

AValiação Tempo-Intensidade de Doçura e Amargor de Aspartame e Ciclamato/Sacarina em Equivalência à Sacarose em Altas Concentrações

HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI CARDELLO *
MARIA APARECIDA AZEVEDO PEREIRA DA SILVA **
MARIA HELENA DAMÁSIO ***

O objetivo do presente estudo foi caracterizar sensorialmente o aspartame e a mistura ciclamato/sacarina 2:1, mediante análise tempo-intensidade capaz de avaliar as características temporais destes compostos. Os edulcorantes foram analisados nos níveis de doçura equivalentes à sacarose em solução a 20 e 30%. Constatou-se que o aspartame e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 modificam seu comportamento temporal com aumento na concentração.

PALAVRAS-CHAVE: ADOÇANTES; ASPARTAME; CICLAMATO; SACARINA.

1 INTRODUÇÃO

Edulcorantes são substâncias com poder adoçante bastante elevado (em comparação com a sacarose) que são utilizadas na substituição da sacarose em alimentos e bebidas dietéticas visando redução do aporte calórico.

Os edulcorantes são empregados em inúmeros alimentos e bebidas, especialmente naqueles com doçuras que variam em equivalência à sacarose de 2 a 15%. Porém, os problemas surgem quando existe a

* Doutora em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Campinas, SP.

** Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UNICAMP, FEA, Campinas, SP.

*** Doutora em Tecnologia de Alimentos, UNICAMP; Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia, ESPAÑA.

necessidade de concentração maior para conseguir a doçura de geléias, caldas, compotas, etc. O primeiro problema refere-se à consistência dada pela sacarose e o segundo envolve a intensificação de gosto amargo, já que a potência edulcorante diminui com o aumento da concentração. Para conseguir doçuras mais intensas como equivalência em sacarose a 20 ou 30% é necessário adicionar maiores quantidades de edulcorantes, tornando o gosto residual muito pronunciado (CARDELLO et al., 1999a).

A análise tempo-intensidade é uma técnica de análise sensorial que avalia a intensidade de um atributo no decorrer do tempo. Como a percepção do sabor envolve fenômenos dinâmicos, que variam desde a entrada da substância em contato com a mucosa oral até momentos após sua deglutição, esta análise torna-se importante para evidenciar as mudanças de intensidade e duração da doçura e do amargor de edulcorantes em altas concentrações. Este teste foi definido por AMERINE et al. (1965) como a medida da velocidade, duração e intensidade percebidas por estímulo único.

O gosto, o aroma, a textura e sensações térmicas e picantes, presentes em alimentos e bebidas, apresentam mudanças dinâmicas perceptíveis em intensidade, durante todo o tempo de contato com a mucosa oral (LEE & PANGBORN, 1986).

Existem diversos edulcorantes permitidos para uso em alimentos e bebidas no Brasil, dentre os quais os mais vendidos são o aspartame e a mistura de sacarina e ciclamato.

Diversos estudos têm utilizado a análise tempo-intensidade para traçar o perfil temporal de edulcorantes. No entanto, tais substâncias ainda não foram avaliadas em concentrações mais altas, como doçura equivalente à sacarose a 20 ou a 30%.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o perfil tempo-intensidade dos gostos doce e amargo de aspartame e da mistura ciclamato/sacarina 2:1, em níveis de doçura equivalentes à sacarose em solução a 20 e a 30%.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

Foram utilizadas sacarose p.a. (Sigma Chemical, Co.) em solução a 20 e

a 30%, bem como os edulcorantes Aspartame (Nutrasweet Co.), a mistura de ciclamato (Brasfanta Indústria e Comércio Ltda.) e sacarina (Choheung Chemical Industrial Co., Ltd.) na proporção 2:1, também em solução com doçura equivalente à sacarose a 20 e a 30%.

2.1.1 Soluções de edulcorantes

As soluções de edulcorantes foram preparadas em equivalência de doçura à sacarose a 20 e a 30% de acordo com (CARDELLO et al., 1999b). As concentrações utilizadas para equivalência de doçura à sacarose a 20% foram de 0,208% de aspartame e 0,1122% de ciclamato/sacarina 2:1, e para equivalência de doçura à sacarose a 30% de 0,88% de aspartame e 0,324% de ciclamato/ sacarina 2:1.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Análise Tempo-Intensidade

Para a realização da análise tempo-intensidade foi utilizado o programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI), para Windows (CARDELLO et al., 1996). O referido programa foi desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade de Campinas (UNICAMP), para microcomputadores IBM-PC, ou compatíveis, com interface gráfica na forma de escala, na qual o usuário indica por meio do “mouse” a intensidade do estímulo que está sendo avaliado, em função do tempo.

Foram pré-selecionados dez provadores, mediante análise seqüencial aplicada aos testes triangulares e a habilidade de trabalhar com o programa SCDTI, interagindo a sensação percebida com o registro da mesma por meio do “mouse”.

Intenso treinamento dos provadores (4 a 6 sessões) foi realizado visando familiarização com o programa e preparo para aplicação da metodologia.

