os resultados, pode-se observar que a amostra adoçada com aspartame (P1-ASP) apresentou maior intensidade de doçura (I_{max}) e maior tempo de duração da percepção do estímulo (T_{total}). As amostras adoçadas com estévia e aspartame apresentaram as maiores médias para T_{total}, caracterizando que estes edulcorantes, em suco de cupuaçu, apresentam gosto residual doce.

Foi verificada correlação linear positiva apenas entre os atributos T_{total} e Área (0,80).

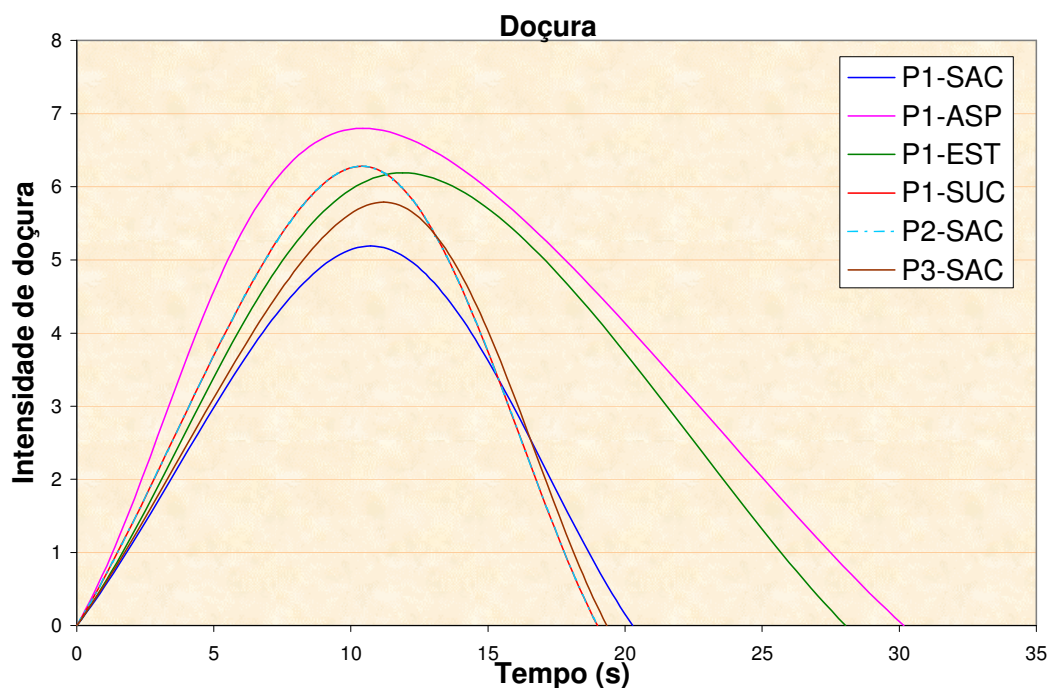


Figura 23. Curvas tempo-intensidade para o estímulo doce de suco de cupuaçu adoçado

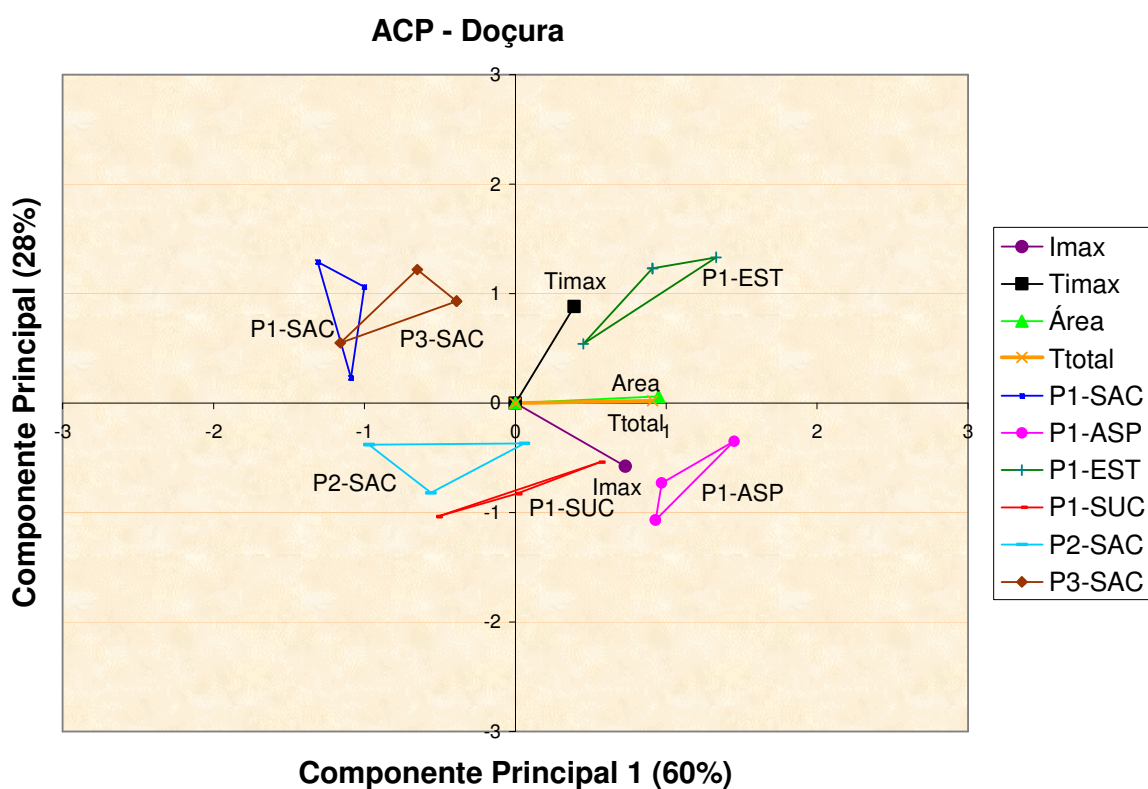


Figura 24. Análise de componentes principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo doce de suco de cupuaçu adoçado

A amostra obtida da polpa 1 adoçada com sacarose (P1-SAC) foi a que apresentou menor valor para intensidade máxima do gosto doce (I_{max}). As três polpas (P1, P2 e P3) adoçadas com sacarose apresentaram valores aproximados, sendo que a amostra P3-SAC foi semelhante ($p \leq 0,05$) às amostras P1-SAC e P2-SAC, porém, estas não foram semelhantes entre si ($p \leq 0,05$).

A sucralose foi o adoçante cujo perfil sensorial temporal mais se aproximou ao da sacarose em relação ao estímulo doce, para a maioria dos parâmetros avaliados em relação às 3 polpas (Figura 23). As amostras P2-SAC e P1-SUC apresentaram perfil sensorial semelhante, com os menores valores para o tempo de duração do estímulo doce, caracterizando gosto doce limpo, o que é desejável para um edulcorante.

A estévia foi semelhante à amostra P2-SAC em relação à intensidade máxima (I_{max}) do gosto doce, mas diferiu em relação às amostras adoçadas com sacarose em relação ao tempo de duração do estímulo, que foi similar ao do aspartame (Figura 23).

Analisando os componentes principais (ACP) do gráfico (Figura 24) verificou-se que 60% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo Componente Principal 1 (Eixo X) e 28% pelo Componente Principal 2 (Eixo Y).

A amostra adoçada com aspartame (P1-ASP) foi caracterizada principalmente pelo parâmetro I_{max} e a estévia (P1-EST) pelo parâmetro $T_{I_{max}}$. A amostra P1-SAC foi a que apresentou os menores valores para a maioria dos atributos avaliados (Tabela 17).

Esses dados confirmam os observados na ADQ, onde o aspartame e a estévia apresentaram maior gosto residual doce (GRD) e as amostras P1-SAC e P3-SAC apresentaram os menores valores para o gosto doce (GD).

Nos estudos em que os edulcorantes foram avaliados em meio aquoso, o aspartame apresentou perfil sensorial temporal semelhante ao da sacarose (CARDELLO, 1996; DUBOIS; LEE, 1983), no entanto, em suco de cupuaçu, que é bastante ácido (pH 3,2), a percepção da doçura do aspartame parece ter sido potencializada. Neste trabalho, a amostra de suco de cupuaçu adoçada com aspartame apresentou os maiores valores para todos os parâmetros avaliados.

Ketelsen, Key e Wiet (1993) compararam as características temporais da sacarose, sucralose, frutose, aspartame e ciclamato a 9% de equivalência de

doçura em meio tamponado e soluções aquosas. Os pesquisadores observaram que em meio tamponado as amostras não diferiram entre si e que em meio aquoso o aspartame e o ciclamato apresentaram médias significativamente maiores para Ttot e Área, sugerindo que o meio tem influência na percepção da doçura.

Cavallini e Bolini (2005), que avaliaram as características de tempo-intensidade de edulcorantes (aspartame, sucralose, estévia e ciclamato/sacarina 2:1) em suco obtido de polpa de manga (pH 4,43) e suco obtido de concentrado de manga (pH 3,5), observaram que nas curvas tempo-intensidade para o estímulo doce, em suco de concentrado e de polpa de manga, a estévia apresentou médias superiores para todos os parâmetros, exceto para intensidade máxima – o tempo de duração do estímulo foi maior para a estévia, indicando a presença de gosto residual doce pronunciado na amostra. A sacarose exibiu as menores médias para todos os parâmetros da curva tempo-intensidade, caracterizando-se por apresentar gosto doce limpo. O aspartame foi o edulcorante, cujo comportamento temporal para o estímulo doce mais se aproximou ao da sacarose.

6.5.3 Análise tempo-intensidade para o estímulo amargo

As médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade obtidas por teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) para o estímulo amargo em suco de cupuaçu adoçado com diferentes edulcorantes encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo amargo em suco de cupuaçu adoçado

Amostras	I _{max}	T _I _{max}	Área	T _{total}
P1-SAC	1,73 ^d	7,87 ^{bc}	13,64 ^b	10,47 ^{bc}
P1-ASP	2,05 ^{bc}	8,65 ^b	16,46 ^b	13,76 ^b
P1-EST	6,27 ^a	10,27 ^a	94,82 ^a	29,36 ^a
P1-SUC	1,96 ^{bcd}	8,08 ^{bc}	18,51 ^b	13,32 ^{bc}
P2-SAC	2,41 ^b	10,32 ^a	19,87 ^b	13,08 ^{bc}
P3-SAC	1,32 ^d	6,89 ^c	12,15 ^b	10,25 ^c
DMS*	0,674	1,565	12,420	3,308

*DMS: Diferença mínima significativa;

*Onde: I_{max} = intensidade máxima, T_I_{max} = tempo para se atingir a intensidade máxima, Área = área sob a curva e T_{total} = tempo total de duração do estímulo.

