

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia de Alimentos

**CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE ASPARTAME,
CICLAMATO/SACARINA 2:1 E EXTRATO DE FOLHAS DE
ESTÉVIA (*Stévia rebaudiana* Bertoni): EQUIVALÊNCIAS EM
DOÇURA, ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA
E ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE**

HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI CARDELLO
Mestre em Ciência dos Alimentos

Profa. Dra. MARIA HELENA DAMÁSIO
Orientadora

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI CARDELLO e aprovada pela Comissão Julgadora em 11.10.96.

Campinas, 11 de outubro de 1996

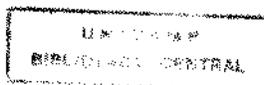

Profa. Dra. MARIA AP.A.P. DA SILVA

Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos.

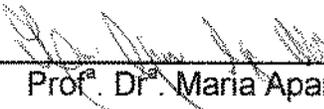
CAMPINAS
Estado de São Paulo - Brasil
1996

96.2.10.96

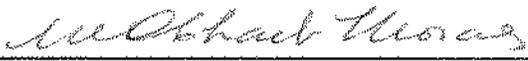


BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Maria Helena Damásio
(Orientadora)



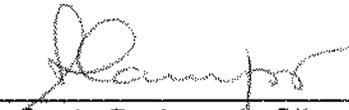
Prof.^a. Dr.^a. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
(Membro)



Prof.^a. Dr.^a. Maria Amélia Chaib Moraes
(Membro)



Prof. Dr. Elizeu Antonio Rossi
(Membro)



Prof.^a. Dr.^a. Sonia Dedeca da Silva de Campos
(Membro)



Prof. Dr. Carlos Raimundo Ferreira Grosso
(Membro)

Prof.^a. Dr.^a. Marisa de Nazaré Hoelz Jackix
(Membro)

Campinas, outubro de 1996.

A meus pais
Helena (*in memoriam*) e Valdemar,
pelo amor, compreensão
dedicação e apoio recebidos
ao longo de minha vida,
e durante a realização
deste trabalho.

Ao meu esposo e filho,
Leonardo
e
Flávio André,
pelo incentivo,
compreensão e dedicação.

AGRADECIMENTOS

- ♦ À Prof^a. Dr^a. Maria Helena Damásio, pela orientação segura, grande amizade, incentivo e ensinamentos científicos transmitidos, que com extrema propriedade alicerçaram este trabalho, e com certeza se perpetuarão na minha vida profissional.
- ♦ À Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, pelo apoio constante, amizade e ensinamentos científicos incondicionais que colaboraram na realização deste trabalho.
- ♦ À Prof^a. Dr^a. Maria Amélia Chaib Moraes pelo incentivo à carreira científica, colaboração ao longo deste trabalho, grande amizade e inestimável apoio.
- ♦ Aos Professores Doutores Elizeu Antonio Rossi, Carlos Raimundo Ferreira Grosso, Sônia Dedeca da Silva de Campos e Marisa de Nazaré Hoelz Jackix, pelas sugestões, que enriqueceram este trabalho.
- ♦ Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida, a qual possibilitou a realização deste trabalho.
- ♦ À FAPESP pelo financiamento do projeto de pesquisa deste trabalho.
- ♦ Ao Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, pela permissão da utilização do Laboratório de Análise Sensorial, em especial ao Prof. Dr. João Bosco Faria, chefe do referido Departamento, pelo incentivo, apoio recebido e amizade cultivada.
- ♦ Aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, pelos ensinamentos recebidos.

UNIDADE	3C
N.º CHAMADA:	47 UNICAMP
	C178c
V. Ex.	
TOMBO BU/29175	
PROC.	661/96
C <input type="checkbox"/>	D <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	28/11/96
N.º CPD	

CM000954894

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

C178c

Cardello, Helena Maria André Bolini

Caracterização sensorial de aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana* Bertoni): equivalências em doçura, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade / Helena Maria André Bolini Cardello. -- Campinas, SP: [s.n.], 1996.

Orientador: Maria Helena Damásio

Tese (doutorado)-Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

I.*Adoçantes. 2.Análise sensorial. 3.Propriedade sensorial.
I.Damásio, Maria Helena. II.Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

- ♦ Ao Prof. Dr. Leonardo Cardello, meu esposo, pela inestimável colaboração, dedicação e constante participação.
- ♦ À Cristiane Alfredo e Margareth Ranti Moraes, da Secretaria de Pós-Graduação pelo carinho e atenção.
- ♦ Às funcionárias do Laboratório de Análise Sensorial Ana Paula D'Elia Vinhal Ricardo e Cesarina de Araújo, pelo carinho.
- ♦ À Nutrasweet Co., por intermédio da Tovani Benzaquen Representações Ltda., pelo fornecimento das amostras de Aspartame.
- ♦ À Vepê Indústria Alimentícia Ltda., pelo fornecimento de amostras de Assugrin, ciclamato e sacarina.
- ♦ À Steviafarma Industrial S/A, pelo fornecimento das amostras de extrato de folhas de estévia, ciclamato e sacarina.
- ♦ A todos os provadores, pela inestimável colaboração, os quais possibilitaram a realização deste trabalho
- ♦ A todos os funcionários da biblioteca da FCF-UNESP-Araraquara, e em especial à bibliotecária Natalina Lambini Escremin, pelas correções das referências bibliográficas.
- ♦ Aos funcionários da biblioteca da FEA-UNICAMP, que muito contribuíram para que este trabalho fosse realizado.
- ♦ Aos meus irmãos Paulo, Luís e Flavio, pela fraternidade inabalável.
- ♦ A todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente, na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
Índice de Figuras	i
Índice de Tabelas	vii
Resumo	xi
Summary	xiii
1. Introdução	01
2. Objetivos	05
2.1. Objetivo Geral	05
2.2. Objetivos Específicos	05
3. Revisão da Literatura	07
3.1. Edulcorantes	07
3.1.1. Sacarina	07
3.1.2. Ciclamato	08
3.1.3. Mistura Ciclamato/Sacarina	10
3.1.4. Extrato de Folhas de Estévia	10
3.1.5. Aspartame	15
3.1.6. Outros Edulcorantes	18
3.1.7. Edulcorantes e Quantidades Permitidas em Alimentos Dietéticos no Brasil	20
3.1.8. Ingestão Diária Aceitável (IDA)	21
3.2. Propriedades Estruturais dos Compostos Doces	24
3.2.1. Doçura e Sítios Receptores	25
3.3. Metodologias para Avaliação de Edulcorantes	27

3.3.1. Determinação de Doçura Equivalente	27
3.3.2. Análise Descritiva Quantitativa	31
3.3.2.1. Seleção de Provadores	32
3.3.2.2. Elaboração da Lista de Atributos para Descrever as Amostras	34
3.3.3. Método Tempo-Intensidade	36
3.3.3.1. Desenvolvimento da Metodologia tempo-Intensidade	37
3.3.3.2. Interpretação e Análise da Curva Tempo-Intensidade	44
3.3.3.3. Fatores que Afetam a Análise Tempo-Intensidade	50
3.3.3.4. Aplicações da Análise Tempo-Intensidade	52
4. Material e Métodos	57
4.1. Material	57
4.2. Métodos	58
4.2.1. Preparação das Amostras	58
4.2.2. Pré-Seleção da Equipe de Provadores	58
4.2.3. Determinação da Equivalência de Doçura	60
4.2.3.1. Apresentação das Amostras	60
4.2.3.2. Avaliação das Amostras	60
4.2.3.3. Análise dos Dados	61
4.2.4 - Análise Descritiva Quantitativa	64

4.2.4.1 - Levantamento dos Atributos	64
4.2.4.2 - Definições e Referências dos Parâmetros Selecionados	66
4.2.4.3 - Seleção dos Provedores	67
4.2.4.4. Avaliação das Amostras	68
4.2.4.5. Análise dos Dados	68
4.2.5. Análise Tempo-Intensidade	69
4.2.5.1. Seleção dos Provedores	82
4.2.5.2. Avaliação das Amostras	83
4.2.5.3. Parâmetros da Curva Tempo-Intensidade	84
4.2.5.4. Análise dos Dados	86
5. Resultados e Discussão	87
5.1 Pré-Seleção da Equipe de Provedores	87
5.2. Equivalência de Doçura	87
5.3. Influência do pH na Equivalência de Doçura	104
5.4. Análise Descritiva Quantitativa	108
5.4.1. Seleção de Provedores para Análise Descritiva Quantitativa	111
5.4.2. Avaliação da Performance dos Provedores na Avaliação das Amostras	116
5.4.3. Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de Solução de Sacarose a 3%	119
5.4.4. Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de Solução de Sacarose a 10%	126
5.4.5. Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de Solução de Sacarose a 20%	133

5.4.6. Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de Solução de Sacarose a 30%	138
5.4.7. Comparação das Análises Descritivas Quantitativas Realizadas nos Quatro níveis de Doçura	143
5.5. Análise Tempo-Intensidade	145
5.5.1. Seleção de Provadores para Análises Tempo-Intensidade para Avaliação do Estímulo Doce e Amargo	145
5.5.2. Avaliação da Performance dos Provadores na Avaliação das Amostras	151
5.5.3. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 3%	154
5.5.4. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Amargo de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 3%	163
5.5.5. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 10%	170
5.5.6. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Amargo de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 10%	178
5.5.7. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 20%	186
5.5.8. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Amargo de Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 20%	194

5.5.9. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 30%	201
5.5.10. Avaliação Tempo-Intensidade para o Estímulo Amargo de Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 30%	208
5.5.11. Comparação das Características Tempo-Intensidade nos Diferentes Níveis de Doçura	215
5.5.12. Estudo dos Parâmetros das Curvas Tempo-Intensidade	216
6. Conclusões	220
7. Referências Bibliográficas	223

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Estrutura da sacarina - (Ímida do ácido sulfobenzóico)	08
2. Estrutura do ciclamato - (Ácido ciclohexansulfâmico)	09
3. Estrutura dos Glicosídeos da <i>Stévia rebaudiana</i> Bertoni	12
4. Estrutura do Aspartame - (Éster metílico da 2-L-aspartil-L-fenilalanina)	15
5. Gráfico para a seleção dos provadores utilizando análise sequencial	59
6. Modelo de Ficha utilizado para Estimacão de Magnitude	62
7. Modelo de ficha para aplicacão do método de rede para desenvolvimento de terminologia descritiva	65
8. Grupo de programa e ícones "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade" (SCDTI)	71
9. Figura de abertura do programa "SCDTI"	71
10. Menu para configuracão inicial de tempo e escala	72
11. Menu para identificacão do provador e da amostra	72
12. Menu para salvar arquivo com os dados a serem coletados	73
13. Mensagem exibida após tempo estipulado no menu inicial para "tempo de espera inicial"	73
14. Mensagem exibida após o tempo estipulado no menu inicial para "tempo de residência na boca"	74
15. Mensagem exibida após tempo estipulado no menu inicial para "tempo após a ingestão"	74
16. Exemplo de curva obtida através dos dados coletados. As barras de referência verticais (azul e vermelha) indicam a região da curva a ser analisada	75
17. Exemplo de dados sobre uma curva T-I registrada	75
18. Opções na barra de ferramentas para arquivos do "SCDTI"	76

19. Opções na barra de ferramentas para os dados já coletados no “SCDTI”	76
20. Exemplo de uma curva obtida com opções na barra de ferramentas para a mesma	77
21. Novas opções na barra de ferramentas para a curva obtida	77
22. Opções na barra de ferramentas	78
23. Outras opções da barra de ferramentas para a uma curva obtida	78
24. Opções para dados já obtidos	79
25. Opções de edição do texto dos dados obtidos	79
26. Tela com a opção escolhida “mostrar dados”, que exibe todos os pontos coletados para tempo e intensidade em uma determinada curva	80
27. Opção “Grid” ativada	80
28. Opção “Ingestão” ativada. A barra vertical indica o tempo em que a amostra foi ingerida	81
29. Parâmetros da curva tempo-intensidade coletados	85
30. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 3%	91
31. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 10%	92
32. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 20%	93
33. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 30%	94
34. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 40%	95
35. Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 50%	96
36. Relação de doçura entre os edulcorantes e a sacarose	99

37. Potência de aspartame (APM), extrato de folhas de estevia (SrB) e ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) na faixa de equivalência de doçura em sacarose	103
38. Retas de equivalência de doçura em relação à sacarose a 10% dos edulcorantes em pH 3,0	107
39. Modelo da ficha para quantificação dos atributos para cada amostra	110
40. Interação amostra x provador para a intensidade de gosto residual de alcaçuz para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10% em pH 7,0	117
41. Interação amostra x provador para a intensidade de gosto residual de alcaçuz para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10% em pH 7,0 (amostras 1, 3, 5 e 7) e pH 3,0	118
42. Gráfico em estrela com as médias dos tributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	122
43. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose	123
44. Gráfico em estrela com as médias dos tributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%, em pH 7,0	128
45. Gráfico em estrela com as médias dos tributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%, em pH 3,0	129
46. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 10% de sacarose, em pH 7,0 e 3,0	131
47. Gráfico em estrela com as médias dos tributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%	135
48. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 20% de sacarose	136
49. Gráfico em estrela com as médias dos tributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	140
50. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 30% de sacarose	142

51. Representação da interação amostra x provador para o parâmetro "tempo total de duração do estímulo" para curvas do gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente em doçura a uma solução de sacarose a 10%	152
52. Representação da interação amostra x provador para o parâmetro "Área" para curvas T-I do gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente em doçura em solução de sacarose a 10%	153
53. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da sacarose em solução a 3%	155
54. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	155
55. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	156
56. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	156
57a. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais (Componentes 1 e 2) dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose	159
57b. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais (Componentes 1 e 3) dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose	160
58. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	164
59. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo da mistura ciclamato/sacarina 2:1, em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	164
60. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose	167

61. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da sacarose em solução a 3%	171
62. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	171
63. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	172
64. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	172
65. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 10% de sacarose	175
66. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo do aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	179
67. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	179
68. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	180
69. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 10% de sacarose	183
70. Curva tempo-intensidade característica do gosto doce de uma solução de sacarose a 20%	187
71. Curva tempo-intensidade característica do gosto doce de uma solução de aspartame em doçura equivalente sacarose a 20%	187
72. Curva tempo-intensidade característica do gosto doce de uma solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente sacarose a 20%	188

73. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 20% de sacarose	191
74. Curva tempo-intensidade característica do gosto amargo de uma solução de aspartame em doçura equivalente sacarose a 20%	195
75. Curva tempo-intensidade característica do gosto amargo de uma solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente sacarose a 20%	195
76. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 20% de sacarose	198
77. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de sacarose a 30%	202
78. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	202
79. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	203
80. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 30% de sacarose	206
81. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo de uma solução de aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	209
82. Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo de uma solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	209
83. Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 30% de sacarose	212

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
1. Quantidades de edulcorantes e adoçantes permitidos pela Legislação Brasileira	22
2. Doses de ingestão diária aceitável (IDA) para edulcorantes	23
3. Número e tipos de ligações (sistemas AH-B) possivelmente responsáveis pelo gosto doce dos edulcorantes	26
4. Pesquisadores, número de provadores e metodologias utilizadas em determinação de equivalência de doçura	29
5. Frequência da utilização dos parâmetros T-I nos trabalhos consultados	46
6. Pesquisadores e parâmetros da curva tempo-intensidade utilizadas	47
7. Aplicações da análise tempo-intensidade	55
8. Concentrações de sacarose, aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB) e ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) utilizadas para determinação da equivalência de doçura em relação à sacarose	63
9. Coeficiente angular, variância, desvio padrão, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função de potência ("Power Function") dos resultados obtidos através dos testes de escala de magnitude para determinar as equivalências de doçura do aspartame, estévia e da mistura ciclamato/sacarina 2:1	90
10. Concentrações de aspartame extrato de folhas de estévia e mistura ciclamato/sacarina 2:1 que equivalem às concentrações de 3, 10, 20 e 30% de sacarose	98
11. Potência dos edulcorantes (número de vezes em que o composto é mais doce que a sacarose nas concentrações indicadas)	102
12. Coeficiente angular, variância, desvio padrão, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função de potência ("Power Function") dos resultados obtidos através dos testes de escala de magnitude para determinar as equivalências de doçura do aspartame, estévia e da mistura ciclamato/sacarina 2:1, em relação à sacarose a 10% em pH 3,0 e pH 7,0	105

13. Concentração de aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB) e mistura ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) que equivalem à concentração de sacarose a 10% e potência destes edulcorantes, em pH 3,0 e pH 7,0	106
14. Definições e referências dos termos descritores de sacarose, aspartame, extrato de folhas de estévia e ciclamato/sacarina 2:1	109
15. Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$)	112
16. Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$)	113
17. Médias da equipe Sensorial e de provadores individuais para cada atributo julgado para os provadores com $F_{amostra} p \leq 0,30$ e $F_{repetição} p > 0,05$	115
18. Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 3%	120
19. Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 10%, em em pH 7,0 e pH 3,0	127
20. Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 20%	134
21. Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 30%	139
22. Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$)	146
23. Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$)	146
24. Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$)	147
25. Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$)	147
26. Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada parâmetro das curvas tempo intensidade para doçura	148
27. Médias da equipe sensorial e de provadores individuais para cada parâmetro das curvas tempo intensidade para amargo	149

28. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	157
29. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	162
30. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	165
31. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	169
32. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%	173
33. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	177
34. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	181
35. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%	185
36. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%	189
37. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%	193

38. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%	196
39. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%	200
40. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	204
41. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	207
42. Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	210
43. Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%	214
44. Parâmetros das curvas tempo-intensidade que apresentam maiores correlações positivas nos quatro níveis de doçura (DES) a partir dos resultados das análises dos componentes principais	218
45. Ordem decrescente dos parâmetros das curvas tempo-intensidade de acordo com seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas nos quatro níveis de equivalência de doçura (DES), a partir dos resultados das análises discriminantes por passos	219

RESUMO

A procura por alimentos de baixa caloria e edulcorantes não calóricos com a finalidade de substituir a sacarose, vem aumentando a cada dia, em função da constante preocupação com a saúde. Os edulcorantes permitidos para uso em alimentos e bebidas dietéticas são vários. Cada um possui características específicas de intensidade e persistência do gosto doce, e presença ou não de gosto residual, fatores determinantes na aceitação por parte dos consumidores. O objetivo do presente estudo foi caracterizar sensorialmente o aspartame, extrato de folhas de estévia, e a mistura ciclamato/sacarina 2:1, através da determinação da equivalência de doçura em relação à sacarose, da análise descritiva quantitativa e da metodologia tempo-intensidade, capaz de avaliar as características temporais desses compostos, pouco estudadas. Entre esses compostos citados, o único que pode ser produzido com tecnologia totalmente nacional é o extrato de folhas de estévia, que é obtido de uma planta nativa brasileira, sendo de amplo interesse sua caracterização. Os edulcorantes foram estudados nos níveis de doçura equivalentes à sacarose em solução a 3, 10, 20 e 30%. Não foi possível o estudo de níveis acima destas concentrações para o aspartame e para a mistura ciclamato/sacarina 2:1 em função de gostos residuais indesejáveis mascararem o gosto doce, que se tornaram mais intensos com o aumento da concentração. Para o extrato de folhas de estévia já ocorreu este fato no nível de doçura equivalente à sacarose em solução a 20%.

Com o aumento da concentração de todos os edulcorantes estudados, ocorreu a diminuição do poder edulcorante.

Através da análise descritiva quantitativa foram gerados os seguintes termos descritores para as amostras: doçura inicial, doçura residual, amargo inicial, amargo residual, alcaçuz e corpo. O gosto de alcaçuz foi uma característica exclusiva do extrato de folhas de estévia.

O aumento da concentração dos edulcorantes provocou aumento da intensidade de algumas características sensoriais, como amargo inicial e residual, e no caso do extrato de folhas de estévia, além destes, também do gosto de alcaçuz.

Através da análise tempo-intensidade foi possível constatar que o aspartame tem seu comportamento temporal modificado com o aumento da concentração, pois em doçura equivalente a uma solução de sacarose (DES) a 3%, não foi registrado gosto amargo, enquanto em DES a 10% existiu essa característica, a qual foi aumentando em relação à intensidade e tempo de duração, com o aumento da concentração. As características temporais de doçura também foram modificadas pelo aumento da concentração, através do aumento da área total sob a curva e tempo total de duração dos estímulos

O extrato de folhas de estévia e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 tiveram suas características temporais para doçura e amargor intensificadas com o aumento da concentração.

Os parâmetros das curvas tempo-intensidade que melhor discriminaram as amostras foram diferentes para cada equivalência de doçura e para cada característica, ou seja, doce ou amargo.

Porém, na maioria dos casos, os parâmetros tempo total de duração do estímulo e área total sob a curva, que geralmente apresentaram alta correlação positiva entre si, encontraram-se entre os parâmetros mais discriminadores.

O programa desenvolvido para a análise tempo-intensidade "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI" corresponde perfeitamente às expectativas na coleta de dados e obtenção de parâmetros das curvas do comportamento temporal da sacarose e edulcorantes estudados.

SUMMARY

The search for low-calorie foods and high potency sweeteners aimed at replacing sucrose, is increasing daily, due to the constant concern over health. Several sweeteners are permitted for application in dietetic foods and beverages. Each one its own characteristics of intensity and persistence of sweet taste, and presence of aftertaste, which determine consumer acceptance.

The objective of this work was study the sensory characteristics of aspartame, stevia leaf extract and cyclamate/saccharin 2:1; using the determination of equi-sweetness of sucrose, quantitative descriptive analysis and time-intensity methodology, capable of evaluating the temporal attributes of these compounds, little studied. Of those compounds mentioned, only the stevia leaf extract can be produced with totally national (Brazilian) technology. In addition, it is obtained from a native Brazilian plant. This is why its characterization is of great interest. The sweeteners were studied at the equi-sweet level of sucrose at 3, 10, 20 and 30%. research at levels greater than these concentrations could not be done for the aspartame and cyclamate/saccharin 2:1 mixture because the sweet taste was covered by undesirable aftertaste, which became more intense with increasing concentration. For the stevia leaf extract this occurred at an equivalence of sucrose in solution of 20%.

With increasing concentration, the sweetness potency of all the sweeteners studied decreased.

Applying the quantitative descriptive analysis the following attributes were obtained: *initial sweetness, residual sweetness, initial bitter, residual bitter, liquorice* and *body*. The *liquorice* taste was noticed only in the stevia leaf extract.

The increase in sweetener concentration produced changes in the attribute intensities, such as *initial* and *residual bitter*, and also liquorice taste of the stevia leaf extract.

With the time-intensity analysis it was possible to notice that the temporal behavior of aspartame changed with the increased in concentration. In sweetness equivalence with a 3% sucrose solution (SESS), the bitter taste was not perceived, while with 10% SESS it was noticed. Increasing the aspartame concentration, the *intensity* and the *duration time* increased. The *total duration time* and the *total area under the time-intensity curve* of the sweet taste also increased with the increase in concentration.

The stevia leaf extract and the cyclamate/saccharin mixture had the same temporal behavior as the aspartame.

The most discriminative parameters of the time-intensity curve were different for each equivalence of sweetness and for each attribute (sweet or bitter taste). However, in most cases, the *total duration time* or *total area under curve* with high positive correlation, was found among the most discriminative parameters.

The software developed for the time-intensity analysis, the "Time-Intensity Data Collecting System" (*Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI*), responded perfectly, as expected, in collecting the data and obtaining the curve time-intensity parameters.

1 - INTRODUÇÃO

A procura por alimentos de baixa caloria e adoçantes não calóricos na forma de pó, líquido ou tabletes, com a finalidade de substituir a sacarose, vem aumentando a cada dia. Isto ocorre devido à constante preocupação com a saúde, em função dos riscos causados pela alta ingestão de sacarose, como obesidade, diabetes e cárie dental.

Os adoçantes permitidos para uso em alimentos e bebidas dietéticas são vários, mas cada um possui características específicas de intensidade e persistência do gosto doce e presença ou não de gosto residual. Esses fatores são determinantes na aceitação, preferência e escolha por parte dos consumidores.

Os indivíduos, que por diversas razões precisam substituir a sacarose por adoçantes não calóricos, procuram por produtos que sejam dotados de gosto e características próximas às da sacarose. Várias substâncias surgiram para suprir esta necessidade, mas poucas foram comprovadamente consideradas seguras para consumo humano, com bom potencial adoçante e estabilidade satisfatória.

O estudo de adoçantes utilizados na formulação de alimentos dietéticos, bem como de medicamentos, são de fundamental importância no Brasil. O consumo destes é crescente, e é grande a desinformação sobre a intensidade de doçura e o sabor residual de tais substâncias.

Neste trabalho serão estudados três adoçantes: a estévia, o aspartame e a mistura ciclamato/sacarina. Entre eles, o único que pode ser produzido totalmente no Brasil é a estévia, que é obtido

de uma planta nativa brasileira. Porém, o aspartame e a mistura ciclamato/sacarina são os de maior utilização atualmente em nosso país.

A determinação da equivalência de doçura destes adoçantes em relação à sacarose, em diferentes níveis de intensidade, possibilita a correta indicação de quantidades dos adoçantes a serem utilizados nos alimentos e bebidas dietéticas, para proporcionar a doçura desejada, informando quantidades precisas, para proporcionar a preparação de alimentos mais agradáveis sensorialmente.

É fundamental conhecer a equivalência de doçura dos adoçantes em altas concentrações, pois seu poder edulcorante varia de acordo com sua concentração. Também é importante estudar como esse poder edulcorante é influenciado pela variação do pH, pois uma destacada aplicação de edulcorantes ocorre em bebidas carbonatadas que apresentam pH ácido.

É muito importante a introdução da técnica tempo-intensidade nos Laboratórios de Análise Sensorial no Brasil, tanto em nível acadêmico como industrial, para possibilitar um maior conhecimento sobre a intensidade dos estímulos dos adoçantes não calóricos através do tempo. Tais substâncias, são ainda pouco exploradas neste nível, principalmente em se tratando da estévia, e da mistura ciclamato/sacarina, com as quais não foi encontrado nenhum trabalho com a técnica tempo-intensidade. É relevante a obtenção de informações corretas e conhecimento preciso dos aspectos temporais dos mesmos, para possibilitar a escolha desses adoçantes de forma segura, para aplicação em alimentos industrializados.

Esforços devem ser envidados no intuito de conhecer melhor as características de tempo-intensidade de edulcorantes que estão sendo cada vez mais utilizados na substituição da sacarose, como é o caso do aspartame, pois existem poucas informações neste sentido. Além disso, é preciso haver informações concisas sobre o comportamento temporal desse edulcorante em concentrações de doçura equivalente de sacarose superiores a 10%, não encontrados em literatura.

Apesar de ser extensivo o uso da mistura ciclamato/sacarina, no Brasil comercializada com várias marcas em diferentes proporções, não existe nenhum registro na literatura sobre seu comportamento temporal, e sendo relevante a obtenção de informações desta natureza.

A aplicação da técnica tempo-intensidade é recente, pois foi impulsionada pela maior popularização dos recursos de informática, que viabilizam a melhor aplicação desta técnica. Dessa forma, ainda não há um consenso na literatura sobre os parâmetros da curva a serem utilizados. Assim, um estudo para a seleção desses parâmetros, que se realizará no presente trabalho, contribuirá significativamente para o desenvolvimento dessa técnica.

Portanto, é perfeitamente justificável a realização de estudos sensoriais de natureza temporal e com os recursos da informática, não só para o maior conhecimento dos adoçantes, como também para o maior desenvolvimento da técnica tempo-intensidade.

Neste trabalho serão estudados três adoçantes: o extrato de folhas de estévia (comercializado pela Stéviafarma com o nome Stévia Cristal), o aspartame da Nutrasweet™, e a mistura ciclamato/sacarina (2:1), que será representada pela marca

Assugrin produzida por Vepê Indústria Alimentícia Ltda. Estes adoçantes foram os escolhidos para o estudo por serem líderes de mercado (SUPERMERCADO, 1994). Entre eles, o extrato de folhas de estévia é o único que pode ser produzido através de tecnologia totalmente nacional, e além disso, é obtido de uma planta nativa brasileira. Portanto, é de interesse nacional a realização de uma pesquisa detalhada sobre esse adoçante em comparação com os dois que lideram o mercado.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

Estudar os adoçantes aspartame, estévia e a mistura ciclamato/sacarina 2:1, verificando as concentrações de doçura equivalentes à sacarose, realizando análise descritiva quantitativa dos mesmos em equivalência de doçura a sacarose e caracterizando seus aspectos temporais, através da metodologia tempo-intensidade.

2.2 - Objetivos Específicos

- 2.2.1** - Determinar a equivalência de doçura do aspartame, estévia e da mistura ciclamato/sacarina, tanto para níveis mais baixos como para altas intensidades de doçura (solução de 50% de sacarose).
- 2.2.2** - Possibilitar melhor compreensão do estímulo provocado pelas substâncias adoçantes que serão avaliadas, através do tempo de duração do gosto, e da intensidade proporcionada pelos mesmos.
- 2.2.3** - Estudar o comportamento temporal do aspartame, estévia e mistura ciclamato/sacarina, em diversas concentrações, até doçura equivalente em sacarose a 50%.
- 2.2.4** - Comparar as curvas tempo-intensidade obtidas para os diferentes adoçantes avaliados.

- 2.2.5** - Realizar a análise descritiva quantitativa das substâncias avaliadas, possibilitando uma escolha mais adequada por parte das indústrias de alimentos, na substituição de sacarose ou outros adoçantes, no preparo de alimentos dietéticos.
- 2.2.6** - Desenvolver um programa de computador para a coleta dos dados ao aplicar a técnica tempo-intensidade, e assim aumentar as perspectivas de estudos de adoçantes não calóricos através dessa metodologia no Brasil.
- 2.2.7** - Estudar os parâmetros a serem medidos nas curvas tempo-intensidade, para selecionar os que proporcionem maior informação.

3 - REVISÃO DA LITERATURA

3.1 - EDULCORANTES

3.1.1 - Sacarina

A primeira substância sintética, intensamente doce na forma de um pó branco cristalino, foi descoberta por dois químicos pesquisadores: Ira Remsem e Constantine Fahlberg, em maio de 1878. Tratava-se da imida do ácido sulfobenzóico, ou sacarina (Figura 1). Em 1885, Fahlberg divulgou o poder adoçante da substância descoberta, em uma exposição em Londres. Posteriormente foi patenteada e iniciada a produção para comercialização. O uso da sacarina como adoçante em alimentos, teve seu consumo aumentado gradualmente, especialmente em épocas de racionalização do açúcar de cana comum. As companhias produtoras de sacarina difundiram-se pelo mundo inteiro, e seu consumo foi popularizado (NABORS & GELARDI, 1986).

A sacarina é aproximadamente 300 vezes mais doce que a sacarose, e por não ser metabolizada é considerada não calórica (WELLS, 1989). Pode ser utilizada associada a outro adoçante, como o ciclamato, ou não, apresentando a desvantagem de possuir gosto residual amargo, em solução aquosa (CROSBY, 1976).

O sucesso da sacarina pode ser atribuído a alguns fatores: possui grande potência edulcorante, não é metabolizado pelo organismo, portanto não fornece calorias, não afeta os dentes, é estável e tem ampla faixa de aplicações, além de possuir preço cerca de 20 vezes mais baixo que a sacarose (HIGGINBOTAM, 1983).

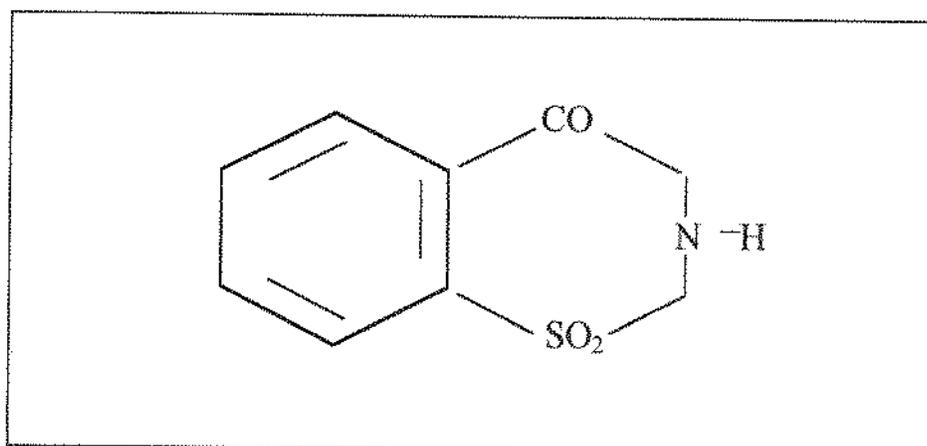


Figura 1 - Estrutura da sacarina - (Imida do ácido sulfobenzóico)

Fonte: BOBBIO & BOBBIO, 1992.

Estudos divulgados nos anos setenta levantaram a hipótese da sacarina possuir potencial carcinogênico. Por esta razão teve seu uso proibido em alimentos, levando pesquisadores a procurarem outros substitutos não calóricos para a sacarose (GUTHRIE, 1989). Anos mais tarde, novos estudos não conseguiram provar tal hipótese (GOLBERG et alii, 1983), e a sacarina foi novamente permitida, sendo amplamente consumida. Apesar disso, os consumidores têm preferido outros adoçantes recentemente permitidos, com menos gosto residual e melhor qualidade sensorial, como o aspartame e o extrato de folhas de estévia.

3.1.2 - Ciclamato

O uso do ciclamato na forma de sal de sódio ou cálcio (Figura 2), cresceu rapidamente em popularidade durante as décadas de 50 e 60 tornando-se o adoçante artificial dominante no mercado, apesar do alto custo comparado ao da sacarina. É cerca de 30 vezes mais doce que a sacarose, e possui a vantagem particular de reduzir o gosto amargo

residual da sacarina, quando associado a ela (HIGGINBOTHAM, 1983). É considerado isento de calorias, uma vez que não é metabolizado (WELLS, 1989).

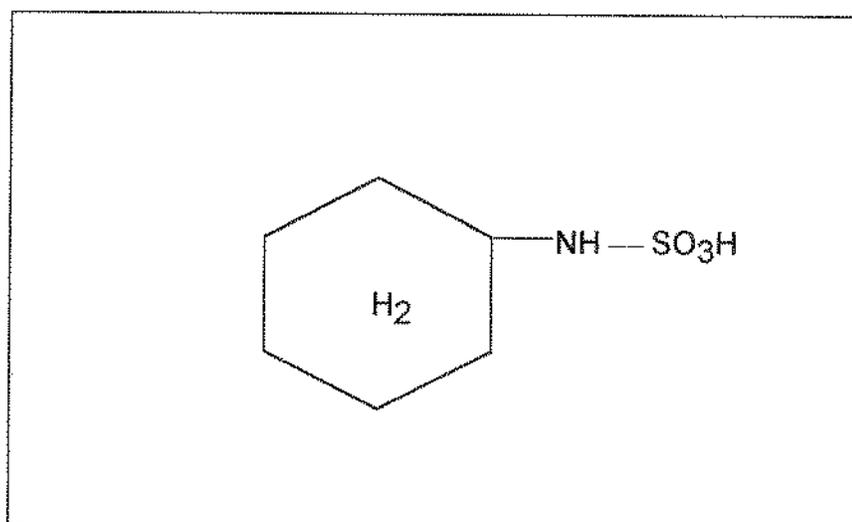


Figura 2 - Estrutura do ciclamato - (Ácido ciclohexansulfâmico)

Fonte: BOBBIO & BOBBIO, 1992.

LARSON-POWERS & PANGBORN (1978), encontraram que o ciclamato era 13,6 e 11,6 vezes mais doce que a sacarose, pois consideraram as concentrações de 0,75% e 0,86% de ciclamato de cálcio equivalente em doçura à uma solução de sacarose a 10%.

Em 1970, o ciclamato foi banido do mercado após a divulgação do resultado de pesquisas que sugeriam que o ciclamato ou seu metabólito ocasional ciclohexilamina, é fator determinante de carcinogênese ou mutagênese. Por 10 anos, Os laboratórios Abbott pressionaram fortemente a reintrodução do ciclamato no mercado, sem êxito, até que

recentes revisões sobre adoçantes, não confirmaram o potencial carcinogênico ou mutagênico do mesmo (HIGGINBOTHAM, 1983).