Para a seleção final, cada provador pré-selecionado avaliou 4 amostras em relação ao estímulo doce e amargo, separadamente, sendo as amostras apresentadas de forma monádica, com quatro repetições. Foram selecionados os provadores com base em seu poder de discriminação entre as amostras, reprodutibilidade e concordância com a equipe

(DAMÁSIO & COSTELL, 1991; NORONHA et al., 1995) para cada parâmetro da curva tempo-intensidade.

Os seis provadores finalmente selecionados foram treinados em 4 sessões de acordo com a metodologia em questão. O programa fornece as seguintes instruções aos provadores: colocar na boca a amostra toda (5,0 mL) e ingeri-la em determinado tempo (10 segundos). O provador deve registrar a intensidade do estímulo percebido durante todo o tempo de duração de cada avaliação, fixado em 180 segundos, utilizando a escala de 9 pontos (0 = nenhum; 4,5 = moderado e 9 = forte). O tempo total da avaliação foi de 180 segundos, porém os gráficos característicos de cada nível de doçura avaliados foram construídos em função do tempo máximo em que houve resposta sensorial.

As amostras foram apresentadas em temperatura ambiente (20 °C), de forma monádica (STONE & SIDEL, 1993) e aleatória, com 4 repetições.

Os parâmetros obtidos, a partir de cada curva tempo-intensidade, foram: intensidade máxima (I_{max}); (BONNANS & NOBLE, 1993; KEMP & BIRCH, 1992; LIU & McFIE, 1990), tempo para atingir a intensidade máxima, em segundos ($T_{I_{max}}$) (BONNANS & NOBLE, 1993; CLIFF & NOBLE, 1990, KETELSEN et al., 1993), tempo correspondente ao ponto em que a intensidade máxima começa a declinar, em segundos (T_d) (LIM et al., 1989), tempo de duração da intensidade máxima, em segundos (Platô) (CLIFF & NOBLE, 1990; DUBOIS & LEE, 1983; NOBLE et al., 1991), área sob a curva (Área) (OTT et al., 1991; SWARTZ, 1980; YOSHIDA, 1986) e tempo total de duração do estímulo, em segundos (T_{tot}) (NOBLE et al., 1991; OTT et al., 1991; SWARTZ, 1980).

2.2.2 Análise dos Dados

Visando seleção dos provadores, os dados de cada um foram submetidos a análise de variância (ANOVA) de dois fatores (amostra e repetição) para cada parâmetro. Foram selecionados os provadores que apresentaram valores de $F_{amostra}$ significativo ($p \leq 0,30$), $F_{repetição}$ não significativa ($p > 0,05$) e concordância de seus valores médios com os da equipe.

Os resultados da análise tempo-intensidade foram submetidos à análise de variância de dois fatores (amostra e provadores) e interação para cada parâmetro, além do teste de Tukey para comparação das médias e análise de componentes principais.

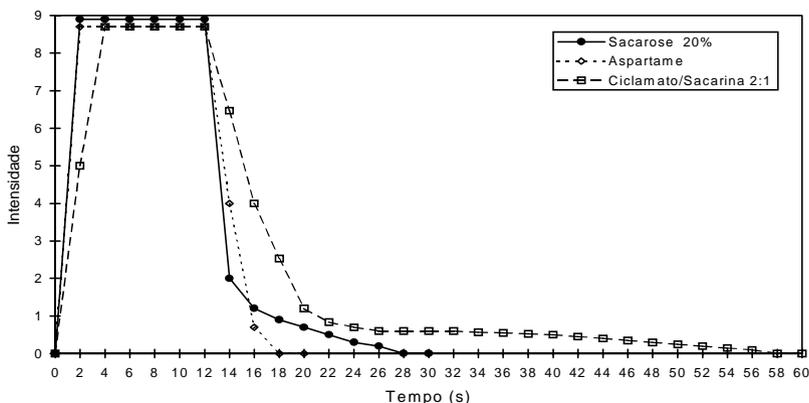
Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (1993).

3 RESULTADOS

3.1 AVALIAÇÃO TEMPO-INTENSIDADE PARA ESTÍMULO DOCE DE ASPARTAME E CICLAMATO/SACARINA 2:1 EM DOÇURA EQUIVALENTE À SACAROSE EM SOLUÇÃO A 20%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce da sacarose, aspartame e ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente à sacarose (DES) a 20%, percebidas por todos os provadores, seguiram características próprias para cada substância. As características destas curvas estão representadas na Figura 1 tomando-se como exemplo os registros de determinado provador e suas quatro repetições, já que todos apresentaram curvas muito semelhantes. É possível visualizar que a intensidade do estímulo doce neste nível de doçura, para as três amostras, foram muito semelhantes. Entretanto, a duração do estímulo foi maior para a mistura ciclamato/sacarina 2:1 (C/S), depois para a sacarose (SAC) e por último para o aspartame (APM).

FIGURA 1 - CURVA TEMPO-INTENSIDADE CARACTERÍSTICA DO GOSTO DOCE DE SOLUÇÃO DE SACAROSE A 20% E DE ASPARTAME E CICLAMATO/SACARINA 2:1 EM MESMA DOÇURA EQUIVALENTE



A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador) evidenciou diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros.