O gráfico das curvas tempo-intensidade para o estímulo amargo e a Análise dos Componentes Principais estão apresentados, graficamente, nas Figuras 25 e 26, respectivamente. Para a construção das curvas foram utilizadas as médias dos parâmetros de cada amostra.

A proximidade entre os vetores T_{max} , T_{tot} e Área indicam uma possibilidade de correlação positiva entre eles para o estímulo amargo (Fig 26).

A amostra adoçada com estévia (P1-EST) apresentou comportamento temporal em relação à intensidade de amargor significativamente diferente das outras amostras, apresentando valores de I_{max} , Área e T_{total} bastante elevados, caracterizando na amostra um forte gosto amargo que persistia por um longo período, sendo um gosto amargo residual (Figura 25). Essas características também foram observadas na estévia na ADQ (Figura 19).

As amostras adoçadas com aspartame e sucralose, P1-ASP e P1-SUC, respectivamente, apresentaram perfil sensorial temporal para o estímulo amargo semelhante, não diferindo estatisticamente entre si ($p < 0,05$) em relação a todos os atributos avaliados (Figura 25).

Em relação às diferentes polpas, as amostras P1-SAC e P3-SAC foram semelhantes para todos os parâmetros de tempo-intensidade, porém a amostra P2-SAC apresentou valores superiores para todos os parâmetros, indicando que esta amostra apresentava maior amargor e amargor residual (Figura 25). O suco obtido da polpa P2, como foi observado na ADQ (Figura 19c), mostrou-se mais adstringente e de sabor mais acentuado do que as outras polpas, talvez isso tenha influenciado na percepção do amargor do suco.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cavallini e Bolini (2005) em estudo 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. A estévia foi o edulcorante que apresentou maior amargor e amargor residual, enquanto a sacarose apresentou a menor intensidade para o estímulo amargo.

Verificou-se correlação linear (positiva) entre os seguintes atributos: I_{max} e Área (0,98), I_{max} e T_{total} (0,97) e Área e T_{total} (0,98).

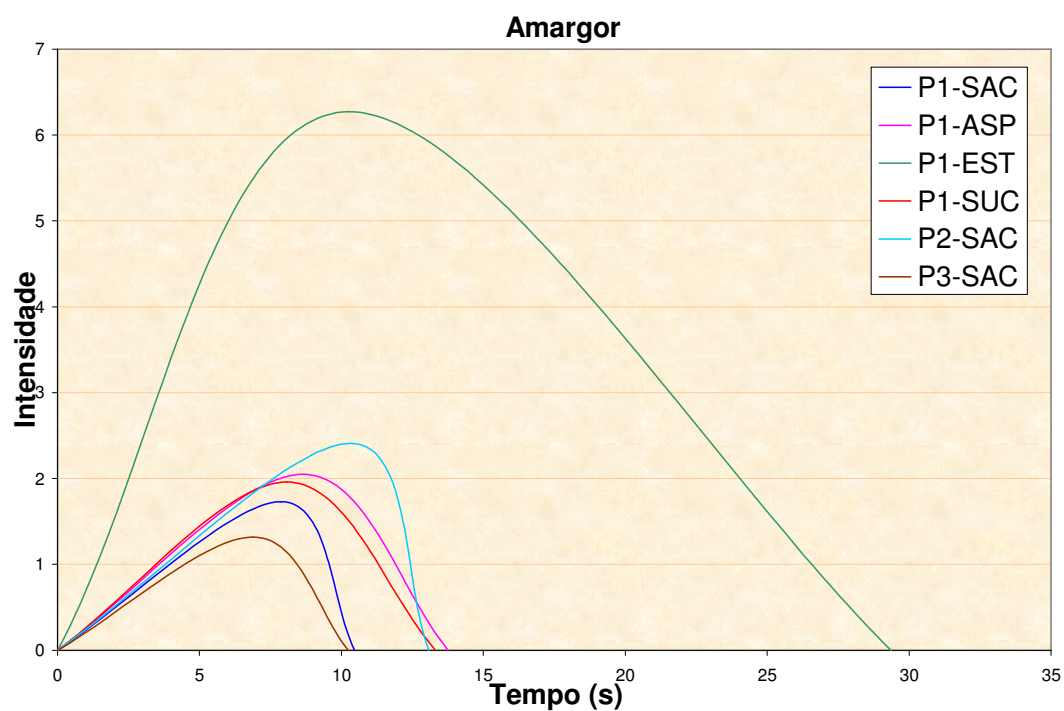


Figura 25. Curvas tempo-intensidade para o estímulo amargo de suco de cupuaçu adoçado

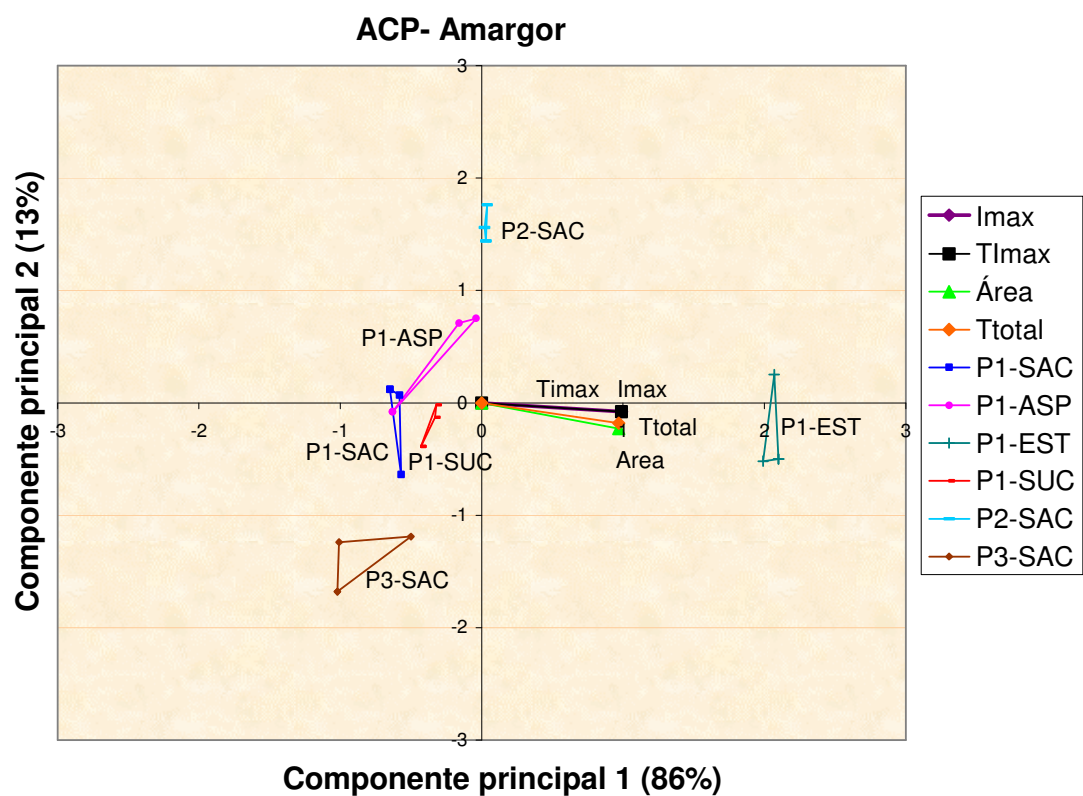


Figura 26. Análise de componentes principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo amargo de suco de cupuaçu adoçado

6.5.4 Análise tempo-intensidade para o estímulo sabor de fruta

As médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade obtidas por teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) para o estímulo sabor de fruta em suco de cupuaçu, adoçado com diferentes edulcorantes estão apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo amargo em suco de cupuaçu adoçado

Amostras	I _{max}	T _I _{max}	Área	T _{total}
P1-SAC	6,15 ^a	10,0 ^a	78,74 ^b	24,88 ^b
P1-ASP	6,07 ^a	9,51 ^{ab}	83,20 ^b	28,21 ^a
P1-EST	4,04 ^c	8,53 ^b	62,14 ^c	19,20 ^c
P1-SUC	5,03 ^b	8,83 ^b	80,09 ^b	22,95 ^b
P2-SAC	6,33 ^a	9,24 ^{ab}	91,48 ^a	29,05 ^a
P3-SAC	4,19 ^c	8,89 ^b	52,91 ^d	18,38 ^c
DMS*	0,691	1,027	6,420	2,492

*DMS: Diferença mínima significativa;

*Onde: I_{max} = intensidade máxima, T_I_{max} = tempo para se atingir a intensidade máxima, Área = área sob a curva e T_{total} = tempo total de duração do estímulo.

O gráfico das curvas tempo-intensidade para o estímulo sabor de fruta e a Análise dos Componentes Principais são apresentados, graficamente, nas Figuras 27 e 28, respectivamente. Para a construção das curvas foram utilizadas as médias dos parâmetros de cada amostra.

O experimento apresentou boa repetibilidade e as amostras ficaram distintas umas das outras. A P1-SAC caracterizou-se principalmente pelo parâmetro T_I_{max}, enquanto a P1-ASP foi caracterizada pelos atributos I_{max}, T_{total} e Área e a amostra P2-SAC pelos atributos Área e T_{total}. As amostras P1-EST e P3-SAC apresentaram as menores médias, não sendo caracterizadas por nenhum parâmetro especificamente (Figura 28).

A maior I_{max} foi observada para a sacarose na amostra P2-SAC, seguida pela amostra P1-SAC e P1-ASP. Na ADQ a amostra P2-SAC foi a que apresentou

as maiores médias para sabor de cupuaçu e aroma de cupuaçu, caracterizando-se como a polpa mais saborosa entre as três avaliadas.

Dentre os edulcorantes, o aspartame foi o que apresentou maior I_{max} para o atributo sabor de cupuaçu. Outros trabalhos também evidenciaram que o aspartame intensifica o sabor de alimentos preparados com frutas (WISEMAN; McDANIEL, 1991; BALDWIN; KORSCHGEN, 1979).

A estévia e a amostra preparada com a polpa P3 adoçada com sacarose (P3-SAC) foram as que apresentaram os menores valores, sendo significativamente semelhantes para todos os atributos avaliados, com exceção da Área.

Umbelino (2005), em estudo com suco obtido de polpa e de concentrado de manga, também observou que a sacarose exibiu a maior intensidade máxima, porém o aspartame apresentou o maior tempo total de duração do estímulo, indicando potencialização do sabor de fruta. A estévia foi o edulcorante que apresentou a menor intensidade máxima e o menor tempo total de duração do estímulo. Resultados semelhantes foram encontrados no presente trabalho.