3.1.3 - Mistura Ciclamato/Sacarina

Os adoçantes sacarina e ciclamato são muito utilizados associados em diferentes proporções em função do sinergismo proporcionado. No Brasil existem diversos adoçantes de mesa com esta composição, sendo que o primeiro a ser lançado comercialmente foi a marca Adocyl. Atualmente, o adoçante desta natureza líder de mercado, é a marca Assugrin, fabricado por Vepê Indústria Alimentícia Ltda (SUPERMERCADO, 1994). O Assugrin é composto por sacarina sódica e ciclamato de sódio na proporção 2:1.

3.1.4 - Extrato de Folhas de Estévia

Entre os vários adoçantes de origem natural permitidos atualmente para serem utilizados como substitutos da sacarose, destaca-se o extrato de folhas de estévia, composto por glicosídeos terpênicos extraídos das folhas de *Stévia rebaudiana* Bertoni. Esse extrato, é um pó branco, formado por cristais adoçantes de estévia, denominado genericamente de esteviosídeo. É composto por esteviosídeo propriamente dito e seus anômeros, os rebaudiosídeos (Figura 3), que conferem a doçura ao composto (HIGGINBOTHAM, 1983). Esse produto é notável por sua intensa doçura e ausência de gosto residual desagradável (SOEJARTO et alii, 1982). Além disso, por não ser metabolizado pelo organismo, é isento de calorias (WELLS, 1989).

A planta *Stévia rebaudiana* é originária da Serra do Amambay na fronteira do Brasil com o Paraguai. É uma erva da família das *Compositae* e foi classificada por Bertoni em 1905.

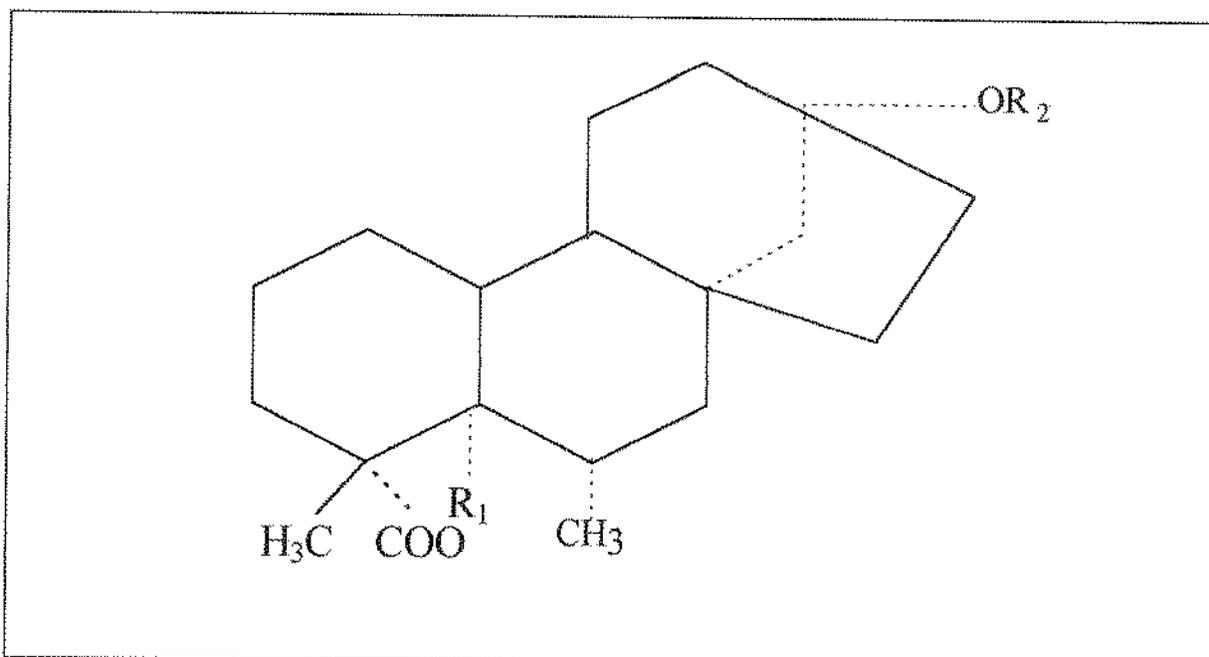
BRIDEL & LAVIEILLE (1931) fizeram extração alcoólica das folhas de estévia, e obtiveram um glicosídeo na forma cristalizada 300 vezes mais doce que a sacarose, o qual denominaram esteviosídeo. Eles demonstraram que a hidrólise ácida do esteviosídeo rendia uma aglicona mais glicose, como único composto açucarado. Subsequentemente, eles relataram que por hidrólise enzimática, usando suco hepato-pancreático, obtiveram do esteviosídeo, outra aglicona anomérica à primeira. Eles chamaram essas agliconas de isosteviol e esteviol, respectivamente. Das determinações dos pesos moleculares do esteviol e esteviosídeo, concluíram que o esteviosídeo contém três unidades de glicose.

A *Stevia rebaudiana* atualmente é cultivada com êxito no Japão, Coreia, Taiwan, República Popular da China, e outras partes do mundo. A planta adulta possui 7 a 10% de componentes de gosto doce comumente classificados por esteviosídeos, quimicamente denominados 19-O β -glucopiranosil-13-O[β -glucopiranosil (1,2)- β -glucopiranosil]-steviol. Nas folhas secas, os constituintes hidrossolúveis são 42% em peso (BELL, 1954).

A estévia é composta de vários glicosídeos naturais, térmicamente estáveis (esteviol glicosídeos). O princípio ativo adoçante da estévia é utilizado há séculos pelos nativos indígenas paraguaios (INGLETT, 1984).

Desde 1950, sua produção vem sendo desenvolvida no Japão, bem como a resolução de problemas no refino como eliminação de aromas indesejáveis.

No Brasil, a estévia vem sendo industrializada por "Stéviafarma Industrial S/A", em Maringá no Paraná, com tecnologia de fabricação desenvolvida pela Fundação Universidade Estadual de Maringá (STÉVIAFARMA, 1993). Apesar disto, seu uso não é difundido em nível nacional. Em 1979, ANGELUCCI *apud* STEVIAFARMA (1993), realizou estudos sobre esteviosídeos obtidos de plantas brasileiras, e avaliou a potencialidade de seu emprego em alimentos, especialmente em formulações hídricas e carbonatadas.



Glicosídeos	R ₁	R ₂
Steviosídeo	β - Glu	- Glu ² - ¹ Glu
Rebaudiosídeo A	β - Glu	- ₃ Glu ² - ¹ Gluc ¹ Gluc 2
Rebaudiosídeo B	- H	- ₃ Glu ² - ¹ Glu ¹ Glu
Rebaudiosídeo C (Dulcosídeo B)	β - Glu	- ₃ Glu ² - ¹ Ram ¹ Gluc
Dulcosídeo A	β - Glu	- Glu ² - ¹ Ram

Glu = Glucose; Ram = Ramnose.

Figura 3 - Estrutura dos Glicosídeos da *Stévia rebaudiana* Bertoni.

(Fonte: BOBBIO & BOBBIO, 1992)

Em 10 de setembro de 1986 foi autorizado o uso do esteviosídeo, isento de seu produto de hidrólise (steviol e isosteviol) como edulcorante natural em alimentos e bebidas dietéticas, com a ingestão diária aceitável de 5,5 mg / Kg de peso corpóreo / dia (ABIA, 1991).

Em 29 de janeiro de 1988, foi oficializado pelo Ministério da Saúde, através da Portaria n.º 14 de 26 de janeiro de 1988, a permissão do uso de estévia no Brasil, como adoçante em bebidas e alimentos convencionais, com a finalidade de realçar o aroma, ou em substituição de sacarose em bebidas e alimentos dietéticos, e ainda para uso em formulações medicamentosas, e em cosmetologia, para produtos de higiene bucal ou uso labial (ABIA, 1991).

O extrato das folhas de estévia, é aproximadamente 300 vezes mais doce que a sacarose, e 300 vezes menos calórico (CROSBY, 1976). Tem larga aplicação industrial em alimentos, especialmente para bebidas de baixa caloria, alimentos enlatados, biscoitos, doces e gomas de mascar. É amplamente utilizado há dez anos no Japão, onde têm seu estudo mais desenvolvido. O fornecedor de estévia de Singapura "Stevia Pacific Distributor", afirma, através de estudos realizados pelos laboratórios da empresa, que este adoçante não tem potencial cariogênico nem carcinogênico, sendo atóxico, e sem efeito cumulativo no organismo. Além disso, é altamente solúvel em água e álcool, não fermentável, física e quimicamente estável (até mesmo durante o processamento) e facilmente estocado. Pode ser usado em combinação com a sacarose, frutose ou outro açúcar natural, ou ainda sozinho (STEVIA, 1993).

Avaliando 110 espécies de estévia em relação ao aspecto organoléptico, SOEJARTO et alii (1982) encontraram a espécie *rebaudiana*, como sendo a única com característica extremamente doce e sem amargor.

NISHIYAMA et alii (1993), correlacionaram o teor dos carboidratos solúveis em água nas folhas da estévia, com o conteúdo de esteviosídeos, determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).

Os processos comerciais mais empregados, consistem em extração de esteviosídeos em água, descoloração e purificação do extrato através de resinas de troca-iônica, técnicas eletrolíticas, ou reagentes precipitantes (BAKAL & NABORS, 1986).

Os extratos de *Stevia rebaudiana* são comercializados em vários graus de pureza. A falta de pesquisas para obtenção de uma metodologia adequada para especificar com precisão o grau de pureza destes extratos, é a principal responsável pela contradição a respeito das propriedades físicas e sensoriais dos esteviosídeos (BAKAL & NABORS, 1986).

ISIMA & KAKAYAMA (1976), avaliaram a doçura de esteviosídeos através de comparação pareada, utilizando delineamento estatístico de blocos incompletos balanceados. Verificaram que o esteviosídeo refinado com grau de pureza de 93 a 95%, apresenta gosto residual amargo e adstringente prolongado, embora o mesmo composto com grau de pureza de 50%, não apresenta este inconveniente, e que com o aumento da concentração, ocorre diminuição da potência do extrato de folhas de estévia, até a concentração de doçura equivalente a 10% de sacarose. A avaliação sensorial realizada por estes autores indicou que a intensidade de doçura do esteviosídeo é cerca de 300 vezes maior que a da sacarose em concentração de 0,4%, 150 vezes maior que a da sacarose a 4% e 100 vezes maior que a da sacarose a 10%.

3.1.5 -Aspartame

O intenso gosto doce do composto N-L- α -aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster, mais conhecido como aspartame (Figura 4), foi descoberto acidentalmente em dezembro de 1965, pelo químico pesquisador James Schlatter, da companhia G. D. Searle & Co., durante a síntese de um tetrapeptídeo para ser utilizado em bio-análise (MAZUR & RIPPERR, 1979).

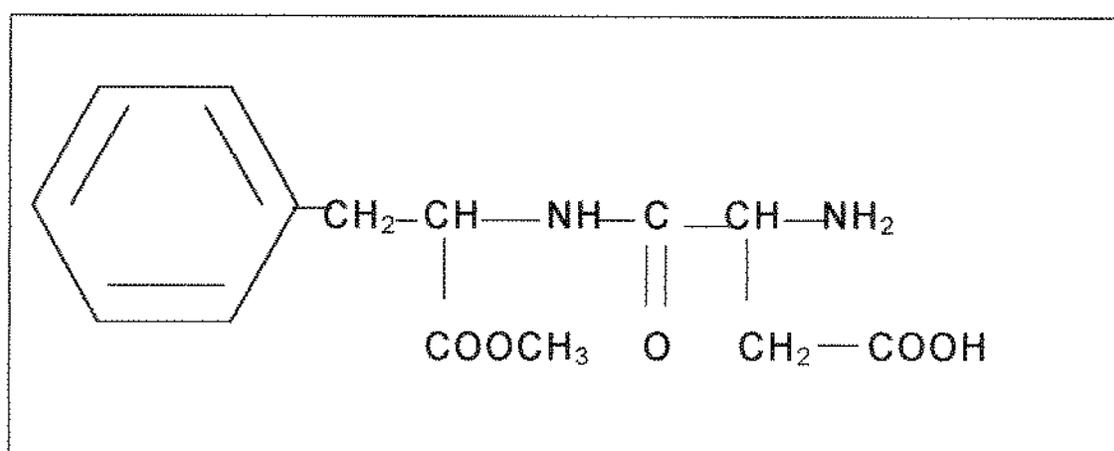


Figura 4 - Estrutura do Aspartame - (N-L- α -aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster).

Fonte: BOBBIO & BOBBIO (1992).

Após patenteá-lo e realizar inúmeros testes, a G.D. Searle & Co. decidiu comercializar o composto descoberto com o nome genérico de aspartame. É um pó branco, cristalino e possui excelente solubilidade em água e álcool, mas é insolúvel em óleos e gorduras (RIPPER, et alii, 1986). Possui uma potência de 200 vezes mais doce que a sacarose, e excelente qualidade em relação à estabilidade. Através de

pesquisas biológicas, ficou demonstrada sua segurança para consumo em alimentos e bebidas (BRADSTOCK et alii, 1986; STEGINK, 1987).

O aspartame ao ser ingerido, fornece 4 Kcal/g, e tendo em vista que, em virtude de sua potência, a quantidade a ser consumida, comparando-se com a sacarose é de 200 vezes menor, a quantidade de calorias ingeridas torna-se desprezível (WELLS, 1989).

PORIKOS et alii (1977) concluíram através de seus estudos com pessoas obesas, que a ingestão de alimentos adoçados com aspartame em substituição da sacarose na dieta alimentar, promove diminuição de massa corporal, em função da diminuição da ingestão calórica.

A única restrição até o momento, que se faz quanto ao uso do aspartame, é que pessoas portadoras de uma deficiência genética no metabolismo da fenilalanina (fenilcetonúria), não devem ingerir nenhum composto que a contenha. A incidência dessa doença nos Estados Unidos é de 1 em cada 15.000 recém-nascidos, e ela ocorre em função da ausência de uma enzima (fenilalanina hidroxilase), que converte o excesso de fenilalanina em tirosina. O excesso de fenilalanina no sangue resulta em anormalidades das respostas cerebrais, podendo causar retardamento mental se não houver o controle da ingestão desse aminoácido (HARPER, 1984).

BALDWIN & KORSCHGEN (1979), demonstraram em suas pesquisas que o uso de aspartame em bebidas, acentua o aroma, especialmente em sucos de frutas cítricas.

O aspartame teve sua utilização aprovada para utilização em alimentos e bebidas, pela primeira vez em 1974, sendo atualmente permitido e consumido em mais de 50 países.

O consumo do aspartame tem crescido muito, e sua utilização nos produtos "diet" e "light" tem tido grande êxito por ter características semelhantes às da sacarose (SAMUNDSEN, 1985; RÉ, 1990).

O aspartame é utilizado atualmente em diversos países, em aproximadamente 3.000 produtos. No Brasil é utilizado em 100 tipos de produtos alimentícios, sendo as principais categorias: refrigerantes, adoçantes de mesa, iogurtes, pós para preparo de sobremesas como gelatinas e flans, sorvetes, e muitos outros (RÉ, 1990).

Pesquisadores observaram um fato interessante na determinação da doçura equivalente em sacarose do aspartame: com o aumento da concentração, ocorre diminuição da potência do adoçante, verificado até doçura equivalente a 32% de sacarose (CLONINGER & BALDWIN, 1974)

CLONINGER & BALDWIN (1974), utilizaram o teste de ordenação para estabelecer equivalência de doçura em comparação a várias concentrações de sacarose (2, 4, 8, 12, 20 e 30%), avaliando o efeito de determinados ingredientes (gelatina, gomas e bebidas com aroma de laranja) e do pH sobre a doçura do aspartame. O efeito de ingredientes e do pH, sobre a equivalência de doçura do aspartame foi realizado apenas para as concentrações equivalentes em sacarose a 4 e 12%. Em solução sem aditivos, o aspartame foi considerado 182, 160, 114, 100, 66 e 43 vezes mais doce que a sacarose a 2, 4, 8, 12, 20 e 30%, respectivamente. Em solução tampão citrato-fosfato em pH 3,2 o aspartame foi 160 vezes mais doce que a sacarose a 4% e 100 vezes mais doce que a sacarose a 12%. Portanto, nas concentrações estudadas, esses autores encontraram que o pH não alterou a equivalência de doçura do aspartame, e o consideraram comparável à sacarose quanto aos atributos sensoriais.

LARSON-POWERS & PANGBORN (1978), consideraram as concentrações de 0,75 e 0,86% de ciclamato de cálcio e 0,17 e 0,19% de aspartame equivalentes em doçura à uma solução de sacarose a 10%.

THOMSON et alii (1987) investigaram as características de diversos adoçantes (frutose, glicose, sorbitol, lactitol, aspartame, sacarina, acessulfame K, e mistura de extratos de folhas de estêvia) através da avaliação das similaridades em escala, utilizando análise estatística multidimensional. O aspartame foi o adoçante que apresentou as características mais próximas às da sacarose em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 5%.

Através da metodologia de análise descritiva quantitativa, HOMLER (1988) concluiu que o aspartame, em solução equivalente em doçura a uma solução de referência de sacarose a 10%, apresenta gosto doce semelhante ao da sacarose e sem gosto residual.

Bebidas adoçadas com sacarose e aspartame receberam a descrição "doce limpo" , enquanto as adoçadas com ciclamato ou sacarina, foram caracterizadas como "doce químico" e "amargo", em pesquisas realizadas por LARSON-POWERS & PANGBORN (1978), através de métodos sensoriais descritivos.

3.1.6 - Outros Adoçantes

Vários outros edulcorantes são encontrados na forma de pó ou soluções para uso de mesa, como por exemplo o acessulfame-K, que muitas vezes é encontrado associado à sacarina ou ciclamato (KETELSEN, 1993).

As dihidrochalconas, são substâncias com poder adoçante cerca de 300 vezes superior ao da sacarose, com poder calórico insignificante (2 cal/g, correspondendo a 1/1.000 das calorias fornecidas pela sacarose, considerando o seu poder edulcorante (HOROWITZ & GENTILLI, 1985) que vem sendo

utilizadas com sucesso em alimentos, embora não existam resultados conclusivos sobre sua estabilidade. São derivadas de flavononas cítricas, e estão sendo realizados muitos estudos, para a obtenção de informações mais completas e precisas sobre esta substância (CROSBY, 1976; HOROWITZ & GENTILLI, 1986).

Existem também outros compostos naturais ou sintéticos, menos conhecidos e em fase de estudos.

É o caso dos compostos naturais extremamente doces, de natureza proteica obtidas de plantas tropicais, que são a monelina, e taumatina, com características semelhantes (CROSBY, 1976). A monelina, uma proteína de alto peso molecular (10.700 Daltons) extraída do *Dioscoreophyllum cumminsii*, é considerada cerca de 3.000 vezes mais doce que a sacarose (valor calculado pelo limiar de doçura). Apesar da intensa doçura é muito instável em elevações de temperatura e modificações de pH, em função de sua natureza proteica (MORRIS & CAGAN, 1972).

A taumatina é extraída da *Thaumatococcus danielli* Benth, com peso molecular de 21.000 Daltons. Foi considerada 1.600 vezes mais doce que a sacarose, com base na massa utilizada no limiar de doçura (CROSBY, 1976).

A miraculina, também de natureza proteica (é uma glicoproteína), extraída da *Synsepalum dulcificum*, desenvolve gosto doce em curto espaço de tempo, a partir do contato com ácidos minerais e orgânicos, presentes na saliva (CROSBY, 1976).

Outros compostos menos conhecidos que podem ser citados, são os edulcorantes naturais de natureza glicosídica (da mesma forma que o extrato de folhas de estévia), que são: a osladina (isolada do *Polypodium vulgare* L.), aproximadamente 3.000 vezes mais doce que a sacarose (NABORS & INGLET, 1986); a glicirrizina, considerada 50 vezes mais doce que a sacarose, extraída das raízes de *Glycyrrhiza glabra* L. (alcaçuz) (NABORS & INGLET, 1986); e os glicosídeos triterpenóides extraídos dos frutos secos chamados Lo Han Kuo

(*Momordica grosvenori* Swingle) encontrados no Sudeste da China. É cerca de 150 vezes mais doce que a sacarose e possui gosto residual semelhante aos esteviosídeos (CROSBY, 1976).

A filodulcina, é um composto doce, extraído de uma planta Oriental (*Hydrangea macrophylla* Seringe var. *thunbergii* Makino), sendo cerca de 800 vezes mais doce que a sacarose (SUZUKI et alii, 1977 *apud* NABORS & INGLETT, 1986).

A perrilartina, é uma aldoxima de origem natural, extraída da *Perilla namkemensis* Deone, cerca de 2.000 vezes mais doce que a sacarose, mas possui gosto amargo associado (CROSBY & WINGARD, 1986).

A sucralose, quimicamente denominada 4-cloro-4-deoxi- α -D-galactopiranosídeo é obtida pela cloração seletiva da sacarose, de forma seletiva nas posições 4, 1' e 6' da molécula do açúcar. É 600 vezes mais doce que a sacarose em solução a 5% açúcar, e é isento de calorias (JENNER, 1989).

O Alitame é um dipeptídeo (como o aspartame), desenvolvido pela Pfizer, é parcialmente calórico (1a 4 cal/g - WELLS, 1989), mas em função de sua potência (2.000 vezes mais doce que a sacarose - PFIZER, 1987 *apud* WELLS, 1989), é usado em pequenas quantidades, tornando a quantidade de calorias ingeridas insignificante (WELLS, 1989).

3.1.7 - Edulcorantes e Quantidades Permitidas em Alimentos Dietéticos no Brasil

A Legislação Brasileira permite a utilização de certos edulcorantes, e os limites máximos em que podem ser adicionados em bebidas e alimentos encontram-se na Tabela 1.

Essas quantidades máximas de edulcorantes permitidos pela Legislação Brasileira, correspondem a níveis de doçura variáveis, dependendo da substância. As quantidades permitidas para o aspartame e para a sacarina, ficam próximas de uma doçura equivalente, a 10% de sacarose, como a dos refrigerantes (HOMLER, 1988; WELLS, 1989). Já a quantidade permitida de esteviosídeos corresponde a um nível de doçura baixo, próximo a 3% de sacarose (ISIMA & KAKAYAMA, 1976). Por outro lado, as quantidades de ciclamatos permitem níveis de doçura correspondentes a aproximadamente 0,1% (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978a), embora sejam utilizados sempre associados com a sacarina.

3.1.8 - Ingestão Diária Aceitável (IDA)

Com base em estudos de toxicidade e segurança, são estabelecidas doses de ingestão diária aceitável (IDA) para aditivos permitidos e no caso de edulcorantes, os já estabelecidos estão apresentados na Tabela 2.

Considerando tais valores, uma pessoa com 70 Kg de peso corpóreo, poderia ingerir diariamente até 3,0 quilos de alimento ou 3,0 litros de bebida adoçadas com aspartame (pois possui a maior IDA), em nível de doçura alto, equivalente a 30% de sacarose (geléias ou calda para frutas). Para a mistura ciclamato/sacarina 2:1, poderia ser ingerido até 160 gramas diárias de alimentos ou bebidas em mesma equivalência de doçura, já que a IDA da sacarina é a mais baixa.

Em relação aos esteviosídeos, uma pessoa com o mesmo peso citado anteriormente, poderia ingerir até 3,0 quilos de alimentos ou bebidas diariamente em doçura equivalente a 10% de sacarose.

Tabela 1 - Quantidades de edulcorantes e adoçantes permitidos pela Legislação Brasileira

EDULCORANTES ARTIFICIAIS		
ADITIVO	ALIMENTOS EM QUE PODEM SER ADICIONADOS	LIMITE MÁXIMO g/100g - g/100ml
Acessulfame K	Alimentos dietéticos	q.s.p.
	Bebidas dietéticas	q.s.p.
Aspartame	Alimentos dietéticos	75mg/100g
	Bebidas dietéticas	75mg/100ml
Ciclamatos	Alimentos dietéticos	130mg/100g
	Bebidas dietéticas	130mg/100ml
Sacarina	Alimentos dietéticos	30mg/100g
	Bebidas dietéticas	30mg/100ml
EDULCORANTES NATURAIS		
ADITIVO	ALIMENTOS EM QUE PODEM SER ADICIONADOS	LIMITE MÁXIMO g/100g - g/100ml
Esteviosídeo	Alimentos dietéticos	60mg/100g
	Bebidas dietéticas	60mg/100ml
Manitol	Alimentos dietéticos	sem limite
	Bebidas dietéticas	2,0g/100g
	Pós para bebidas dietéticas	2,0g/100g
Sorbitol	Alimentos dietéticos	sem limite
	Bebidas dietéticas	sem limite

Fonte: ABIA (1991)

Tabela 2 - Doses de ingestão diária aceitável (IDA) para edulcorantes.

<i>Edulcorante</i>	<i>IDA</i>	<i>Referência</i>
Aspartame**	40 mg / Kg*	STEGINK & FILLER (1984)
Ciclamato	11 mg / Kg*	GRENBY et alii (1983)
Sacarina	2,5 mg / Kg*	GRENBY et alii (1983)
Esteviosídeo	5,5 mg / Kg*	ABIA (1991)
Acessulfame K	15 mg / Kg*	PEDERSEN (1991)
Manitol	50 mg / Kg*	GRENBY et alii (1983)
Neohesperidina dihidrochalcona	5 mg / Kg*	PEDERSEN (1991)

* Kg de peso corpóreo.

** Indicação para pessoas isentas de fenilcetonúria.

O estevosídeo é permitido somente no Japão, onde é largamente aplicado, no Paraguai e no Brasil (PEDERSEN, 1991). Um dos motivos do êxito do uso da estévia no Japão, é a obtenção de novas variedades, e híbridos (através de melhoramento genético), que contém maior proporção de rebaudiosídeo (o anômero preferido do esteviosídeo), proporcionando a obtenção de um extrato com maior doçura e menor amargor (HIGGINBOTHAM, 1983). Em tal país, indústrias de bebidas dietéticas utilizam muito o extrato de estévia. A Pepsi-Cola do Japão utiliza a estévia (no máximo 50%) associada com frutose em sua bebida dietética, e a Coca-Cola tem utilizado um esteviosídeo modificado enzimaticamente, o α -G-Sweet, produzido por Toyo Sugar Refinig, o qual é conhecido por possuir ótimo gosto, mas apenas metade da doçura e ser muito caro (HIGGINBOTHAM, 1983).

3.2 - PROPRIEDADES ESTRUTURAIS DOS COMPOSTOS DOCES

Até o momento, não é possível predizer as propriedades sensoriais de qualquer composto doce através de sua estrutura química. Isto ocorre pelo fato de que as propriedades físico-químicas de moléculas que proporcionam a percepção do gosto doce ainda não são bem conhecidas. A teoria mais plausível até o momento, que explica o gosto doce, é a de SHALLEMBERGER & ACREE (1971), os quais postularam que a condição necessária para promover o gosto doce é um par de átomos de hidrogênio unidos e com uma distância de 3 Angstrom entre eles. A molécula estimulante, de acordo com esta idéia, possui uma configuração do tipo AH-B, onde A e B são átomos carregados eletronegativamente e H é um átomo de hidrogênio que é parte de um sistema polarizado A-H. O grupo AH-B na molécula estimulante presumivelmente, interage com o sítio complementar AH-B localizado na membrana do receptor do gosto para formar simultaneamente duas ligações de hidrogênio. Foi sugerido que um

terceiro sítio lipofílico pode ser necessário para proporcionar uma doçura intensa, como no caso dos edulcorantes (KIER, 1972).

De acordo com STEGINK & FILER (1884), os possíveis sistemas AH-B e número de ligações para aspartame, esteviosídeo, rebaudiosídeo, ciclamato de cálcio e sacarina estão apresentados na Tabela 3.

Embora essa teoria tenha sido útil para explicar a doçura, foi insatisfatória para predizer a priori que composto pode ter gosto doce, ou como um adoçante difere do outro.

3.2.1. - Doçura e Sítios Receptores

Existem evidências que as substâncias adoçantes são mediadas por mais de um único mecanismo receptor (STEGINK & FILER, 1984). Muitas variações têm sido encontradas em estudos com sensibilidade humana em relação à competição e intensidade. A medida de limiar para uma faixa de compostos variando a estrutura química, sugere que existem vários tipos de receptores para o gosto doce. HIJI (1975) constatou que enzimas proteolíticas como pronase E e fosfatase semi-alcalina inibem a percepção do gosto doce, mas seus efeitos não foram uniformes para todos adoçantes.

Em resumo, de acordo com as pesquisas realizadas neste sentido, os experimentos realizados até o momento, sugerem que mais de um tipo de receptor faz a mediação de doçura. O sítio receptor para o aspartame parece ser diferente dos receptores da sacarina sódica (STEGINK & FILER, 1884).

Tabela 3 - Número e tipos de ligações (sistemas AH-B) possivelmente responsáveis pelo gosto doce dos edulcorantes.

<i>Edulcorante</i>	<i>Número</i>	<i>Possível Sistema AH-B</i>
Aspartame	2	$\begin{array}{c} \text{C} \\ \\ \text{NH, O} \end{array}$ <p>1) NH, O</p> <p>2) NH₃⁺, COO⁻</p>
Esteviosídeo	3	<p>1) OH, OH (unidade de açúcar)</p> $\begin{array}{c} \text{C} \\ \\ \text{OH, O} \end{array}$ <p>2) OH, O (Grupo hidroxil do açúcar e oxigênio da carbonila)</p> <p>3) OH, =CH₂ (Grupo hidroxila do açúcar e centro de insaturação)</p>
Rebaudiosídeo	3	Idêntico ao esteviosídeo.
Ciclamato de Cálcio	1	$\begin{array}{c} \text{S} \\ \downarrow \\ \text{NH, O} \end{array}$
Sacarina sódica	2	<p>1) NH, O^{a,b}</p> $\begin{array}{c} \text{C} \\ \\ \text{NH, O} \end{array}$ <p>2) NH, O</p>

^a S→O refere ao fato de que o enxofre é um átomo doador de elétron. Ele não forma uma ligação covalente verdadeira com o oxigênio, mas doa elétrons.

^b O nitrogênio na sacarina sódica pode ser N⁻ porque está na forma de sal (Na⁺) que é normalmente ingerido. Entretanto, a forma ácida (NH) também é doce.

Fonte: STEGINK & FILER (1884).

3.3. - METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE EDULCORANTES

O estudo do poder edulcorante de substâncias utilizadas na substituição da sacarose é de extrema importância, e várias metodologias podem ser utilizadas, com o objetivo de determinar a equivalência de doçura: teste de ordenação (CLONINGER & BALDWIN, 1974), comparação pareada (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978), estimação de magnitude (WIET & BEYTS, 1992), e comparação de um padrão de glicose com edulcorantes através de escala de intensidade (TUNALEY et alii, 1987).

A análise descritiva quantitativa foi utilizada para descrever as características dos edulcorantes em solução em equivalência de doçura à sacarose em solução a 10% (HOMLER, 1988), e em sistemas como gelatinas e bebidas aromatizadas (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978).

A análise tempo-intensidade (LAWLESS & SKINNER, 1979; LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978; DuBOIS & LEE, 1983; YOSHIDA, 1986; CLIFF & NOBLE, 1990) é utilizada com o objetivo de analisar o comportamento temporal dos edulcorantes.

3.3.1 - Determinação de Doçura Equivalente

Para que um adoçante possa substituir a sacarose com êxito, em formulações de alimentos, é preciso realizar estudos que permitam o conhecimento prévio das concentrações dos adoçantes a serem utilizados e suas doçuras equivalentes em sacarose. As metodologias para a obtenção destas informações variam, podendo ser através do limiar absoluto (FABIAN & BLUM, 1943 apud TUNALEY et alii, 1987), comparação pareada (YAMAGUCHI et alii, 1970), variações do método

do estímulo constante (DE GRAAF & FRIJTERS, 1986), e o método muito aplicado de estimação da magnitude e representação gráfica dos resultados normalizados, através da Lei de Stevens ou "power function" (STONE & OLIVER, 1969; MOSKOWITZ, 1970).

TUNALEY et alii (1980) utilizaram o método de escala de intensidade para avaliar a doçura de nove diferentes adoçantes, comparando-os a um padrão de glicose em solução a 5%. Concluíram que houve muita variação nos dados obtidos, em relação aos provadores. Os autores concluíram que esta variação é dependente do tipo do adoçante, pois quanto mais complexa a percepção total, maior foi a variação nos resultados.

A Tabela 4 relaciona pesquisadores e metodologias para determinação de doçura equivalente e o número de provadores utilizados.

Tabela 4 - Pesquisadores, número de provadores e metodologias utilizadas em determinação de equivalência de doçura.

PESQUISADORES	Nº. de Provadores	Metodologia p/ equivalência de doçura
SCHUTZ & PILGRIN (1956)	15	Estímulo Constante
MOSKOWITZ (1970)	-	Estimação de magnitude
CLONINGER & BALDWIN (1974)	20	Método de ordenação
LARSON-POWERS & PANGBORN (1978a)	13	Comparação Pareada
LARSON-POWERS & PANGBORN (1978a)	13	Tempo-Intensidade
REDLINGER & SETSER (1987)	7	Estimação de magnitude através de Escala
TUNALEY et alii (1987)	31	Resposta em Escala não estruturada (comparação a um padrão de glicose)
ALGON & KATZIR (1990)	9	Estimação de magnitude de intervalos ou diferença
WISEMAN & McDANIEL (1991)	9	Estimação de magnitude
AYYA & LAWLESS (1992)	9	Parâmetro da curva tempo-intensidade
SPELLANE et alii (1992)	8	Limiar de reconhecimento
WIET & BEYTS (1992)	20	Estimação de magnitude
BONNANS & NOBLE (1993)	19	Tempo Intensidade (Computador)
BORNSTEIN et alii (1993)	15	Comparação Pareada através de Estímulo Constante

Um dos métodos mais utilizados é o de estimação de magnitude, o qual possibilita a medida quantitativa direta da intensidade de doçura subjetiva. Para este método, provadores selecionados através de capacidade de discriminar amostras são treinados para utilizarem as fichas e compararem os padrões de doçura (STONE & OLIVER, 1969).

Neste método descrito por STONE & OLIVER (1969), os provadores devem receber uma amostra referência com uma intensidade designada com um valor arbitrário, por exemplo 10, seguida por uma série de amostras em ordem casualizada, com intensidades maiores ou menores que a referência. Os provadores deverão estimar a intensidade de doçura das amostras desconhecidas, e atribuir notas a elas, em relação à referência. Por exemplo, se a amostra tiver o dobro da doçura da amostra referência, deverá ter valor 20, e se for a metade, 5, e assim por diante. Apenas não poderá atribuir valor zero a qualquer amostra.

Os provadores são informados que a referência poderá ser reavaliada periodicamente, conforme a solicitação (STONE & OLIVER, 1969).

De acordo com MOSKOWITZ (1974) o princípio da estimação de magnitude, ou função de potência, proporciona a obtenção de diversas ferramentas importantes para a avaliação de alimentos através da análise sensorial. Este autor cita uma analogia física, dizendo que no intervalo entre as temperaturas de 40 e 80°C existem 40 graus de temperatura. Entretanto, 80°C não é percebido sensorialmente como tendo o dobro do aquecimento de 40°C. Similarmente, o dobro de uma determinada quantidade de sacarose ou cloreto de sódio, não vão produzir a sua percepção em dobro, precisando quantificar estas medidas de forma como ela é percebida sensorialmente.

Os valores obtidos dos resultados dos provadores e os valores das concentrações avaliadas são normalizados, e calculados os logaritmos desses resultados, os quais são colocados em um gráfico em coordenadas logarítmicas. Para cada adoçante (ou outro composto) é obtida uma reta, a qual obedece a lei de Stevens, ou "power function": $S=aC^n$, onde S é o estímulo percebido, C é a concentração do estímulo, a é antilog do valor de Y no intercepto, e n é o coeficiente angular da reta. Regiões das retas dos adoçantes em que estão em mesmo nível, paralelo ao eixo da abcissa, possuem doçuras equivalentes (MOSKOWITZ, 1974).

3.3.2 - Análise Descritiva Quantitativa

A análise descritiva quantitativa proporciona uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes (STONE & SIDEL, 1985). Possui inúmeras aplicações, como por exemplo o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações no decorrer do período, desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade de produtos industrializados, realizar relação entre testes sensoriais e instrumentais (STONE & SIDEL, 1985). Ainda existem inúmeras aplicações, como a deste trabalho, que é descrever e comparar termos descritores importantes para produtos utilizados com a mesma finalidade (adoçantes), mas com características que podem mudar com a concentração em que são utilizados e também com a natureza do composto. Desta forma, são obtidas informações importantes para a

escolha adequada do tipo do edulcorante de acordo com o interesse do fabricante ou consumidor.