As médias de T_{lmax} da sacarose e aspartame (APM), que foram superiores, não diferiram entre si (Quadro 1). A de APM, por sua vez, não diferiu da mistura C/S ($p \leq 0,05$). Já as médias de T_d e Platô da sacarose foram significativamente maiores que as de APM e C/S, que não diferiram entre si ($p \leq 0,05$). As médias de Área e T_{tot} em ordem decrescente ($p \leq 0,05$) para as amostras foram: C/S, sacarose e APM. As médias de I_{max} em ordem decrescente ($p \leq 0,05$) foram sacarose, ciclamato/sacarina 2:1 e por último aspartame.

QUADRO 1 - MÉDIAS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO DOCE DOS EDULCORANTES EM DOÇURA EQUIVALENTE À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 20%

Amostra	T _{lmax} (s)	T _d (s)	Plat (s)	Área	T _{tot} (s)	I _{max} *
Sacarose 20%	3,71 ^a	14,10 ^a	10,39 ^a	122,38 ^b	22,02 ^b	8,82 ^a
Aspartame	3,48 ^{a,b}	13,02 ^b	9,56 ^b	111,51 ^c	18,05 ^c	8,55 ^c
Ciclamato/ Sacarina 2:1	3,35 ^b	13,12 ^b	9,77 ^b	134,58 ^a	59,03 ^a	8,65 ^b
DMS	0,2963	0,4441	0,4407	3,9709	1,6361	0,0476

DMS = Diferença mínima significativa.

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

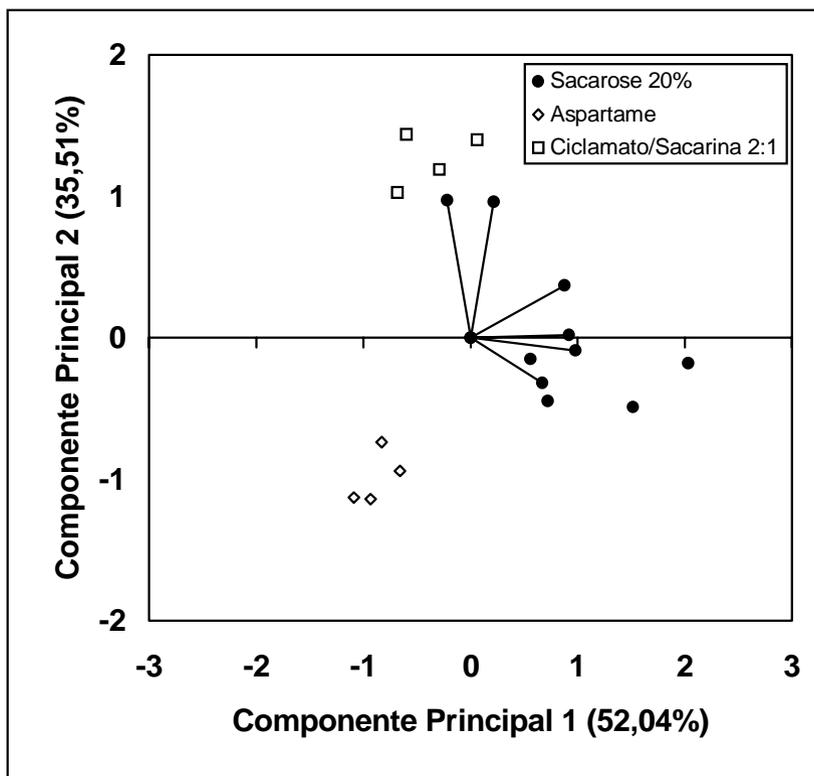
T_d = Tempo em que a intensidade máxima começa a declinar.

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

I_{max} = Intensidade máxima do estímulo.

O resultado da análise de componentes principais (ACP) está representado na Figura 2. Verificou-se que 52,04% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros T_d, Platô e I_{max} (positivamente) foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada a este eixo. Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram, juntos, 87,55% da variação ocorrida entre as amostras.

FIGURA 2- FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO DOCE DOS EDULCORANTES EM EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 20%



As amostras distinguiram-se umas das outras pelas localizações bem-definidas de cada uma no gráfico bidimensional (Figura 2). Nesta equivalência de doçura o experimento apresentou repetibilidade razoável, sendo levemente menor para a sacarose.

A sacarose foi caracterizada pelos parâmetros T_{lmax} , Platô, I_{max} e T_d , enquanto que o aspartame caracterizou-se pelo parâmetro T_{lmax} (este

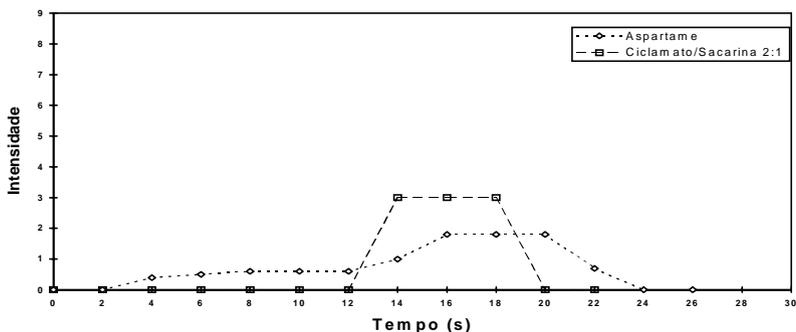
foi o único vetor que se aproximou desta amostra). Além disso, o aspartame apresentou os menores valores para Ttot, Área e I_{max}. A mistura ciclamato/sacarina 2:1 caracterizou-se pelos parâmetros Ttot e Área.