Verificou-se correlação linear (positiva) entre os atributos: I_{max} e Área (0,86), I_{max} e T_{total} (0,90) e Área e T_{total} (0,91).

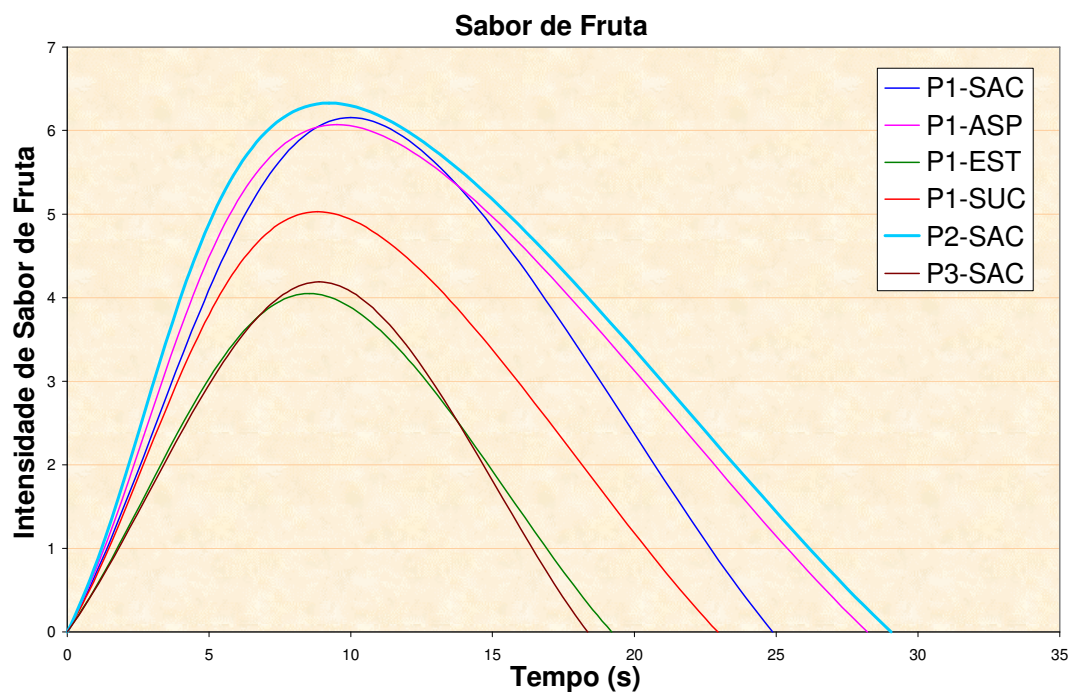


Figura 27. Curvas tempo-intensidade para o estímulo sabor de fruta de suco de cupuaçu adoçado

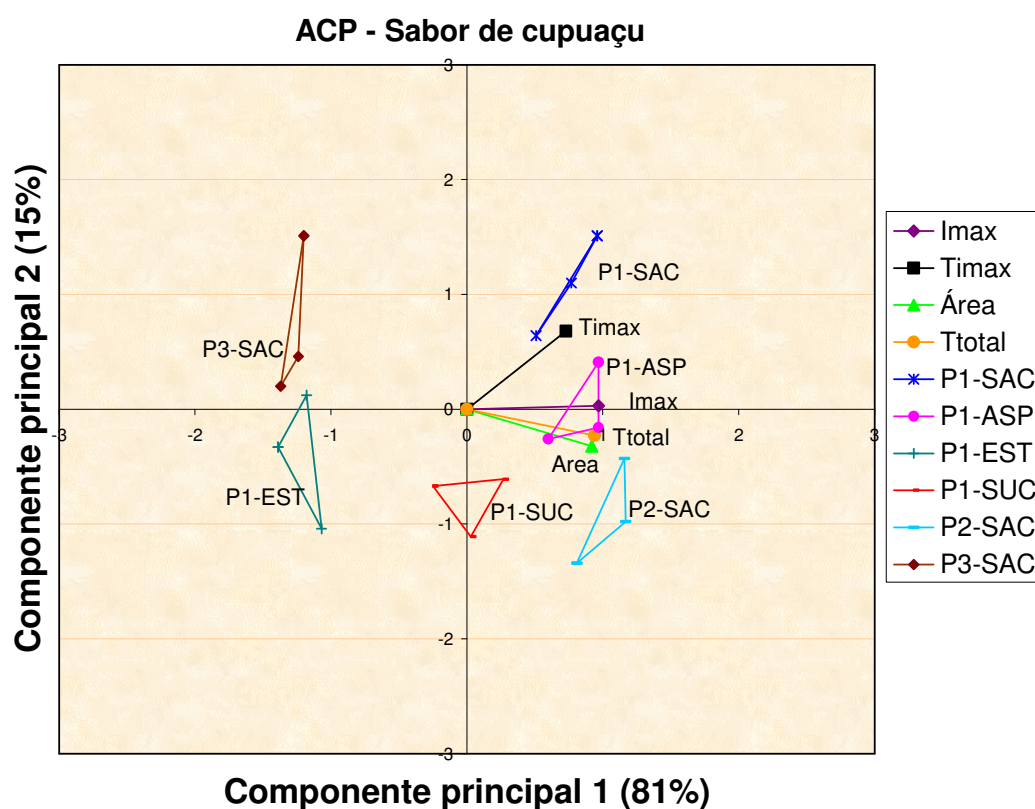


Figura 28. Análise de componentes principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o estímulo sabor de fruta de suco de cupuaçu adoçado

6.6 TESTES DE ACEITAÇÃO E MAPA DE PREFERÊNCIA

No teste de aceitação, foram avaliados os atributos aparência, aroma, sabor e impressão global. Os resultados foram avaliados estatisticamente por Teste de Médias de Tukey ($p \leq 0,05$) e estão apresentados na Tabela 20.

A amostra P3-SAC foi significativamente diferente ($p > 0,05$) das outras amostras em relação a todos os atributos avaliados. O suco obtido dessa polpa mostrou-se menos viscoso, mais pobre de aroma e sabor e com coloração menos intensa do que os das outras polpas.

As amostras P1-SAC, P1-ASP, P1-SUC e P2-SAC não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$) em relação a todos os atributos avaliados. A P1-EST foi semelhante apenas em relação aos atributos aparência e aroma, porém diferiu significativamente ($p > 0,05$) em relação ao sabor e impressão global.

A amostra adoçada com aspartame (P1-ASP) apresentou as maiores médias para impressão global e sabor, porém não diferiu significativamente das outras amostras ($p > 0,05$). Enquanto que a amostra adoçada com estévia apresentou as menores médias para sabor e impressão global (Tabela 20). Segundo a observação de alguns provadores, a estévia conferiu ao suco de cupuaçu um forte sabor residual amargo, o que foi confirmado nos testes de ADQ e ATI.

As preferências e rejeições das amostras pelos provadores foram avaliadas através de testes de intenção de compra e expressos na forma de histograma de barras.

A Figura 29 ilustra a atitude dos consumidores em relação à intenção de compra do suco de cupuaçu, adoçado com os diferentes edulcorantes e com a sacarose.

A maioria dos provadores provavelmente compraria o suco de cupuaçu adoçado com sacarose, aspartame e sucralose. Em relação à P3-SAC, 38% dos consumidores provavelmente não comprariam essa amostra, enquanto 49% dos consumidores certamente não comprariam a amostra adoçada com estévia (P1-EST).

Tabela 20. Médias da análise de aceitação das amostras de suco de cupuaçu adoçadas a 8% de equivalência de doçura (N=100).

Amostras	Aparência	Aroma	Sabor	Impressão Global
P1-Sac	6,99 ^a	6,70 ^a	6,38 ^a	6,54 ^a
P1-Asp	7,12 ^a	6,68 ^a	6,56 ^a	6,72 ^a
P1-Est	7,02 ^a	6,36 ^a	3,92 ^c	4,68 ^c
P1-Suc	7,17 ^a	6,44 ^a	6,26 ^a	6,47 ^a
P2-Sac	7,02 ^a	6,47 ^a	6,4 ^a	6,51 ^a
P3-Sac	5,71 ^b	5,95 ^b	5,49 ^b	5,64 ^b
DMS*	0,3910	0,3953	0,5557	0,4691

* Diferença Mínima Significativa obtida no teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$)
. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p > 0,05$).

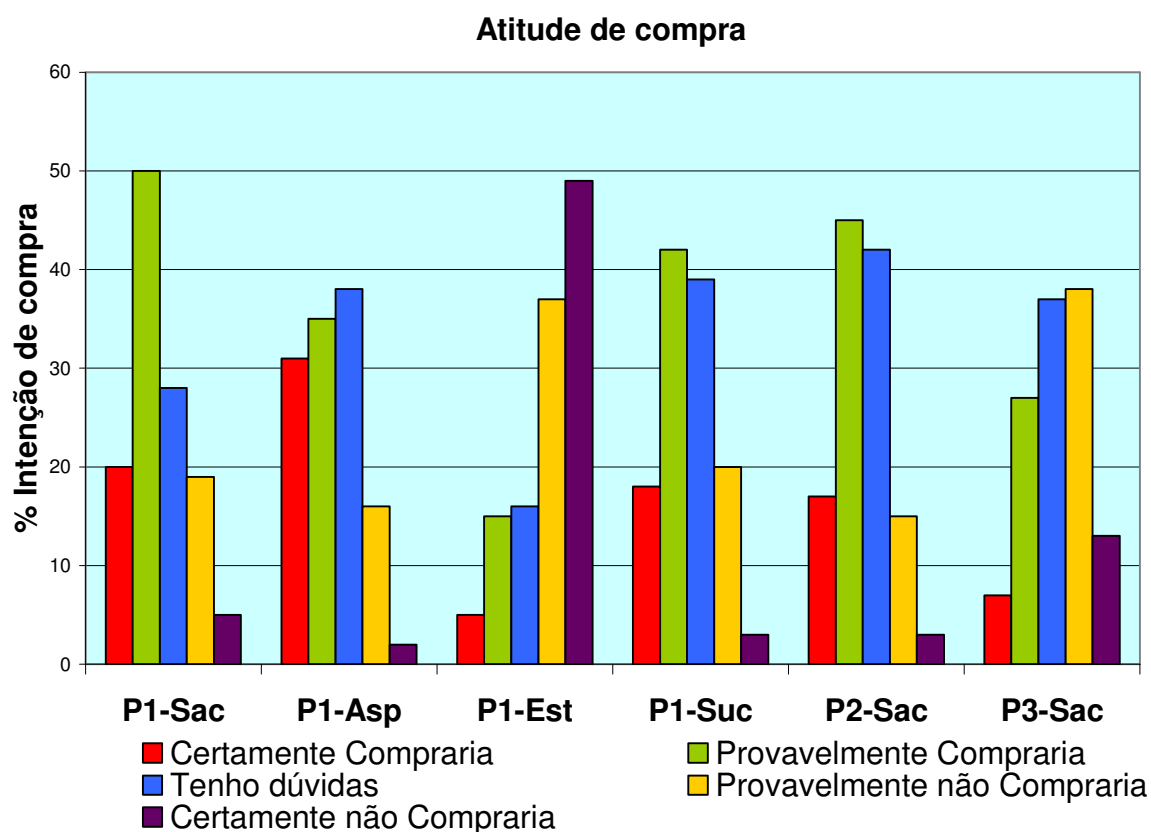


Figura 29. Gráfico da avaliação da intenção de compra, em relação ao suco de cupuaçu adoçado com diferentes edulcorantes e com sacarose.