REDLINGER & SETSER (1987), avaliaram a doçura de vários edulcorantes (aspartame, acessulfame K, sacarina de sódio, ciclamato de cálcio) e adoçantes (sacarose e frutose) através do método de escala, comparando com um padrão de sacarose em solução a 5%. Chegaram à conclusão que nenhum adoçante utilizado foi percebido exatamente igual à sacarose e a intensidade e os atributos investigados (doçura inicial, doçura máxima, doçura residual e residual "não doce") variaram entre os sistemas de alimentos e entre os adoçantes.

THOMSON & TUNALEY (1987) investigaram as características de diversos adoçantes através da avaliação das similaridades em escala, utilizando a análise estatística "multidimensional scaling". O aspartame foi o adoçante que apresentou as características mais próximas às da sacarose.

3.3.2.1 - Seleção dos Provadores

Como a equipe de provadores é o instrumento da análise sensorial, deve haver uma seleção rigorosa dos provadores.

Inicialmente, deve ser feita uma pré-seleção, baseada no objetivo da análise, onde devem ser escolhidos os candidatos com capacidade de detectar diferenças entre amostras-modelo de acordo com o produto a ser avaliado (STONE et alii, 1974).

A partir destes candidatos pré-selecionados deverá ser realizada uma seleção mais rigorosa, levando-se em conta três características básicas: o poder discriminante, a repetibilidade e concordância com a equipe, de cada provador (STONE et alii, 1974).

O poder discriminante é avaliado através de ANOVA para os resultados de cada atributo gerado, para cada provador, onde o valor do F estatístico ($F_{amostra}$) determina a capacidade individual em discriminar amostras (DAMÁSIO & COSTELL, 1991). Alguns autores consideram o valor de $F_{amostra} < 0,50$ para aceitar um provador (STONE et alii, 1974), enquanto outros são mais rigorosos, considerando $F_{amostra} < 0,30$ (POWERS et alii, 1974).

A repetibilidade também é avaliada através de ANOVA e o valor de F estatístico ($F_{repetição}$) não significativo para $p < 0,05$ indica um bom provador (DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

A concordância entre a equipe deverá ser verificada, comparando-se as médias de cada provador com a média da equipe, analisando se há uniformidade entre as mesmas (STONE et alii 1974).

Desta forma, os candidatos que estiverem dentro destes requisitos, estarão selecionados para a análise descritiva quantitativa.

Apesar de todos os pré-requisitos preenchidos, é preciso ainda determinar se existe interação entre amostra e provador, através de ANOVA de dois fatores com interação (POWERS et alii, 1984). Se o valor de F estatístico ($F_{amostra \times provador}$) não é significativo para $p \leq 0,05$ não existe interação entre provador e amostra significativa (DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

De acordo com POWERS et alii, (1984), na prática, uma pequena interação é natural, uma vez que os diferentes provadores registram notas em diferentes regiões na escala utilizada, não devendo ser considerada (STONE et alii, 1974). Mas, se a interação entre provador e amostra está sendo causada em função da percepção do determinado atributo pelo determinado provador de forma contrária dos demais membros da equipe (apesar dos valores de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ estarem

dentro das faixas adequadas), ele deverá ser excluído, e as médias recalculadas (STONE et alii, 1974).

3.3.2.2 - Elaboração da Lista de Atributos para Descrever as Amostras

Existem quatro formas de elaborar uma lista de atributos para a avaliação das amostras, descritas detalhadamente por DAMÁSIO & COSTEL (1991).

Estes autores distinguem:

a) *Discussão Aberta com Moderador*, onde os provadores avaliam diversas amostras e falam os termos que acham mais adequados para descrevê-las. São escolhidos os termos, que em conjunto, o grupo considera os melhores descritores. Pode-se notar efeitos indesejáveis, quando um dos participantes inibe a iniciativa dos demais.

b) *Descrição Entrecruzada ou Método de Rede*, desenvolvido por KELLY em 1955 e descrito por MOSKOWITZ (1983).

Consiste na apresentação de amostras que se deseja avaliar, aos pares, em todas as possibilidades de combinações. Para cada par, a pessoa elabora duas listas.

Na primeira, descreve-se os termos que especificam em que as amostras são similares, e na segunda, em que são diferentes.

Esta técnica permite gerar um elevado número de descritores de forma dinâmica, possuindo a vantagem de se apresentar diferenças, levantando termos variados e diferentes que a descrevem.

c) *Associação Controlada*: consiste em solicitar ao provador que faça uma lista de palavras que ele associe às características ou atributos de um certo produto.

d) *Lista Prévia*: uma lista é elaborada previamente para um determinado produto, e apresentada juntamente com as amostras, aos provadores. Pede-se a eles que marquem ao lado de cada atributo, a classificação "crítico" ou "não crítico". Termos classificados como "críticos" por uma porcentagem pré estabelecida de pessoas, passarão a formar parte da lista definitiva. É um método simples e fácil de aplicar (MOSKOWITZ, 1983).

De acordo com DAMÁSIO & COSTELL (1991), o "Método Entrecruzado" ou "Método de Rede", citado anteriormente, permite uma maior amplitude na escolha dos termos, uma vez que o provador não fica restrito a termos pré estabelecidos e nem influenciado por outras pessoas, e a solicitação de descritores que qualifiquem as diferenças entre as amostras é uma técnica muito positiva, pois na comparação entre as amostras, ficam destacados atributos que quando as amostras estão isoladas, podem passar despercebidos.

LARSON-POWERS & PANGBORN (1978b) realizaram análise descritiva quantitativa para quantificar diferenças no aroma, sabor e gosto residual em bebidas a base de morango, limão e laranja, e ainda gelatinas de morango e laranja, variando o tipo de adoçante. Concluíram que as amostras com aspartame apresentaram o menor desvio da amostra-padrão com sacarose.

HOMLER (1988), também através de análise descritiva quantitativa, constatou que em equivalência de doçura a uma solução de sacarose a 10%, o aspartame foi o edulcorante que apresentou os atributos mais próximos aos da sacarose a 10%.

3.3.3 - Método Tempo-Intensidade

Um teste sensorial que vem ganhando especial atenção ao longo do tempo, é o denominado tempo-intensidade. Isto tem ocorrido, principalmente, porque com o rápido desenvolvimento da informática nos últimos anos, a principal dificuldade deste teste, que era a coleta de dados, tem sido muito facilitada.

Este teste foi definido por AMERINE et alii (1965) como a medida da velocidade, duração e intensidade percebidas por um estímulo único.

A percepção do aroma, do gosto e da textura em alimentos é um fenômeno dinâmico, e não estático. A avaliação sensorial clássica quantifica a resposta sensorial usando um ponto único de medida. Os provadores fazem uma média do tempo ou integram sua resposta para decodificarem suas respostas para um valor de intensidade único.

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

Diferentes estímulos sensoriais possuem uma característica em comum no decorrer do tempo, que é o aumento da percepção, seguido de uma intensidade máxima, que caminha para a extinção (KELLING & HALPERN, 1983).

De acordo com DUBOIS et alii (1977) e LARSON-POWERS & PANGBORN (1978), edulcorantes julgados como idênticos na intensidade da doçura total, podem diferir dramaticamente em suas curvas tempo-intensidade.

O tempo requerido para que os sítios receptores dos botões gustativos respondam a um estímulo constante, depende do tipo e da concentração dos estímulos presentes nos sistemas (YAMAMOTO et alii, 1982).

A percepção da intensidade máxima para um composto específico ou ingrediente, é uma função do tempo e da concentração do estímulo (BIRCH et alii, 1980).

A avaliação sensorial através da metodologia tempo-intensidade é um prolongamento da análise sensorial clássica através de escalas, provida de informações temporais sobre a sensação percebida (CLIFF & HEYMANN, 1993a).

3.3.3.1 - Desenvolvimento da Metodologia Tempo-Intensidade

Desde seu surgimento, há mais de 40 anos, a forma de quantificação da intensidade de estímulos de acordo com o tempo percorrido, vem evoluindo, de acordo com o interesse de pesquisadores na área de alimentos e psicofísica em registrar a resposta humana para este fenômeno. Com o desenvolvimento da informática na última década, vários pesquisadores internacionais, independentemente, desenvolveram sistemas computadorizados para avaliação tempo-intensidade, através de diferentes programas.

Porém, em nível comercial, a disponibilidade destes programas é pequena. Além disso, o custo é alto uma vez que são vendidos sempre como parte de um sistema completo de coleta de dados sensoriais.

A literatura cita que SJÖSTRÖN (1954) e JELLINEK (1964) apud CLIFF & HEYMANN (1993a) foram os primeiros a quantificarem a resposta temporal, registrando a percepção do gosto amargo em cerveja em intervalos de 1 segundo sobre um cartão de registro, com o auxílio de um relógio para indicar o tempo. Tais autores construíram então as curvas, plotando as repostas do tempo versus intensidade, em gráfico nas coordenadas X-Y.

Para facilitar a ilustração gráfica, NEILSON (1957) utilizou provadores que registravam o gosto amargo percebido diretamente em um papel gráfico estacionário, a cada 2 segundos de intervalo. Os provadores avaliaram soluções de cafeína, sulfato de quinina, um barbiturato e octaacetato de sacarose, e foram instruídos a registrarem a intensidade percebida (de 0 a 3) no eixo Y, enquanto deslocavam sua mão com um lápis para a direita, ao longo do eixo X, que registrava o tempo percorrido. Tais estudos demonstraram que um mesmo gosto ou aroma, é percebido em diferentes intensidades, ao longo de um determinado período. Foram obtidas curvas características de tempo-intensidade para cada substância avaliada. Desta constatação em diante, não foi possível mais ver a análise sensorial de alimentos sem a avaliação tempo-intensidade, seja de estímulos simples, como os gostos básicos, ou até dos sistemas alimentares complexos (NEILSON, 1957).

Mais tarde, MEISELMAN (1968), estudando a adaptação de gosto de soluções de cloreto de sódio, e depois McNULTY & MOSKOWITZ (1974), avaliando emulsões óleo-em-água melhoraram a metodologia tempo-intensidade através da eliminação do potencial de distração com o relógio. Utilizaram sinais sonoros para indicar aos provadores quando eles deveriam registrar a intensidade do estímulo percebido.

Entretanto, o grande avanço aconteceu quando LARSON-POWERS & PANGBORN (1978) utilizaram um papel de registro móvel

para a avaliação tempo-intensidade. Os provadores registravam suas respostas de intensidade de doçura em bebidas e gelatinas adoçadas com sacarose e adoçantes sintéticos, através da movimentação de uma caneta apoiada em uma barra metálica marcada com uma escala linear não estruturada, de “nenhum” a “extremo”, sobre o papel que deslizava continuamente de acordo com intervalos de tempo regulares. Os provadores iniciavam o movimento para o registro gráfico com o auxílio de um pedal, e movimentavam a caneta de acordo com a intensidade percebida. Apesar do avanço, a interpretação das curvas era um trabalho exaustivo, uma vez que era realizada manualmente.

LAWLESS & SKINNER (1979) desenvolveram um disco potenciométrico conectado a um registrador de papel contínuo para avaliação tempo-intensidade de adoçantes, o qual indicava uma escala de 0 a 10. A intensidade era registrada através da movimentação do disco no sentido horário para o aumento de intensidade, e anti-horário para diminuição da intensidade. Tal método também requeria análise e registro das curvas de forma manual.

Posteriormente, o método de LARSON-POWERS & PANGBORN (1978) foi simplificado por SWARTZ (1980), que avaliou vários adoçantes não calóricos em termos de resposta tempo-intensidade.

Mais tarde, BIRCH & MUNTON (1981) desenvolveram a “Unidade de Medida Sensorial por Fluxo Registrado”, mais conhecido como “SMURF” (Sensory Measuring Unit for Recording Flux), outro sistema de disco potenciométrico. O nome básico foi associado à idéia que a resposta tempo-intensidade fornece o fluxo fisiológico do estímulo para o receptor. Esses autores encontraram que a resposta tempo-intensidade fornecida através de “SMURF” não difere estatisticamente da medida através de escalas e relógio.

Dois anos depois, DUBOIS & LEE (1983) modificaram o método proposto por SWARTZ (1980), para permitir a conversão dos valores

determinados para tempo de aparecimento e de extinção para valores normalizados, facilitando a análise dos dados.

SCHMITT et alii (1984) e depois MUÑOZ et alii (1986) utilizaram registrador de carta, mas fizeram a manipulação dos dados utilizando um digitalizador mecânico para avaliar os traços tempo-intensidade. No desenvolvimento do estudo, um programa de computador foi utilizado para obter a velocidade de aumento e decréscimo do amargor, enquanto em um estudo posterior, este mesmo procedimento foi utilizado para avaliar as propriedades de textura em géis.

Com a difusão e disponibilidade e fácil programabilidade de computadores na década de 80, vários pesquisadores (GUINARD et alii, 1985; YOSHIDA, 1986; CLIFF, 1987; RINE, 1987 *apud* CLIFF & REYMANN, 1993), independentemente, desenvolveram sistemas computadorizados para avaliação tempo-intensidade, através de diferentes programas.

GUINARD et alii (1985) publicaram o desenvolvimento de um sistema computadorizado, utilizando um computador Digital LSI 11/2, equipado com um potenciômetro de barra. O programa controlava a aquisição de dados e fornecia instruções aos provadores para a coleta de dados. Os provadores assinalavam o início e o término da coleta de dados pressionando um botão que acionava o potenciômetro. Os dados coletados eram transferidos para um computador de maior capacidade para processamento dos mesmos.

No mesmo ano, LEE (1985) desenvolveu um sistema com um microcomputador Apple II, utilizando um periférico para jogos ("joystick"), que consistia em um registrador com um botão na lateral. Uma escala linear fixa aparecia na tela do computador e os provadores utilizavam o "joystick" para manipular um "X" ao longo da escala, de acordo com a intensidade do estímulo percebido. Neste sistema, os provadores precisavam se familiarizar com a coordenação manual-

visual do sistema para fazer a associação das respostas através do "joystick". Neste sistema, também era preciso que os dados fossem transferidos para serem processados em um computador de maior capacidade.

YOSHIDA (1986) desenvolveu um sistema tempo-intensidade utilizando um computador Fujitsu PC 9801, com um "mouse" para entrada de dados. A escala foi calibrada através de estimação de magnitude, com a apresentação de referências. Os provadores eram instruídos a manipularem a amostra com a mão esquerda, e o "mouse" com a mão direita, indicando a intensidade da amostra sobre a escala. Um sinal sonoro avisava ao provador o momento de ingerir a amostra.

CLIFF (1987) apud CLIFF & HEYMANN (1993a) também desenvolveu um sistema de unidade de aquisição de dados tempo-intensidade através de uma interface com uma base digital em um computador Rainbow 100. A base digital foi modificada para permitir a movimentação e coletava 4 pontos por segundo.

RINE (1987) apud CLIFF & REYMANN (1993), desenvolveu um sistema tempo-intensidade computadorizado com um potenciômetro de barra ligado a um computador Zenith ZF-158-42. Os provadores eram instruídos, através de sinais sonoros, o momento de colocarem a amostra na boca e o momento de ingerirem a mesma. Esse mesmo sistema foi utilizado por TAYLOR & PANGBORN (1990) para avaliar respostas hedônicas temporais.

GRISON & SAUVAGEOT (1992) compararam três categorias de registros, na avaliação da intensidade de doçura através do tempo, em nove diferentes concentrações de sacarose. Foi utilizada uma equipe de 10 provadores, que avaliaram as soluções doces de três formas diferentes. A primeira foi através de escala gráfica impressa em folha de papel (133 mm de comprimento), com as extremidades ancoradas por termos extremos de "ausência de doçura" à esquerda, e

"extremamente doce" à direita, onde o provador marcava suas respostas com lápis. A segunda foi realizada através do registro das respostas em escala linear em monitor de computador (133 mm de comprimento), através de "mouse" periférico, em programa específico para esta finalidade. A terceira forma de registrar as respostas foi através de frequência de ritmo táctil, onde o provador ajusta a frequência das vibrações à intensidade das sensações percebidas, através de uma placa metálica circular de 24 cm², conectada a um microcomputador, que através de programa específico, analisa e traduz as respostas. A frequência de 1,62 Hz correspondia ao valor zero em doçura na escala correspondente no monitor do computador, e 8,68 Hz correspondia ao valor máximo de doçura, medindo 133 mm. Desta forma, a intensidade de doçura percebida era impressa na escala do monitor do micro-computador. Os resultados obtidos através da escala em folha de papel, e escala em monitor, através de respostas dadas com o "mouse", não diferiram significativamente entre si. Os resultados obtidos através da escala de ritmo táctil, diferiu significativamente das outras duas citadas, mostrando que o registro através da escala de ritmo táctil era inferior.

Através da viabilização do uso de micro-computadores, o método tempo-intensidade foi estimulado, sendo realizado atualmente de forma totalmente computadorizada (LEE & PANGBORN, 1986; YOSHIDA *et al*, 1986; DUIZIER, 1993).

Com o avanço da informática houve a possibilidade do desenvolvimento de programas específicos para ser aplicado a esse tipo de análise, onde através de um "mouse" conectado ao microcomputador, o provador selecionado e treinado, registra os estímulos percebidos em uma escala mostrada no monitor. A informação é captada em intervalos regulares de tempo. Tais programas já fazem a análise das curvas obtidas (YOSHIDA *et al*, 1986; DUIZIER, 1993).

Esta metodologia em avanço, permite a obtenção de informações sobre a substância avaliada, como o espaço de tempo do estímulo percebido e sua intensidade, através da associação do insubstituível instrumento de percepção

que é o ser humano, aliado à precisão da informática. Sendo a percepção um processo dinâmico, dependente do espaço de tempo percorrido, não é possível que os estudos sensoriais de alimentos avancem sem a avaliação tempo-intensidade dos mesmos.

Verificando-se a grande necessidade deste tipo de metodologia, e em vista da dificuldade da aquisição de tais programas estrangeiros, foi desenvolvido através do presente estudo, um programa para coleta e aquisição de dados tempo-intensidade, no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, pela Profa. Dra. Maria Helena Damásio e Profa. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, em conjunto com a CONPEC (Consultoria, Projetos e Estudos em Computação - Empresa Júnior - UNICAMP) através de Fábio Lobão. O programa foi denominado "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI".

Para a realização dos testes tempo-intensidade, deverão ser selecionados provadores com habilidade de perceber diferenças entre concentrações da substância que será avaliada. Poderá ser feita uma pré-seleção de provadores, com base em suas capacidades de discriminar descrever e discernir pequenas diferenças de doçura, e sua familiaridade com o computador, disponibilidade e interesse em participar da equipe.

A literatura encontrada, varia em relação ao número de provadores selecionados, citando a utilização de 4 (BIRCH et alii, 1982), 8 (OTT et alii, 1991), 13 (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978a), até 14 (HARRISON & BERNHARDT, 1984) para testes tempo-intensidade. KETELSEN et alii (1993), partiram de 24 pessoas para selecionar 12.

Os provadores selecionados deverão ser treinados para se habituarem a trabalhar com o equipamento computadorizado adequadamente. Depois de selecionados e treinados, os provadores poderão realizar os testes. A literatura encontrada não detalha o procedimento do treinamento. CLIFF & NOBLE (1990), citaram que o treinamento foi feito para que os provadores se familiarizassem com o procedimento computadorizado. KETELSEN et alii (1993) descreveram

que foram necessárias três sessões de treinamento. Na primeira sessão, foram indicadas as regiões da escala em relação à intensidade de doçura, com soluções padrão de sacarose a 5, 10 e 15%, para que os provadores estivessem em harmonia com as repostas nas regiões de escala. HARRISSON & BERNHARDT (1984) citaram que foram feitas duas sessões de treinamento em seus estudos, para que os provadores usassem as mesmas regiões da escala para transmitirem as mesmas sensações.

A apresentação das amostras deve ser adequada, sendo que a forma monádica (STONE & SIDEL, 1985), apresenta vantagens, por não haver interferências de uma amostra sobre outra, pois a amostra é servida individualmente para todos os provadores na mesma sessão. As amostras devem ser apresentadas codificadas com algarismos de três dígitos, da mesma forma que para qualquer outro teste. Vários autores aplicaram os testes tempo-intensidade em duas repetições (SHAMIL et alii, 1988; CLIFF & NOBLE, 1990; LEE et alii, 1992). LAWLESS & CLARK (1992) utilizaram três repetições, e apenas um autor, YOSHIDA (1986) utilizou cinco repetições.

3.3.3.2 - Interpretação e Análise da Curva Tempo-Intensidade

A informatização da avaliação tempo-intensidade resultou na obtenção de mais informações que antes não poderiam ser obtidas. Como resultado, a interpretação foi capacitada para quantificar os pontos-chave ou parâmetros de uma curva obtida (CLIFF & HEYMANN, 1993a).

Diferentes métodos têm sido propostos para desenvolver uma curva média, a partir dos dados de tempo-intensidade coletados. Tais métodos podem proporcionar uma boa representação visual, mas não oferece testes de hipótese claros. OVERBOSCH et alii (1986) propuseram fazer uma curva média através

da normalização dos resultados de cada parâmetro. Van BUUREN (1982) e McFIE & LIU (1992), também propõe calcular uma curva média entre todos provadores. Tais procedimentos são muito discutíveis, uma vez que a curva média nem sempre representa a maioria das curvas registradas pelos provadores. LUNDAHL (1992), e CLIFF & NOBLE (1990) utilizaram a análise estatística da seguinte forma: decomposição dos parâmetros tempo-intensidade em Componentes Principais (ACP) e subsequentemente uma ANOVA para medir a significância dos testes. KETELSEN et alii (1993) analisaram os parâmetros da curva tempo-intensidade através de ANOVA, e quando apropriado, utilizaram o teste de Fischer através de "LSD" - Least Significant Difference (Menor Diferença Significativa) para determinar quais das amostras avaliadas diferiam significativamente entre si com relação aos parâmetros da curva T-I.

De acordo com CLIFF & HEYMANN (1993a), os parâmetros mais frequentemente incluídos nos estudos tempo-intensidade são: intensidade máxima (I_{max}), tempo para atingir a intensidade máxima (T_{max}), e tempo total de duração do estímulo (T_{tot}).

Com a aquisição computadorizada de dados, outros parâmetros puderam ser obtidos, conforme indicado na Tabela 5 que registra a frequência de utilização dos parâmetros pelos autores, em 22 trabalhos estudados.

Os parâmetros mais utilizados na literatura são: tempo total de duração do estímulo, intensidade máxima, tempo para atingir a intensidade máxima e área total sob a curva, com 81,82 - 72,73 - 68,18 e 45,45 % de frequência registrada, respectivamente. Outros 22 parâmetros também são citados, com menor frequência, entre 4,54 e 27,27%.

Os parâmetros utilizados em cada um dos 22 trabalhos estudados encontram-se relacionados na Tabela 6.

Tabela 5 - Frequência da utilização dos parâmetros T-I nos trabalhos consultados.

Parâmetro	Nº. de vezes	Frequência %
Tempo total de duração do estímulo (Ttot)	18	81,82
Intensidade Máxima (Imax)	16	72,73
Tempo para atingir a Intensidade Máxima (Timax)	15	68,18
Área Total sob a curva (Área)	10	45,45
Tempo de platô (Tempo de duração da intensidade máxima) (Platô)	6	27,27
Velocidade máxima de aparecimento do estímulo (Vmap)	5	22,73
Velocidade máxima de extinção do estímulo (Vme)	5	22,73
Área sob a curva antes da Intensidade Máxima (Aa)	4	18,18
Área sob a curva após a intensidade máxima (Ad)	3	13,64
Tempo onde a intensidade máxima começa a declinar (Td)	2	9,09
Tempo total de registro do experimento (Tr)	2	9,09
Tempo entre a ingestão da amostra e o tempo de intensidade máxima (tempo "lag")	2	9,09
Intensidade Inicial (Ii)	1	4,54
Intensidade Final (If)	1	4,54
Intensidade registrada após 4 segundos de registro (Ir4s)	1	4,54
Intensidade Inicial máxima (Iim)	1	4,54
Tempo entre a ingestão e o início de resposta (Ting)	1	4,54
Tempo inicial de percepção do estímulo (Tin)	1	4,54
Maior intensidade após expectoração (Miaexp)	1	4,54
Altura da Intensidade máxima (em polegadas) (Hp)	1	4,54
Tempo de Declínio da Curva (Tdec)	1	4,54
Inclinação da reta entre início e intensidade (Inc)	1	4,54
Inclinação da porção linear de aumento da curva (Inclina)	1	4,54
Área sob a curva a partir da expectoração da amostra (Aexp)	1	4,54
Inclinação da porção linear de declínio da curva (Inclind)	1	4,54
Metade do tempo máximo (Mtm)	1	4,54

Tabela 6 - Referências e parâmetros da curva tempo-intensidade utilizadas.

PESQUISADOR	Parâmetros da curva TI utilizados*
LAWLESS & SKINNER (1979)	I _{max} , Área, M _{tm}
SWARTZ (1980)	T _{tot} , Área, I _{r4s} , I _i , I _f
DUBOIS & LEE (1983)	T _{tot} , T _{lmax} , I _{max}
BIRCH et alii (1980)	T _{lmax} , T _{tot} , T _d , Platô, T _r
HARRISON & BERNHARDT (1984)	T _{tot} , Área, I _{im}
SCHMITT et alii (1984)	T _{lmax} , Platô
YOSHIDA (1986)	Área, A _a
CLIFF & NOBLE (1990)	T _{tot} , Área, I _{max} , T _d , T _{ing} , Platô, V _{map} , V _{me} , A _a , A _d
LIU & MacFIE (1990)	T _{tot} , I _{max} , T _{lmax} , T _{in} , T _d , T _r , T _{dec}
TAYLOR & PANGBORN (1990)	Área, I _{max} , I _i
MATISYAK & NOBLE (1991)	T _{lmax} , I _{max} , T _{tot}

*Descrição dos parâmetros na Tabela 5.

Continuação da Tabela 6

NOBLE et alii (1991)	Imax, TImax, Ttot, Vmap, Vme, Tempo "lag", Platô, Aa, Ad
OTT et alii (1991)	Ttot, Área, TImax, Miaexp, Hp
KEMP & BIRCH (1992)	Ttot, Área, TImax, Imax, Tdec
LEE et alii (1992)	Ttot, Imax, Inc
BONNANS & NOBLE (1993)	TImax, Imax, Ttot
CLIFF & HEYMANN (1993b)	TImax, Imax, Ttot, Platô, Vmap, Vme
KETELSEN et alii (1993)	Ttot, Área, Imax, TImax, tempo "lag", Inclina, Inclind, Aexp
CLIFF & HEYMANN (1994)	TImax, Imax, Ttot, Platô, Vmap, Vme
ISHIKAWA & NOBLE (1995)	TImax, Imax, Ttot
MATUSZEWSKA & BARYLKO-PIKIELNA (1995)	Ttot, TImax, Imax, Área, Aa, Ad
THORNGATE & NOBLE (1995)	Ttot, TImax, Imax

Com menos frequência, parâmetros como tempo de platô (BIRCH et alii, 1980; SCHMITT et alii, 1984; CLIFF & NOBLE, 1990; CLIFF & HEYMANN, 1993a; ; CLIFF & HEYMANN, 1993b) tempo lag (NOBLE et alii, 1991; KETELSEN et alii, 1993), maior intensidade após a expectoração (OTT et alii 1991), metade do tempo máximo (LAWLESS & SKINNER, 1979) e tempo de declínio da curva (LIU & McFIE, 1990; KEMP & BIRCH, 1992), também tem sido coletados. Alguns estudos, de bastante importância, analisaram a área sob a curva (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978; HARRISON & BERNHARDT, 1984; LIM et alii, 1989) através de integração da curva com o auxílio de planímetro ou medida integrada.

De acordo com o mecanismo de percepção do gosto doce proposto por BIRCH et alii (1980), o tempo de platô em uma curva tempo-intensidade é explicado através da "Hipótese da Ordenação das Moléculas em Fila", ou seja, a persistência da intensidade máxima do estímulo doce, ou tempo de platô, é o tempo para que as moléculas ordenadas em fila que estão ligadas aos receptores, se desliguem.

Com o avanço da informática, parâmetros que requeriam o uso de computador foram mais facilmente obtidos, e parâmetros tais como área sob a curva (YOSHIDA, 1986; KEMP & BIRCH, 1992; MATUSZEWSKA & BARYLKO-PIKIELNA, 1995) área sob a curva antes da intensidade máxima e área sob a curva após a intensidade máxima (YOSHIDA, 1986; CLIFF, 1987), bem como velocidade máxima de aparecimento e extinção do estímulo (CLIFF & NOBLE, 1990; CLIFF & HEYMANN, 1993; CLIFF & HEYMANN, 1994) são mais frequentemente mencionados.

Nem todos os estudos têm utilizado as mesmas abreviações para se referir aos mesmos parâmetros de curvas tempo-intensidade, como

por exemplo LIU & McFIE (1990) utilizam “ t_{end} ” e OTT et alii (1991) utilizam “RT” para o tempo total de percepção do estímulo.

Muitas vezes a obtenção de um parâmetro citado depende do objetivo do estudo e da especificidade do programa de coleta de dados utilizado, como por exemplo somente um trabalho cita a velocidade de aumento e queda da percepção (NOBLE et alii 1991) e inclinação da porção linear de aumento e declínio da curva obtida (KETELSEN et alii 1993).

O programa “SCDTI” permite a obtenção dos seguintes parâmetros das curvas T-I: Intensidade máxima, tempo para atingir a intensidade máxima, área sob a curva, platô e tempo total de duração do estímulo. Permite ainda o cálculo da curva média, que tem sido utilizada por alguns autores (LIU & McFIE, 1990; VAN BUUREN, 1992; TUORILA et alii, 1995).

3.3.3.3 - Fatores que Afetam as Características Avaliadas na Análise Tempo-Intensidade

É interessante investigar a influência dos parâmetros de uma solução, tais como viscosidade, concentração e temperatura, na intensidade e persistência da resposta doce para uma classe de moléculas tais como carboidratos. Este tipo de investigação de grande importância, só é possível através da metodologia de análise tempo-intensidade. A percepção do gosto doce é controlada por uma seqüência de interações químicas, físicas e eletrofisiológicas, induzidas pela adsorção de um estímulo doce num sítio receptor. Tais estímulos localizados, geram um potencial de ação, o qual após iniciação move-se como uma onda sobre a superfície da membrana. Quando ele encontra a periferia das células nervosas, ele constitui-se numa mensagem neural. O código desta mensagem é então processado

pelo sistema nervoso central. Os estímulos doces caminham através de diferentes camadas da saliva antes de acessar o receptor da membrana. O ambiente imediato do sítio é composto pela saliva. Qualquer modificação vicinal desse ambiente da membrana, pode provocar mudanças específicas da mesma, por si só, e alterar a resposta ao estímulo (PORTMANN et alii, 1992).

Cada um desses parâmetros físico-químicos citados, pode determinar uma perturbação específica. O aumento da temperatura geralmente causa o enfraquecimento ou até mesmo a quebra das pontes de hidrogênio intramolecular nos açúcares, as quais afetam a conformação dos estímulos doces, alterando-os (PORTMANN et alii, 1992). Por outro lado, mudanças na temperatura da camada vicinal de água (ou saliva) contribuem para uma modificação da membrana em si, e pode levar a uma alteração da mensagem. Uma vez que a tradução do estímulo químico em uma mensagem nervosa se dá através de um número de etapas, a temperatura pode influenciar cada uma delas (BARTOSHUK et alii, 1982).

BIRCH & MUNTUN (1981) observaram que a intensidade da doçura de açúcares e adoçantes sintéticos aumenta quando a temperatura é aumentada, enquanto que a persistência diminui para os açúcares, mas não para outros adoçantes.

De acordo com GREEN & FRANKMANN (1987), é mais fácil prever o comportamento dos açúcares quando a temperatura é alterada, do que o comportamento dos adoçantes artificiais.

A viscosidade é outro fator que pode influenciar nas medidas de tempo-intensidade de substâncias de gosto doce, pois altera a membrana dos receptores os quais são impedidos de interagir com as moléculas perceptoras de sabor. A viscosidade limita a difusão das substâncias na saliva por dificultar a ligação do adoçante com o sítio

receptor. Exceto para a sacarose, de acordo com PANGBORN et alii (1973), parece que o efeito dos hidrocolóides no gosto doce depende muito mais de suas propriedades físico-químicas e do tipo do açúcar ou substância adoçante do que da viscosidade. Esse parâmetro parece afetar particularmente o limiar da detecção do gosto doce (PAULUS & HAAS, 1980).

Os efeitos da concentração, temperatura e viscosidade nas características tempo-intensidade da resposta de doçura para a D-glicose, D-frutose e sacarose em água foram estudados por PORTMANN et alii (1992). Para realização das análises foi utilizada uma equipe de 15 provadores treinados e a intensidade e persistência de doçura foram registradas através de um potenciômetro conectado a um registrador de carta móvel. Seus resultados mostraram que o efeito da temperatura entre 15 e 35°C sobre a intensidade de doçura dos três açúcares em água, na concentração entre 2,3 e 9,2% (p/v), não revelaram quaisquer diferenças significativas. O aumento da viscosidade diminuiu a intensidade e persistência da doçura desses açúcares.

Portanto, é de grande importância realizar a avaliação do gosto de diferentes substâncias adoçantes sob o aspecto tempo-intensidade, em sistemas modelos onde a viscosidade e a temperatura sejam controladas, para que não haja influência nas respostas dos provadores.

3.3.3.4 - Aplicações da Análise Tempo-Intensidade

Várias aplicações da técnica tempo-intensidade têm sido descritas na literatura, destacando-se a utilização para medir doçura e amargor. A Tabela 7 mostra alguns exemplos dessas aplicações.

As curvas tempo-intensidade fornecem uma grande quantidade de informações, facilitando a comparação entre amostras (LEE & PANGBORN, 1986).

A técnica tempo-intensidade está atualmente em destaque, por sua precisão aliada à praticidade, e tem se mostrado muito eficiente em trabalhos com as propriedades temporais de edulcorantes (MORI, 1992). A percepção da doçura é um processo dinâmico, o qual requer uma avaliação temporal, para descrever uma caracterização mais completa do gosto percebido, de acordo com a substância avaliada.

Os estudos de alimentos através do método tempo-intensidade fornecem importantes dados para uma melhor compreensão do mecanismo da percepção do gosto avaliado (BIRCH et alii, 1982; NAIM et alii 1986; SHAMIL et alii, 1988).

BIRCH et alii (1980) utilizaram a avaliação tempo-intensidade para esclarecer evidências na "Hipótese da Ordenação das Moléculas em Fila", para um modelo de percepção de doçura. Estes autores explicam o tempo de platô (ou tempo de persistência da intensidade máxima) das curvas tempo-intensidade como o tempo necessário para que as moléculas doces, as quais ficam ordenadas em fila, se desliguem do receptor.

De acordo com LUNDAHL (1992), o método tempo-intensidade é especialmente valioso na quantificação de diferenças temporais em características sensoriais, tais como gostos básicos ou sensibilidades bucais, tais como adstringência, sendo de grande importância na avaliação de gostos básicos, ou sistemas alimentares complexos.

As pesquisas realizadas por PANGBORN et alii (1983), LEE (1989) e LUNDAHL (1992) concluíram que as avaliações feitas por medidas de tempo-intensidade proporcionam mais informações sobre diferenças entre as amostras do que as realizadas por métodos de

escalas. AYYA & LAWLESS (1992) obtiveram novas informações sobre vários edulcorantes, como equivalência de doçura, e sobre o sinergismo entre eles, através da avaliação tempo-intensidade computadorizada.

Metodologias de avaliação de tempo-intensidade têm sido utilizadas para medida temporal de características flavorizantes em uma grande variedade de sistemas modelos e produtos comerciais (PANGBORN et alii 1973; BIRCH & OGUNMOYELA, 1980; BIRCH et alii, 1982; LEE & PANGBORN, 1986; CLIFF & NOBLE, 1990).

A metodologia tempo-intensidade oferece uma melhor aproximação do "mundo real" do fenômeno associado à percepção de um estímulo que ocorre na cavidade oral, com o passar do tempo, que é impossível nos procedimentos de tempos livres.

Não existem registros na literatura, do emprego da metodologia tempo-intensidade para avaliação da doçura de estévia, tornando-se muito importante o desenvolvimento deste tipo de metodologia em nosso país. Além disso, é preciso haver informações concisas sobre o comportamento temporal dos edulcorantes aspartame e estévia em concentrações de doçura equivalente de sacarose superiores a 10% e 15% respectivamente, não encontrados em literatura.