A proximidade dos vetores Ttot e Área indicou a possibilidade de correlação linear positiva entre estes parâmetros, a qual foi confirmada pelo valor de $r = 0,88$. Os vetores Platô e Td também ficaram localizados próximos em apresentação bidimensional sugerindo correlação linear positiva entre estes parâmetros e neste caso o valor de R foi 0,93.

3.2 AVALIAÇÃO TEMPO-INTENSIDADE PARA ESTÍMULO AMARGO DE ASPARTAME, E CICLAMATO/SACARINA 2:1 EM DOÇURA EQUIVALENTE À SACAROSE EM SOLUÇÃO A 20%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo amargo de cada amostra (aspartame e ciclamato/sacarina 2:1), em doçura equivalente à sacarose a 20%, percebidas por todos os provadores, seguiram as mesmas tendências observadas para o estímulo doce. As características destas curvas estão representadas na Figura 3 tomando-se como exemplo os registros de determinado provador e suas quatro repetições. É possível observar, comparando as curvas, que o gosto amargo do aspartame apresentou maior tempo de duração com o aumento da concentração, embora a intensidade tenha sido bem menor.

FIGURA 3 - CURVA TEMPO-INTENSIDADE CARACTERÍSTICA DO GOSTO AMARGO DE SOLUÇÃO DE ASPARTAME E DE CICLAMATO/SACARINA 2:1 EM DOÇURA EQUIVALENTE À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 20%



A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador) evidenciou diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$).

O aspartame apresentou médias de Tlmax, Td, Platô, Área e Ttot significativamente superiores às da mistura ciclamato/sacarina 2:1 (Quadro 2). Porém, a média de lmax do aspartame foi significativamente inferior ($p \leq 0,05$).

QUADRO 2 - MÉDIAS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO AMARGO DOS EDULCORANTES EM DOÇURA EQUIVALENTE À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 20%

Amostra	Tlmax (s)	Td (s)	Plat (s)	Área	Ttot (s)	lmax*
Aspartame	16,18 ^a	20,08 ^a	3,90 ^a	15,68 ^a	20,24 ^a	1,45 ^b
Ciclamato/ Sacarina 2:1	12,65 ^b	16,25 ^b	3,59 ^b	14,25 ^b	5,98 ^b	4,13 ^a
DMS	0,2673	0,3088	0,2222	0,5926	0,4097	0,0625

DMS = Diferença mínima significativa.

Tlmax = Tempo para atingir a intensidade máxima.

Td = Tempo em que a intensidade máxima começa a declinar.

Ttot = Tempo total de duração do estímulo.

lmax = Intensidade máxima do estímulo.

O resultado da análise de componentes principais (ACP) está representado na Figura 4. Verificou-se que 88,85% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros Tlmax, Td e Ttot (positivamente) e lmax (negativamente) contribuíram de forma mais acentuada para a variabilidade associada a este eixo. Já os parâmetros Platô e Área (positivamente) e Ttot (negativamente) contribuíram de forma mais marcante para a variabilidade associada ao segundo eixo (Componente Principal 2).

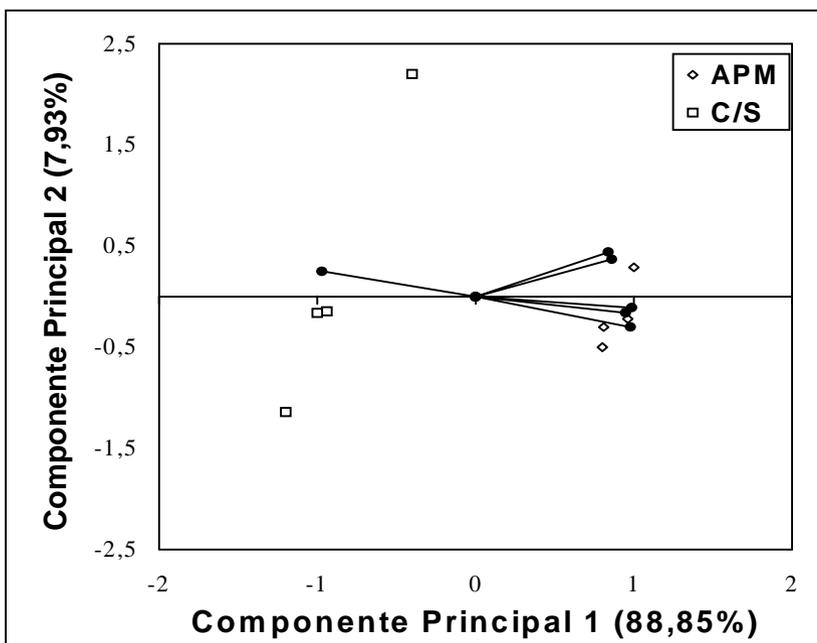
Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram, juntos, 96,81% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras distinguiram-se umas das outras e o experimento apresentou razoável repetibilidade.