O mapa interno de preferência das amostras de suco de cupuaçu adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose está apresentado na Figura 30.

Os vetores representam a preferência de cada um dos 123 consumidores. As dimensões 1 e 2 explicam juntas 70,43% da variação ocorrida entre as amostras.

De acordo com o mapa de preferência interno, as amostras P1-EST e P3-SAC foram as amostras menos preferidas pelos consumidores, ficando localizadas em regiões distantes das demais amostras e da região que caracteriza a maior aceitação pelos consumidores.

O aspartame e a sucralose, edulcorantes cujo comportamento sensorial mais se assemelhou ao da sacarose na ADQ e na análise tempo-intensidade, foram os mais aceitos pelos provadores em suco de cupuaçu.

As amostras P1-SAC e P1-ASP ficaram posicionadas na mesma região do gráfico, indicando que estas foram igualmente preferidas pelos consumidores. As amostras P1-SUC e P2-SAC também foram as mais preferidas pelos consumidores, embora tenham ficado situadas em diferentes pontos no mapa.

Esses dados confirmam os resultados obtidos através das análises de ADQ e ATI, onde os edulcorantes aspartame e sucralose apresentaram comportamento sensorial similar ao da sacarose, obtidas de uma mesma polpa.

6.7 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO SUCO E DA POLPA DE CUPUAÇU

6.7.1 Do suco de cupuaçu

As determinações físico-químicas das 6 amostras de suco de cupuaçu foram realizadas no Laboratório de Bioquímica Nutricional do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP. Todas as análises foram feitas em triplicata, imediatamente após o preparo das amostras. Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Composição físico-química de amostras de suco de cupuaçu, obtidas a partir de 3 polpas comerciais, adoçados com sacarose, aspartame, estévia e sucralose a 8% de equivalência de doçura.

Amostras	pH	Acidez total Titulável (% de ácido cítrico)	°Brix (%)	Sólidos Totais (%)	Ácido ascórbico (mg/100g de suco)
P1-SAC	3,38 ^a	0,41 ^a	(10,0 ^o) ^a	12,2 ^a	2,54 ^a
P1-ASP	3,37 ^a	0,44 ^a	(2,8 ^o) ^c	2,78 ^c	2,35 ^b
P1-EST	3,30 ^b	0,42 ^a	(2,9 ^o) ^c	2,84 ^c	2,23 ^b
P1-SUC	3,36 ^a	0,43 ^a	(2,8 ^o) ^c	2,79 ^c	2,06 ^b
P2-SAC	3,17 ^c	0,51 ^a	(10,3 ^o) ^a	12,3 ^a	2,63 ^a
P3-SAC	3,37 ^a	0,20 ^b	(8,7 ^o) ^b	9,24 ^b	1,85 ^c
DMS*	0,031	0,136	0,099	0,036	0,077

*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

**D.M.S.= Diferença mínima significativa

O pH das amostras variou de 3,17 (P2-SAC) a 3,38 (P1-SAC). Em comparação com as polpas, a amostra P2-SAC foi a mais ácida, característica observada também na ADQ, onde a amostra apresentou os maiores valores para aroma e gosto ácidos. As amostras adoçadas com aspartame e sucralose não diferiram significativamente da sacarose, porém a estévia apresentou pH um pouco mais ácido (pH 3,30) dos que os outros edulcorantes.

Valor semelhante para pH de suco de cupuaçu foi observado por Bueno e outros (2002) em estudo sobre a qualidade de polpas de frutas congeladas, onde o suco da polpa de cupuaçu (100g), diluída em 200mL de água, sem a adição de açúcar, apresentou pH 3,30.

Em relação à acidez titulável, apenas a P3-SAC, diferiu significativamente ($p < 0,05$) das demais amostras, apresentando o menor valor para este atributo (Tabela 7).

Sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias, tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas, usadas como índice dos açúcares totais em frutos, indicando o seu grau de maturidade (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

As amostras adoçadas com edulcorantes não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$) em relação ao teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), assim como as amostras P1-SAC e P2-SAC adoçadas com sacarose. Porém, o valor de $^{\circ}$ Brix para a amostra P3-SAC foi aproximadamente 15% menor do que o apresentado pelas outras amostras adoçadas com sacarose.

A quantidade de sólidos solúveis na fruta pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a época em que a fruta foi colhida. Períodos chuvosos aumentam a diluição dos sólidos na fruta e conseqüentemente diminuem o seu valor de $^{\circ}$ Brix. Em outros casos, a diminuição dos valores de sólidos solúveis pode ser explicada pela adição de água na polpa pelo próprio fabricante (BUENO *et al.*, 2002).

Para a determinação de vitamina C, as amostras foram preparadas momentos antes de serem analisadas. A vitamina C é altamente degradável, é estável apenas em meio ácido e na ausência de luz, de oxigênio e de calor (OLIVEIRA, *et al.*, 1999).

Os resultados da análise de vitamina C mostram que as amostras adoçadas com edulcorantes não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$). As amostras P1-SAC e P2-SAC apresentaram as maiores médias para este parâmetro. No entanto, a amostra P3-SAC apresentou a menor média para teor de vitamina C. Esse dado foi confirmado pela determinação de acidez total titulável, em que a amostra P3-SAC também exibiu a menor média em relação às demais amostras (Tabela 7).

As amostras de suco de cupuaçu adoçadas com aspartame e estévia foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) em relação à quantidade de vitamina C.

As amostras de suco de cupuaçu foram avaliadas também em relação à cor. Os resultados estão apresentados na Tabela 9.

TABELA 9. Determinação de cor para o suco de cupuaçu adoçado com sacarose, aspartame, sucralose e estévia a 8% de equivalência de doçura

Amostras	Parâmetros Hunter L, a, b		
	L	a	b
P1-SAC	56,80 ± 1,94 ^a	(-2,25) ± 0,09 ^{ab}	9,10 ± 0,94 ^a
P1-ASP	60,67 ± 1,68 ^a	(-2,26) ± 0,13 ^{ab}	10,24 ± 0,86 ^a
P1-EST	57,63 ± 2,02 ^a	(-2,45) ± 0,06 ^a	8,75 ± 0,88 ^a
P1-SUC	57,03 ± 1,72 ^a	(-2,49) ± 0,06 ^a	8,27 ± 0,58 ^a
P2-SAC	47,43 ± 0,64 ^{ab}	(-2,34) ± 0,04 ^a	4,44 ± 0,28 ^b
P3-SAC	39,79 ± 0,71 ^b	(-2,01) ± 0,03 ^b	1,88 ± 0,23 ^c
D.M.S.*	0,0465	0,0652	0,0551

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si (p>0,05)
D.M.S.= Diferença mínima significativa

As medidas instrumentais referentes às cores branca (L) e amarela (b) foram semelhantes (p>0,05) entre si, com exceção da polpa P2-SAC, seguida da polpa P3-SAC, que apresentaram menor intensidade dessas cores em relação às demais amostras (Tabela 9).

De modo geral, a amostra P3-SAC apresentou características físico-químicas diferentes quando comparadas às amostras das outras polpas adoçadas com sacarose, com valores inferiores para acidez total titulável, °Brix, sólidos totais, ácido ascórbico e cor.

Segundo Oliveira e outros (1999), as variações dos parâmetros avaliados podem ser atribuídas às diferenças de qualidade das matérias primas, que são adquiridas de diferentes fontes, ou ainda às condições de processamento inadequadas, congelamento lento, entre outros, levando a uma grande heterogeneidade do produto final. Os autores sugerem maior rigor na escolha dos fornecedores, seleção criteriosa da matéria prima, de modo que apresentem homogeneidade com relação aos diversos parâmetros de qualidade. Outros procedimentos, tais como processamento imediato dos frutos, utilização de congelamento rápido, mão-de-obra qualificada na produção, aplicação do sistema de APPCC e adoção das BPF também devem ser empregados como forma de garantir a qualidade do produto.

6.7.2 Da polpa congelada de cupuaçu

Foram feitas determinações de pH e °Brix para as 3 polpas, os resultados estão apresentados na Tabela 8.

Segundo o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de cupuaçu, sem estar diluída e/ou adoçada, deve apresentar o mínimo de: 9°Brix; pH 2,60; acidez total (ácido cítrico) (g/100g) de 1,5; ácido ascórbico (mg/100mg) de 18,00; açúcares totais naturais do cupuaçu (g/100g) de 6,00 e sólidos totais (g/100g) de 12,00 (BRASIL, 2000).

Tabela 8. Determinação de pH e °Brix das polpas de cupuaçu

Amostras	pH	°Brix
Polpa Ricaeli (P1)	3,16	11,0 °Brix
Polpa Brasfrut (P2)	3,06	11,1 °Brix
Polpa De Marchi (P3)	3,15	4,5 °Brix

As polpas P1 e P3 apresentaram valores muito próximos de pH, porém a polpa P2 se mostrou mais ácida.

A acidez é um importante parâmetro na avaliação do estado de conservação de um produto alimentício. Normalmente nos processos de decomposição do alimento, como hidrólise, oxidação e/ou fermentação, a acidez é alterada. Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos e têm influência no sabor e odor dos alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Em relação aos teores de °Brix, a polpa P3 apresentou teor de 4,50 °Brix, 50% a menos do que o recomendado pelo Regulamento Técnico para PIQ (BRASIL, 2000) para polpa de cupuaçu, estando fora dos padrões de qualidade (Tabela 8). As outras amostras apresentaram valores similares, próximos a 11,00 °Brix, estando de acordo com o PIQ. Os resultados foram proporcionais aos obtidos para o suco de cupuaçu (Tabela 7).