Tabela 7 - Aplicações da Análise Tempo-Intensidade

<i>Aplicações da Análise Tempo-Intensidade</i>	<i>Referências</i>
Amargo de compostos em solução aquosa, cerveja e medicamentos; sabor de hortelã em goma de mascar	NEILSON (1957)
Adaptação do gosto de soluções de NaCl, sulfato de quinina e sacarose.	MEISELMAN (1968)
Gosto de anetol em emulsões óleo-em-água	McNULTY & MOSKOWITZ (1974)
Adaptação do gosto à soluções de NaCl	MEISELMAN (1975)
Bebidas e gelatinas contendo sacarose ou adoçantes sintéticos	LARSON-POWERS & PANGBORN (1978)
Doçura de soluções de sacarose	LAWLESS & SKINNER (1979)
Esclarecimento do mecanismo de percepção do gosto doce para a hipótese das moléculas em fila	BIRCH et alii (1980)
Gosto doce e amargo de bebidas achocolatadas	BIRCH & OGUNMOYELA (1980)
Adoçantes sintéticos	SWARTZ (1980)
Textura de vários níveis de CMC em sorvete de baunilha	MOORE & SHOEMAKER (1981)
Sacarose e outros adoçantes em solução	BIRCH & MUNTON (1981)
Sacarose, sacarina, ciclamato e aspartame	DuBOIS & LEE (1983)
Efeitos da sacarina, xilitol e galactose na doçura de lactose	HARRISON & BERNHARDT (1984)
Amargor de cerveja	SCHMITT et alii (1984)

Continuação da Tabela 7

2-Pentanona em óleo vegetal	OVERBOSCH et alii (1986)
Doçura de açúcar, glicose, xilose, sacarina e aspartame	YOSHIDA (1986)
Adoçantes aplicados em pãezinhos assados com e sem polidextrose	LIM et alii (1989)
Doçura e gosto de frutas e suas interações com soluções modelo	CLIFF & NOBLE (1990)
Aspectos temporais de respostas hedônicas	TAYLOR & PANGBORN (1990)
Gosto de aminoácidos	KEMP & BIRCH (1992)
Irritação da mucosa oral por capsacina, cimamaldeído e piperina	CLIFF & HEYMANN (1993b)
Maciez de carne bovina	DUIZIER et alii (1993)
Evidência para um modelo de adsorção-desorção para a percepção de substâncias irritantes	CLIFF & HEYMANN (1994)
Efeito do tempo de contato da amostra com a mucosa oral na resposta tempo-intensidade de soluções de NaCl	MATUSZEWSKA & BARYLKO-PIKIELNA (1995)
Modificação do tempo de percepção do sabor de iogurte de morango na presença de diferentes níveis de gordura láctea	TUORILA et alii (1995)
Adstringência e doçura em vinho tinto	ISHIKAWA & NOBLE (1995)
Avaliação sensorial do amargor e da adstringência de 3R(-)-epicatequina e 3S(+)-catequina	THORNGATE III & NOBLE (1995)

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - MATERIAL

O material utilizado foi:

- Aspartame puro da Nutrasweet™ Co. (APM).
- Mistura ciclamato/sacarina 2:1 (C/S). O ciclamato foi fornecido por Brasfanta Indústria e Comércio Ltda, e a sacarina por Choheung Chemical Industrial Co., Ltd. Essa proporção foi escolhida por ser a composição do adoçante comercializado com o nome Assugrin produzido por Vepê Indústria Alimentícia Ltda., líder de mercado no Brasil em 1994 (SUPERMERCADO, 1994).
- Extrato de folhas de estévia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) (SrB) denominado comercialmente Stévia Cristal, produzido por Stéviafarma Industrial S/A, com a seguinte composição:

Esteviosídeo	81,0%
Rebaudiosídeo C	0,6%
Rebaudiosídeo A	17,7%

- Sacarose P.A. Reagen (SAC).

Reagentes:

- Fosfato dibásico de sódio P.A. Merck.
- Ácido cítrico P.A. Merck.

4.2 - MÉTODOS

4.2.1 - Preparação das Amostras

Os testes foram realizados em cabines individuais. As amostras, codificadas com números de três dígitos.

As soluções foram preparadas com água deionizada, com 24 horas de antecedência, guardadas a 6°C e servidas em temperatura ambiente e avaliadas sensorialmente.

As concentrações foram expressas em % peso/volume (p/v).

4.2.2 - Pré-Seleção da Equipe

Para compor a equipe de provadores foi realizada uma pré-seleção dos 30 candidatos através de análise sequencial de WALD (AMERINE et alii, 1965), utilizando testes triangulares de diferença com duas soluções de ciclamato/sacarina 2:1, que apresentavam diferença significativa ao nível de 0,1%. Para estabelecer a diferença entre estas duas soluções foi realizado um teste pareado com os 30 candidatos, onde foram apresentadas as duas soluções, e comprovada a diferença. As soluções utilizadas foram de 0,090 e 0,082%.

Na análise sequencial foram utilizados os valores para $p=0,45$ (máxima inabilidade aceitável), $p_1=0,70$ (mínima habilidade aceitável), e para os riscos $\alpha=0,05$ (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e $\beta=0,05$ (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial). O gráfico base para a seleção, obtido a partir desses valores está representado na Figura 5.

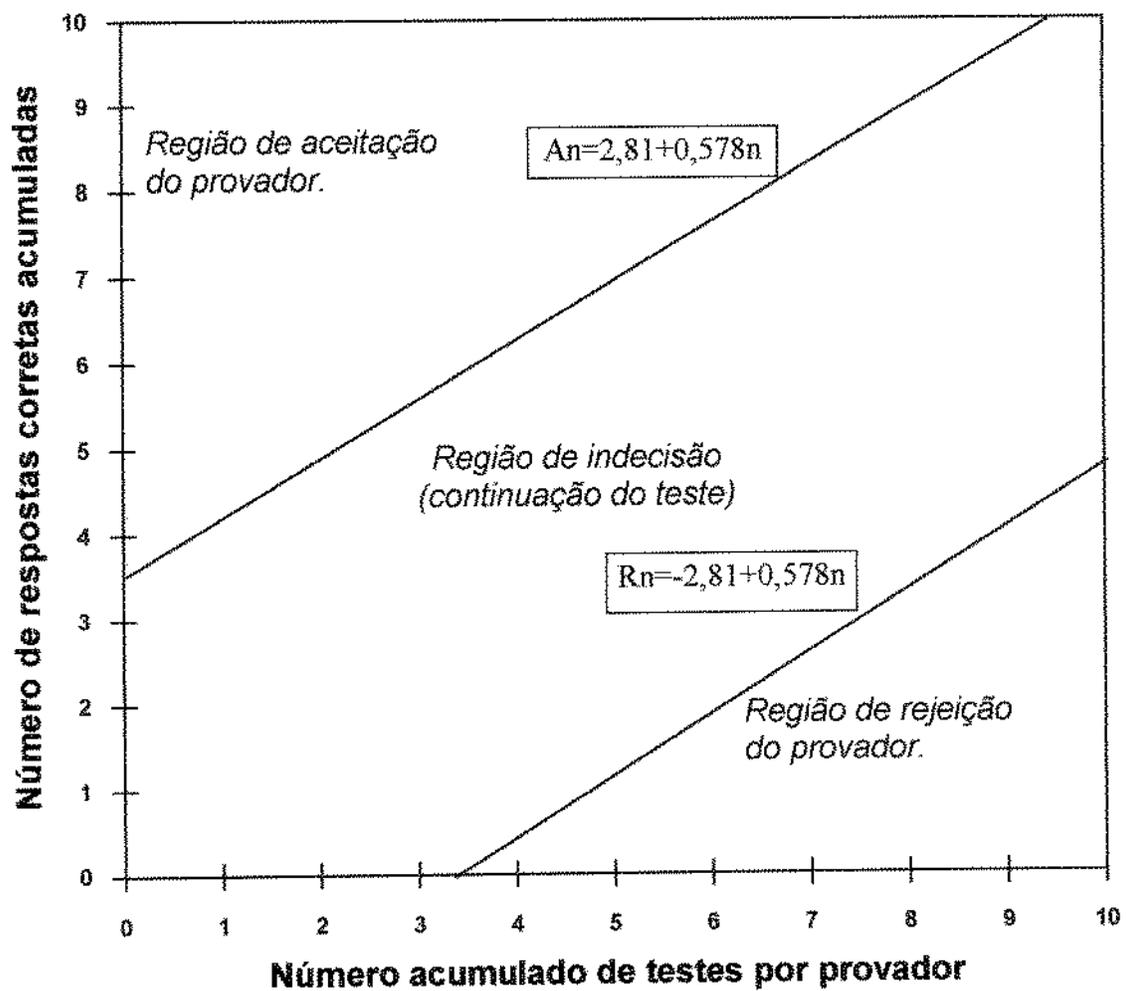


Figura 5 - Gráfico para a seleção dos provedores utilizando análise sequencial.

4.2.3 - Determinação da Equivalência de Doçura

4.2.3.1 - Apresentação das Amostras

As amostras foram apresentadas aos provadores através do delineamento de blocos completos casualizados, acompanhadas de uma referência de sacarose na concentração em que se desejava determinar a equivalência de doçura.

Foram determinadas as concentrações das soluções dos edulcorantes em equivalência de doçura em relação à solução de sacarose a 3,10,20,30,40 e 50%.

Também foi determinada a equivalência de doçura dos edulcorantes em relação à solução de sacarose a 10% em pH ácido, onde todas as amostras foram preparadas em solução tampão citrato-fosfato 5 mM em pH 3,0.

4.2.3.2 - Avaliação das Amostras

A medida da doçura relativa dos edulcorantes e mistura de edulcorantes foi realizada de acordo com o método de estimação de magnitude (STONE & OLIVER, 1969), o qual proporciona a medida quantitativa direta da intensidade subjetiva de doçura.

Dez provadores selecionados em função do poder discriminativo através de análise sequencial de WALD (AMERINE et alii 1965) foram treinados para utilizarem escalas de magnitude com padrões de diferentes intensidades de doçura. Os provadores foram informados que receberiam uma série de amostras codificadas, com uma referência em evidência, que receberia o valor arbitrário de doçura 100, seguido por uma série de amostras ordenadas ao acaso, que poderiam ter

intensidades de doçura maiores ou menores que a da referência. Foi pedido a eles que estimassem a intensidade da doçura das amostras desconhecidas, relativamente à referência. Por exemplo, um valor de 200 indicaria que a amostra era duas vezes mais doce que a referência, enquanto um valor de 50, indicaria uma amostra com a metade da intensidade de doçura da referência, e assim por diante (Figura 6).

A amostra referência era uma solução de sacarose de 3, 10, 20, 30, 40 ou 50%, dependendo do nível de doçura equivalente a ser trabalhado.

Os provadores foram instruídos a dar notas que achassem adequadas, mas nunca valor zero, e a julgar cada amostra separadamente. Também foram informados que a referência poderia ser provada periodicamente, conforme necessário. As concentrações utilizadas estão expressas na Tabela 8. Para o cálculo das concentrações utilizadas na determinação de equivalência de doçura a 3, 10, 20 e 30% foi utilizado o fator de multiplicação 1,6, e para 40 e 50% o fator usado foi 1,2.

4.2.3.3 - Análise dos Dados

Os valores de magnitude de doçura estimadas foram convertidas para valores logarítmicos e expressos utilizando média geométrica. As curvas para 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, 1974).

Nome: _____ Data _____

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 2 vezes menos doce, dê o valor 50, e assim por diante.

AMOSTRA	MAGNITUDE
---------	-----------

R	100
---	-----

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários: _____

Figura 6 - Modelo de Ficha utilizado para Estimção de Magnitude.

Tabela 8 - Concentrações de sacarose, aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB) e ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) utilizadas para determinação da equivalência de doçura em relação à sacarose.

Estímulo	Concentrações para a equivalência a 3% ¹				
	Sacarose	1,1700	1,8700	3,0000	4,8000
APM	0,0073	0,0120	0,0190	0,0300	0,0480
SrB	0,0780	0,0125	0,0200	0,0320	0,0500
C/S	0,0040	0,0650	0,01034	0,01654	0,0265
	Concentrações para a equivalência a 10%				
Sacarose	3,9100	6,2500	10,00	16,00	25,60
APM	0,0200	0,0340	0,0550	0,0880	0,1408
SrB	0,0391	0,0625	0,1000	0,1600	0,2560
C/S	0,0141	0,0225	0,0360	0,0576	0,0923
	Concentrações para a equivalência a 20%				
Sacarose	7,8125	12,50	20,00	32,00	51,20
APM	0,0781	0,1250	0,2000	0,3200	0,5120
SrB	0,0390	0,0625	0,1000	0,1600	0,2560
C/S	0,0434	0,0694	0,1111	0,1778	0,2844
	Concentrações para a equivalência a 30%				
Sacarose	11,72	18,75	30,00	48,00	76,48
APM	0,3910	0,6250	1,000	1,6000	2,5600
SrB	0,2300	0,3750	0,600	0,9600	1,5300
C/S	0,1172	0,1875	0,300	0,4800	0,7680
	Concentrações para a equivalência a 40%				
Sacarose	27,77	33,33	40,00	48,00	57,60
APM	0,9200	1,1100	1,3300	1,6000	1,9200
SrB	0,9200	1,1100	1,3300	1,6000	1,9200
C/S	0,6944	0,8333	1,0000	1,2000	1,4400
	Concentrações Para a equivalência a 50%				
Sacarose	26,40	31,25	50,00	60,00	72,00
APM	1,7400	2,0800	2,500	3,0000	3,6000
SrB	1,7400	2,0800	2,500	3,0000	3,6000
C/S	1,7361	2,0833	2,500	3,0000	3,6000

¹Concentrações em porcentagem (P/V).

4.2.4 - Análise Descritiva Quantitativa

4.2.4.1 - Levantamento de Atributos

Dezoito candidatos pré-selecionados através de suas habilidades na discriminação entre diferenças de concentração de Assugrin (mistura ciclamato/sacarina 2:1 em apresentação comercial), através de análise sequencial de WALD (AMERINE et alii, 1956) foram utilizados para o levantamento de termos descritivos.

As amostras analisadas foram agrupadas por equivalência de doçura em relação à solução de sacarose a 3, 10, 20 e 30% distintamente, e para cada nível de equivalência de doçura foi realizada uma análise descritiva quantitativa independente.

Em equivalência de doçura a sacarose em solução à 10%, os edulcorantes e a sacarose foram avaliados também em pH ácido, onde as amostras foram preparadas em solução tampão citrato-fosfato 5 mM em pH 3,0.

Os provadores pré-selecionados iniciaram a Análise Descritiva Quantitativa com o desenvolvimento dos termos descritivos para os edulcorantes, através do método de rede de Kelly ("Kelly's repertory grid method", MOSKOWITZ, 1983), onde os provadores receberam as amostras aos pares, em todas as combinações para cada nível de equivalência de doçura, e deveriam listar na ficha apropriada (Figura 7) as similaridades e as diferenças entre as amostras apresentadas.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, prove as duas amostras quanto ao sabor, e indique em que elas são similares e em que são diferentes.

Amostras: _____ e _____.

Similaridades:

Diferenças:

Figura 7 - Modelo de ficha para aplicação do método de rede para desenvolvimento de terminologia descritiva.

Depois do levantamento dos termos, a equipe se reuniu várias vezes (4 a 6), e através de um debate aberto, foram escolhidos os termos mais apropriados e importantes, que realmente descrevessem os atributos das amostras.

Com os atributos escolhidos, foram montadas as fichas de avaliação, com escalas não estruturadas de 9 pontos, ancoradas nos pontos extremos, à esquerda pelo termo "fraco" e à direita "forte" para doçura inicial e à esquerda "nenhum" e à direita "forte" para os demais atributos.

4.2.4.2 - Definições e Referências dos Parâmetros Selecionados

Com os 18 provadores selecionados, foram realizadas várias sessões de treinamento para que as notas dos provadores estivessem na mesma região da escala, através da apresentação de amostras referências dos extremos das escalas.

As referências foram escolhidas em função dos termos descritivos escolhidos e sugestões da equipe.

Foram utilizadas diferentes concentrações das referências, de acordo com o nível de equivalência de doçura estudado.

4.2.4.3 - Seleção dos Provadores

Foram então realizados os testes com os candidatos para a seleção da equipe definitiva para a análise descritiva quantitativa, já utilizando a ficha elaborada com as escalas de intensidade para os termos definidos.

Os provadores receberam a amostra de sacarose a 10% e as dos edulcorantes (APM, SrB e C/S) em equivalência de doçura em uma solução de sacarose a 10% (STONE & SIDEL, 1985), através de apresentação monádica com quatro repetições aleatorizadas. Para o atributo acidez, além dessas amostras, foram apresentadas também quatro amostras a pH 3,0.

Os provadores foram selecionados com base nas seguintes características: poder de discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe (DAMÁSIO & COSTEL, 1991).

Para isto, foi realizada análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e repetição) para cada atributo, para cada provador. Foram então obtidos os valores para $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ para cada provador.

Foram selecionados os provadores com os valores de $F_{amostra}$ significativo para $p \leq 0,30$ e $F_{repetição}$ não significativo para $p > 0,05$ e concordância das médias com as da equipe (valores de médias de cada provador na mesma ordem e próximos à média da equipe para cada atributo avaliado).

4.2.4.4 - Avaliação das Amostras

Os provadores selecionados e treinados participaram dos testes, onde as amostras foram servidas em laboratório com cabines individuais, em copos plásticos descartáveis com capacidade para 20 ml, codificados com algarismos de três dígitos.

Todas as amostras foram apresentadas de forma monádica, com quatro repetições aleatorizadas, num total de 16 sessões para cada equivalência de doçura.

4.2.4.5 - Análise dos Dados

Com os dados coletados, foi realizada ANOVA de dois fatores (amostra e provadores) com interação para cada atributo. Foi aplicado o teste de Tukey para comparação das médias das amostras. Foi realizada também a Análise de Componentes Principais.

As análises estatísticas foram realizadas através dos programas do pacote estatístico SAS (1993).

Os resultados das médias foram apresentados de forma tabular e gráfica, e a análise dos componentes principais através de gráficos bidimensionais.

4.2.5 - Análise Tempo-Intensidade

O programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI", desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos opera em ambiente "Windows", e permite a coleta e manipulação de dados tempo-intensidade para computadores IBM-PC, ou compatíveis, que possui uma interface gráfica na forma de escala, na qual o usuário indica através do "mouse" a atual intensidade do estímulo a ser coletado. Possibilita a escolha do comprimento da escala a ser utilizada, em cada teste, e armazena a sequência de dados lidos para uso futuro. Ainda, permite a manipulação dos dados armazenados, para que se possa obter informações como gráficos, parâmetros das curvas tempo-intensidade como área sob a curva obtida, intensidade máxima do estímulo percebido e tempo total de duração do estímulo. Permite ainda o cálculo da curva média, utilizado por alguns autores (LIU & McFIE, 1990; VAN BUUREN, 1992; TUORILA et alii, 1995)

A coleta de dados é feita através do "mouse", que, à partir da ativação da janela de coleta, passa a ter sua posição permanentemente associada ao cursor marcado na régua de intensidade.

No decorrer da análise, são apresentadas mensagens de aviso do início de novas etapas, com instruções ao provador sobre a ação a ser realizada (Figuras 8 a 15).

Os dados podem ser armazenados em disco, conforme a opção especificada durante a inicialização da coleta, e mantidos armazenados na memória, sendo acessíveis às diversas ferramentas (gráficos, dados, edições, etc. - Figuras 16 a 28).

A ferramenta gráfica possibilita a visualização dos dados coletados na forma de um gráfico (Figura 16), apresentando ainda a possibilidade de se obter dados específicos deste gráfico, através da solicitação das retas verticais de referência (vermelha e azul), acionadas a partir do pressionamento dos botões do "mouse" nas posições específicas de início e término da curva escolhida .

O gráfico é sempre apresentado com o eixo horizontal representando os valores de tempo, com escala em segundos, e o eixo vertical representando os valores de intensidade.

Através do SCDTI, foram então realizadas as análises tempo-intensidade dos edulcorantes e da sacarose em quatro níveis de doçura em relação à sacarose: 3, 10, 20 e 30%.



Figura 8 - Grupo de programa e ícones "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade" (SCDTI).

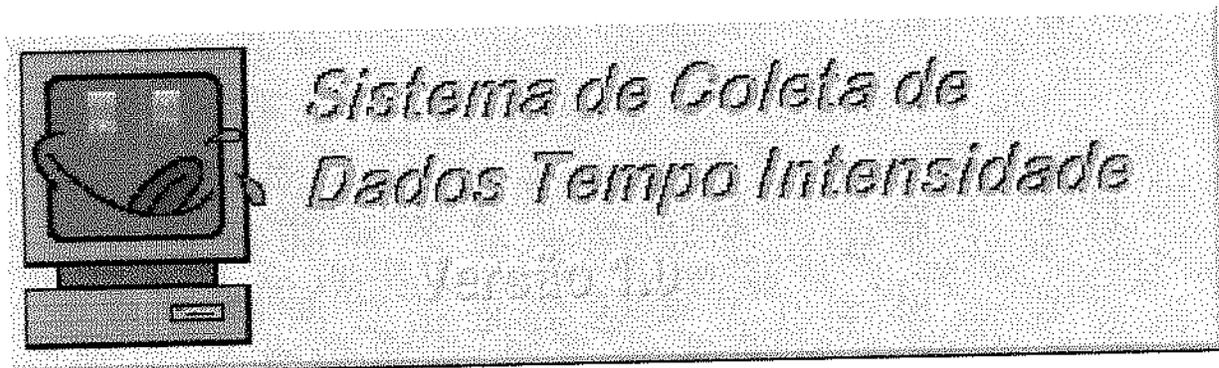


Figura 9 - Figura de abertura do programa "SCDTI".

Sistema para Coleta de Dados Tempo Intensidade

Menu de Configuração

Ajuste de Tempo

Espera inicial 0 min, 10 s

Tempo de residência na boca: 0 min, 10 s

Tempo após a ingestão: 1 min, 10 s

Escala de Intensidade 9

Retorno

Figura 10 - Menu para configuração inicial de tempo e escala.

Sistema para Coleta de Dados Tempo Intensidade

Ok Cancelar

Cabeçalho

Nome do Proveedor:
Provedor no. 1

Produto Avaliado:
Sacarose 10%

Atributos Avaliados:
Doçura

Figura 11 - Menu para identificação do provedor e da amostra.

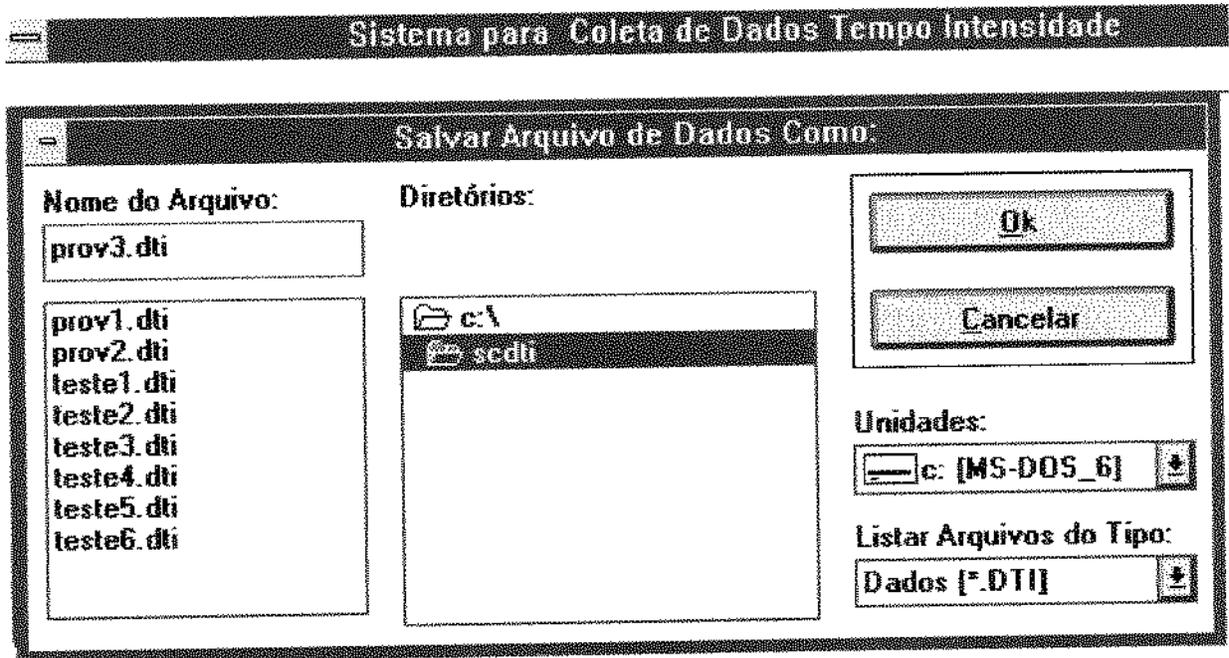
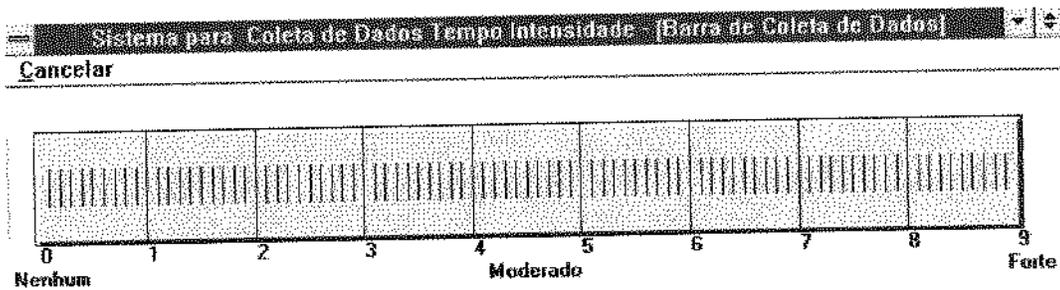


Figura 12 - Menu para salvar arquivo com os dados a serem coletados.



Coloque o alimento na boca ao ouvir o sinal

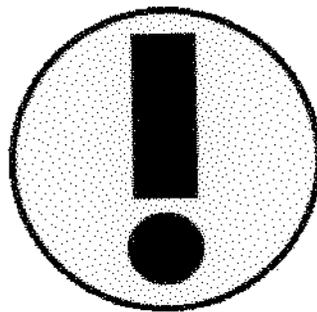
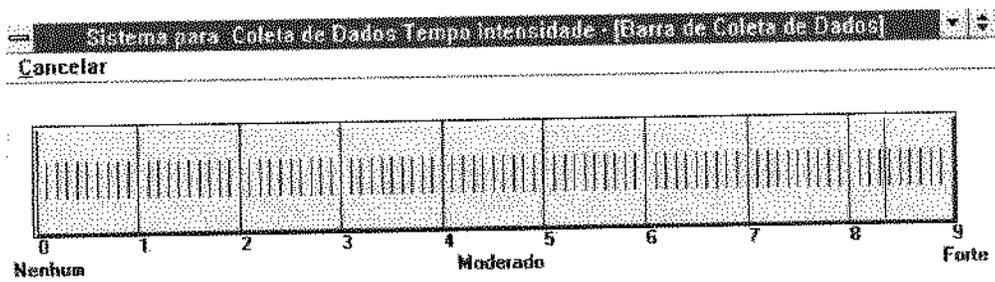


Figura 13 - Mensagem exibida após tempo estipulado no menu inicial para "tempo de espera inicial".



Engula o alimento ao ouvir o sinal

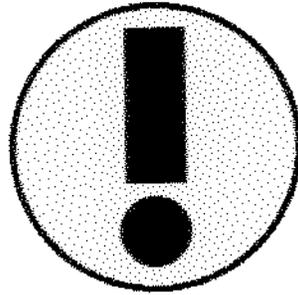
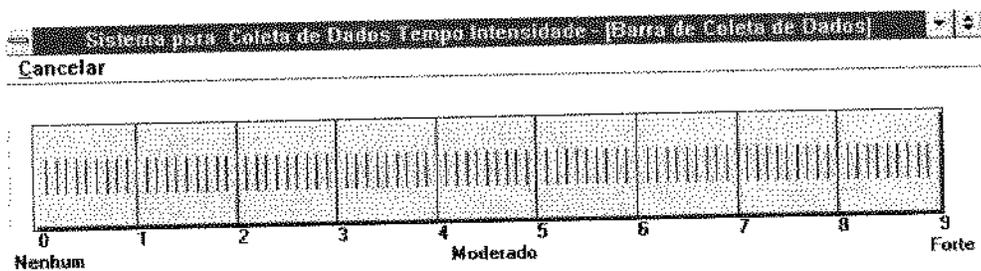


Figura 14 - Mensagem exibida após o tempo estipulado no menu inicial para "tempo de residência na boca".



Fim do teste ao sinal

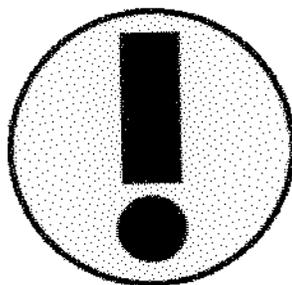


Figura 15 - Mensagem exibida após tempo estipulado no menu inicial para "tempo após a ingestão".

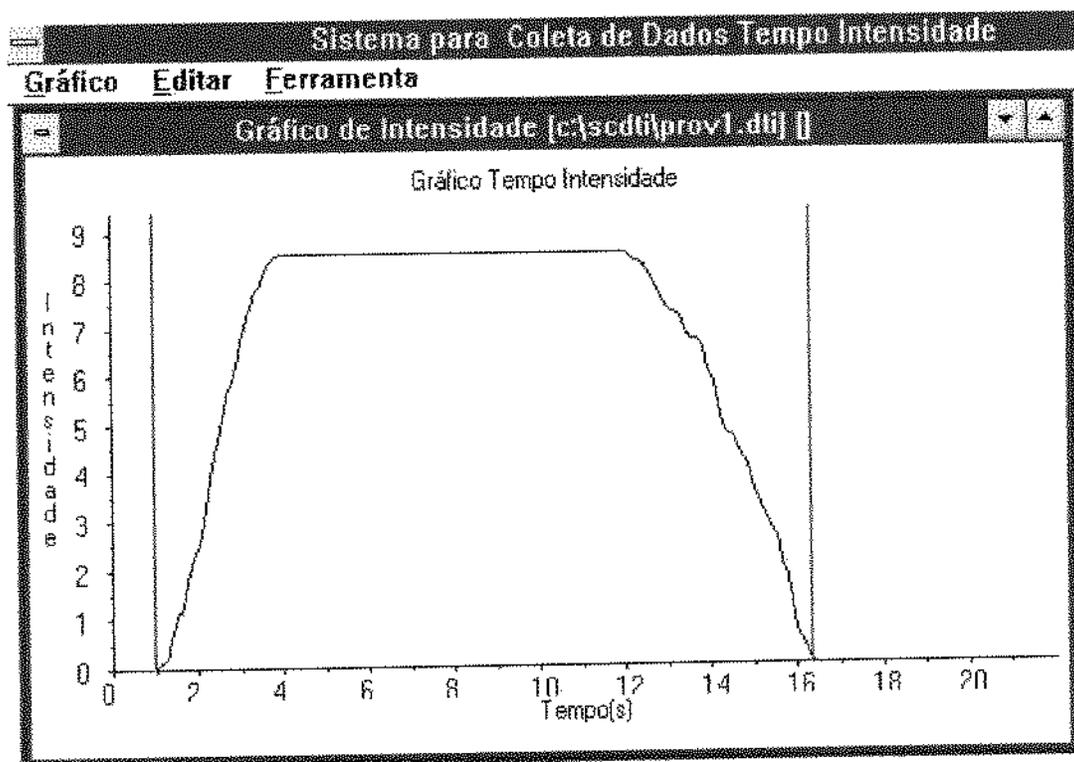


Figura 16 - Exemplo de curva obtida através dos dados coletados. As barras de referência verticais (azul e vermelha) indicam a região da curva a ser analisada.

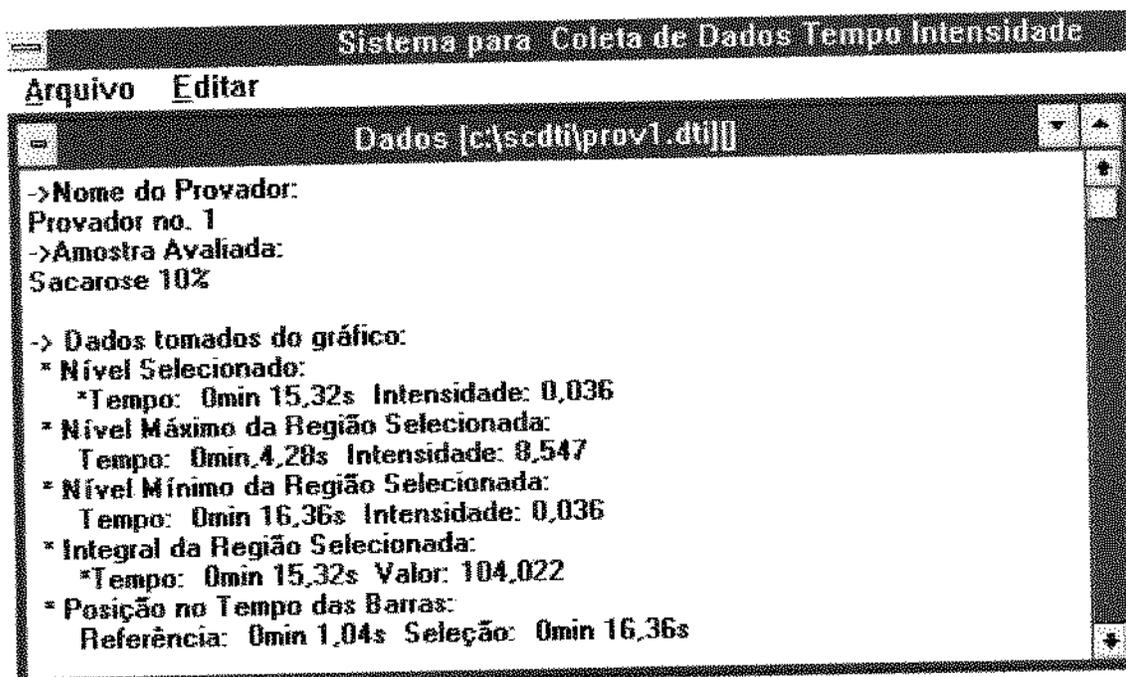


Figura 17 - Exemplo de dados sobre uma curva T-I registrada

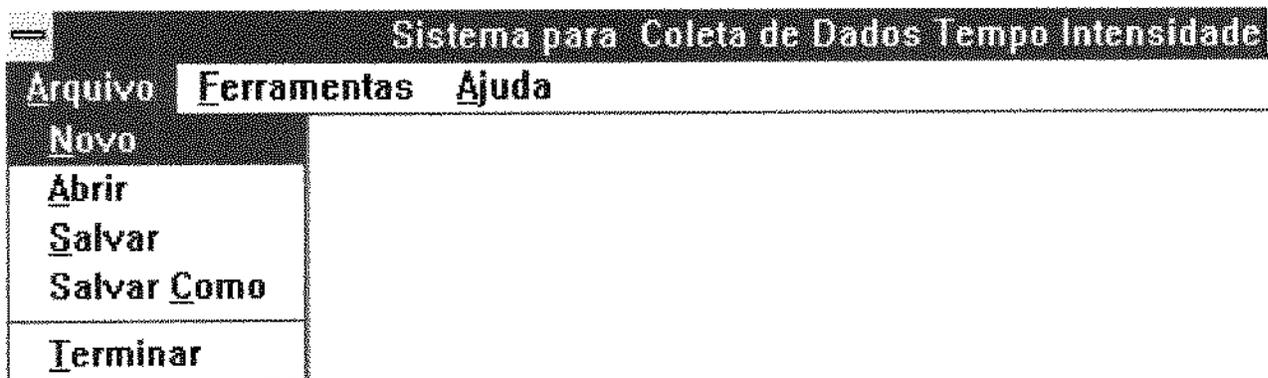


Figura 18 - Opções na barra de ferramentas para arquivos do "SCDTI".