A posição do aspartame no gráfico, bem separada da mistura ciclamato/sacarina 2:1, evidencia que as características temporais do gosto amargo destas duas amostras nesta equivalência de doçura são bastante diferentes.

O aspartame foi caracterizado pelos parâmetros T_{tot} , Área, Platô, T_d , e T_{lmax} , enquanto ciclamato/sacarina 2:1 caracterizou-se pelo parâmetro I_{max} , conforme o Quadro 2 e Figura 4.

FIGURA 4- FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO AMARGO DOS EDULCORANTES EM EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 20%



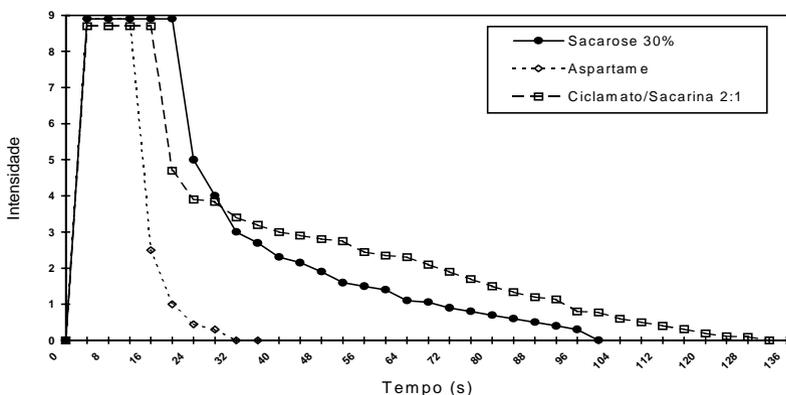
A proximidade entre os vetores Área e Platô demonstraram correlação linear positiva ($r = 0,81$). O mesmo ocorreu entre Td e Tlmax ($r = 0,99$), entre Td e Ttot ($r = 0,99$) e entre Tlmax e Ttot ($r = 0,99$).

A direção oposta entre o vetor lmax e os vetores Td, Tlmax e Ttot revelou correlação linear negativa, confirmada da seguinte forma: entre lmax e Td, $r = -0,98$; entre lmax e Tlmax, $r = -0,99$ e entre lmax e Ttot, $r = -0,99$. Ao contrário do ocorrido nas análises anteriores, os parâmetros Área e Ttot apresentaram baixa correlação (Figura 4), confirmada pelo valor de $r = 0,78$.

3.3 AVALIAÇÃO TEMPO-INTENSIDADE PARA ESTÍMULO DOCE DE SACAROSE, ASPARTAME E CICLAMATO/SACARINA 2:1 EM DOÇURA EQUIVALENTE À SACAROSE EM SOLUÇÃO A 30%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce da sacarose, aspartame e ciclamato/sacarina 2:1, em doçura equivalente à sacarose a 30%, percebidas por todos os provadores, seguiram a mesma tendência para cada substância (Figura 5).

FIGURA 5 - CURVA TEMPO-INTENSIDADE CARACTERÍSTICA DO GOSTO DOCE DE SOLUÇÃO DE SACAROSE A 30% E ASPARTAME E CICLAMATO/SACARINA EM MESMA EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA



O aspecto visual das curvas demonstra que os gostos doces da sacarose e da mistura ciclamato/sacarina foram mais prolongados do que do aspartame, embora com intensidades semelhantes.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador) evidenciou diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros.

As médias de T_{Imax} das duas amostras de edulcorantes avaliadas (Quadro 3) não diferiram entre si e foram significativamente superiores à da sacarose ($p \leq 0,05$). As médias de T_d e Platô do APM e da C/S que não diferiram entre si foram significativamente menores que as da sacarose ($p \leq 0,05$).

QUADRO 3 - MÉDIAS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO DOCE DOS EDULCORANTES EM DOÇURA EQUIVALENTE À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 30%

Amostra	T _{Imax} (s)	T _d (s)	Plat (s)	Área	T _{tot} (s)	I _{max} *
SAC	2,71 ^b	20,58 ^a	17,87 ^a	324,11 ^b	122,09 ^b	8,97 ^a
APM	3,04 ^a	15,56 ^b	12,46 ^b	174,92 ^c	53,42 ^c	8,88 ^b
C/S	3,18 ^a	15,92 ^b	12,74 ^b	329,65 ^a	131,07 ^a	8,95 ^a
DMS	0,2493	0,4781	0,5261	5,4753	4,4017	0,0464

DMS = Diferença mínima significativa.

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

T_d = Tempo em que a intensidade máxima começa a declinar.

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

I_{max} = Intensidade máxima do estímulo.

SAC = Sacarina.

APM = Aspartame.