Santos *et al.* (2004) avaliaram qualitativamente polpas congeladas de diversas frutas produzidas pela Sufruts, do Maranhão. A polpa de cupuaçu, não diluída e não adoçada, foi analisada apresentando os seguintes resultados: pH 3,05; sólidos solúveis de 10,76 °Brix e vitamina C (mg/100g) de 34,36. Todos esses valores estavam em concordância com a legislação quanto aos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ).

Chaar (1980) e Oliveira (1981) observaram valores bem próximos para a polpa de cupuaçu, com pH entre 3,2 e 3,6 e °Brix de 10,5 a 10,8.

6.8 CORRELAÇÃO DOS DADOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS

Os dados sensoriais obtidos a partir da ADQ foram correlacionados com os dados físico-químicos.

O atributo sensorial corpo foi correlacionado com os parâmetros físico-químicos °Brix e Sólidos Totais para as amostras adoçadas com sacarose obtidas das 3 diferentes polpas (Figura 31a), assim como para as amostras adoçadas com os diferentes edulcorantes, tendo a sacarose como referência (Figura 31b).

Pode-se verificar correlação linear entre o atributo corpo e os parâmetros °Brix e Sólidos Totais para as amostras adoçadas com sacarose preparadas com as 3 diferentes polpas (Figura 31a). Porém, não foi observada correlação entre esses parâmetros nas amostras adoçadas com os edulcorantes e sacarose (Figura 31b).

De acordo com os resultados, a polpa P3, apresentou os menores valores para teor de °Brix e Sólidos Totais que refletiu em menor percepção do atributo sensorial corpo.

Em relação aos diferentes edulcorantes, em comparação com a sacarose, percebeu-se que a adição de sacarose resultou em níveis superiores de teores de °Brix e Sólidos Totais e que este efeito foi percebido sensorialmente como um aumento na intensidade do atributo corpo no suco de cupuaçu.

Já o atributo sensorial gosto ácido foi correlacionado com os parâmetros físico-químicos pH, acidez e vitamina C para as amostras adoçadas com sacarose

obtidas das 3 diferentes polpas (Figura 32a) e para as amostras adoçadas com os diferentes edulcorantes tendo a sacarose como referência (Figura 32b).

Verificou-se correlação linear entre o atributo gosto ácido e os parâmetros de pH, acidez e vitamina C para as amostras adoçadas com sacarose preparadas com as 3 diferentes polpas (Figura 32a). Porém, não foi observada correlação entre esses parâmetros nas amostras adoçadas com os edulcorantes (Figura 32b).

A amostra obtida a partir da polpa P3 apresentou os menores valores para os parâmetros pH, acidez e vitamina C, e isso refletiu numa percepção menos acentuada do gosto ácido (GAC) na amostra em comparação com as outras polpas.

Em relação aos edulcorantes, estes apresentaram valores próximos aos obtidos para a amostra adoçada com sacarose e obtida da mesma polpa para todos os parâmetros avaliados.

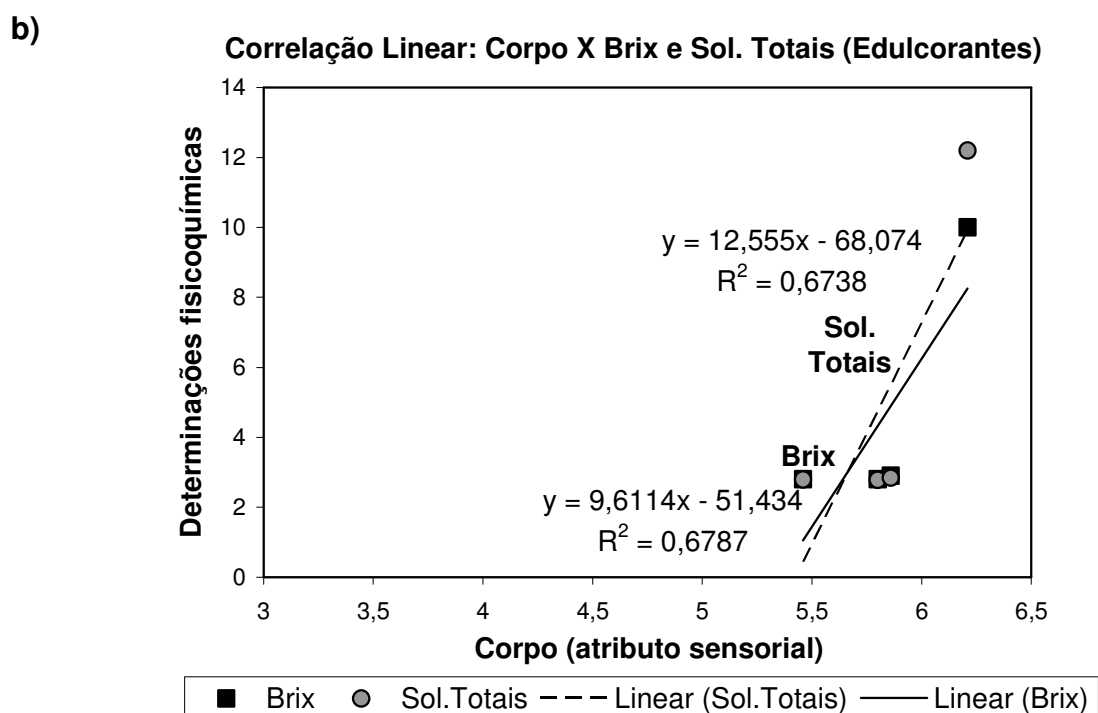
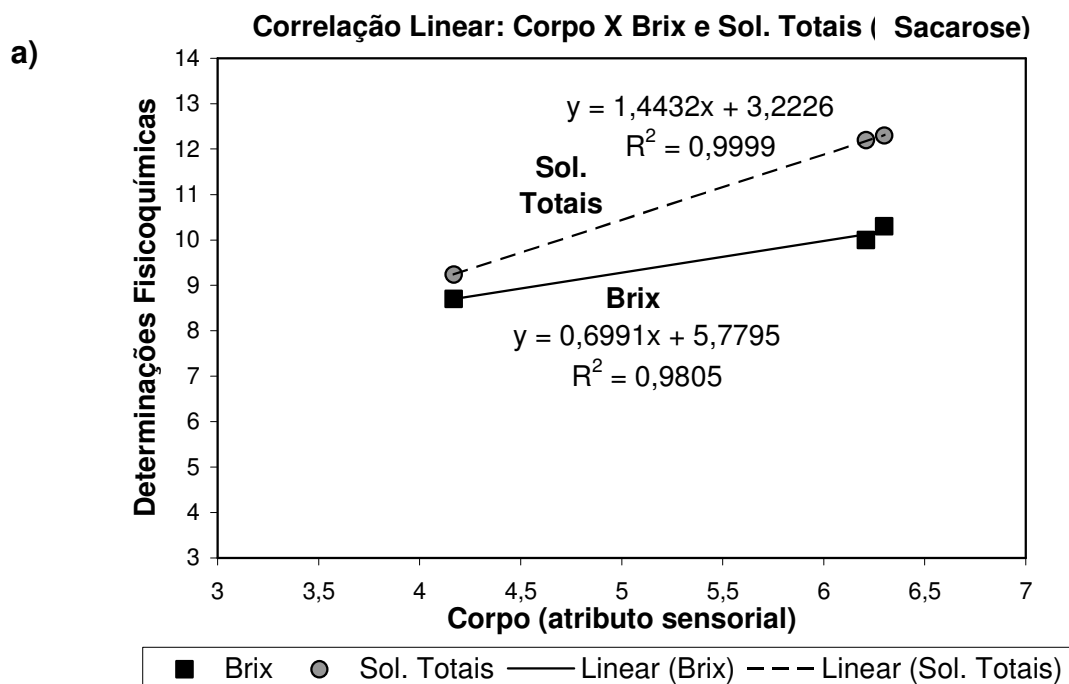


Figura 31. Correlação do atributo sensorial corpo com os parâmetros físico-químicos °Brix e Sólidos Totais para: **a)** amostras adoçadas com sacarose obtidas das 3 diferentes polpas e **b)** amostras adoçadas com os diferentes edulcorantes.

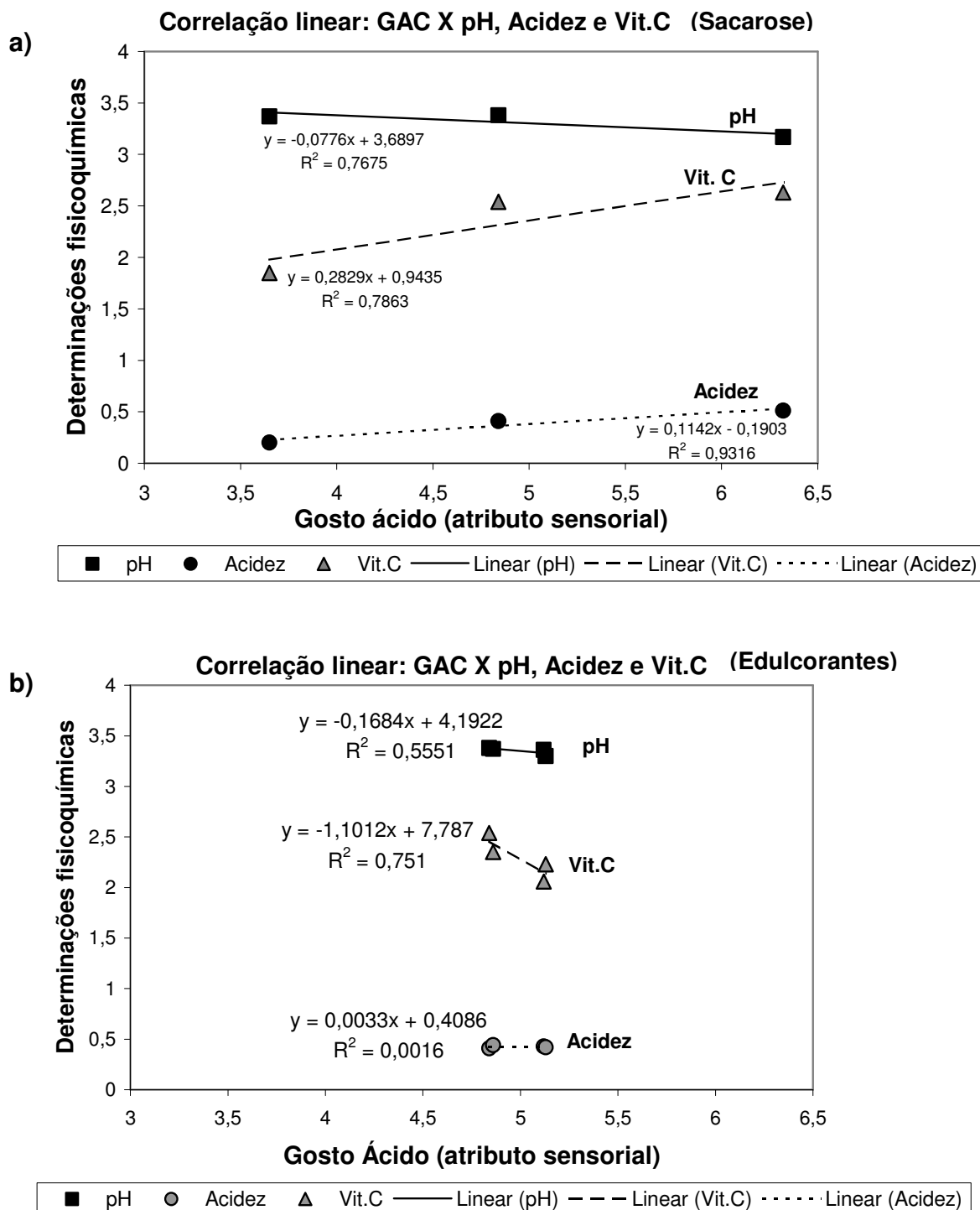


Figura 32. Correlação do atributo sensorial Gosto Ácido com os parâmetros físico-químicos pH, acidez e vitamina C para: **a)** amostras adoçadas com sacarose obtidas das 3 diferentes polpas e **b)** amostras adoçadas com os diferentes edulcorantes.