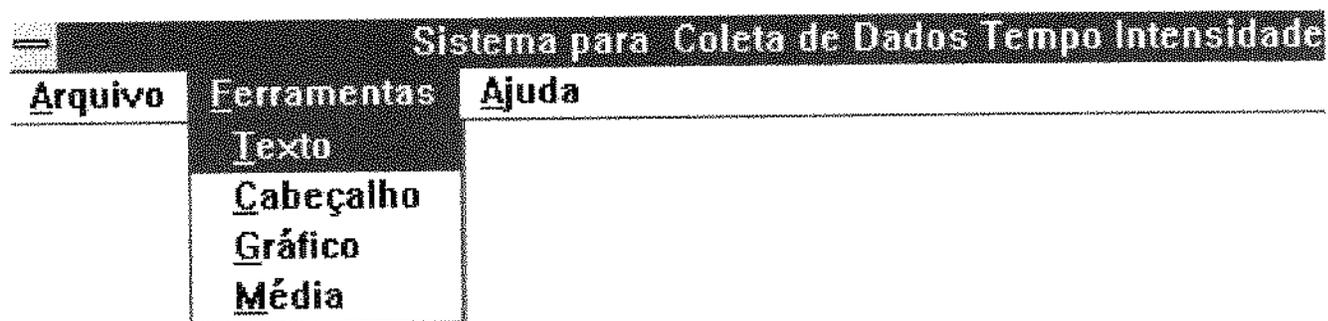


Figura 19 - Opções na barra de ferramentas para os dados já coletados no "SCDTI".

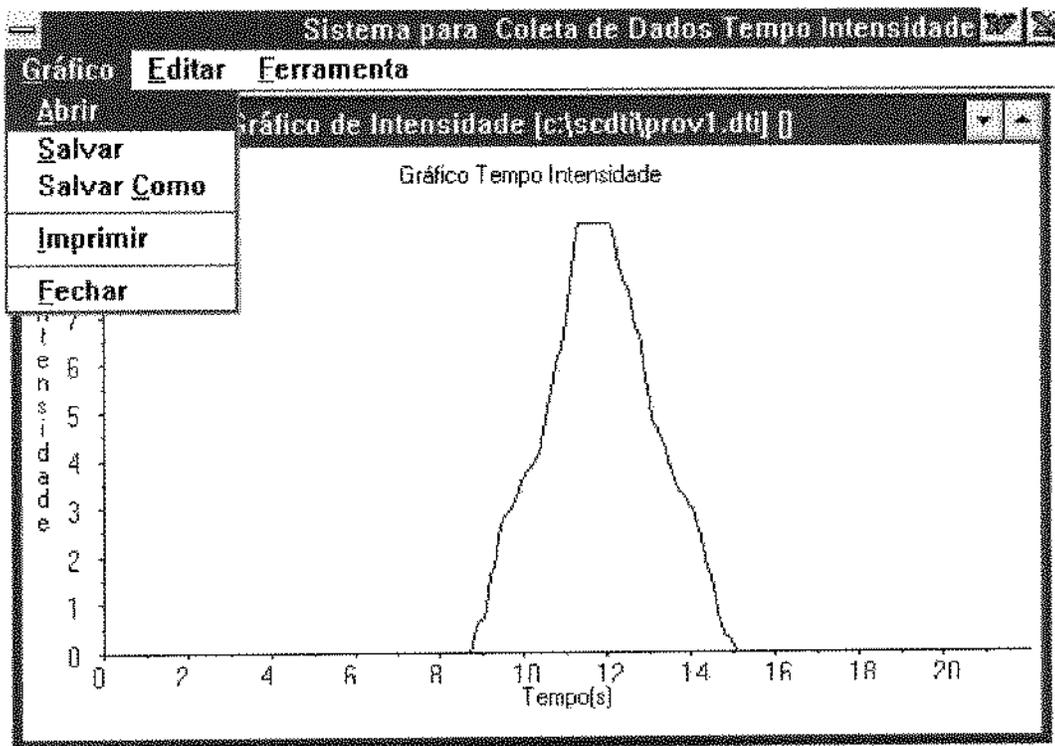


Figura 20 - Exemplo de uma curva obtida com opções na barra de ferramentas para a mesma.

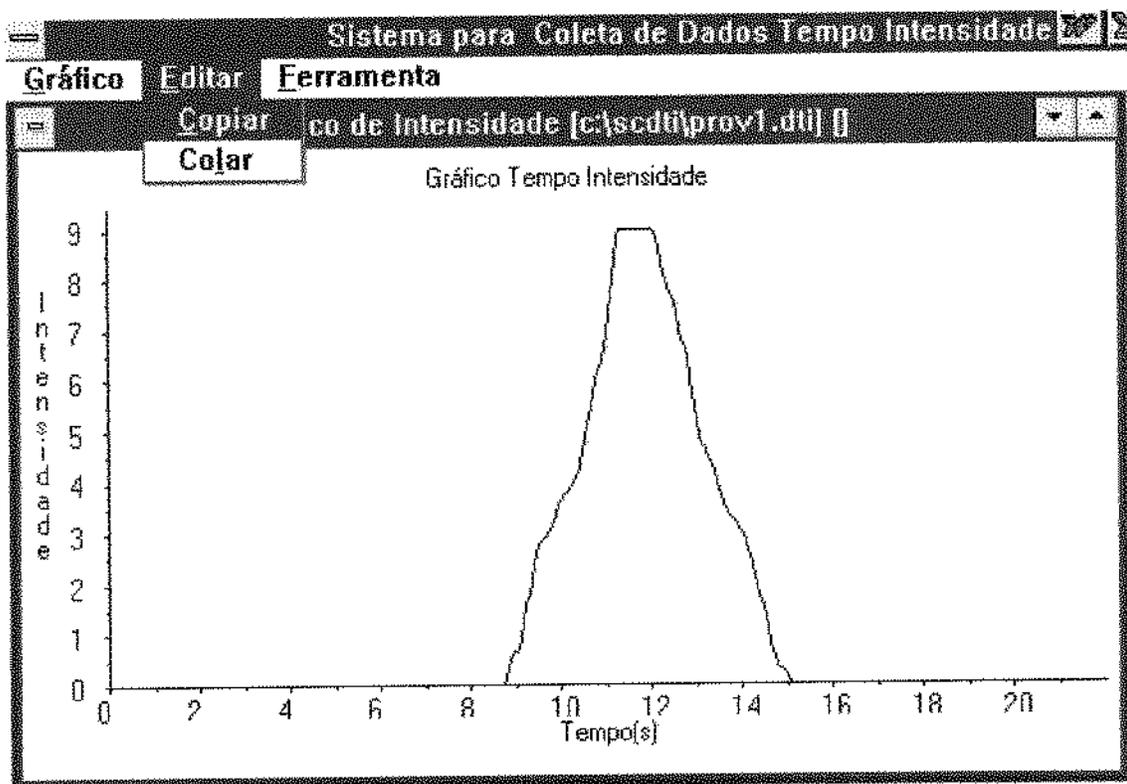


Figura 21 - Novas opções na barra de ferramentas para a curva obtida.

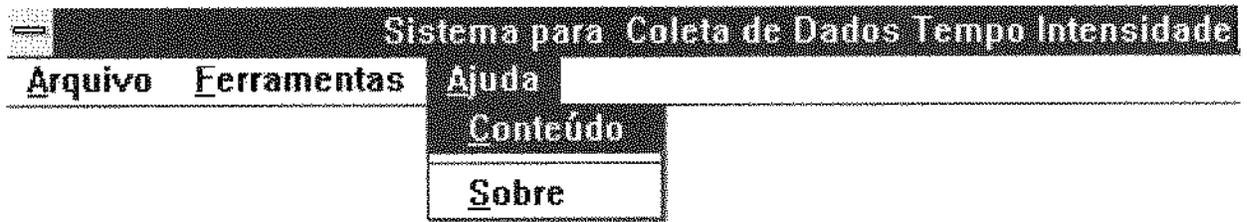


Figura 22 - Opções na barra de ferramentas.

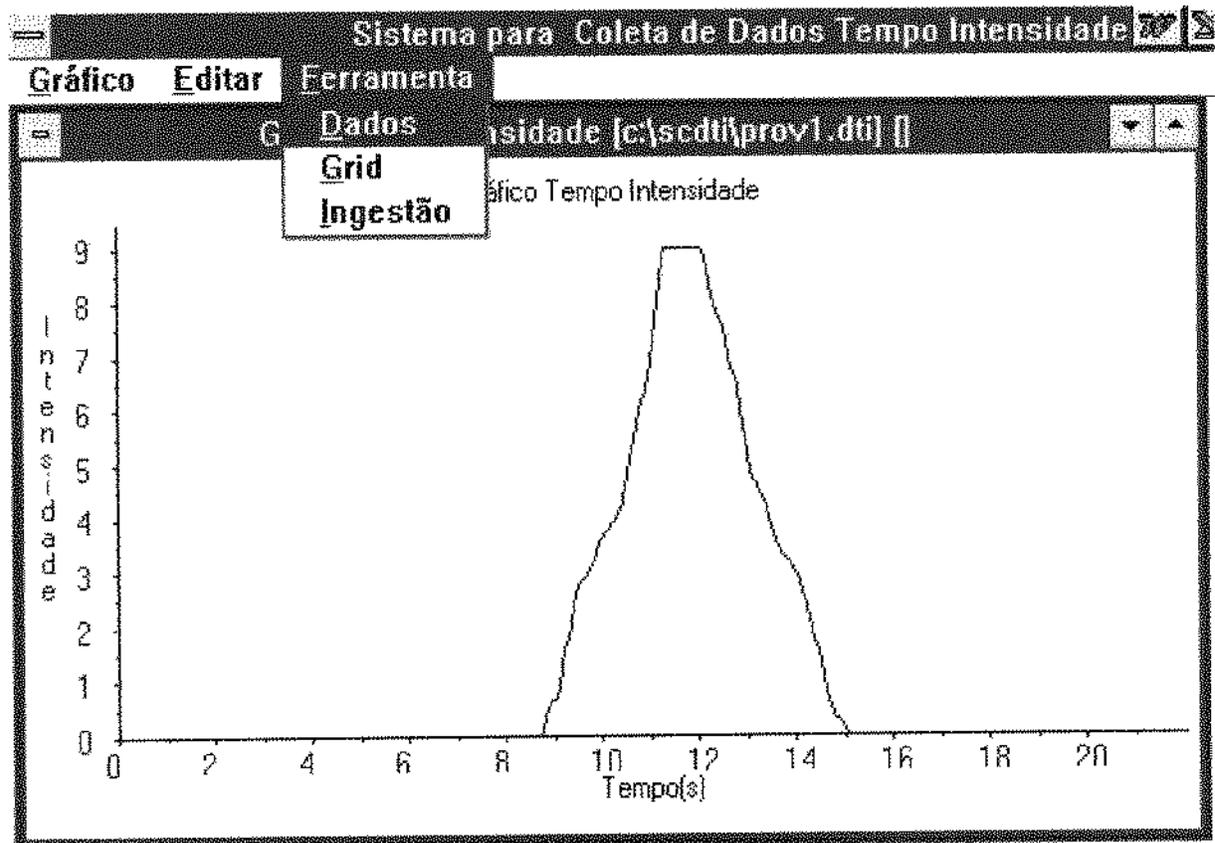


Figura 23 - Outras opções da barra de ferramentas para a uma curva obtida.

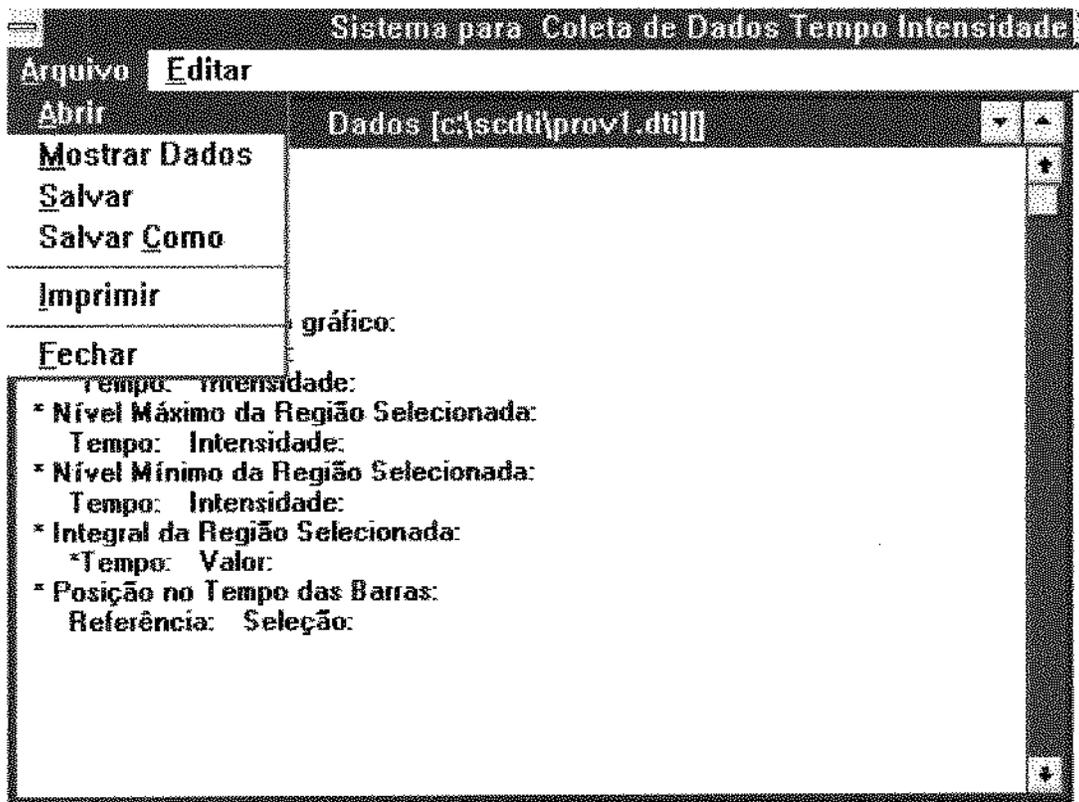


Figura 24 - Opções para dados já obtidos.

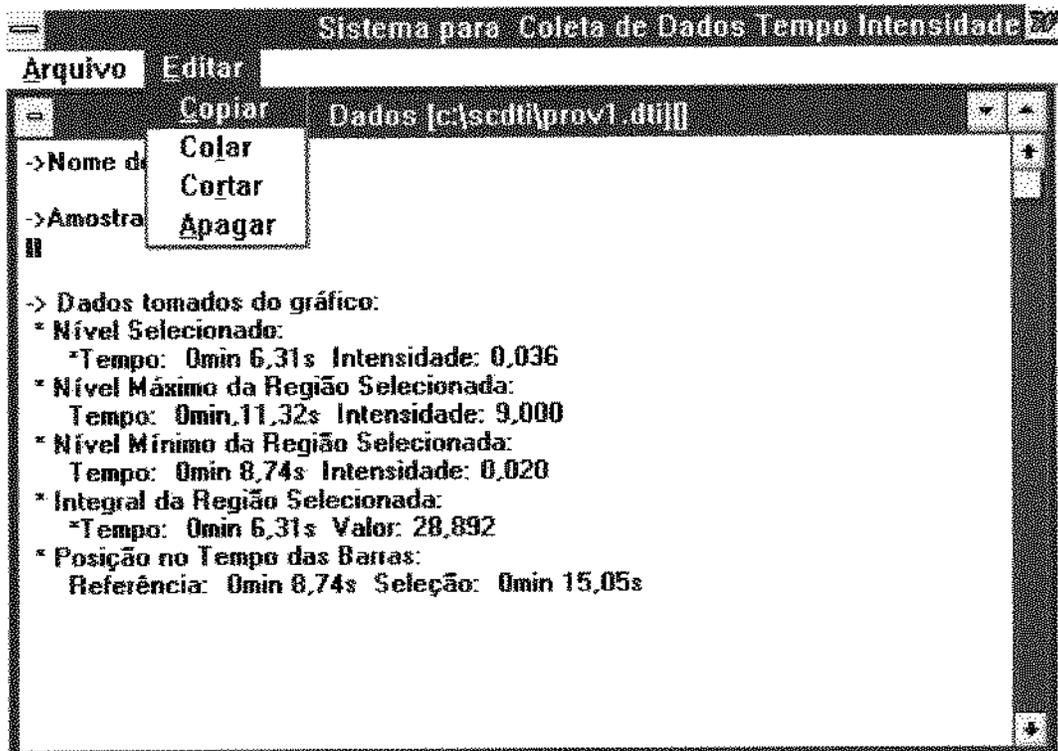


Figura 25 - Opções de edição do texto dos dados obtidos.

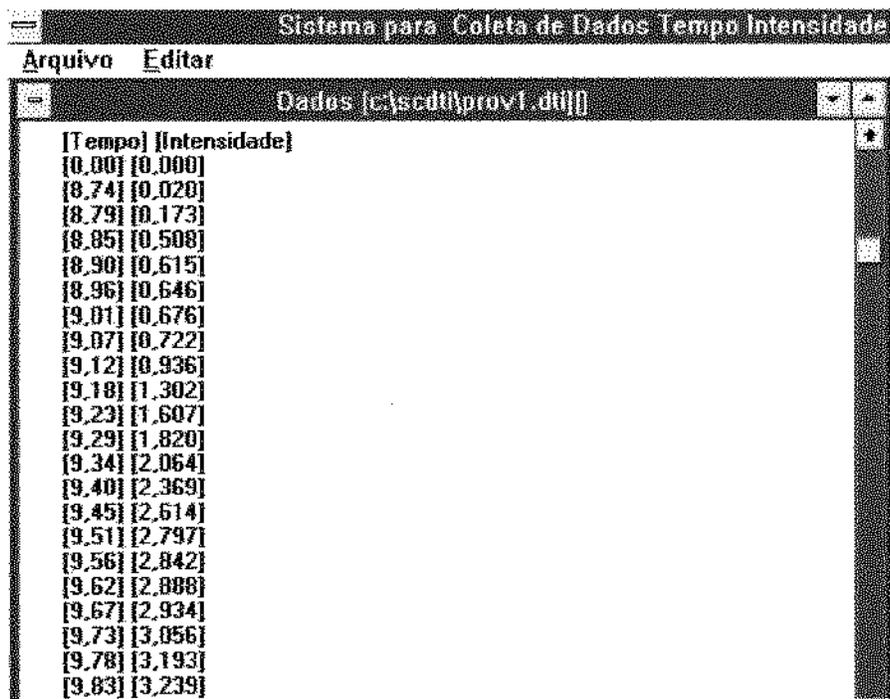


Figura 26 - Tela com a opção escolhida "mostrar dados", que exibe todos os pontos coletados para tempo e intensidade em uma determinada curva.

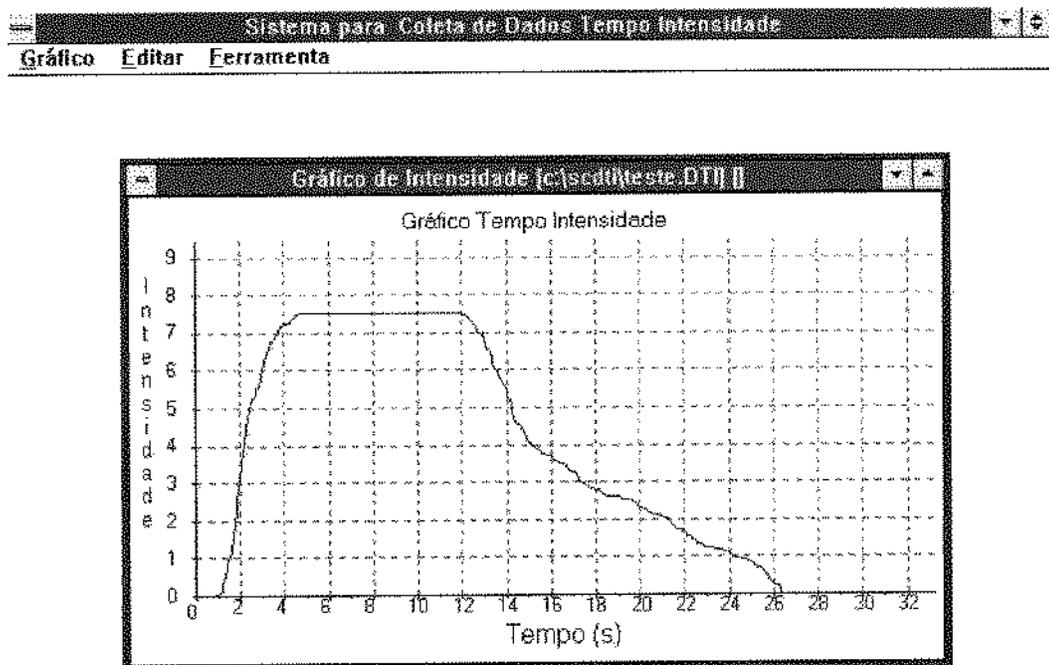


Figura 27 - Opção "Grid" ativada.

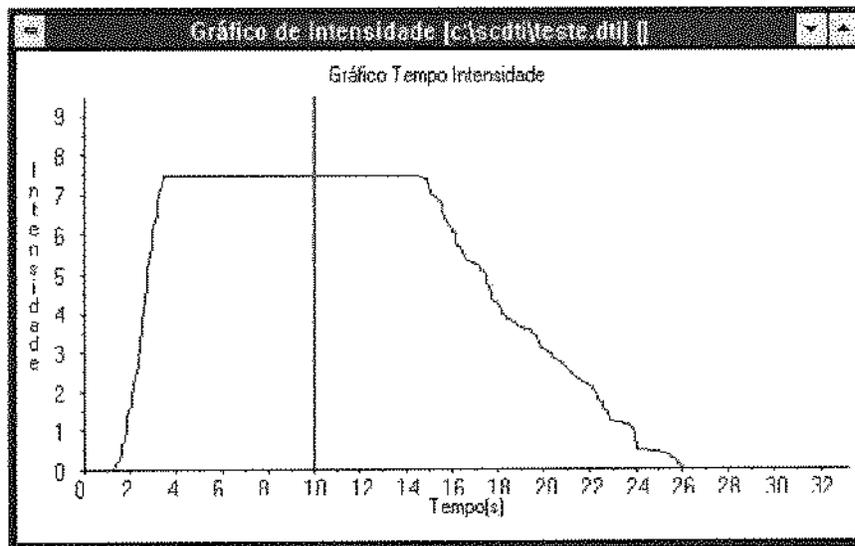


Figura 28 - Opção "Ingestão" ativada. A barra vertical indica o tempo em que a amostra foi ingerida.

4.2.5.1 - Seleção dos Provadores

Pessoas pré-selecionadas, através de análise sequencial com testes triangulares de diferença (citado no item 4.2.2) e com habilidade em trabalhar com computador, foram escolhidas para participar dos testes.

Foi realizada uma segunda etapa de pré-seleção, onde as pessoas capacitadas a operar o programa, interagindo a sensação percebida com o registro da mesma através do "mouse" foram escolhidas para a etapa de seleção de acordo com seu poder de discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe, para o gosto doce e amargo.

Foi feito um intenso treinamento (4 a 6 sessões) com os provadores para familiarização com o programa e padronização da metodologia.

A seleção foi realizada da seguinte forma: cada provador pré-selecionado realizou o teste tempo-intensidade para amostras em equivalência de doçura de solução de sacarose a 10% para os estímulos doce e amargo separadamente. As amostras foram apresentadas de forma monádica com 4 repetições.

Foi realizada ANOVA com as seguintes fontes de variação: amostra e repetição para cada parâmetro das curvas, para cada provador, para os estímulos doce e amargo separadamente. Foram então obtidos os valores para $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ para cada provador. Os provadores com $F_{amostra}$ significativo para $p \leq 0,30$ e $F_{repetição}$ não significativo para $p > 0,05$ e concordância das médias com as da equipe (valores de médias de cada provador próximo à média da equipe para cada atributo avaliado), foram selecionados.

4.2.5.2 - Avaliação das Amostras

Dos 10 candidatos pré-selecionados, foram selecionados 6 provadores, os quais foram treinados para a execução dos testes, dentro da padronização condicionada.

As amostras foram apresentadas de forma monádica (STONE & SIDEL, 1985), de forma aleatorizada, com 4 repetições, em sala climatizada (22°C).

Em todos os testes, os provadores receberam 5,0 ml da solução a ser avaliada, em copos plásticos descartáveis com capacidade para 50 ml, codificados com algarismos de três dígitos. Era dada a instrução para que o provador colocasse todo volume da amostra na boca, e que seguisse as instruções dadas pelo programa (Figuras 8 a 28). As instruções básicas eram para que ao sinal emitido pelo computador, juntamente com sinal gráfico, o provador colocasse a amostra na boca, e em determinado tempo, a ingerisse. Durante este procedimento, o provador deveria registrar toda intensidade de estímulo percebido através do "mouse" em escala na tela.

Os tempos de espera inicial, tempo de residência da amostra na boca, o tempo após a ingestão (Figura 10) e tempo total de duração dos testes foram padronizados e seguidos rigorosamente em todos os testes. Os tempos de espera e permanência da amostra na boca foram de 10 segundos e o tempo total de duração dos testes variaram em função da concentração de equivalência de doçura estudada, uma vez que a duração dos estímulos foram aumentando com o aumento das concentrações.

A escala utilizada (uma vez que o programa possibilita a escolha) foi de 9 pontos, onde 0=nenhum, 4,5=moderado e 9=forte (Figura 13).

As curvas eram coletadas e cada arquivo contendo as informações sobre cada curva, foi salvo e armazenado no disco rígido. Cada teste originou três arquivos (um com extensão .dti=arquivo de dados coletados, outro com extensão .bmp=arquivo contendo o gráfico da curva registrada, e um terceiro com extensão .txt=arquivo de texto com os dados sobre a curva obtida), que juntos ocupavam de 700 a 3.000 Kb de espaço em disco, dependendo do tamanho do arquivo de dados coletados, que variava de acordo com o tempo total do teste. Como foram realizadas 992 análises (sendo 320 para selecionar os provadores), em função do número de amostras, tipo de estímulo avaliado, provadores e repetições, o total de arquivos contendo dados dos testes tempo-intensidade no presente estudo, ocupou aproximadamente 1,5 Giga byte em disco rígido.

Os valores obtidos para cada parâmetro de cada curva T-I coletada foram analisados através do pacote estatístico SAS.

4.2.5.3 - Parâmetros da Curva Tempo-Intensidade

Os parâmetros coletados, a partir de cada curva tempo-intensidade obtida, encontram-se na Figura 29

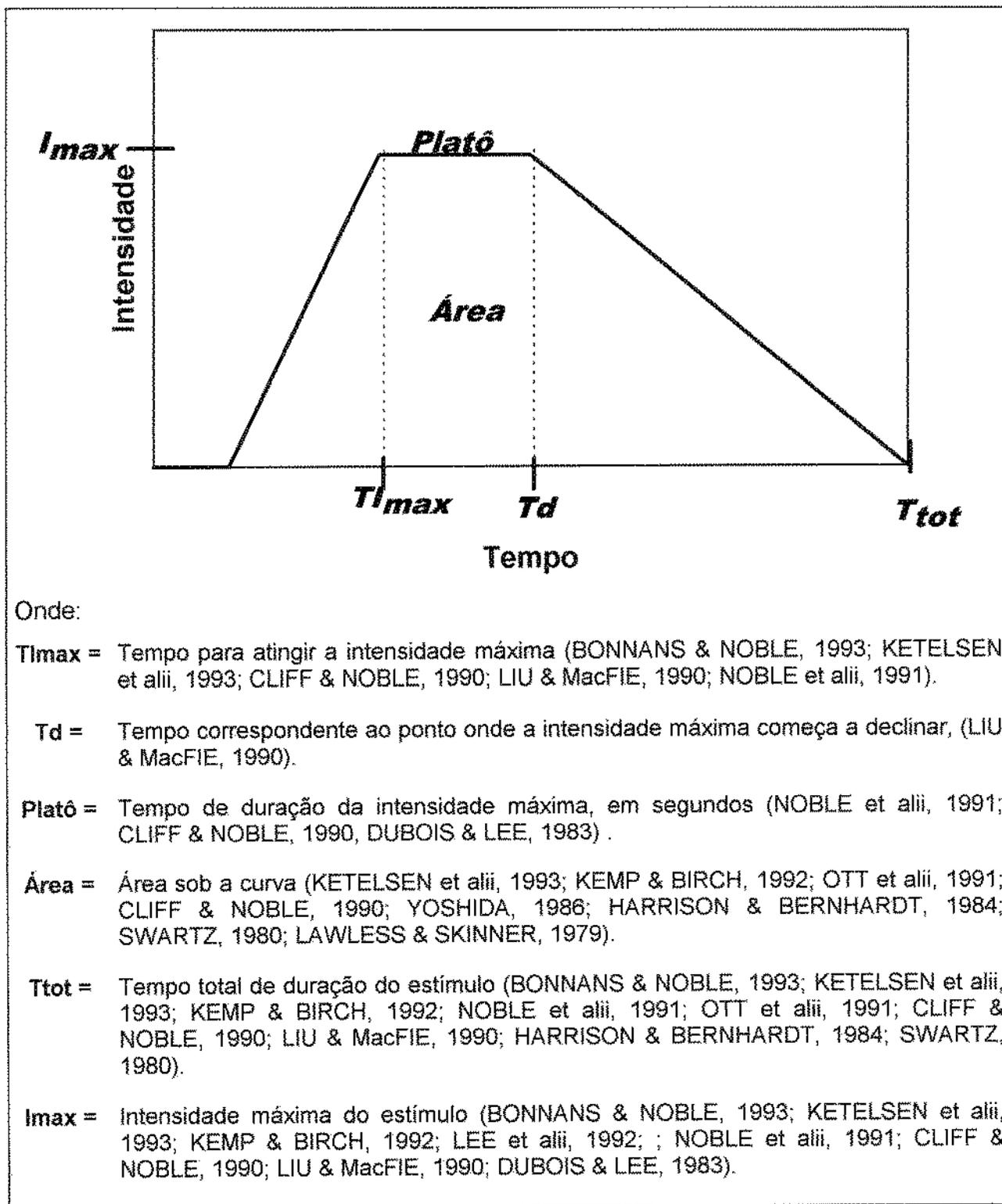


Figura 29 - Parâmetros da curva tempo-intensidade coletados.

4.2.5.4. Análise dos Dados

Com os dados coletados para os parâmetros citados, foi realizada ANOVA de dois fatores (amostra e provadores) e interação para cada parâmetro. Foi aplicado teste de Tukey para comparação das médias das amostras. Foi realizada também a Análise de Componentes Principais.

Foi também aplicada Análise Discriminante por Passos (POWERS et alii, 1984) para verificar quais parâmetros das curvas T-I discriminavam melhor as amostras.

As análises estatísticas foram realizadas através dos programas do pacote estatístico SAS (1993).

Os resultados das médias foram apresentados de forma tabular, e a análise dos componentes principais através de gráficos bidimensionais.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - PRÉ-SELEÇÃO DA EQUIPE DE PROVADORES

Foram pré-selecionados 20 provadores através de testes triangulares e análise sequencial. Foram necessários 8 a 14 testes, para que cada provador fosse aceito, e de 5 a 12 para que fosse rejeitado.

5.2 - EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA

Dez provadores, dos 20 pré-selecionados, avaliaram as amostras.

Quando os valores logarítmicos das concentrações utilizadas (C) para cada edulcorante, foram plotados contra os valores logarítmicos das magnitudes estimadas para os estímulos percebidos como sensações (S), uma regressão linear pode ser feita entre os pontos obtidos, indicando que uma função de potência simples $S=aC^n$ (ou $\log S = \log a + n \log C$) pode descrever os dados. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 9 para cada edulcorante em cada concentração.

Os provadores observaram que o extrato de folhas de estévia teve aumento de gosto residual pronunciado com o aumento da concentração, chegando a encobrir o gosto doce a partir das concentrações para determinação de doçura equivalente a 20% de sacarose. Estas observações entram em discordância com os

resultados de SOEJARTO et alii (1982), que relataram que a *Stevia* da espécie *rebaudiana* era a única que possuía gosto doce, sem nenhum amargor. Porém, é importante destacar que estes autores realizaram os testes sensoriais com fragmentos de folhas de estévia cultivadas em herbário experimental.

Já o aspartame, com o aumento da concentração promoveu gosto residual estranho, levemente amargo, e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 demonstrou a mesma característica, embora o gosto amargo fosse um pouco mais intenso e persistente, percebido associado ao gosto doce. Portanto, em função da presença de gosto amargo predominante e persistente, que mascarou o gosto doce das soluções, não foi possível a obtenção de resultados de equivalência de doçura em relação à sacarose a partir de 20% para SrB e a partir de 40% para APM e C/S.

De acordo com MOSKOWITZ (1970), um aumento no gosto amargo associado ao aumento de concentração pode esconder e impossibilitar o desenvolvimento da percepção da doçura.

É muito importante lembrar que os níveis encontrados são estimados para soluções-modelo aquosas. Os valores de equivalência em doçura são dependentes do sistema e podem variar em diferentes produtos alimentícios (REDLINGER & SETSER, 1987).

A relação entre intensidade de doçura e concentração para cada edulcorante estão representadas graficamente em coordenadas log-log nas Figuras de 30 a 35, para cada concentração de doçura equivalente. Os valores das concentrações para os edulcorantes em escala logarítmica, estão expressos em % P/V.

Observando-se a Tabela 9, verifica-se que aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB), ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) e sacarose (SAC), apresentaram diferentes valores exponenciais

(coeficiente angular ou inclinação da reta) para cada concentração e referência. Os valores exponenciais podem variar dependendo de como as amostras foram avaliadas (STONE & OLIVER, 1969).

Os valores do coeficiente de correlação linear obtidos foram altos em todos os casos, revelando que os pontos da reta obtidos experimentalmente, estão concordantes com os pontos da reta teórica. Este fato demonstra matematicamente que as retas obtidas explicam de 89,02% (para C/S em doçura equivalente em sacarose a 30%) a 99,98% (para SrB DES 3%) das variações ocorridas entre os pontos experimentais e teóricos.

Tabela 9 - Coeficiente angular, variância, desvio padrão, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função de potência ("Power Function") dos resultados obtidos através dos testes de escala de magnitude para determinar as equivalências de doçura do aspartame, estévia e da mistura ciclamato/sacarina 2:1.

Edulcorante	Coeficiente Angular	Variância	Desvio Padrão	Intercepto na Ordenada	R ¹	Função de Potência ("Power Function") ³
Sacarose 3%	1,5572	0,2574	0,4538	-0,7452	0,9850	S=0,1798 . C ^{1,5572}
APM DES 3%	0,7983	0,1382	0,3325	1,4330	0,9908	S=27,11 . C ^{0,7983}
SrB DES 3%	0,8481	0,0735	0,2426	1,4409	0,9998	S=27,5907 . C ^{0,8481}
C/S DES 3%	0,5528	0,0322	0,1604	1,0914	0,9982	S=12,34 . C ^{0,5528}
Sacarose 10%	1,3364	0,1930	0,3929	-1,3358	0,9860	S=0,046 . C ^{1,3364}
APM DES 10%	0,9481	0,1031	0,2872	1,2009	0,9843	S=15,8830 . C ^{0,9482}
SrB DES 10%	0,7770	0,0688	0,2346	0,7664	0,9554	S=5,84 . C ^{0,7770}
C/S DES 10%	0,6724	0,0476	0,1951	0,9660	0,9935	S=9,2472 . C ^{0,6724}
Sacarose 20%	1,7336	0,3159	0,5027	-2,2415	0,9961	S=0,0057 . C ^{1,7336}
APM DES 20%	1,1426	0,1301	0,3323	0,7849	0,9930	S=6,093 . C ^{1,1426}
SrB DES 20%	- ⁴	-	-	-	-	-
C/S DES 20%	1,1422	0,1378	0,3320	1,0916	0,9980	S=12,3482 . C ^{1,1422}
Sacarose 30%	2,0262	0,4371	0,5913	-3,0475	0,9900	S=0,0009 . C ^{2,0262}
APM DES 30%	1,0242	0,1310	0,3237	-8,1x10 ⁻⁵	0,9128	S=0,99981 . C ^{1,0242}
SrB DES 30%	- ⁴	-	-	-	-	-
C/S DES 30%	1,3105	0,2258	0,4250	0,5869	0,8902	S=3,8621 . C ^{1,3105}

¹R é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

²DES=Doçura Equivalente em Sacarose.

³S=Estímulo percebido; C=Concentração do estímulo.

⁴Os resultados encontrados não tem validade prática para o cálculo da equivalência de doçura.