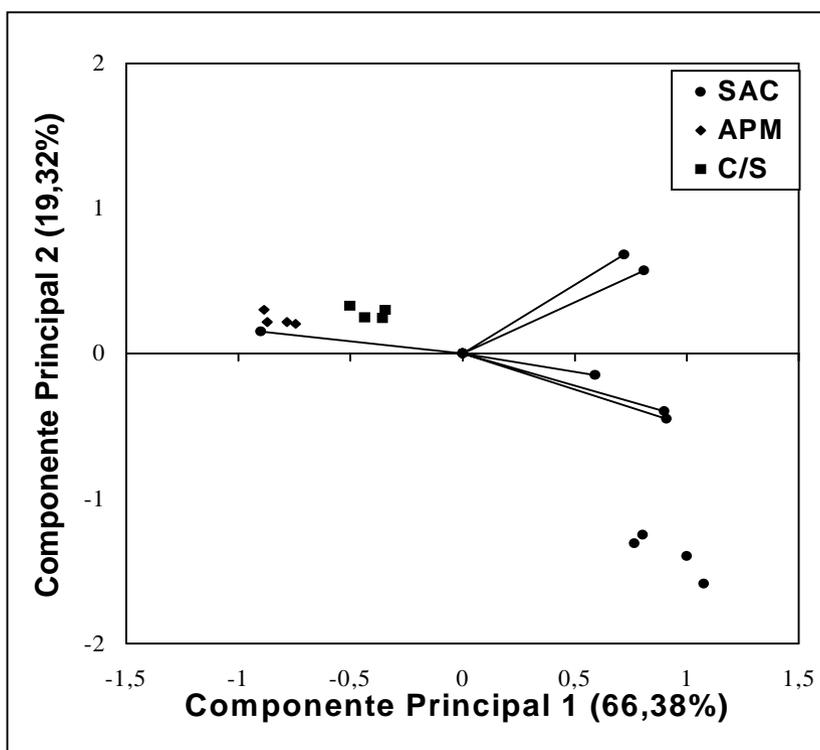
C/S = Mistura ciclamato/sacarina (2:1).

As médias de Área e T_{tot} em ordem decrescente ($p \leq 0,05$) para as amostras foram: mistura ciclamato/sacarina 2:1, sacarose e aspartame, da mesma forma que para o nível de doçura inferior avaliado.

As médias de I_{max} da sacarose e da mistura C/S não diferiram entre si, sendo levemente superiores a do aspartame.

O resultado da análise de componentes principais (ACP) está representado na Figura 6. Verificou-se que 66,38% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo maior a contribuição dos parâmetros Platô e Td (positivamente) e Tlmax (negativamente) para a variabilidade associada a este eixo.

FIGURA 6- FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO DOCE DOS EDULCORANTES EM EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 30%



SAC = Sacarina.

APM = Aspartame.

C/S = Mistura ciclamato/sacarina (2:1).

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram, juntos, 85,70% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras distinguiram-se umas das outras e o experimento apresentou ótima repetibilidade (superior a encontrada nas análises anteriores).

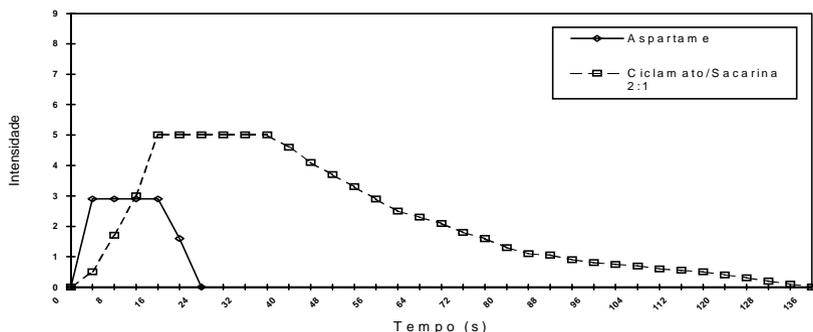
A sacarose foi melhor caracterizada pelos parâmetros Platô e Td, enquanto as amostras de edulcorantes, embora distintas, mostraram-se muito próximas e melhor caracterizadas pelo parâmetro o TImax. A proximidade entre os vetores Platô e Td indicou a possibilidade de correlação linear positiva entre estes parâmetros, o que foi confirmado pelo valor de $r = 0,99$. O mesmo ocorreu com os parâmetros Imax e Ttot ($r = 0,95$). Assim como para o gosto amargo, em doçura equivalente à sacarose a 20%, para doce em equivalência a 30% a correlação entre Área e Ttot foi baixa.

3.4 AVALIAÇÃO TEMPO-INTENSIDADE PARA ESTÍMULO AMARGO DE ASPARTAME, E CICLAMATO/SACARINA 2:1 EM DOÇURA EQUIVALENTE À SACAROSE EM SOLUÇÃO A 30%

As curvas tempo-intensidade para o estímulo amargo das amostras avaliadas estão representadas na Figura 7, sendo que não houve registro de gosto amargo para a sacarose.

Com o aumento da concentração, o gosto amargo do aspartame apresentou maior tempo de duração e área. A C/S também apresentou aumento de área, tempo total de duração e intensidade do estímulo.