7 CONCLUSÕES

- A concentração ideal de sacarose a ser adicionada no suco de cupuaçu foi de 8,0%.
- As concentrações de aspartame e sucralose equivalentes a 8,0% de sacarose em suco de cupuaçu estão dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira. Em relação à estévia, esses limites foram ultrapassados, provavelmente, devido à presença de amargor e amargor residual, que dificultam a percepção de doçura.
- Os edulcorantes apresentaram a seguinte ordem decrescente de potencial de doçura: sucralose, 500 vezes mais doce que a sacarose; aspartame, 145,5 vezes mais doce que a sacarose; e estévia, que apresentou o menor poder edulcorante, sendo 89 vezes mais doce que a sacarose.
- Na Análise Descritiva Quantitativa para o suco de cupuaçu, o aspartame e a sucralose foram significativamente semelhantes para a maioria dos atributos, contudo o aspartame apresentou intensidade significativamente maior para os atributos aroma ácido, sabor de cupuaçu e gosto residual doce em comparação à sucralose. A estévia caracterizou-se por apresentar maior intensidade para doçura residual, amargor, amargor residual e adstringência. Em relação às polpas, a amostra P3-SAC foi significativamente diferente em relação a todas as amostras para todos os atributos avaliados, apresentando os menores valores. As amostras P1 e P2, adoçadas com sacarose, foram semelhantes para diversos atributos, porém, a amostra P2-SAC foi significativamente maior para os atributos aroma ácido, gosto doce, gosto ácido e adstringência;
- A análise de tempo-intensidade dos estímulos doce, amargo e sabor de fruta confirmou diversos resultados observados na Análise Descritiva Quantitativa, fornecendo informações importantes sobre as características temporais dos adoçantes em suco de cupuaçu.
- A curva de tempo-intensidade para doçura mostrou que o aspartame apresentou maior intensidade máxima para doçura, que persistiu por um longo período, caracterizando gosto residual doce. A estévia, apesar de ter apresentado

valor elevado para Ttotal, apresentou I_{max} menor que o aspartame, a sucralose e a amostra P2-SAC.

➤ A sucralose, em relação à percepção temporal da doçura, mostrou comportamento similar ao da amostra P2-SAC, evidenciando que esse edulcorante foi o que apresentou características sensoriais próximas às da sacarose, o que é desejável para um edulcorante.

➤ A amostra P1-SAC exibiu as menores médias para a maioria dos parâmetros da curva de tempo-intensidade de doçura, caracterizando-se por apresentar gosto doce limpo, ou seja, sem gosto residual.

➤ As curvas de tempo-intensidade para o estímulo amargo mostrou que a amostra adoçada com estévia (P1-EST) apresentou comportamento temporal em relação à intensidade de amargor, significativamente diferente das outras amostras, apresentando valores de I_{max}, Área e Ttotal elevados, indicando na amostra um forte gosto amargo que persistia por um longo período, caracterizando gosto amargo residual.

➤ O aspartame e a sucralose tiveram perfil sensorial semelhantes em relação ao estímulo amargo em suco de cupuaçu.

➤ Em relação ao sabor de fruta a amostra P2-SAC exibiu as maiores médias para todos os parâmetros avaliados, indicando que esta polpa apresentava forte sabor de cupuaçu, e que este sabor era percebido por um longo período.

➤ O aspartame foi o edulcorante que apresentou as maiores médias para I_{max} e T_{Imax} para sabor de fruta, sugerindo que este edulcorante intensificou o sabor de cupuaçu na amostra.

➤ As amostras que apresentaram menor percepção do estímulo sabor de fruta foram a P1-EST e P3-SAC.

➤ Em relação aos diferentes sucos adoçados com sacarose, as amostras preparadas com as polpas P1 e P3 foram semelhantes para todos os parâmetros de tempo-intensidade, porém a amostra preparada com a polpa P2 apresentou valores superiores para todos os parâmetros, indicando que essa amostra apresentava maior amargor e amargor residual.

➤ A aceitação das amostras de suco de cupuaçu, em relação ao sabor e à impressão global, está diretamente relacionada à presença de amargor e amargor

residual, anteriormente quantificados na Análise Descritiva Quantitativa e na análise tempo-intensidade.

- Dentre as amostras, a adoçada com sacarose e preparada com a polpa 1 (P1-SAC) foi a que apresentou maior intenção de compra pelos consumidores, enquanto a adoçada com estévia foi a que apresentou maior rejeição.
- De um modo geral, o edulcorante, cujas características sensoriais mais se aproximaram às da sacarose, em suco de cupuaçu, foi a sucralose, seguida pelo aspartame, apesar deste ter sido o mais aceito.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

1. ABIA (Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação). Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões de alimentos. [S.l.:s.n.], v.1, cap.3, p.3-36, 1991.
2. ABIAD (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais). São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.abiad.org.br>. Acesso em: 23 abril 2005.
3. ABREU, F. A. P.; BASTOS, M. S. R.; OLIVEIRA, M. E. B.; SOUZA FILHO, M. S. M.; NASSU, R. T.; MACHADO, T. F. **“Aspectos gerais de fabricação de polpas congeladas de frutas tropicais”**. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical – CNPAT/EMBRAPA, 1997;
4. AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. 1. ed. New York: Academic Press, 1965. 602p.
5. ANDERSON, K. Ingredients for reduced calorie foods. In: BIRCH, G.G. et al. Foods for the 90's. London: Elsevier Applied Science, 1990. p. 149-167;
6. ANGELUCCI, E. **Adoçantes e edulcorantes**. In: SEMINÁRIO SOBRE EDULCORANTES EM ALIMENTOS, Campinas, ITAL, 1989. Resumos... Campinas, ITAL/SBCTA, 1989. p. 1-7;
7. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS, nº 29, de 13 de janeiro de 1998a Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 30 de março de 1998. Acesso em: 01.01.2008. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=17213&word=>.

¹ * De acordo com as normas da ABNT (NBR 6023/2002)

8. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS, nº 29, de 13 de janeiro de 1998b Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 16 de janeiro de 1998. Acesso em: 01.01.2008. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97>.
9. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Considerações sobre o Uso do Edulcorante Aspartame em Alimentos.** Informe Técnico nº 17, de 19 de janeiro de 2006. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/17_190106.htm. Acesso em 25/12/2007.
10. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005 Aprova o "REGULAMENTO TÉCNICO PARA AÇÚCARES E PRODUTOS PARA ADOÇAR". D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Acesso em: 08.03.2007 [http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18830&word=\)](http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18830&word=)).
11. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of AOAC International.** edited Ig W. Horwitz 17^a ed. Washington, 2000, 850p.
12. ARJMANDI, B. H.; AHN, J.; NATHANI, S.; REEVES R. D. Dietary Soluble Fiber and Cholesterol Affect Serum Cholesterol Concentration, Hepatic Portal Venous Short-Chain Fatty Acid Concentrations and Fecal Sterol Excretion in Rats. **Journal of Nutrition**, [S.l.:s.n.], v. 122, n. 2, p. 246-253, February 1992.
13. AZE, Y., TOYODA K, IMAIDA K, HAYASHI S, IMAZAWA T, HAYASHI Y, TAKAHASHI M. Subchronic oral toxicity study of stevioside in F344 rats **Eisei Shikenjo Hokoku**. 1991;(109):48-54.
14. BALDWIN, R. E.; KORSCHGEN, B. M. Intensification of fruit-flavors by aspartame. **Journal of Food Science**, v. 44, p. 938-939, 1979.
15. BALISCHI, I. **Tratamento enzimático da polpa integral de acerola empregando as enzimas pectinex ultra SP-L e Citrozym Ultra L.** 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Eng. Química) – Faculdade de Eng. Química. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2002.

16. BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUSA FILHO, M. S. M.; LIMA, I. F. B.; SOUZA, A. C. R.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, abril, 2002;
17. BELLARDE, F. B. **Utilização de um gel estruturado de suco de maracujá (*Passiflora edulis* S.)**. 1995. 60p. Tese (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Eng. de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 1995.
18. BERTORELLI AM, CZARNOWISKI-HILL JV. Review of present and future use of nonnutritive sweeteners. **Diabetes Education**, v.16, p. 415-422, 1990.
19. BLUNDELL, J. E., GREEN, S. M. Effects of sucrose and sweeteners on appetite and energy intake. **International Journal of Obesity**, London, v. 20, n. 2, p. 12S-17S, 1996. Supplement.
20. BRASIL, Leis, Decretos, etc. Instrução normativa Nº 1 de 7 de janeiro de 2000, **Diário Oficial da União**, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção I., p. 54-58. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.
21. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Ministério as Saúde. Portaria nº 318, de 24 de novembro de 1995. Aprova o uso de sucralose com a função de edulcorante em alimentos e bebidas dietéticas. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº. 227, p. 19406, 28 nov., 1995.
22. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Ministério as Saúde. Decreto Nº 2.314, de 04 de setembro de 1997 que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 04 de setembro de 1997.
23. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Ministério as Saúde. Resolução RDC n. 271, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Açúcares e Produtos para Adoçar. **Diário Oficial da União**, Brasília, Disponível em:
<<http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18830&word=>>.
Acesso em: 11 junho 2007.

24. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ Ministério da Saúde. Resolução n.3, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos edulcorantes, estabelecendo seus limites máximos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001.
25. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.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.
26. BUENO, S. M., LOPES, M. R. V; GRACIANO, R. A. S; FERNANDES, E. C. B; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas Congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p.121-126, 2002.
27. BUCHKO, H. H. Aspartame: review of safety. **Regulatory toxicology and pharmacology**, v. 35, p. S1-S93, 2002.
28. CALZAVARA, B. B. G. **O cupuaçuzeiro** (*Theobroma grandiflorum* Schum.). Belém. (s.n.) 1982. 11 p. (Série Cultivos Pioneiros).
29. CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. Livraria Varela, São Paulo, 1995.
30. CARDELLO, H. M. A. B. **Caracterização sensorial de aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana* Berton): equivalências em doçura, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade**. 1996. 237p. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1996.
31. CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangífera indica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n.2, p.211-217, 1998.
32. CARDELLO, H. M. A. B.; DAMÁSIO, M. H. Edulcorantes e suas características: Revisão, **Boletim SBCTA**, v. 31, n.2, p. 241-248, jul/dez, 1997.
33. CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Acceptance evaluation of sugar cane brandy by sensorial affective tests and internal preference map. **Ciência e**

Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 1, 2000. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S011>. Acesso em: 15 junho de 2007.

34. CARDELLO, H.M.A.B.; DAMÁSIO, M.H. Análise tempo-intensidade dos estímulos doce e amargo de extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana* Bertoni) em doçura equivalente a sacarose em solução a 10%. In: ALMEIDA, T.C.A., HOUGH, G., DAMÁSIO, M.H., DA SILVA, M.A.A.P. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Ed. Varela, 1999, p. 199-212.
35. CARDOSO, J. M. P.; BATTOCHIO, J. R.; CARDELLO, H. M. A. B. Equi-sweetness and sweetening power of different sweetening agents in different temperatures of consumption of tea drink in soluble power. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n. 3, 2004. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612004000300025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 Aug 2007.
36. CARDOSO, J. M. P. **Análise de diferentes edulcorantes em néctar de pêssago: determinação da doçura ideal, equivalências em doçura, análise de aceitação e determinação do perfil sensorial**. 2007. Tese de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.
37. CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém, 5. ed., Museu Paraense Emílio Goeldi, Ed. CEJUP, p. 90-95, 1991.
38. CAVALCANTI, M. L. F. Aspartame. **Revista Nutrição e Imprensa**, São Paulo, n. 1, p. 6-9, 1998.
39. CAVALLINI, D. C. U., BOLINI, H. M. A. Comparação da percepção temporal de doçura, amargor e sabor de fruta em suco de manga reconstituído e adoçado com sacarose, mistura ciclamato/sacarina 2:1, aspartame, sucralose e estévia **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 361-382, jul./dez. 2005.
40. CBPA (Companhia Brasileira de Pesquisa e Análise). **Produtos dietéticos e de baixo teor de gordura: Hábitos e atitudes do consumidor**. São Paulo: Pfizer Food Science, 1995. 33p.
41. CERQUEIRA JUNIOR, N. G.; TEIXEIRA, E.; AMBONI, R. M. C. Método tempo-Intensidade: Revisão. **BOLETIM CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 1-14, jan./jun. 2007.

42. CHAAR, J. M. **Composição do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) e conservação de seu néctar por meios físicos e químicos.** 1980. 78p. Tese de Mestrado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1980.
43. CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV, 2001. 81 p.
44. COLLINS, T. F.; SPRANDO, R. L.; HANSEN, D. L.; SHACKELFORD, M. E.; WELSH, J. J. Testing guidelines for evaluation of reproductive and developmental toxicity of food additives in females. **International Journal Toxicology.** Vol. 17, p. 299–325, 1998.
45. COSTA, C. C. DA; BURNQUIST, H. L.; GUILHOTO, MARTINS, J. J. Impacto de alterações nas exportações de açúcar e álcool nas regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste sobre a economia do Brasil. **Revista de Economia Sociológica Rural**, Brasília, v. 44, n. 4, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032006000400001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 Sep 2007.
46. COSTELL, E.; DURAN, L. Sensory analysis in the quality-control of foods: 1. Introduction. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 21, n. 1, p. 1-10, 1981.
47. CUNHA, S. F. C.; SANTANA, C. S.; BARBOSA, L.; MONTEIRO, J. P.; CUNHA, D. F. Obesidade entre médicos: dados de ingestão alimentar e estilo de vida / Obesity among physicians: data about food intake and life style **REVISTA BRASILEIRA DE CLÍNICA E TERAPEUTICA**; 24 (3):91-5, 1998.
48. Da SILVA, M.A.A.P. **Avaliação de atributos sensoriais por técnicas tempo-intensidade: Avanços em Análise Sensorial**, Editores: ALMEIDA, T. C. ; HOUGH, G. ; DAMÁSIO, M. H. ; Da SILVA, M. A. A. P. São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda, 1999. 286 p.
49. DELLA LUCIA, S. M., MINIM, V. P. R., CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In. **Análise sensorial: Estudo com consumidores/ Valéria Paula Rodrigues Minim – Viçosa: Ed. UFV, Cap. 1, p. 13-50, 225p., 2006.**

50. DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, p. 284-290, 2001.
51. DUBOIS, G. E.; LEE, J. F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. **Chemistry of Senses**, v.7, p.237-247, 1983.
52. FIETZ, V. R.; SALGADO, M. S. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Ciênc. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 318-321, 1999.
53. FINER, N. Are sweeteners really useful to diabetics? In: GRENBY, T. H. **Progress in Sweeteners**. London: Elsevier Applied Science, 1989. p. 215 - 239.
54. FISBERG, M. Obesidade na infância e adolescência. **Pediatria Moderna**, v.29, n.2, p.103-8, 1993.
55. FREITAS, S. M. L. F. **Alimentos com alegação diet ou light: Definições, legislação e implicações no consumo**. Editora Atheneu, São Paulo, 2005.
56. FUH, W. S.; CHIANG, B. H. Purification of stevioside by Membrane and Ion Exchange Processes. **Journal Food Science**, Chicago, v. 55, n. 5, p. 1454 -1457, 1990.
57. FUOCO, T. H. Dietéticos buscam sua identidade. **Química & Derivados**, São Paulo, p. 21-23, Abr. 1991.
58. GARROW; J. S. **Treatment of obesity**. The Lancet, n. 340, p. 409-413, 1992.
59. GOTO, A.; CLEMENTE, E. Influência do Rebaudiosídeo A na Solubilidade e no Sabor do Esteviosídeo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 3-6, 1998.
60. GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de Geléias *light* de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 25(4): 629-635, out.-dez. 2005;

61. GRICE, C. H.; GOLDSMITH, L. A. Sucralose—an overview of the toxicity data. **Food and Chemical Toxicology**, v. 38, Supplement 2, p. 1-6, July 2000.
62. HOSSENLOP, J., *et al.* Preferences for foods sweetened with sucrose, aspartame or acesulfame K. **Food Quality and Preference**, v.2, pp. 65–73, 1990.
63. HÜHN, S.; LOURENÇO JR., J. B.; CARVALHO, L. O. D. M.; NASCIMENTO, C. N. B.; VIEIRA, L. C. Iogurte de leite de búfala com sabores de frutas da Amazônia. **EMBRAPA/CPATU**. Circular técnica n.23, Belém/PA, 13p, 1981.
64. IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Exportação de Sucos de Frutas Tropicais Requerimentos de Qualidade, Barreiras Técnicas e Sanitárias**. Workshop ALCUE - Food 2005. Disponível em: <http://www.alcuefood.org/online/files/contenidos/ftp3/SP012.pdf> Acesso em: 25/12/2007.
65. ISMA, N.; KAKAYAMA, O. Sensory evaluation of stevioside as a sweetener. **Shokuhin Sogo Kenkyusho Kenkyu Hokoku**, v. 31, p. 80-85, 1976.
66. JENNER, M. R. Sucralose. In: **Sweeteners: Discovery, Molecular Design and Chemoreception** (eds D.E. Walters, F. T. Orthoefer and D. E. Dubois). ACS Symposium Series 450, ACS, Washington DC, p. 68-87, 1990.
67. JORNAL DA FRUTA. **Exportações de frutas frescas brasileiras alcançam UU\$ 335,3 milhões**. Friburgo, SC. 2004. p.12.
68. KATCH, F. I.; MCARDLE, W. D. **Nutrição, Exercício e Saúde**. 4ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1996.
69. KETELSEN, S. M.; KEAY, C. L.; WIET, S. G. Time-Intensity Parameters of Selected Carbohydrate and High Potency Sweeteners. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 6, p. 1418–1421, 1993.
70. KIM, S. H.; DUBOIS, G. E. Natural high potency sweeteners, chapter 6. In: Marie, S.; Piggot, J. R. **Handbook of sweeteners**. AVI, USA, 1991.

71. KROYER, G. T. The Low Calorie Sweetener Stevioside: Stability and Interaction with Food Ingredients **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**. Volume 32, Issue 8, p. 509-512, December, 1999.

72. KUCZMARSKI RJ, FLEGAL KM, CAMPBELL SM, JOHNSON CL. Increasing prevalence of overweight among US adults. **The National Health and Nutrition Examination Surveys**, 1960 to 1991. JAMA 1994; 272: 205-211.

73. KUMANYIKA, S., JEFFERY, R W, MORABIA, A., RITENBAUGH, C. and ANTIPATIS, V. J. Obesity prevention: the case for action. **International Journal of Obesity** (2002). Vol. 26, N. 3, p.425-436, Disponível em: www.naturesj.com=ijo=index.html (2002) 26, 425 – 436. DOI:10.1038=sj=ijo=0801938 .

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

75. LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York : Chapman & Hall, 1998.

76. LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E. Interações nutricionais em estévia [Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni]. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 351-357, 1997.

77. LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Aspectos Tecnológicos de Produtos de Panificação e Massas Alimentícias com Teor Calórico Reduzido. **Boletim SBCTA**, v. 37, n. 1, p 1-8, 2003.

78. LUCAS, B. L. Nutrição na infância. In: MAHAN, L. Kathleen; ESCOTT-STUMP, Sylvia Krause. **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. 11.ed. São Paulo: Roca, 2005. p. 247-263.

79. LYNCH, P. M. Sugar and fat substitutes: challenge for today and tomorrow. **Diabetes Educ**, v.16;p.101-105, 1990.

80. MATSUI, M.; MATSUI, K. ; KAWASAKI, Y.; ODA, Y.; NOGUCHI, T.; KITAGAWA, Y.; SAWADA, M.; HAYASHI, M.; NOHMI, T.; YOSHIHIRA, K.;

ISHIDATE JR, M.; SOFUNI, T. Evaluation of the genotoxicity of stevioside and steviol using six in vitro and one in vivo mutagenicity assays. **Mutagenesis**. Vol. 11 no. 6 pp. 573-579, 1996.