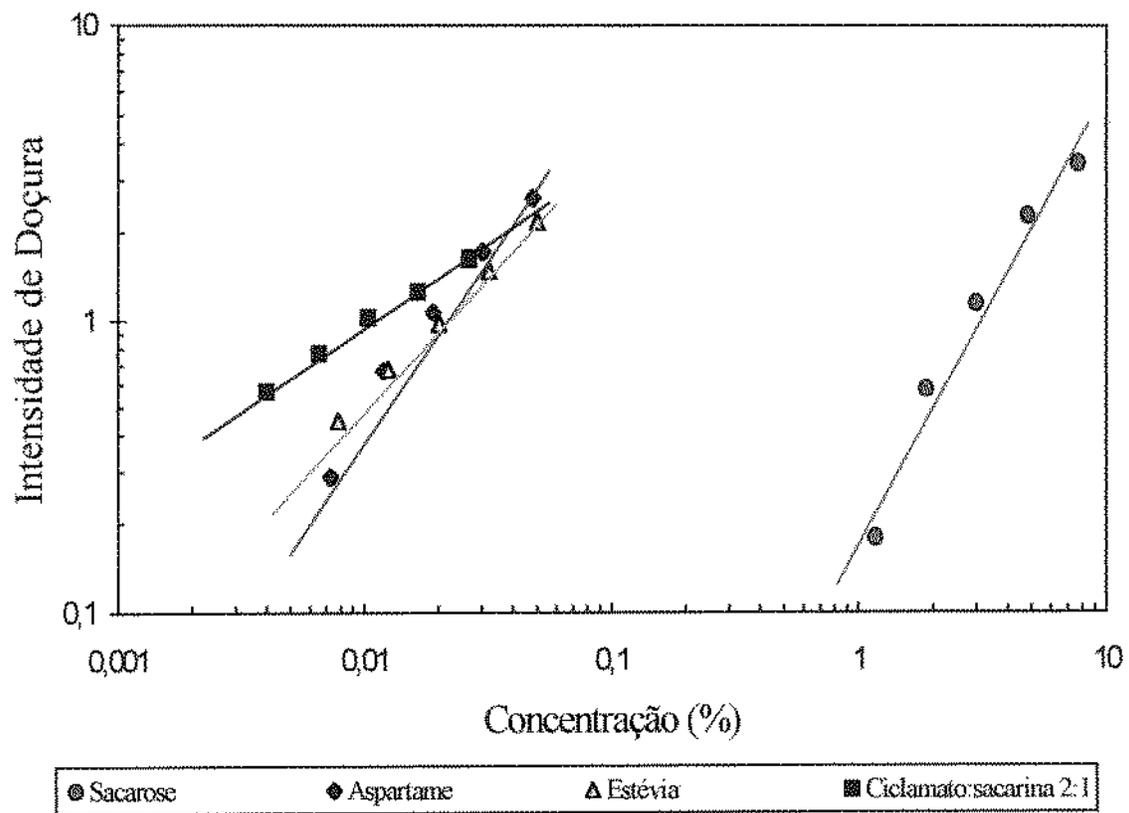


Figura 30 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 3%.

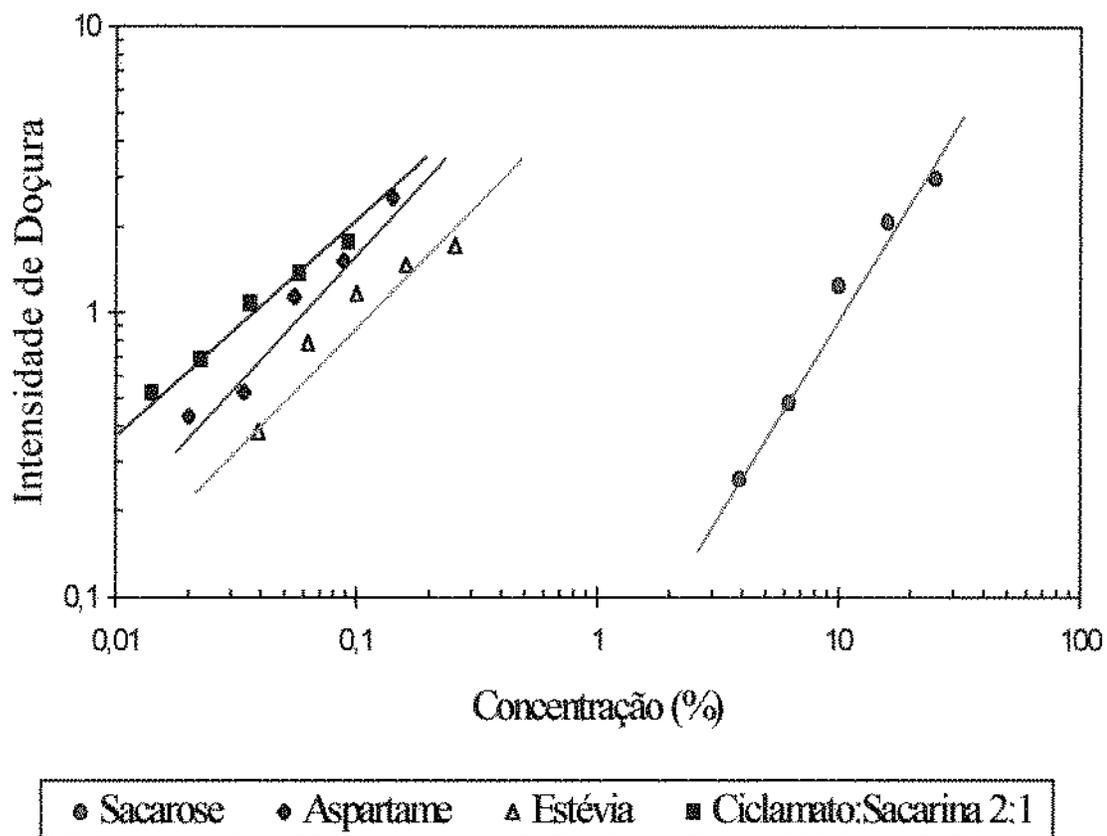


Figura 31 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 10%.

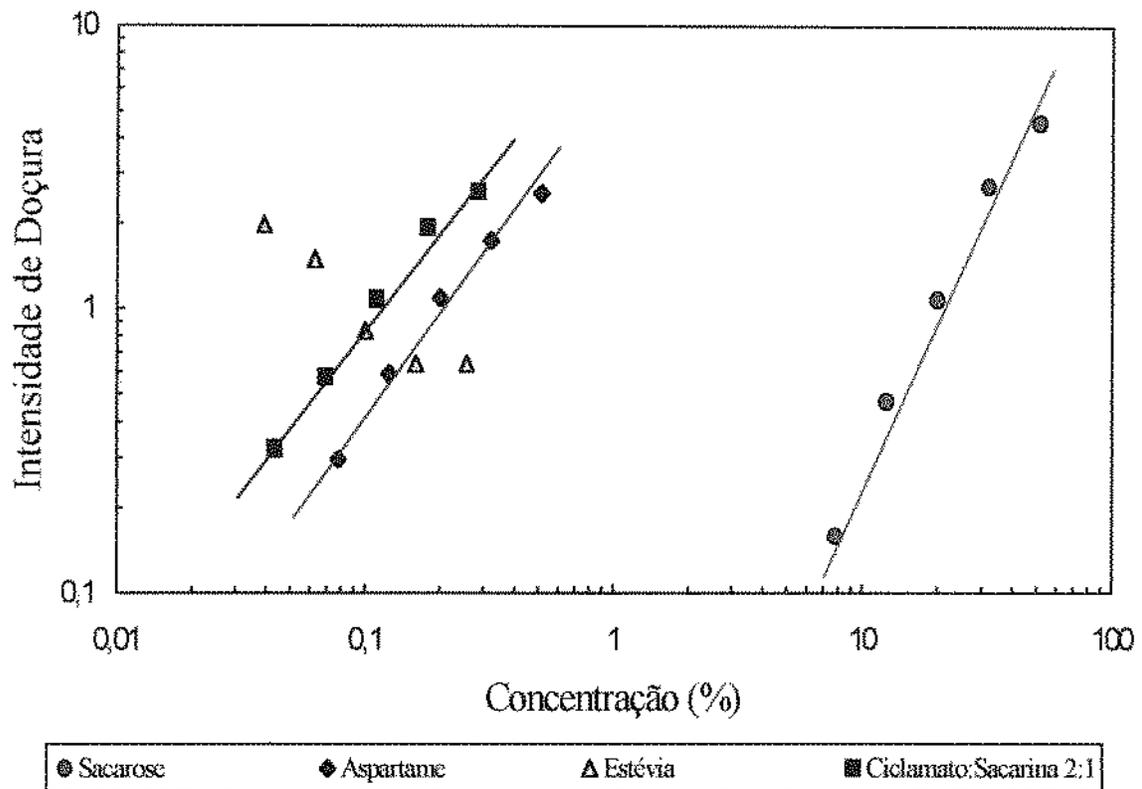


Figura 32 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 20%.

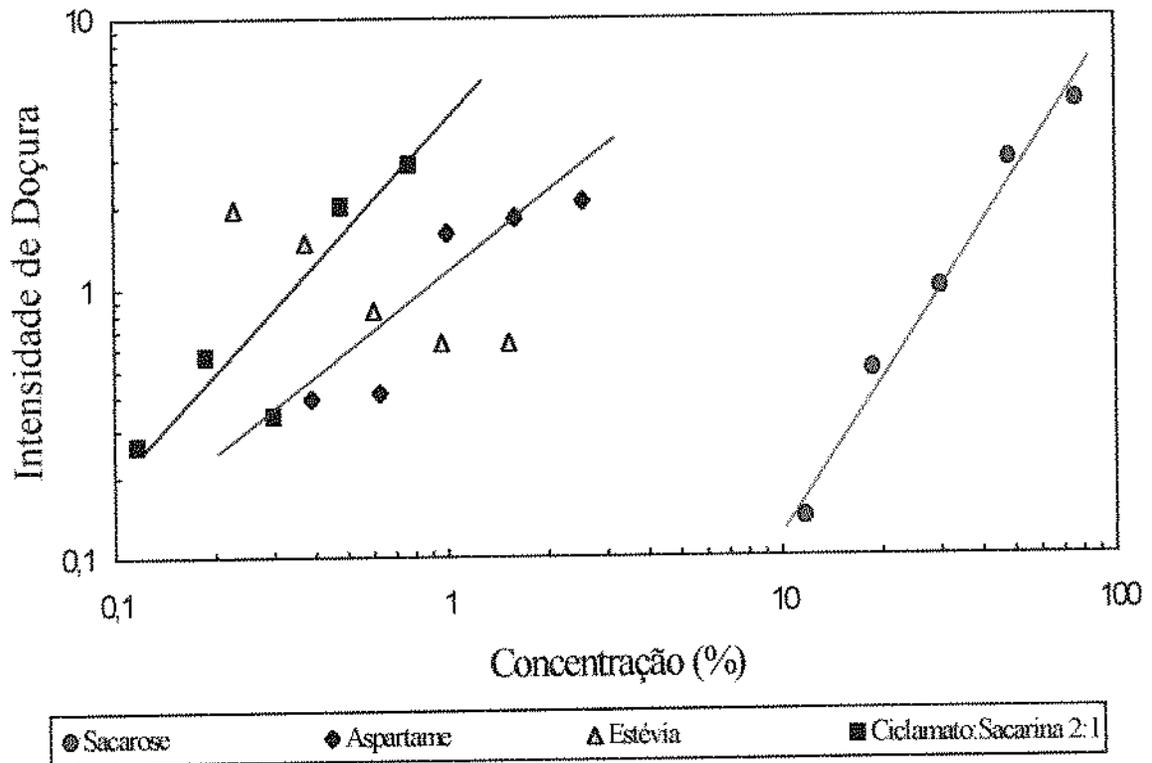


Figura 33 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 30%.

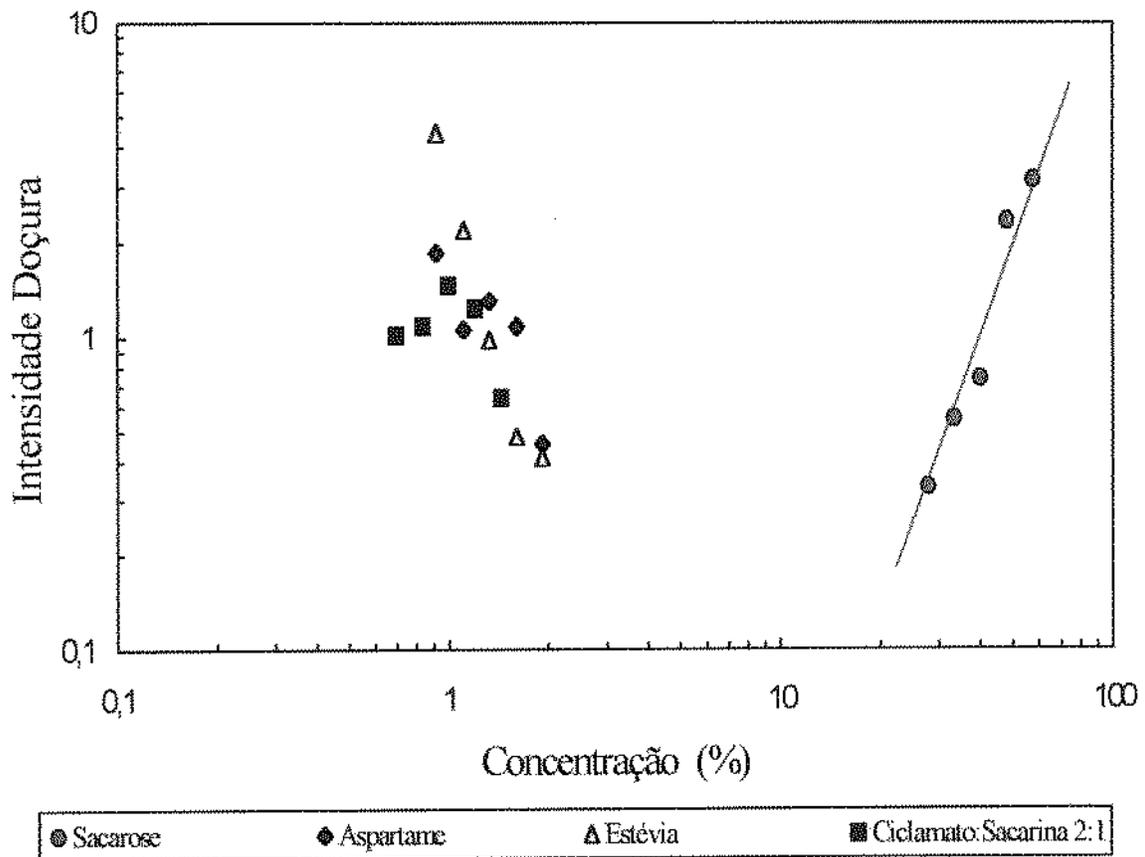


Figura 34 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 40%.

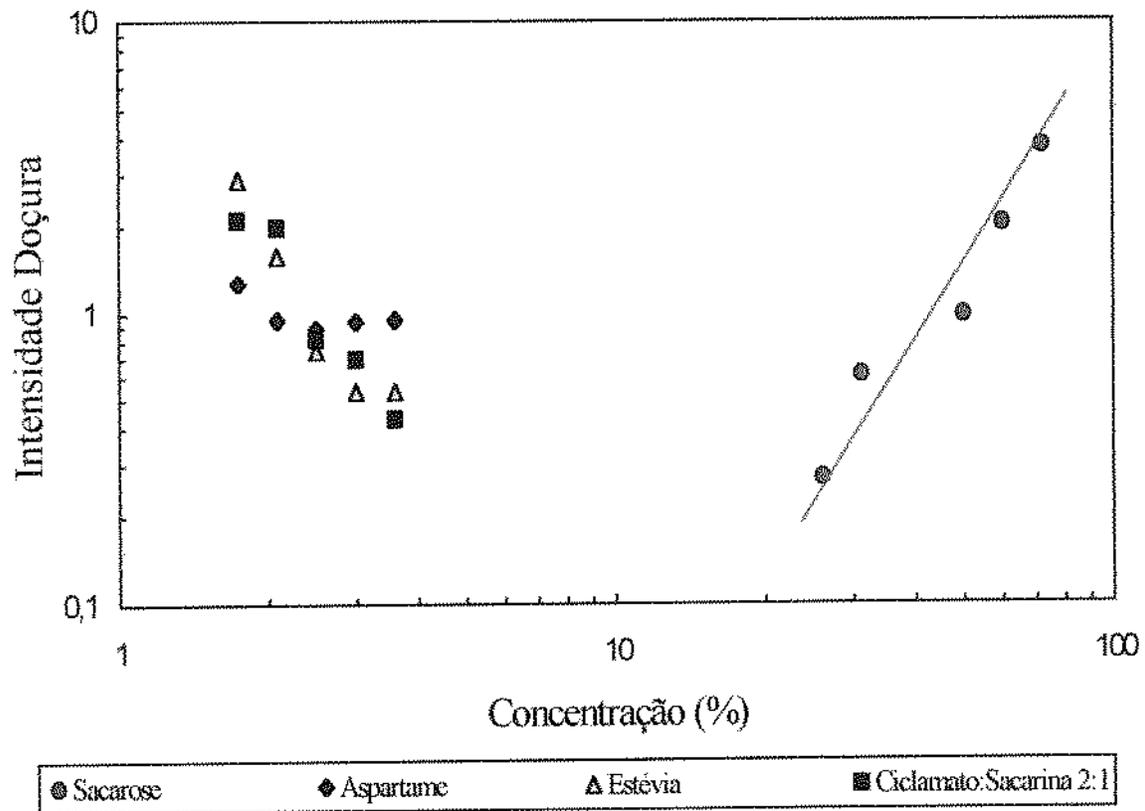


Figura 35 - Relação entre intensidade de doçura e concentração dos edulcorantes em relação à sacarose a 50%.

Com base nas funções de potência (Tabela 9), foram calculadas as concentrações dos edulcorantes que equivaliam a cada concentração de sacarose, obtendo-se os valores apresentados na Tabela 10.

A Figura 36 relaciona as quantidades dos edulcorantes estudados com a de sacarose para promoverem a mesma doçura. A mesma figura ilustra que a relação entre as quantidades de aspartame, estévia e mistura ciclamato/sacarina (2:1) e a de sacarose são quase lineares quando plotadas em escala log-log.

Para aspartame, na literatura foram encontrados para doçura equivalente a 10% de sacarose valores mais altos (0,133% - INGLET, 1981), e muito similares (0,050% - BECK, 1974; 0,053% - HOMLER, 1988). Tais discrepâncias podem ocorrer devido a diferenças metodológicas. Foi relatada também a presença de gostos estranhos para aspartame e sacarina em concentrações relativamente altas, por HARRISON & BERNHARDT (1984).

Tabela 10 - Concentrações de aspartame, extrato de folhas de estévia e mistura ciclamato/sacarina 2:1 que equivalem às concentrações de 3, 10, 20 e 30% de sacarose.

Concentração (%)	APM	SrB	C/S
3	0,016	0,0197	0,01
10	0,054	0,103	0,0365
20	0,208	-	0,1122
30	0,88	-	0,324

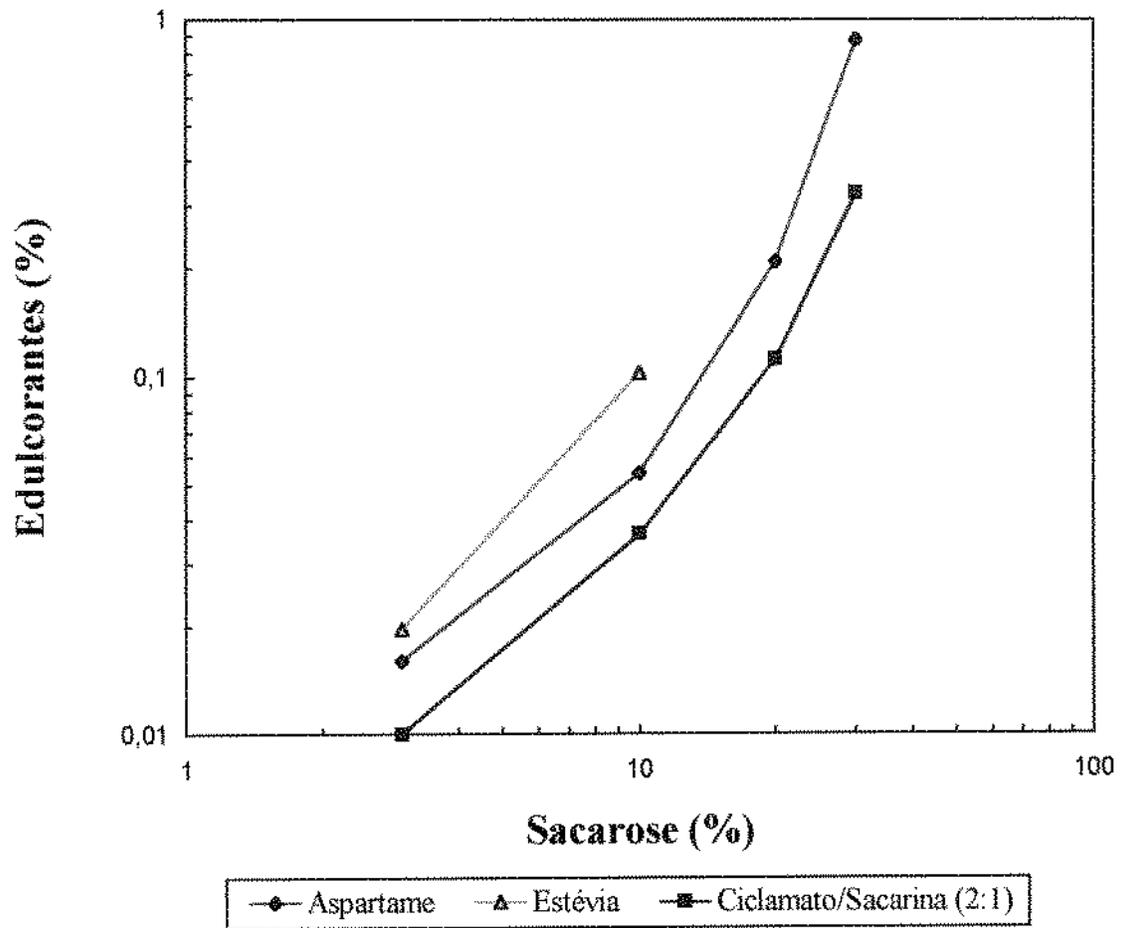


Figura 36 - Relação de doçura entre os edulcorantes e a sacarose.

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

Os valores de potência dos edulcorantes estudados estão apresentados na Tabela 11. Com os valores de potência foram construídas as curvas de potência para APM, SrB e C/S que estão representadas na Figura 37.

Todas as curvas exibiram uma diminuição na potência relativa de doçura em relação à sacarose em função do aumento de sua concentração. A diminuição da potência edulcorante do aspartame e da estévia com o aumento da concentração, foi descrita previamente (CLONINGER & BALDWIN, 1974; ISIMA & KAKAYAMA, 1976). A mistura ciclamato/sacarina 2:1, mostrou esta mesma propriedade do APM e SrB.

Conforme pode ser observado na Tabela 11, o C/S apresentou a maior potência dos três compostos estudados, enquanto a SrB foi o edulcorante de menor potência.

APM foi cerca de 190 vezes mais potente que a sacarose em concentração de doçura equivalente a 3% de sacarose. A 10%, 20%, e 30% de doçura equivalente em concentração de sacarose, APM foi cerca de 185, 96 e 34 vezes mais potente que a sacarose, respectivamente. Esses resultados estão em concordância com os publicados anteriormente por CLONINGER & BALDWIN (1974) que encontraram que o aspartame é 182 vezes mais potente que a sacarose a 2%, 100 vezes mais que a sacarose a 12% e 43 vezes mais potente que a sacarose a 30%, e também com os resultados obtidos por BECK (1974), que encontrou que o aspartame é 215 vezes mais potente que a sacarose a 4,3%, 133 vezes que sacarose a 10% e 100 vezes que a sacarose a 15%.

Os resultados para a potência edulcorante da SrB estão em concordância com ISIMA & KAKAYAMA (1976) que encontraram a SrB 150 vezes mais doce que a sacarose em solução a 4% e 100 vezes mais doce que a sacarose a 10%. Esses autores também descrevem a presença de prolongado gosto residual amargo no extrato puro (93-95% de pureza), o que não foi encontrado em extratos com menor grau de pureza (50%).

Tabela 11 - Potência dos edulcorantes (número de vezes em que o composto é mais doce que a sacarose nas concentrações indicadas).

	DES**	DES	DES	DES	DES	DES
Edulcorante	3%	10%	20%	30%	40%	50%
APM	190	185	96	34	*	*
SrB	152	97	*	*	*	*
C/S	288	275	178	93	*	*

*Não foi possível encontrar a equivalência de doçura em razão do gosto residual ser dominante ou mascarar o gosto doce nestas concentrações.

**Doçura equivalente a uma solução de sacarose

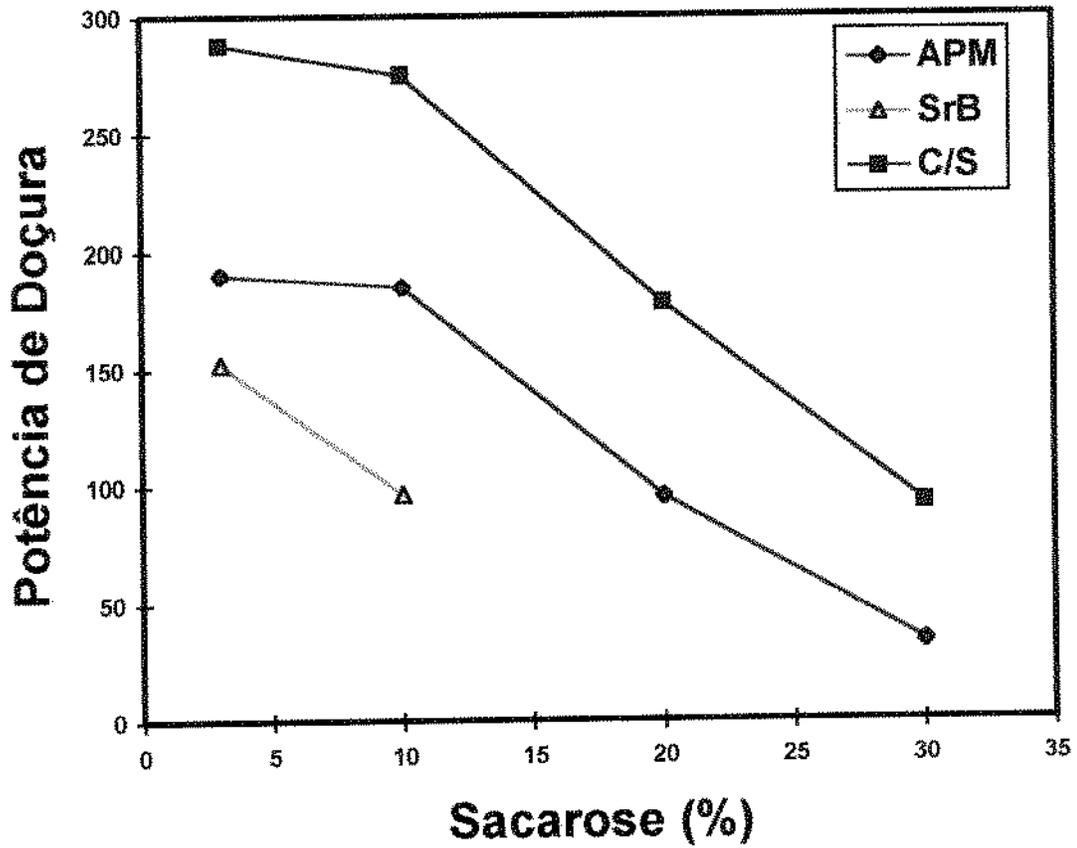


Figura 37 - Potência de aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB) e ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) na faixa de equivalência de doçura em sacarose.

5.3 - INFLUÊNCIA DO pH NA EQUIVALÊNCIA DE DOÇURA

Comparando-se os valores obtidos para o estudo de equivalência de doçura em relação à sacarose a 10% para o pH 3,0 com os obtidos para o pH 7,0, observa-se que houve uma certa variação nos valores de potência para todos os edulcorantes (Tabela 12). Porém, ao comparar as potências destes edulcorantes em meio neutro e meio ácido (Tabela 13), verifica-se que somente a estévia apresentou a maior diferença entre os valores para cada pH, sendo que sua potência foi maior em pH 3,0. O aspartame não apresentou nenhuma variação de um pH para outro.

A relação entre intensidade de doçura e concentração para cada edulcorante em pH 3,0 está representada graficamente em coordenadas log-log na Figura 38. Os valores das concentrações para os edulcorantes em escala logarítmica, estão expressos em % P/V.

CLONINGER & BALDWIN (1974) também não encontraram diferença na potência do aspartame (160 vezes mais doce que a sacarose) em pH 3,2 e pH neutro, em equivalência de doçura a uma solução de sacarose a 4%.

Vale ressaltar que a adição de cada edulcorante e da sacarose na solução tampão não alterou o valor inicial do pH, uma vez que o pH de 3,0 não se alterou após a adição de nenhum dos edulcorantes e nem da sacarose.

Tabela 12 - Coeficiente angular, variância, desvio padrão, intercepto na ordenada, coeficiente de correlação linear e função de potência ("Power Function") dos resultados obtidos através dos testes de escala de magnitude para determinar as equivalências de doçura do aspartame, estévia e da mistura ciclamato/sacarina 2:1, em relação à sacarose a 10% em pH 3,0 e pH 7,0.

Edulcorante	Coeficiente Angular	Variância	Desvio Padrão	Intercepto na Ordenada	R ¹	Função de Potência ("Power Function") ²
pH 3,0						
SAC	1,2976	0,1045	0,4205	-1,2966	0,9975	S=0,0505 . C ^{1,2976}
APM	1,2048	0,1676	0,4094	1,5262	0,9812	S=33,5892 . C ^{1,2048}
SrB	0,6146	0,0416	0,2040	0,6376	0,9719	S=4,3411 . C ^{0,6146}
C/S	0,7864	0,0659	0,2567	1,1405	0,9876	S=13,8197 . C ^{0,7864}
pH 7,0						
SAC	1,3364	0,1930	0,3929	-1,3358	0,9860	S=0,046 . C ^{1,3364}
APM	0,9481	0,1031	0,2872	1,2009	0,9843	S=15,8830 . C ^{0,9482}
SrB	0,7770	0,0688	0,2346	0,7664	0,9554	S=5,84 . C ^{0,7770}
C/S	0,6724	0,0476	0,1951	0,9660	0,9935	S=9,2472 . C ^{0,6724}

¹R é o coeficiente de correlação linear de Pearson.

²S=Estímulo percebido; C=Concentração do estímulo.

Tabela 13 - Concentração de aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB) e mistura ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) que equivalem à concentração de sacarose a 10% e potência destes edulcorantes, em pH 3,0 e pH 7,0.

pH	APM	SrB	C/S
	Concentração (%)		
3,0	0,054	0,092	0,0356
7,0	0,054	1,103	0,0365
	Potência		
3,0	185	109	281
7,0	185	97	275

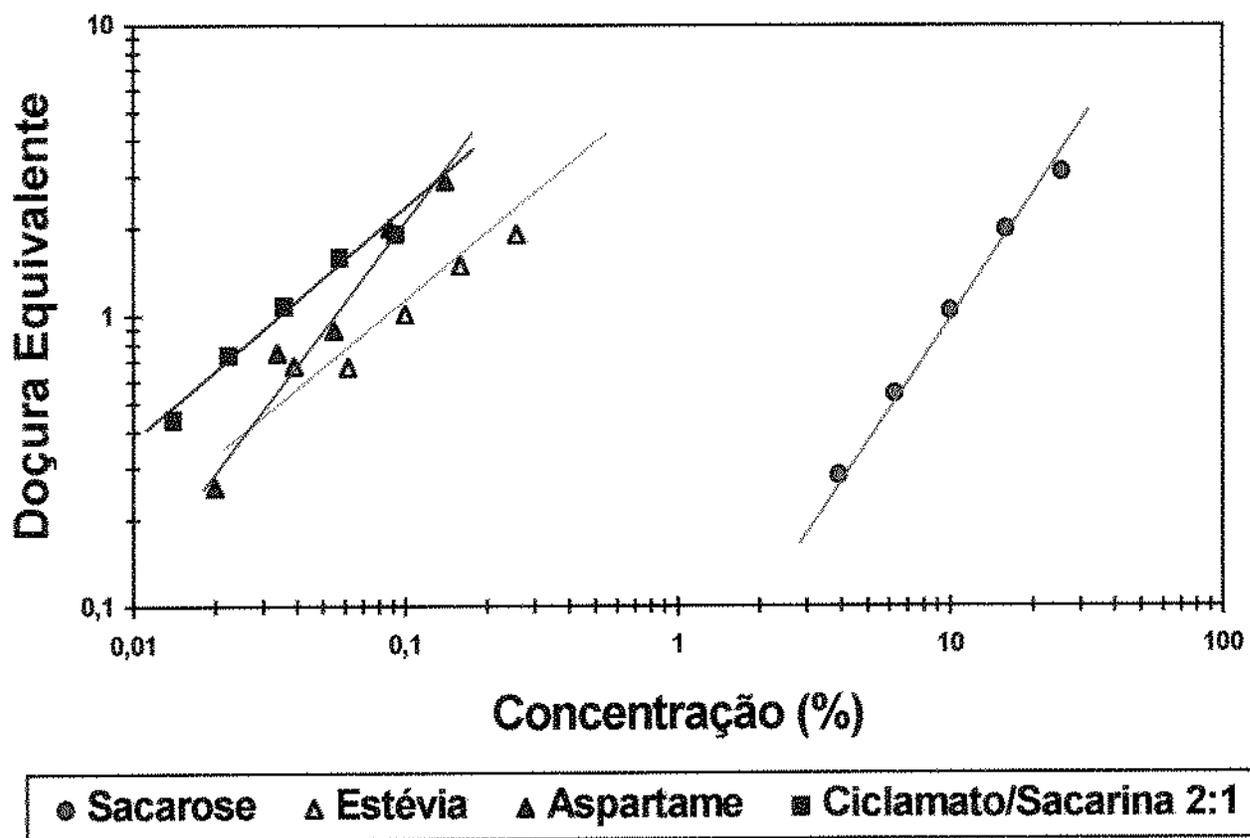


Figura 38 - Retas de equivalência de doçura em relação à sacarose a 10% dos edulcorantes em pH 3,0.

5.4 - ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA

A partir da lista obtida através do método de rede (MOSKOWITZ, 1983), os atributos escolhidos em consenso pelos membros da equipe sensorial (pré-selecionada inicialmente), para a avaliação das soluções de edulcorantes foram: doçura inicial (DIN), doçura residual (DRE), amargo inicial (AMI), amargo residual (AMR), gosto de alcaçuz (ALC) e Corpo (CRP).

Com eles foram montadas as fichas de avaliação (Figura 39).

A seguir, como exemplo, são apresentadas as referências para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%. Para as demais equivalências de doçura, foram utilizadas faixas de concentrações mais altas, adequadas aos estímulos percebidos.

As definições e referências de acordo com os termos descritores levantados, encontram-se na Tabela 14.

Para a avaliação das amostras em equivalência de doçura a uma solução de sacarose a 10% em pH 3,0 e 7,0 foi realizado um novo levantamento de atributos através da metodologia utilizada anteriormente, e além dos termos já obtidos para as amostras foi incluído também o atributo acidez (ACI), cuja definição encontra-se também na Tabela 14.

Tabela 14 - Definições e referências para os termos descritores levantados pelos provadores.

Termo Descritor (Atributo)	Definição	Referências
Doçura inicial (DIN)	É o gosto doce percebido no instante em que uma determinada substância entra em contato com os botões gustativos.	"Fraca": solução de sacarose a 2,5% em água deionizada. "Forte": solução de sacarose a 3,5% em água deionizada.
Doçura residual (DRE)	É o gosto doce que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.	"Nenhuma": água deionizada. "Forte": é caracterizada pela solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.
Amargo inicial (AMI)	É o gosto amargo percebido no instante em que uma determinada substância entra em contato com os botões gustativos.	"Nenhum": Água deionizada. "Forte": solução de cafeína a 0,025%.
Amargo residual (AMR)	É o gosto amargo que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.	"Nenhum": água deionizada. "Forte": é caracterizado pela solução de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%, em razão de apresentar esta característica de forma mais acentuada, em relação às demais soluções avaliadas.
Residual de Alçaçuz (ALC)	É o sabor prolongado, percebido como uma mistura de gosto residual doce e amargo simultaneamente, característico do alçaçuz.	"Nenhum": água deionizada. "Forte": chá de alçaçuz, preparado com 20g de raízes secas de alçaçuz (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) de Brasil Hervas Ltda., fervidas em 1 litro de água deionizada durante 10 minutos.
Acidez (ACI)	É o gosto ácido, característico de frutas cítricas	"Nenhuma": água deionizada. "Forte": Solução de ácido cítrico a 0,25%.