FIGURA 7 - CURVA TEMPO-INTENSIDADE CARACTERÍSTICA DO GOSTO AMARGO DE SOLUÇÃO DE ASPARTAME E DE CICLAMATO/SACARINA EM DOÇURA EQUIVALENTE À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 30%



A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador) evidenciou diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$).

Diferentemente do observado para o estímulo amargo, em solução a 20%, a C/S apresentou médias significativamente superiores às do APM (Quadro 4) para todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). Portanto, o aumento da concentração dos edulcorantes repercutiu mais sobre o gosto amargo do C/S, aumentando principalmente sua persistência (Área e Ttot). Tais resultados concordam com os da Análise Descritiva Quantitativa realizada.

QUADRO 4 - MÉDIAS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO AMARGO DOS EDULCORANTES EM DOÇURA EQUIVALENTE À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 30%

Amostra	T _{imax} (s)	T _d (s)	Plat (s)	Área	T _{tot} (s)	I _{max} *
APM	2,49 ^b	15,13 ^b	12,65 ^b	48,88 ^b	21,94 ^b	2,86 ^b
C/S	15,94 ^a	49,99 ^a	23,94 ^a	307,13 ^a	127,15 ^a	4,81 ^a
DMS	0,4522	0,4476	0,5531	1,5583	3,7869	0,0463

DMS = Diferença mínima significativa.

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

T_d = Tempo em que a intensidade máxima começa a declinar.

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

I_{max} = Intensidade máxima do estímulo.

SAC = Sacarina.

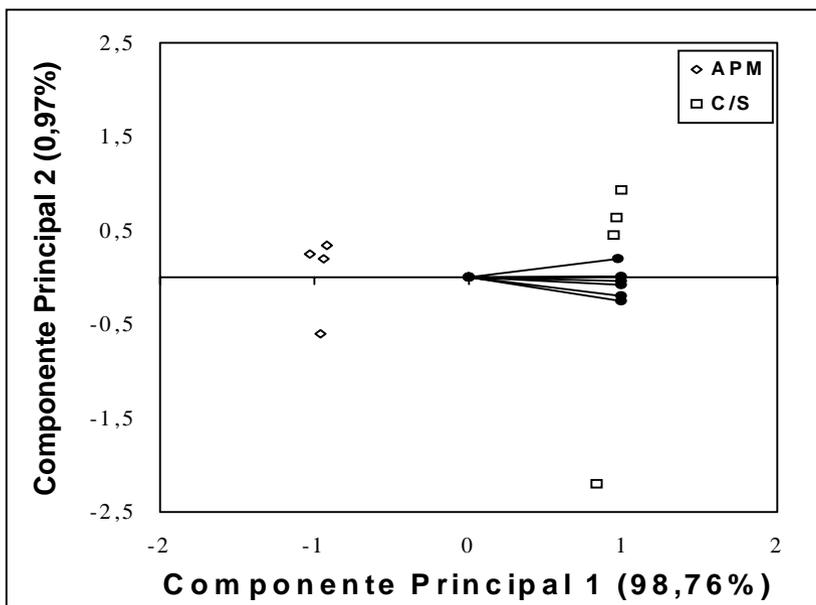
APM = Aspartame.

C/S = Mistura ciclamato/sacarina (2:1).

O resultado da Análise de Componentes Principais (ACP) está representado na Figura 8. Verificou-se que 98,76% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que todos os parâmetros contribuíram (positivamente) para a variabilidade associada a este eixo.

O parâmetro I_{max} (positivamente) contribuiu de forma mais acentuada para a variabilidade associada ao segundo eixo (Componente Principal 2).

FIGURA 8- FIGURA BIDIMENSIONAL DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO AMARGO DOS EDULCORANTES EM EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA À SOLUÇÃO DE SACAROSE A 30%



APM = Aspartame.

C/S = Mistura ciclamato/sacarina (2:1).

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram, juntos, 99,77% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras distinguiram-se umas das outras e o experimento apresentou ótima repetibilidade.

A posição do APM no gráfico, bem distante da C/S, demonstrou que as características temporais do gosto amargo destas duas amostras, também nesta equivalência de doçura, são bastante diferentes.

A C/S foi caracterizada por todos os parâmetros da curva tempo-

intensidade: I_{max}, T_{I_{max}}, T_d, Platô, Área, e T_{tot}. Já o APM caracterizou-se por apresentar valores menores para todos os parâmetros evidenciando que as características do gosto amargo, nesta equivalência de doçura (solução 30%), são mais acentuadas na mistura C/S. Estas observações podem ser confirmadas pelo Quadro 4, que apresenta médias significativamente superiores para C/S, em todos os parâmetros.

A proximidade entre todos os vetores demonstrou correlação linear positiva entre eles, ficando os valores de r compreendidos entre 0,95 e 0,99.

4 CONCLUSÃO

O aumento da concentração modificou visivelmente o perfil tempo-intensidade dos edulcorantes avaliados, tanto para o gosto doce como para o gosto amargo. As características temporais de todas as substâncias avaliadas (estímulo doce e amargo) modificaram-se com o aumento da concentração, sendo comum a todas o aumento de T_{tot}, Área e I_{max}.