81. MATTA, V. M. **Estudo da utilização dos processos de separação por membrana para obtenção de suco de acerola clarificado e concentrado**. 1999. 177p. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Faculdade de Eng. de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1999.
82. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. Florida, USA: CRC Press, 1999. 354 p.
83. MONTEIRO, M. A. M; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. F.; CHAVES, J. B. P.; CARDELLO, H. M. A. B. Sensorial profile of beverage coffee (*Coffea arabica* L.) determined by analysis time-intensity. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol.25, n. 4, Campinas, Oct./Dec, 2005, Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120612005000400024&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 29 setembro 2007.
84. MONTIJANO, H.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; BORREGO, F. Propriedades tecnológicas y regulación de los edulcorantes de alta intensidad em la Unión Europea. **Food Science. Technol. Internacional.**, v. 4, p.5-16, 1998.
85. MORI, E. E. M. Análise sensorial de adoçantes e edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 12, vol.2, p. 101-115, jul/dez, 1992.
86. MORRIS, K. L., ZEMEL, M. B. Glycemic index, cardiovascular disease and obesity. **Nutrition Review**, New York, v. 57, n. 9, pt. 1, p. 273-276, 1999.
87. MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Foods & Nutrition Press, 1983, 605p.
88. MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Reinhold, 1992. 240 p.
89. NICOL, W. M. Sucrose, the optimum sweetener. In: BIRCH, G. G. & PARKER, K. J. **Nutritive sweeteners**. London. Applied Science Publishers, 1982, 373p.

90. NIH (National Institutes of Health). **Methods for voluntary weight loss and control**. Technology Assessment Conference. Bethesda, MD: 1992.
91. NIH (National Institutes of Health). National Heart, Lung, and Blood Institute. **Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults** – The evidence report. Obes Res 6 (suppl 2):51S, 1998.
92. **NUTRASWEET** Co. Citação e referências a documentos eletrônicos [online]. Disponível: <[http:// www.aspartame.com.html](http://www.aspartame.com.html)>. Acesso em 09 de março de 2004.
93. OLIVEIRA JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. **Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica cupuaçu** – Coordenação: Valdeneide de Melo Parente - Instituto Superior de Administração e Economia ISAE/Fundação Getúlio Vargas (FGV). 2003. Disponível em: http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/cupuacu.pdf: Acesso em: 21 oct 2007;
94. OLIVEIRA JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. 2003 Projeto: **Potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica cupuaçu** – Coordenação: Valdeneide de Melo Parente - Instituto Superior de Administração e Economia ISAE/Fundação Getúlio Vargas (FGV). Disponível em: http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/cupuacu.pdf: Acesso em: 21 oct 2007.
95. OLIVEIRA, M. L. S. **Contribuição ao aproveitamento industrial do cupuaçu (Theobroma grandiflorum Schum.)**. 1981. 158p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Eng. de Alimentos. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 1981.
96. OYAMA, A. K. **Cupuaçu: Potencialidades e mercado, algumas especulações**. In: Workshop sobre culturas de cupuaçu e pupunha na Amazônia, 1., 1996, Manaus. Anais... Manaus: Embrapa-CPAA, Documentos, 6, p. 85-95, 1996.
97. PACHIONE, R. Indústria do diet engorda as vendas. **Revista Química e Derivados**. Ed. 434. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/revista/qd419/edulcorantes1.htm>>. Acesso em: 1 jun. 2005.

98. PORTMANN, M.O.; SERGHAT, S.; MATHLOUTHI, M. Study of some factors affecting intensity/time characteristics of sweetness. **Food Chemistry**, v. 44, p. 83-92, 1992.
99. PRODUTOS POTENCIAIS DA AMAZÔNIA. **Cupuaçu - Opções de investimentos na Amazônia Legal** - Produtos florestais não-madereiros e piscicultura. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal/Superintendência da Zona Franca de Manaus/Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/Grupo de Trabalho Amazônico, Brasília, 1998.
100. REINHARDT, D. H. Avanços tecnológicos na fruticultura tropical. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**. Brasília: v. 15, n. 4, p. 18-21, dez.1996.
101. REZENDE, S. L.; BERGAMASCO, R.; MACHADO, N. R. C. F.; ANDRADE, C. M. G.; RIBEIRO, R. M.; URIO, H. Purificação do extrato aquoso de *Stevia rebaudiana* Bertoni através dos processos com zeólitas e membranas. *Acta Scientiarum Technology*, Maringá, v. 26, no. 1, p. 21-26, 2004;
102. ROBERTS, A.; RENWICK, A. G., SIMS, J.; SNODIN, D. J. Sucralose metabolism and pharmacokinetics in man. **Food Chemistry Toxicology** 38 Suppl 2:S31-41, 2000;
103. RODRIGUES, C. O perfil das indústrias de produtos diet e light. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, n. 58, p. 55-58, June 1995.
104. ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, J. N. S.; SILVA, E. M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **European Food Research and Technology**, Springer - Verlag, Zeitschrift für Lebensmittel, 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com>>. Acesso em: 11 out. 2004;
105. ROSADO, E. L.; MONTEIRO, J. B. R. Obesidade e a substituição de macronutrientes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 2, Campinas-SP, maio/ago 2001.

106. SALMINEN, S.; HALLIKAINEN, A. Sweeteners In: **Food Additives** – 2^o Edition, Revised and Expanded. Edited by A. L. Branen; P. M. Davidson; S. Salminen and J. H. Thorngate III – Maecel Dekker, Inc., New York, Basel, 2002.

107. SANTOS, F. A.; SALLES, J. R. J.; CHAGAS FILHO, E.; RABELO, R. N. Análise qualitativa de polpas congeladas de frutas, produzidas pela SUFRUTS, MA. Higiene Alimentar, v. 18, n. 119, p. 18-22, 2004.

108. SAS institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA Inst., 1993.

109. SEIDELL JC. Obesity in Europe: scaling an epidemic. **International Journal Obesity Relat. Metab. Disord.**, 1995. 19 (Supl 3): S1–S4.

110. SILLIMAN, K.; COULSTON, A. M. Sugars in the diet. In: KRETCHMER, Norman; HOLLENBECK, Clarie B. **Sugars and Sweeteners**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 17 - 35.

111. STEVITA (Steviafarma Industrial S/A). Disponível em: http://www.stevita.com.br/dossie_frameset.htm. Acessado em: 15/03/2007.

112. STONE, H.; OLIVER, S.M. Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. **Journal Food Science.**, v.34, p.215-222, 1969.

113. STONE, H.; SIDEL, J. L. OLIVER; WOOSLEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**. v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

114. STONE, H.; SIDEL, J. L., **Sensory evaluation practies**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1993. 336 p.

115. SUTTAJIT, M., VINITKETKAUMNUEN, U.; MEEVATEE, U.; BUDDHASUKH, D. Mutagenicity and human chromosomal effect of stevioside, a sweetener from *Stevia reubadiana* Bertoni. Environmental Health perspective, v. 101, n.3, p. 53-56, 1993.

116. SWARTZ, M. L. Sensory screening of synthetic sweeteners. Using time-intensity evaluations. **Journal Food Science**, Chicago, v. 45: 577-81, 1980.

117. TOKARSKI, M. Dieta da lucratividade. **Correio Braziliense**, Brasília, 08 dez. 2003.
118. TOSKULKAO, C.; CHATURA, T. L.; TEMCHAROEN, P.; GLINSUKON, T. Acute toxicity of stevioside, a natural sweetener, and its metabolite, steviol, in several animal species. **Drug and Chemical Toxicology**. 1997 Feb-May;20(1-2):31-44.
119. TOZETTO, A. **Controle da qualidade de edulcorantes em adoçantes comerciais via espectrometria e métodos de calibração multivariada**. 2005. 144p. Tese (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.
120. TROIANO, RP, FLEGAL KM, KUCZMARSKI RJ, CAMPBELL SM, JOHNSON CL. Overweight prevalence and trends for children and adolescents: the National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. **Archiv Pediatr. Adolesc. Med.**, v. 149: p.1085–1091, 1995.
121. TUNALEY, A.; THONSON, D. M. H.; Mc EWAN, J. A. Determination of equisweet concentration of nine sweeteners using a relative rating technique. **Ind. Journal Food Science. Technology.**, v. 22, p. 627-635, 1987.
122. UMBELINO, D. C. **Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise de tempo-intensidade de suco e polpa de manga (*Mangífera indica* L.) adoçados com diferentes edulcorantes**. 2005. 226p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2005.
123. VELHO, C. C., CHARLES, D. J., SIMON, J. E. Volatile fruit constituents os theobroma grandiflorun. **Hortscience**, v.26, n. 5, p. 608-611, 1991.
124. VELHO, C. C.; WHIPKEY, A.; JANICK, J. Cupuassu: a new beverage crop for Brazil. In: J. Janick and J. E. Simons (eds), **Advances in New Crops.**, v. 1, p.372-375. Timber Press, Portland. Or., 1990.

125. VENTURIERI, G. A. Cupuaçu: A espécie, sua cultura, usos, e processamento. Contribuições de Beatriz Ronchi-Teles; Isolde Dorothea Kossmann Ferraz; Maurice Lourde; Neusa Hamada. **Clube do cupu**, 1993.
126. VETORAZZI, G., MacDONALD, I. **Sacarose: aspectos nutricionais e de segurança no uso do açúcar**. São Paulo: Hucitec, 1989, 226p.
127. VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade a just right scale for sweetness. **Journal Sensory Stud.**, v.3, p.1-8, 1988.
128. WIET, S.G., BEYTS, P. K. Sensory Characteristics of Sucralose and other High Intensity Sweeteners. **Journal of Food Science**, v. 57, n.4, p.1014–1019, 1992.
129. WISEMAN, J. J.; McDANIEL, M. R. Modification of Fruit Flavors by Aspartame and Sucrose. **Journal of Food Science**. Vol. 56 (6), 1668–1670, 1991.
130. XILI, L.; CHENGJIANY, B.; ERYI, X.; REIMING, S.; YUENMING, W.; HAODONG, S.; ZHIYAN, H. Chronic oral toxicity and carcinogenicity study of stevioside in rats. *Food and Chemical Toxicology*, v. 30, p. 957-965, 1992;
131. YODYINGUARD, V.; BUNYAWONG, S. Effect of stevioside on growth and reproduction. **Human Reproduction**, v. 6, p. 158-165, 1991.