Nome: _____ Data: _____

Nº da Amostra: _____

Prove a amostra e indique na escala:

DOÇURA INICIAL
Fraca _____ Forte



DOÇURA RESIDUAL
Nenhuma _____ Forte



AMARGO INICIAL
Nenhum _____ Forte



AMARGO RESIDUAL
Nenhum _____ Forte



SABOR RESIDUAL DE ALÇAÇUZ
Nenhum _____ Forte



CORPO
Nenhum _____ Forte



Figura 39 - Modelo da ficha para quantificação dos atributos para cada amostra.

5.4.1 - Seleção de Provedores para Análise Descritiva Quantitativa

Para a avaliação do poder de discriminação e da repetibilidade dos provedores, foram realizadas análises de variância (ANOVA) de dois fatores (amostras e repetições) para cada provedor, para cada atributo (POWERS et alii 1984). Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 14 e 15.

Na Tabela 14 estão expressos os resultados de $F_{amostra}$ para cada provedor, em relação à cada atributo. Foram selecionados os provedores com valores de $F_{amostra}$ significativo ($p < 0,30$).

Na Tabela 15 estão expressos os resultados de $F_{repetição}$ para cada provedor em relação à cada atributo. Os provedores com valores de $F_{repetição}$ não significativo ($p > 0,05$) foram selecionados.

De acordo com estes critérios, dos 18 candidatos pré-selecionados, foram selecionados os seguintes 11 provedores: 1, 2, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 17 e 18.

É interessante notar que os provedores que apresentaram menor poder de discriminação também apresentaram baixa repetibilidade.

Tabela 15 - Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$).

Provador	DIN	DRE	AMI	AMR	ALC	CRP	ACI**
P 1	0,0001	0,0001	0,0028	0,0002	0,0001	0,0163	0,0001
P 2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 3*	0,4153	0,0002	0,404	0,0004	0,0001	0,1350	0,4592
P 4	0,0126	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 5*	0,5338	0,5340	0,0160	0,0008	0,0001	0,0057	0,0003
P 6	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0009	0,0001
P 7*	0,0100	0,0671	0,0001	0,0005	0,0001	0,6488	0,0023
P 8*	0,5276	0,5276	0,0403	0,0001	0,0001	0,1423	0,0044
P 9	0,0001	0,0223	0,0001	0,0001	0,0001	0,0981	0,0001
P 10	0,3122	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0335	0,0001
P 11	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 12*	0,4790	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,2344	0,5433
P 13	0,0030	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0072	0,0001
P 14	0,0109	0,0846	0,0001	0,0001	0,0001	0,0653	0,0001
P 15*	0,0109	0,3808	0,0001	0,0055	0,0001	0,0001	0,4211
P 16*	0,2851	0,0001	0,0536	0,3905	0,0001	0,0001	0,2531
P 17	0,2930	0,0015	0,0001	0,0001	0,0001	0,0052	0,0001
P 18	0,0001	0,0001	0,0365	0,0005	0,0001	0,0002	0,0020

* Provadores com valores de p de $F_{amostra} > 0,30$, que não foram selecionados.

**Descrição dos atributos na Tabela 14.

Tabela 16 - Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$).

Provador	DIN	DRE	AMI	AMR	ALC	CRP	ACI**
P 1	0,6382	0,5406	0,2281	0,7204	0,6166	0,4622	0,665
P 2	0,4123	0,8664	0,4290	0,9391	0,4363	0,5157	0,1537
P 3*	0,0360	0,0376	0,4825	0,8562	0,8876	0,8880	0,7645
P 4	0,1651	0,8338	0,8338	0,2403	0,4172	0,4363	0,3510
P 5*	0,0016	0,3059	0,0364	0,6843	0,4363	0,3321	0,0245
P 6	0,5385	0,6107	0,1454	0,7926	0,4363	0,3785	0,9504
P 7*	0,3202	0,2404	0,1160	0,4138	0,4363	0,0460	0,0056
P 8*	0,7388	0,0419	0,8104	0,1526	0,4363	0,4557	0,0142
P 9	0,5187	0,3214	0,0696	0,4138	0,4363	0,0612	0,9493
P 10	0,5868	0,5153	0,3244	0,5357	0,4363	0,8604	0,7334
P 11	0,0430	0,9399	0,3519	0,9931	0,3965	0,0551	0,1424
P 12*	0,5665	0,3227	0,0046	0,0606	0,4565	0,3760	0,7204
P 13	0,1272	0,4632	0,0637	0,0606	0,4565	0,9769	0,7023
P 14	0,1220	0,9516	0,8355	0,0890	0,4363	0,9805	0,3294
P 15*	0,1220	0,3430	0,1465	0,6467	0,4363	0,0059	0,7598
P 16*	0,7586	0,0081	0,8038	0,7354	0,4363	0,0134	0,0322
P 17	0,1684	0,6136	0,0941	0,1787	0,4363	0,6041	0,9840
P 18	0,5095	0,4632	0,9732	0,2463	0,4363	0,1497	0,8952

* Provadores com valores de p de $F_{repetição} \leq 0,05$, que não foram selecionados.

**Descrição dos atributos na Tabela 14.

Foi verificada então a concordância de tais provadores com a equipe, através da comparação das médias individuais para cada parâmetro, com a média da equipe sensorial.

De acordo com os resultados obtidos, apresentados na Tabela 16, todos os provadores apresentaram concordância com a equipe para a maioria dos atributos. Dos 11 provadores selecionados pelos outros dois critérios (discriminação entre as amostras e repetibilidade), somente dois provadores apresentaram discordância: o provador 11 para o atributo DRE e o provador 18 para os atributos AMI e AMR. Essas pequenas discordâncias, não foram levadas em conta, uma vez que para a maioria houve concordância, e que os valores relevantes de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ de tais provadores estão dentro da faixa ótima.

Além disso, procurou-se corrigir essas pequenas discordâncias através de um retreinamento mais reforçado para esses provadores nesses atributos.

Tabela 17 - Médias da equipe Sensorial e de provadores individuais para cada atributo julgado para os provadores com

Atributo**	Amostra	F _{amostra} p ≤ 0,30 e F _{repetição} p > 0,05.																			
		ES*	P1	P2	P3	P4	P5	P	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
DIN	1	8,43 ^a	8,45	8,55	6,42	7,75	6,40	8,25	7,50	8,60	8,72	8,00	8,75	8,75	8,70	8,10	8,65	8,69	8,62	8,82	
	2	7,45 ^b	6,80	7,37	7,55	7,27	6,20	7,55	6,27	8,40	7,10	7,37	7,37	8,62	8,32	6,72	7,60	7,70	8,77	7,27	
	3	6,70 ^c	6,65	6,35	8,67	6,10	6,37	6,10	7,60	7,60	7,10	6,22	7,25	6,35	8,00	7,25	6,20	5,10	5,00	8,90	6,32
	4	7,88 ^d	8,05	8,22	8,65	7,52	7,00	7,50	7,50	7,50	7,85	8,07	8,07	7,97	6,23	7,92	6,37	9,00	8,80	8,92	8,07
DRE	1	2,56 ^a	2,75	1,70	2,25	3,50	0,82	3,12	3,75	3,87	3,50	2,00	4,50	3,50	1,90	1,30	1,70	2,00	0,52	3,40	
	2	3,89 ^b	3,60	1,05	1,55	5,20	2,50	3,05	7,45	3,55	6,00	4,35	4,50	6,11	5,47	1,17	6,20	5,45	2,05	4,37	
	3	4,15 ^b	5,47	4,20	4,47	6,12	3,25	4,00	6,62	5,56	4,50	4,55	1,42	6,50	2,30	2,07	3,20	2,45	2,80	5,22	
	4	4,84 ^e	5,15	4,65	3,75	6,87	4,50	6,30	7,25	6,43	5,50	4,75	3,05	5,50	6,27	1,75	3,20	3,28	2,05	6,67	
AMI	1	0,66 ^d	1,12	0,27	1,12	1,50	0,27	0,47	1,50	0,47	0,70	0,25	1,00	0,32	0,42	0,12	0,40	0,53	0,00	1,42	
	2	1,44 ^c	1,17	2,32	1,17	2,50	1,70	0,62	2,50	0,62	1,87	0,80	2,02	1,40	0,72	0,17	1,23	1,46	1,35	2,30	
	3	3,83 ^a	2,62	2,92	2,87	5,92	2,92	4,37	7,17	4,12	6,50	3,62	4,42	2,70	3,95	3,15	3,12	3,92	2,75	1,90	
	4	2,53 ^b	1,42	2,55	1,42	2,82	2,42	4,00	2,82	3,50	3,50	2,67	2,75	2,50	3,02	2,12	2,31	2,70	0,97	2,05	
AMR	1	0,60 ^d	1,02	0,12	1,02	1,45	0,12	0,37	1,45	0,62	0,72	0,30	1,45	0,52	0,10	0,00	0,27	0,20	0,00	1,07	
	2	1,54 ^c	3,00	1,62	2,50	2,90	0,80	1,47	2,90	0,97	2,50	0,67	1,97	1,10	0,27	0,12	1,32	1,19	0,00	2,42	
	3	5,03 ^a	5,75	4,30	5,50	7,55	1,80	5,60	8,30	5,35	6,87	4,50	7,52	4,20	5,00	4,00	5,25	4,88	2,22	1,97	
	4	3,81 ^b	4,30	3,57	7,05	4,10	2,37	4,52	4,30	4,52	6,50	3,87	6,40	2,20	3,32	3,17	3,10	3,12	0,30	1,87	
ALC	1	0,02 ^b	0,15	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	
	2	0,01 ^b	0,07	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	3	4,99 ^a	4,30	4,62	3,60	6,05	3,17	7,32	7,05	5,32	7,75	3,62	5,35	5,30	3,85	4,35	5,72	4,83	3,55	4,12	
	4	0,02 ^b	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CRP	1	4,86 ^a	6,57	5,35	6,50	4,50	3,85	4,25	4,50	3,50	5,25	4,80	4,77	5,10	4,82	3,97	5,70	5,11	4,32	4,62	
	2	4,07 ^b	3,32	4,07	4,32	4,12	3,25	4,35	4,12	4,12	5,25	3,52	4,07	5,30	5,40	3,02	4,25	3,62	4,22	3,77	
	3	3,58 ^c	4,87	3,52	4,88	3,92	2,25	3,20	5,80	3,70	5,15	3,50	3,02	2,20	3,85	2,62	3,50	2,49	3,02	2,95	
	4	3,65 ^c	3,87	3,70	4,37	4,00	4,00	2,97	6,75	3,47	4,25	4,12	4,20	2,40	3,57	3,27	2,30	2,22	3,07	3,17	
ACI	1	0,32 ^e	0,45	0,42	0,30	0,42	0,42	0,32	0,32	0,45	0,27	0,15	0,40	0,24	0,22	0,35	0,32	0,19	0,27	0,25	
	3	0,18 ^f	0,20	0,30	0,22	0,20	0,12	0,20	0,10	0,15	0,12	0,15	0,15	0,30	0,15	0,22	0,20	0,14	0,15	0,17	
	5	0,13 ^{g,h}	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,18	0,12	0,07	0,07	0,12	0,14	0,12	0,12	0,10	0,12	0,12	0,12	
	7	0,07 ^g	0,22	0,07	0,02	0,12	0,15	0,07	0,03	0,07	0,05	0,02	0,05	0,12	0,05	0,05	0,08	0,10	0,05	0,07	
	2	3,43 ^d	3,15	3,17	3,23	3,05	3,57	4,10	4,22	3,50	3,25	3,50	3,52	3,20	3,60	3,52	3,12	3,22	3,37	3,45	
	4	6,94 ^a	7,07	7,05	6,45	6,87	6,74	6,85	7,02	7,12	6,82	7,00	6,90	6,84	6,97	6,95	7,30	7,10	6,92	6,95	
	6	6,05 ^b	6,15	6,22	6,20	5,95	6,32	6,27	5,78	6,35	5,97	6,02	6,05	6,02	5,95	6,07	5,64	5,84	6,05	6,05	
	8	4,17 ^c	4,10	4,15	4,25	4,15	4,32	4,32	4,05	4,12	4,02	4,10	4,05	4,10	4,00	4,55	4,30	4,09	4,07	4,32	

* Média da equipe sensorial.

** Descrição dos atributos na Tabela 14.

5.4.2 - Avaliação da Performance dos Provedores na Avaliação das Amostras

Após a obtenção dos dados da avaliação das amostras, foi verificado se havia interação significativa ($p \leq 0,05$) entre provedor e amostra através de ANOVA de dois fatores com interação.

Quando o valor de F para interação amostra x provedor foi significativo ($p \leq 0,05$), foram construídos gráficos para verificar se as interações eram graves ou não. Todas as interações significativas aconteceram em razão das notas de intensidade terem sido registradas pelos provedores em porções diferentes nas escalas, e nenhuma foi grave, isto é, nenhuma indicou discordâncias importantes entre os provedores. Como exemplo, estão representados os gráficos da interação amostra x provedor para intensidade de alcaçuz na Figura 40 (para amostras em equivalência de doçura a solução de sacarose a 3%) e acidez na Figura 41 (para amostras em equivalência de doçura a solução de sacarose a 10%).

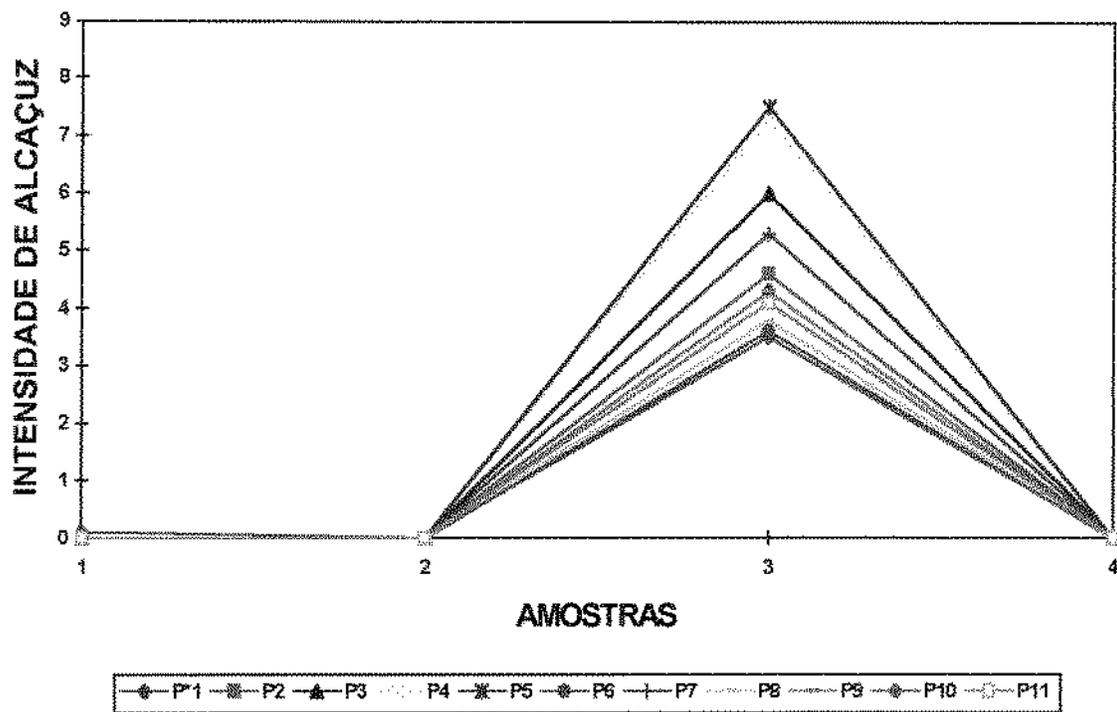


Figura 40 - Representação da Interação amostra x provedor para a intensidade de gosto residual de alçaçuz para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%. (Amostra 1=sacarose; 2=APM; 3= SrB e 4=C/S). *P=provedor.

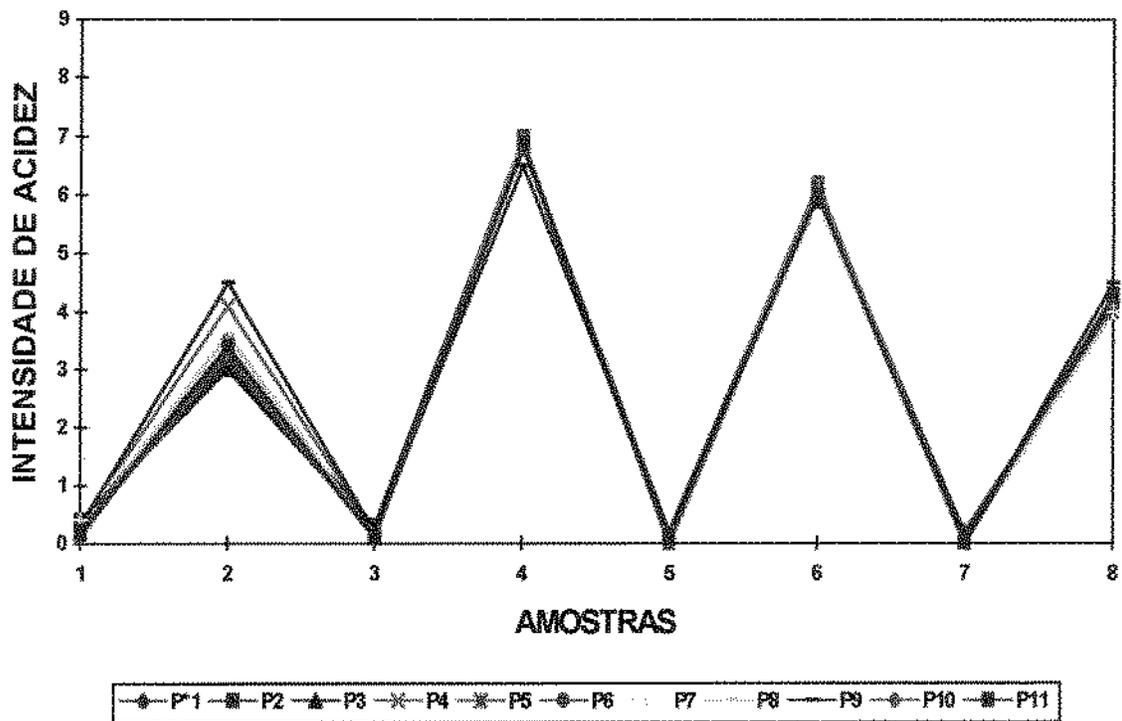


Figura 41 - Representação da interação amostra x provedor para a intensidade de acidez para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10% em pH 7,0 (amostras 1=sacarose; 3=APM; 5= SrB e 7=C/S) e pH 3,0 (amostras 2=sacarose; 4=APM; 6= SrB e 8=C/S). *P=provedor.

5.4.3 - Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de uma Solução de Sacarose a 3%

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostrou que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os atributos: doçura inicial (DIN), doçura residual (DRE), amargo inicial (AMI), amargo residual (AMR), gosto residual de alcaçuz (ALC) e corpo (CRP).

A Tabela 18 contém os resultados das médias. Através da diferença mínima significativa (DMS) obtida através do teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$), foi realizada a comparação entre as médias. De acordo com estes testes, numa mesma coluna, as médias marcadas com letras em comum não diferem entre si.

Em relação à doçura inicial, amargo inicial e amargo residual, todas as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$). Em relação à doçura residual, a sacarose e o APM não diferiram, e ambos diferiram significativamente da SrB e de C/S ($p \leq 0,05$). O C/S teve a doçura residual mais intensa que as demais.

Os edulcorantes tiveram o mesmo comportamento em relação ao amargo inicial e ao amargo residual, ou seja, a SrB ficou com as maiores médias para os dois atributos mencionados, sendo seguida por C/S, depois por APM e por último a sacarose.

Tabela 18 - Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 3%.

Amostra	DIN	DRE	AMI	AMR	ALC	CRP*
SAC	8,4250 ^a	3,2550 ^b	0,6670 ^d	0,6020 ^d	0,0227 ^b	5,0450 ^a
APM	7,2800 ^c	3,1910 ^b	1,4450 ^c	1,5480 ^c	0,0136 ^b	3,8000 ^b
SrB	6,6300 ^d	2,1320 ^c	4,3000 ^a	5,3680 ^a	5,0136 ^a	3,3180 ^c
C/S	7,9890 ^b	4,1840 ^a	2,5410 ^b	3,9930 ^b	0,0182 ^b	3,9570 ^b
DMS	0,2653	0,3233	0,3095	0,3010	0,1857	0,899

*Descrição dos atributos na Tabela 14.

A SrB foi o único edulcorante que apresentou gosto residual de alcaçuz, diferindo significativamente da sacarose, do APM e da C/S, que não diferiram entre si, ($p \leq 0,05$) com médias que revelaram que estes não possuem tal atributo.

Em relação ao corpo, a sacarose apresentou a média mais alta, diferindo significativamente das outras amostras. O APM e C/S obtiveram as segundas maiores médias para este atributo. A média da estévia foi significativamente ($p \leq 0,05$) mais baixa.

A sacarose obteve a intensidade de corpo e doçura inicial mais elevadas.

Os resultados das médias obtidas para os termos descritivos (DIN, DRE, AMI, AMR, ALC e CRP) encontram-se evidenciados na Figura 42, que evidencia que nesta equivalência de doçura, o aspartame é o que mais se assemelha à sacarose, seguido pelo C/S, e por último a SrB, ressaltando de forma gráfica os resultados da Tabela 18.

Através dos dados coletados, para cada amostra e provador, foi realizada a análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 43.

Nesta figura, as configurações dos atributos sensoriais dos edulcorantes e a distribuição bidimensional dos mesmos foram representados.

Verifica-se que 76,41% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1).

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 91,61% da variação ocorrida entre as amostras.

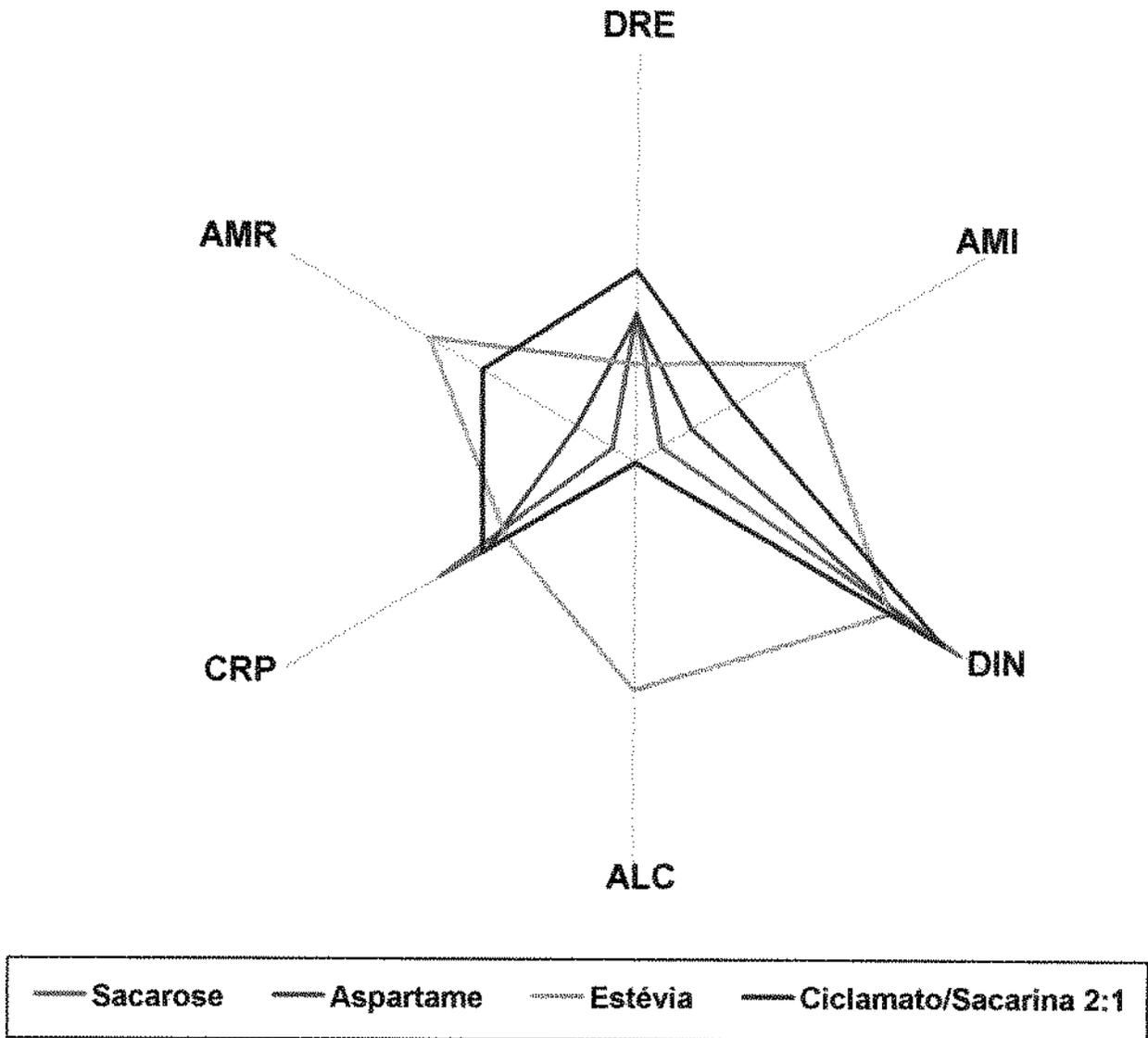


Figura 42 - Gráfico em estrela com as médias dos atributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

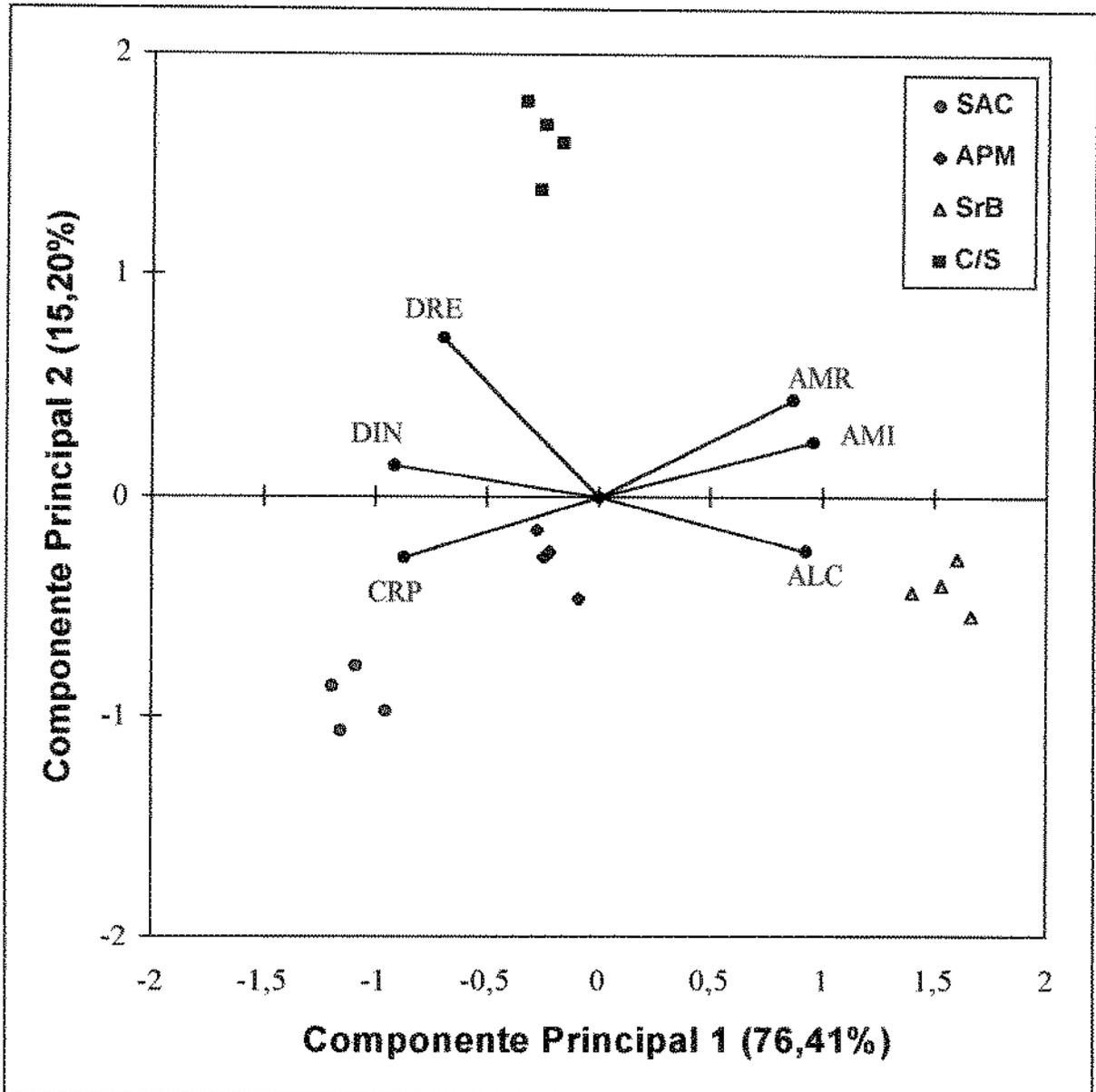


Figura 43 - Figura bidimensional da Análise dos Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

De acordo com MUÑOZ et alii, (1992), em uma figura que represente a análise de componentes principais, vetores com medidas mais distantes de zero, correspondem a variáveis com maior influência sobre o valor do componente principal, enquanto que, vetores mais próximos de zero, indicam que correspondem a uma variável com pequena influência sobre o componente principal.

Os atributos AMI, ALC e AMR (positivamente) e DIN e CRP (negativamente), contribuíram com maior peso sobre a variabilidade associada a esse eixo. O atributo DRE teve maior influência sobre o Componente Principal 2.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma no gráfico bidimensional.

O experimento apresentou ótima repetibilidade, evidenciada pelo agrupamento dos pontos representativos de cada amostra.

A sacarose ficou caracterizada pelo atributo corpo, evidenciado pelo vetor CRP, e também pela doçura inicial (vetor DIN). Na Tabela 18, o valor da intensidade de corpo para sacarose é superior aos demais, e a Figura 42 mostra este atributo em destaque para a mesma amostra.

O APM teve suas características semelhantes às da sacarose, caracterizado pela maior intensidade dos atributos corpo (CRP) e doçura inicial (DIN), mas principalmente pelo fato de apresentar menores intensidades dos demais atributos, conforme é possível constatar também através da Figuras 42 e Tabela 18.

A SrB ficou caracterizada principalmente pelo atributo residual de alcaçuz, seguido por amargo inicial e amargo residual, evidenciados pelos vetores ALC, AMI e AMR, respectivamente. Na Tabela 18, os valores de ALC, AMI e AMR para SrB são significativamente superiores

aos das outras amostras, e a Figura 42 mostra estes atributos destacados para esta mesma amostra.

A mistura C/S ficou caracterizada principalmente pelo atributo doçura residual, seguida de forma menos acentuada por doçura inicial, amargo residual e amargo inicial, evidenciados pelos vetores DRE, DIN, AMR e AMI, da Figura 43. Na Tabela 18, o valor de DRE é significativamente superior para C/S, e de DIN, AMR e AMI também são relativamente altos, e a Figura 41 evidencia estes atributos para esta amostra.

Numa análise de componentes principais, MUÑOZ et alii (1986), cita que em um gráfico onde os resultados estão representados em uma figura bidimensional através dos componentes principais 1 e 2, os vetores próximos possuem correlação linear positiva, e vetores que encontram-se em direções opostas, possuem correlação linear negativa. Portanto, como os vetores CRP e AMR e também CRP e AMI estão em direções opostas, é possível sugerir que provavelmente exista correlação linear negativa entre os atributos corpo e amargo residual. O mesmo ocorre com os vetores DIN e ALC, sugerindo a possibilidade também de correlação linear negativa entre os atributos doçura inicial e alcaçuz, para as amostras avaliadas.

A possibilidade de correlação linear positiva pode ser observada para os vetores AMI e AMR.

Estas observações foram comprovadas através de valores de coeficiente de correlação entre estes atributos: entre CRP e AMR, $r=-0,78$; entre CRP e AMI $r=-0,81$; entre DIN e ALC, $r=-0,79$; entre AMI e AMR, $r=0,97$.

5.4.4 - Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de uma Solução de Sacarose a 10% em pH 3,0 e 7,0.

Os resultados da análise de variância (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os atributos: doçura inicial (DIN), doçura residual (DRE), amargo inicial (AMI), amargo residual (AMR), gosto residual de alcaçuz (ALC), corpo (CRP) e acidez (ACI).

A Tabela 19 contém os resultados das médias. Através da diferença mínima significativa (DMS) obtida através do teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$), foi realizada a comparação entre elas. De acordo com estes testes, numa mesma coluna, as médias marcadas com letras em comum não diferem entre si.

Comparando as médias, evidenciadas pelas Figuras 44 (para pH 7,0) e 45 (para pH 3,0) verifica-se que nesta equivalência de doçura, as características sensoriais dos edulcorantes mudaram para cada atributo, em relação ao pH. Observou-se uma diminuição da intensidade da maioria dos atributos desagradáveis para o pH 7,0.

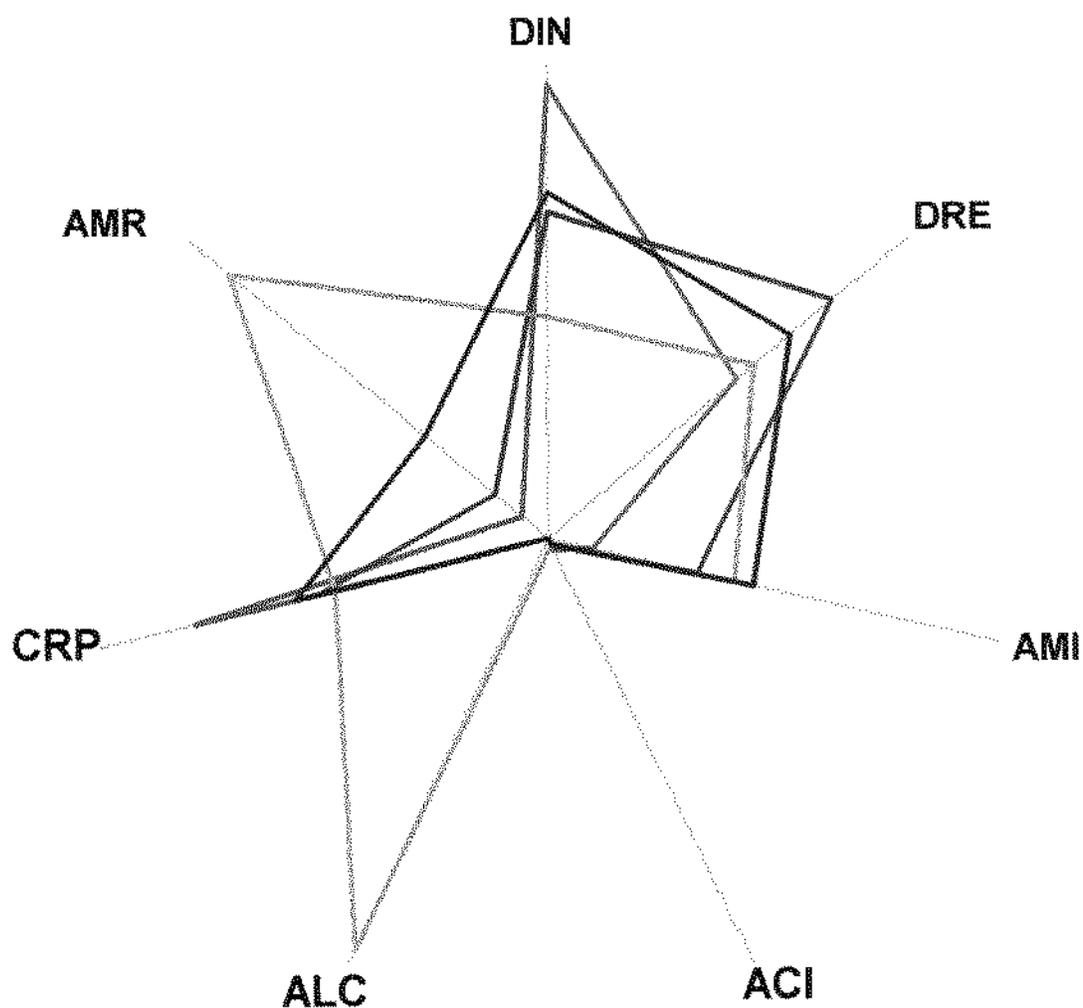
O pH ácido provocou uma diminuição dos atributos indesejáveis da SrB como o ALC, AMR e AMI, que foram significativamente menores ($p \leq 0,05$) em pH ácido, para a SrB na concentração estudada.