O gosto amargo do aspartame manteve-se em nível “fraco” até doçura equivalente à sacarose (DES) a 20%, e mesmo dobrando de intensidade em DES 30%, permaneceu em nível “fraco”, de acordo com a escala de intensidades.

Em doçura equivalente à sacarose a 20% o gosto amargo apareceu ao entrar em contato com a mucosa oral e aumentou após a ingestão. Já em DES 30% apareceu logo ao entrar em contato com a mucosa oral ficando estável até se extinguir.

O gosto amargo da mistura ciclamato/sacarina apareceu somente após a sua ingestão em doçura equivalente à sacarose a 20%, caracterizando gosto residual. Em DES 30% apareceu imediatamente ao ser colocado na boca, estabilizou-se após a ingestão, evidenciando amargor inicial e residual pronunciado nesta concentração.

Abstract

TIME-INTENSITY EVALUATION OF SWEETNESS AND BITTERNESS OF ASPARTAME AND CYCLAMATE/SACCHARIN IN EQUIVALENT HIGH SUCROSE CONCENTRATION

The objective of the present study was to sensory characterize aspartame and cyclamate/saccharin 2:1 blend by using time-intensity analysis, capable of evaluating

the temporal attributes of these compounds. The sweeteners were evaluated at the equi-sweet level of sucrose in solution at 20 and 30%. It was noticed that the aspartame and cyclamate/saccharin 2:1 blend modifies their temporal behavior with concentration increase.

KEY-WORDS: SWEETENERS; ASPARTAME; CYCLAMATE; SACCHARIN.

REFERÊNCIAS

- 1 AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965. 602 p.
- 2 BONNANS, S.; NOBLE, A.C. Effect of sweetener type and sweetener and acid levels on temporal perception of sweetness, sourness and fruitiness. **Chemical Senses**, v.18, n.3 p.272-83, 1993.
- 3 CARDELLO, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P. da; DAMÁSIO, M.H. Programa sistema de coleta de dados tempo-intensidade (SCDTI). In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE ANÁLISE SENSORIAL, 1., 1996, Campinas. **Resumos...** Campinas: UNICAMP, 1996. p. 060.
- 4 CARDELLO, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P. da; 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.; SILVA, M.A.A.P. da. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Varela, 1999a. p.199-212.
- 5 CARDELLO, H.M.A.B.; SILVA, M.A.A.P. da; DAMÁSIO, M.H. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. **Plants Foods for Human Nutrition**, v. 54, n, 2, p. 1-12, 1999b.
- 6 CLIFF, M.; NOBLE, A.C. Time-intensity evaluation of sweetness and fruitiness and their interaction in a model solution. **J. Food Sci.** v. 55, n. 3, p. 50-54, 1990.
- 7 DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **R. Agroquím. Tecnol. Alim.**, v.31, n.2, p.165-78, 1991.

- 8 DUBOIS, G.E.; LEE, J.F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. **Chemical Senses**, v.7, n. 3/4, p. 237-47, 1983.
- 9 KEMP, S.E.; BIRCH, G.G. An intensity/time study of the taste of aminoacids. **Cemical Senses**, v.17, n.2, p.151-68, 1992.
- 10 KETELSEN, S.M.; KEAY, C.L.; WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. **J.Food Sci.**, v.58, n.6, p. 1418-21, 1993.
- 11 LEE, W.E.; PANGBORN, R.M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. **Food Technol.**, v. 40, n. 1, p.71-82, 1986.
- 12 LIM, H.; SETSER, C.S.; KIM, S.S. Sensory studies of high potency multiple sweetener system for shortbread cookies with and without polidextrose. **J. Food Sci.**, v. 54, p. 625-8, 1989.
- 13 LIU, Y.H.; McFIE, H.J.H. Methods for averaging time-intensity curves. **Chemical Senses**, v.15, n. 4, p. 471-484, 1990.
- 14 NOBLE, A.C.; MATYSIAK, N.L.; BONNANS, S. Factors affecting the time-intensity parameters of sweetness. **Food Technol.**, v. 45, n. 1, p.121-124, 126, 1991.
- 15 NORONHA, R.L.; DAMASIO, M.H.; PIVATTO, M.M.; NEGRILLO, B.G. Development of the attributes and panel screening for texture descriptive analysis of milk gels aided by multivariate statistical procedures. **Food Qual. Pref.**, v. 6, n. 1, p. 49-54, 1995.
- 16 OTT, D.B.; EDWARDS,C.L.; PALMER, S.J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations. **J.Sensory Studies**, v. 56, n.2, p. 535-42, 1991.
- 17 SAS Institute. **SAS user's guide**: statistics. Cary, USA, 1993.
- 18 STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 2nded. New York: Academic Press, 1993. 338 p.
- 19 SWARTZ, M. Sensory screening of synthetic sweeteners using time-intensity evaluations. **J. Food Sci.**, v. 45, n. 2, p. 577-81, 1980.

- 20 YOSHIDA, M. A microcomputer (PC 9801/MS mouse) system to record and analyze time-intensity curves of sweetness. **Chemical Senses**, v. 11, n. 2, p. 105-118, 1986.