A esta equivalência de doçura de 10%, assim como na equivalência de 3%, é o APM que mais se assemelha à sacarose, principalmente ao considerar o pH ácido, sendo seguido de perto pela mistura C/S.

Tabela 19 - Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 10%, em pH 7,0 e pH 3,0.

	Amostra	DIN	DRE	AMI	AMR	ALC	CRP	ACI*
pH 7,0	SAC	8,5886 ^a	4,7386 ^d	0,8864 ^f	0,6591 ^f	0,0000 ^c	7,0705 ^a	0,2477 ^e
	APM	6,1795 ^c	7,1091 ^a	2,9705 ^d	1,3341 ^e	0,0000 ^c	4,6432 ^c	0,1545 ^e
	SrB	4,1795 ^f	5,1523 ^c	3,7114 ^b	7,9705 ^a	8,6795 ^a	4,2591 ^e	0,1386 ^e
	C/S	6,5523 ^b	6,0591 ^b	4,0727 ^a	3,0750 ^c	0,0000 ^c	5,0659 ^b	0,1227 ^e
pH 3,0	SAC	8,5591 ^a	2,8682 ^f	0,1523 ^h	0,1659 ^h	0,0000 ^c	6,9500 ^a	3,4364 ^d
	APM	4,1727 ^f	3,3932 ^e	0,4841 ^g	0,3386 ^g	0,0000 ^c	4,4545 ^d	6,9318 ^a
	SrB	5,0818 ^a	5,1136 ^c	3,0909 ^c	4,1500 ^b	4,5182 ^b	4,3727 ^{d,e}	6,0409 ^b
	C/S	5,4409 ^d	2,6545 ^g	1,7386 ^e	1,4068 ^d	0,0000 ^c	5,0545 ^b	3,7045 ^c
	DMS	0,0690	0,1029	0,0848	0,0597	0,0360	0,1393	0,1558

*Descrição dos atributos na Tabela 14.



— SAC pH 7,0 — APM pH 7,0 — SrB pH 7,0 — C/S pH 7,0

Figura 44 - Gráfico em estrela com as médias dos atributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%, em pH 7,0. ((Descrição dos atributos na Tabela 14).

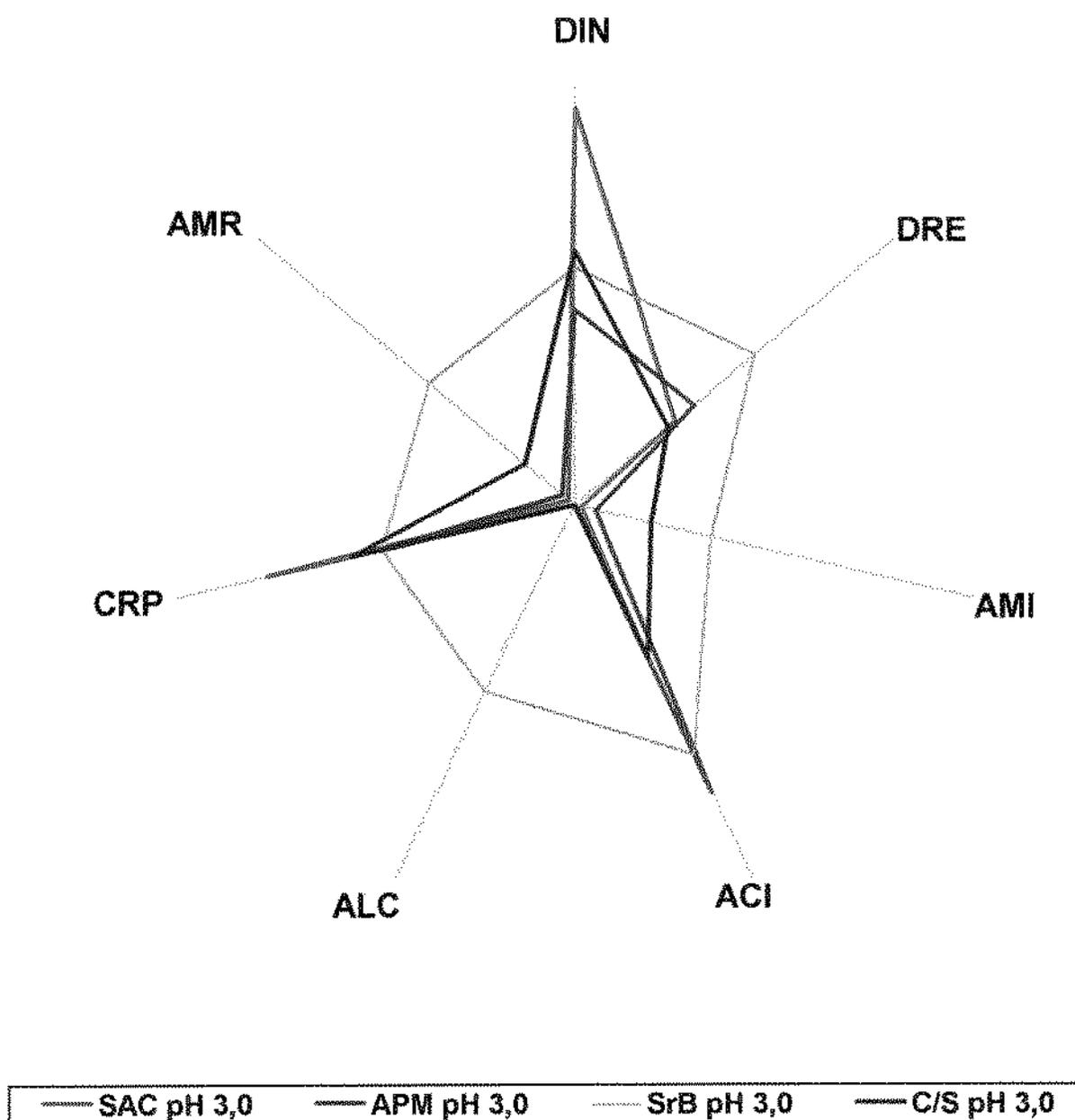


Figura 45 - Gráfico em estrela com as médias dos atributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%, em pH 3,0. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

Através dos dados coletados, para cada amostra e provador, nos dois pHs, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 46.

Verifica-se que 53,26% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), e 27,98% pelo segundo (Componente Principal 2). Os atributos AMI, AMR e ALC (positivamente) e CRP e DIN (negativamente), contribuíram com maior peso sobre a variabilidade associada ao primeiro eixo; e os atributos DIN e DRE (positivamente) e ACI negativamente, foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada ao segundo.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou ótima repetibilidade.

A sacarose, tanto em pH 7,0 como em pH 3,0 ficou caracterizada pelos atributos doçura inicial e corpo, evidenciados pelos vetores DIN e CRP. Na Tabela 18, os valores das intensidades de doçura inicial e corpo para sacarose nos dois valores de pH, são significativamente superiores aos demais ($p < 0,05$), e a Figuras 43 e 44 mostram estes atributos em destaque para a mesma amostra.

O APM teve suas características alteradas em função da variação do pH. Em pH 7,0 o APM foi caracterizado pelo atributo doçura residual (DRE), enquanto que em pH 3,0 o APM foi caracterizado pelo atributo acidez (ACI), conforme é possível constatar também através das Figuras 44 e 45, e confirmar pela Tabela 19.

O SrB também teve seus atributos modificados pela diferença de pH. Em pH 7,0 este edulcorante ficou caracterizado pelos atributos: residual de alcaçuz (ALC), amargo residual (AMR). Na Tabela 18, os valores de ALC e AMR para SrB são significativamente superiores aos das outras amostras, em pH 7,0, e a Figura 44 mostra estes atributos destacados para esta mesma amostra.

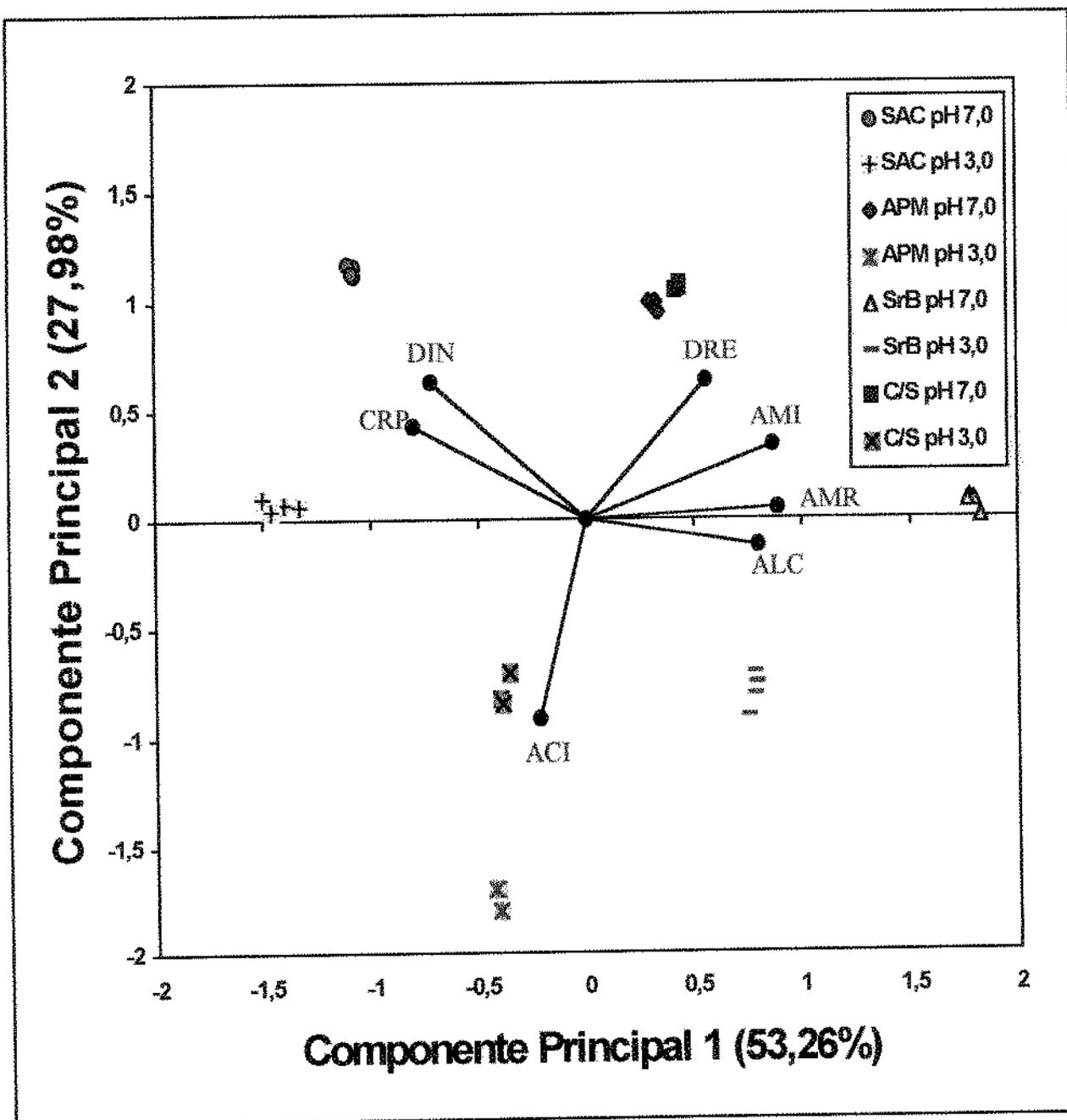


Figura 46 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 10% de sacarose, em pH 7,0 e 3,0. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

Já em pH 3,0 o SrB continuou sendo caracterizado pelo atributo alcaçuz (ALC), mas de forma mais discreta e, nesse pH, também pela acidez (ACI). Estes resultados podem ser também constatados através da Figuras 45 e da Tabela 19.

A C/S também apresentou mudanças em suas características sensoriais em função do pH. Em pH 7,0 ficou caracterizada de forma muito semelhante ao APM, ou seja, pelos atributos doçura residual (DRE), seguida de forma menos acentuada por doçura inicial (DIN).

Em pH 3,0, a C/S ficou caracterizada pela acidez (ACI), uma vez que sua doçura ficou diminuída nesta acidez. Tais informações são confirmadas através da Figuras 45 e da Tabela 19.

A direção oposta dos vetores CRP e ALC sugere que os atributos indicados por eles, tem grande possibilidade de apresentarem correlação linear negativa. O mesmo ocorre entre os vetores ACI e DRE. Isto foi confirmado pelos valores de r para CRP e ALC igual a $-0,47$ e para ACI e DRE igual a $-0,59$, embora estes valores sejam relativamente baixos. Por outro lado, foram confirmadas as correlações positivas entre CRP e DIN ($r=0,94$), ALC e AMR ($r=0,93$) e AMI e AMR ($r=0,74$).

Os resultados da análise descritiva quantitativa dos edulcorantes em DES 10% em pH 3,0 e 7,0 obtidos para os atributos de doçura poderiam ser aparentemente não compatíveis com os resultados das determinações de equivalência de doçura realizadas em mesmas condições, com exceção da SrB. Porém, essa comparação não é totalmente válida, pois na determinação da equivalência de doçura avaliou-se a percepção do gosto doce de forma global, ou seja, como um estímulo único, enquanto na análise descritiva quantitativa essa avaliação foi feita através de dois atributos: *doçura inicial* e *doçura residual*. Tais resultados estão em concordância com os observados por autores que relatam que edulcorantes julgados como idênticos na intensidade de doçura total, podem diferir dramaticamente em suas características sensoriais em função do tempo percorrido (LARSON-POWERS & PANGBORN, 1978; BIRCH et alii, 1980; LEE & PANGBORN, 1986).

5.4.5 - Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de uma Solução de Sacarose a 20%

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os atributos avaliados: doçura inicial (DIN), doçura residual (DRE), amargo inicial (AMI), amargo residual (AMR), e corpo (CRP).

Na Tabela 20, que expressa os resultados das médias, verifica-se que em relação à todos os atributos, todas as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

A sacarose apresentou maiores médias para os atributos DIN, DRE e CRP, enquanto que a mistura C/S apresentou os maiores valores para AMI e AMR.

A Figura 47 evidencia que nesta equivalência de doçura, as características sensoriais dos edulcorantes mudaram em comparação com as já estudadas. O APM continua sendo o que mais se aproxima da sacarose, principalmente com relação aos atributos de amargor. Porém, as diferenças entre a sacarose e os demais edulcorantes são muito mais marcantes.

Através dos dados coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 48.

Verifica-se que 79,15% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os atributos CRP, e DRE (positivamente) e AMI e AMR (negativamente), contribuíram de forma mais importante para a variabilidade associada a esse eixo.

Tabela 20 - Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 20%.

Amostra	DIN	DRE	AMI	AMR	CRP*
SAC	8,2045 ^a	6,3614 ^a	0,3864 ^c	0,1091 ^c	7,8864 ^a
APM	5,2886 ^c	4,2159 ^b	2,4000 ^b	2,5000 ^b	2,6523 ^c
C/S	7,8091 ^b	3,7545 ^c	4,0432 ^a	3,0227 ^a	4,1818 ^b
DMS	0.043	0.0592	0.0417	0.0497	0.0392

*Descrição dos atributos na Tabela 14.

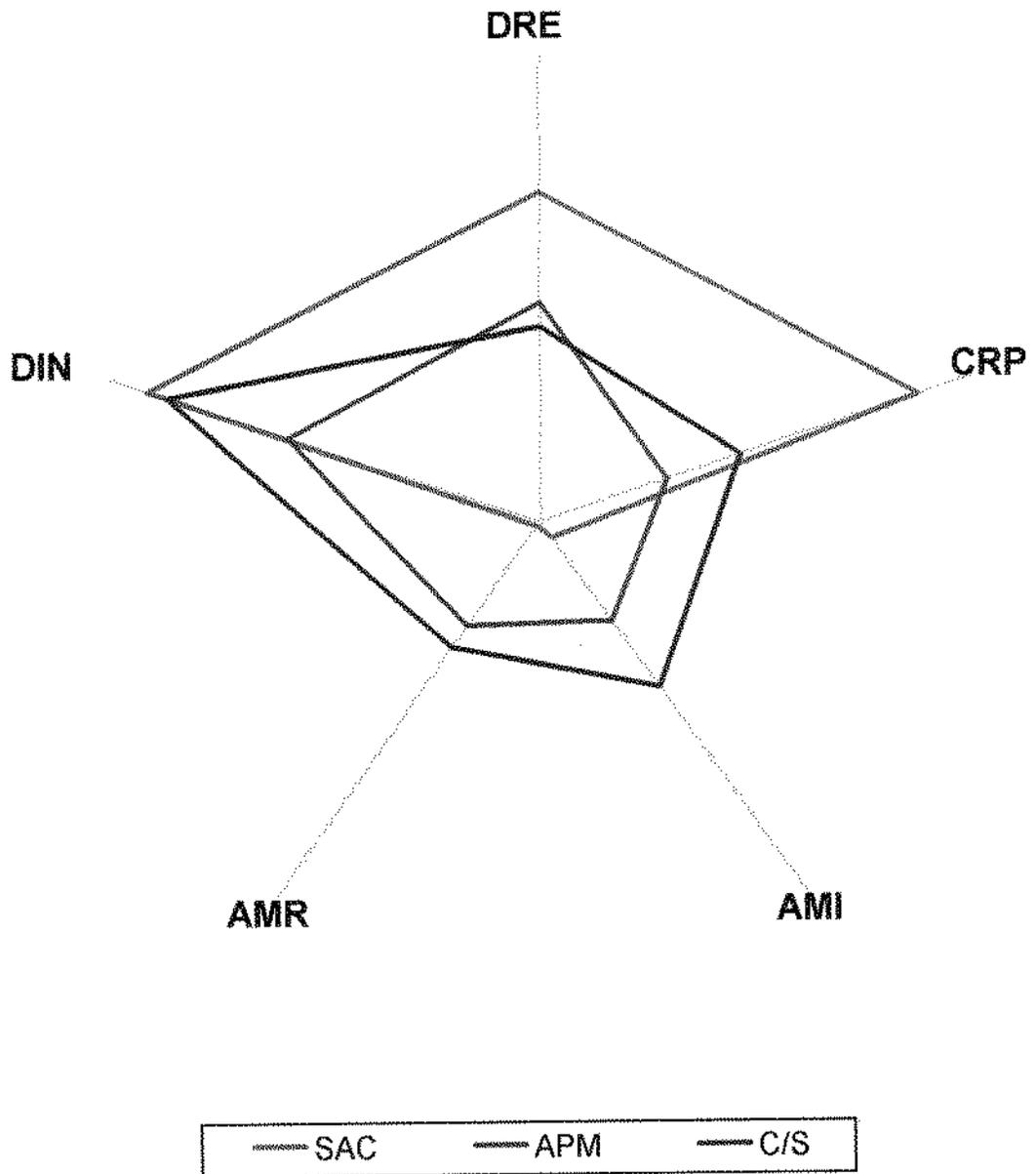


Figura 47 - Gráfico em estrela com as médias dos atributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

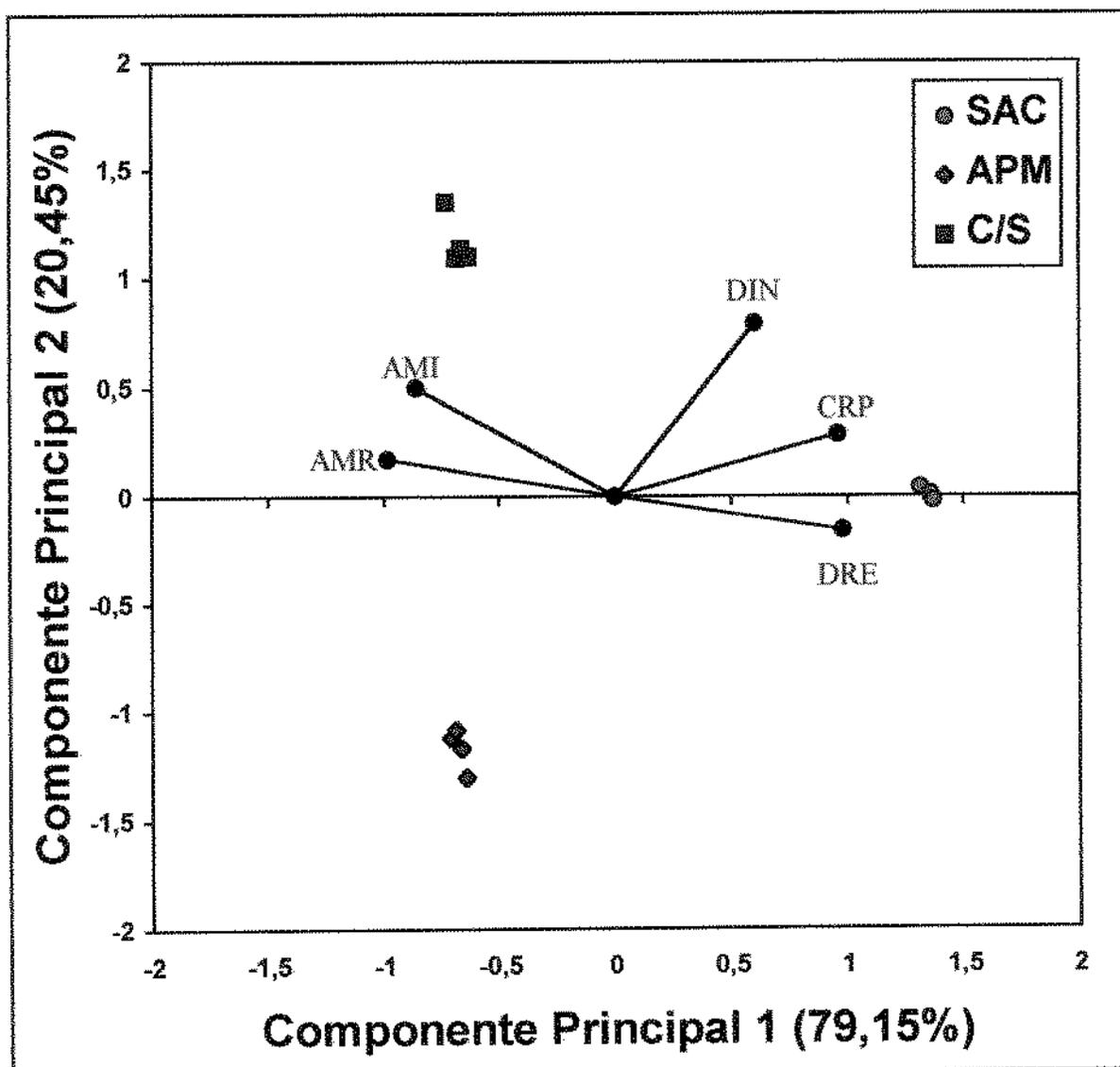


Figura 48 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 20% de sacarose. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

O Componente Principal 2 explicou 20,45% das variações ocorridas entre as amostras, sendo que os atributos DIN (positivamente) e DRE (negativamente) contribuíram de forma mais acentuada para a variabilidade associada a esse eixo.

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 99,11% da variação ocorrida entre as amostras.

Mais uma vez as amostras ficaram bem distintas umas das outras e o experimento apresentou ótima repetibilidade.

A sacarose ficou caracterizada principalmente pelos atributos corpo (CRP) e doçura residual (DRE), e também pela doçura inicial (DIN). Na Tabela 20, o valor da intensidade de corpo, doçura inicial e doçura residual para sacarose é superior aos demais, e a Figura 47 mostra estes atributos em destaque para a mesma amostra.

A C/S ficou caracterizada principalmente pelo atributo amargo inicial (AMI) e amargo residual (AMR) e de forma menos acentuada por doçura inicial (DIN). Na Tabela 20, os valores de AMI e AMR são significativamente superior para C/S, e de DIN, também é relativamente alto, e a Figura 47 evidencia estes atributos para esta amostra.

O APM caracterizou-se por apresentar intensidades menores de DIN e CRP, apresentando intensidades intermediárias de AMI e AMR. A Tabela 20 e a Figura 47 também confirmam estas observações.

Nesta equivalência de doçura, verifica-se que os vetores AMR e DRE encontram-se em direções contrárias. A correlação linear negativa entre estes dois atributos foi confirmada pelo valor de $r=-0,99$.

Por outro lado, a proximidade entre os vetores AMI e AMR e entre os vetores CRP e DRE indicam a possibilidade de correlação linear positiva entre estes atributos, que foi confirmada pelos valores de r de 0,92 e 0,89, respectivamente.

5.4.6 - Análise Descritiva Quantitativa de Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Equivalência de Doçura de uma Solução de Sacarose a 30%

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostrou que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre todas as amostras em relação a todos os atributos: doçura inicial (DIN), doçura residual (DRE), amargo inicial (AMI), amargo residual (AMR), e corpo (CRP).

Além disso, na Tabela 21 verifica-se que todas as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$), em relação à todos os atributos.

Assim como ocorreu com as amostras em doçura equivalente a 20%, a sacarose apresentou maiores médias para os atributos DIN, DRE e CRP, e a mistura C/S apresentou maiores médias para AMI e AMR.

Os resultados das médias obtidas para os termos descritivos (DIN, DRE, AMI, AMR e CRP) encontram-se evidenciados na Figura 49, destacando as características da sacarose, APM e C/S em doçura equivalente à uma solução de sacarose a 30%.

A Figura 49 evidencia que nesta equivalência de doçura, as características sensoriais dos edulcorantes mudaram em comparação às equivalências mais baixas (3 e 10%), porém são muito similares às encontradas na equivalência de doçura a 20%.

Na análise de componentes principais (ACP), Figura 50, verifica-se que 81,99% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os atributos CRP e DRE (positivamente) e AMI e AMR (negativamente), foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada a esse eixo.

Tabela 21 - Médias dos atributos para cada edulcorante em doçura equivalente em sacarose a 30%.

Amostra	DIN	DRE	AMI	AMR	CRP*
SAC	8,7341 ^a	6,1955 ^a	0,8386 ^a	0,4023 ^a	8,1841 ^a
APM	5,9159 ^c	5,3136 ^b	3,0455 ^b	2,2000 ^b	2,7977 ^c
C/S	7,3364 ^b	4,6500 ^c	4,9636 ^c	3,6545 ^c	4,4795 ^b
DMS	0.0767	0.0831	0.0685	0.0554	0.0658

*Descrição dos atributos na Tabela 14.

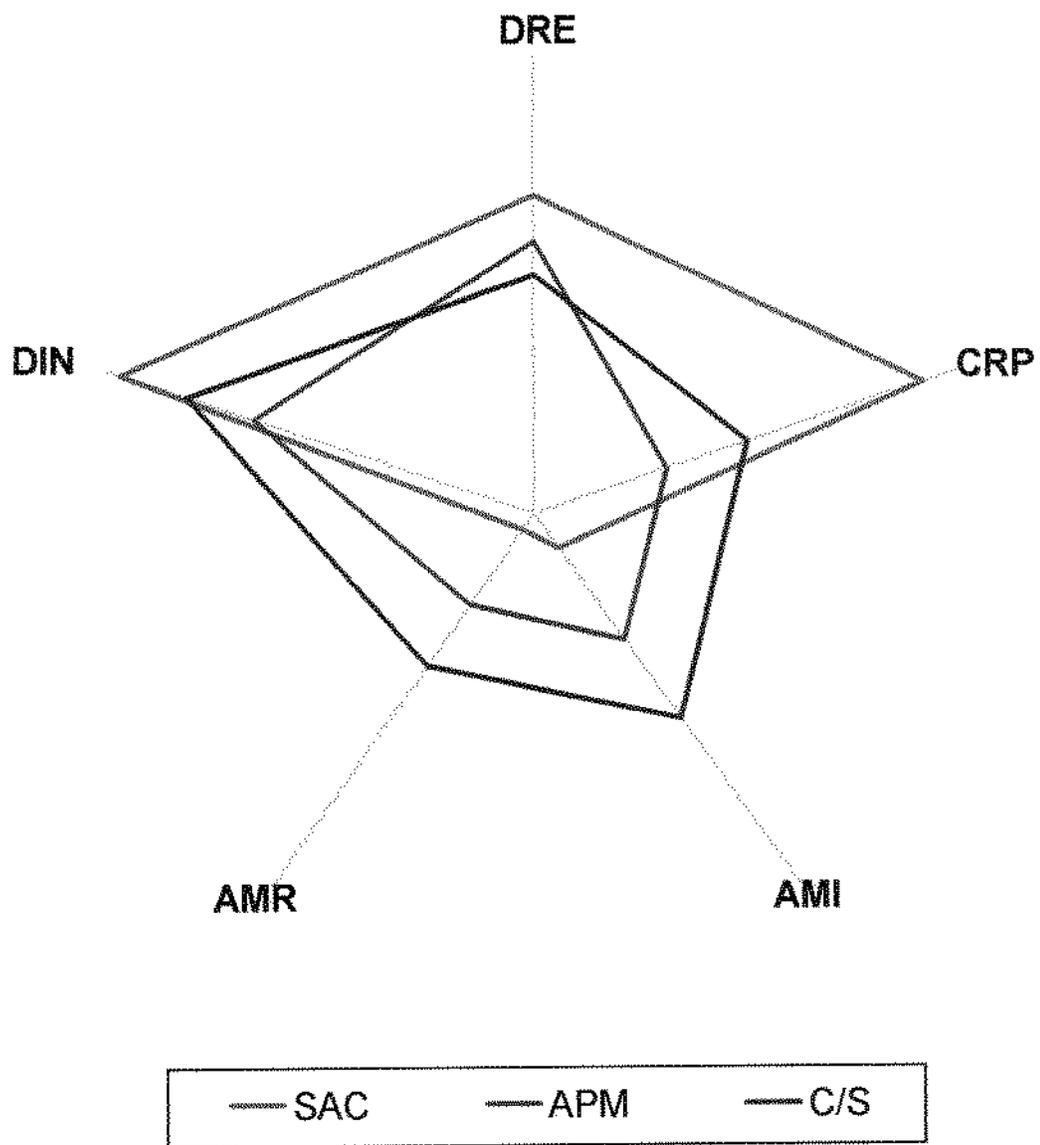


Figura 49 - Gráfico em estrela com as médias dos atributos para os edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 99,70% da variação ocorrida entre as amostras. Da mesma forma que para equivalência de doçura a 20%, a 30% os atributos DIN (positivamente) e DRE (negativamente) foram os que mais contribuíram para explicar a variabilidade associada ao segundo eixo.

Nesta equivalência de doçura também, as amostras ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou ótima repetibilidade.

Observa-se uma grande semelhança entre os resultados da ACP para esta equivalência de doçura e os obtidos na ACP para equivalência a 20% (Figura 48).

A sacarose ficou caracterizada principalmente pelos atributos CRP e DRE.

A C/S ficou caracterizada principalmente pelos atributos AMI e AMR, e também em menor grau, por DIN.

O APM apresentou menores intensidades de DIN e CRP e ficou entre as outras duas amostras para os demais atributos.

Todas as observações para as três amostras podem ser confirmadas pela Tabela 21 e pela Figura 49.

Assim como na anterior, nesta equivalência de doçura, os vetores AMR e AMI, juntamente, ficaram em direção oposta ao vetor DRE, sugerindo que provavelmente os atributos amargo residual e amargo inicial possuem correlação linear positiva, e estes dois por sua vez, possuem correlação linear negativa com o atributo doçura residual. Comprovam estas observações os valores de r de 0,99 para AMR e AMI, -0,99 para AMR e DRE e -0,99 para AMI e DRE.

A proximidade entre os vetores CRP e DIN, indicam a possibilidade de correlação linear positiva entre os atributos corpo e doçura inicial para as amostras nesta equivalência de doçura. O valor de r nesse caso foi 0,96.

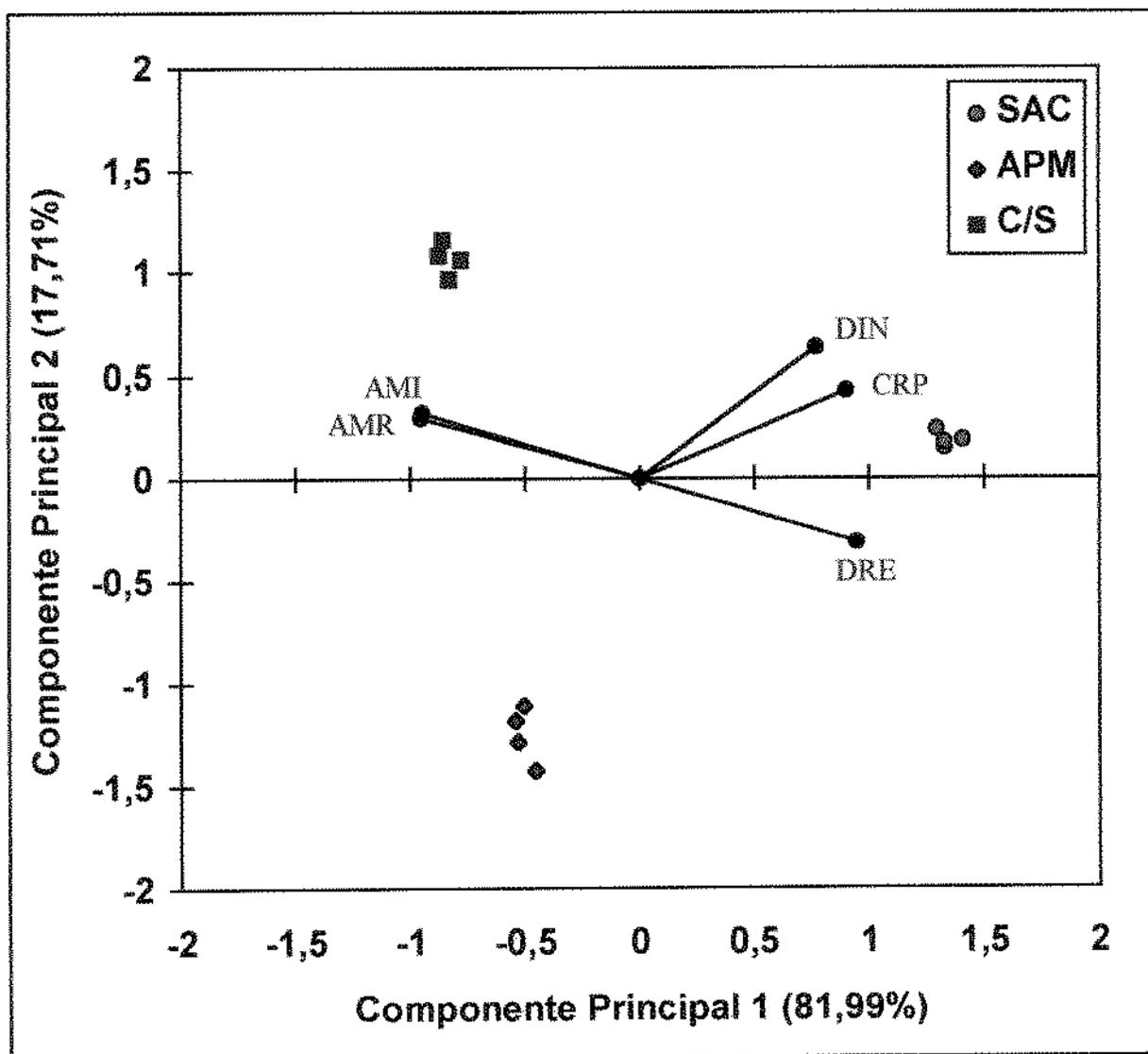


Figura 50 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 30% de sacarose. (Descrição dos atributos na Tabela 14).

5.4.7 - Comparação das Análises Descritivas Quantitativas Realizadas nos Quatro níveis de Doçura

É possível concluir através da Análises Descritivas Quantitativas realizadas, que o nível de doçura influencia algumas das características e intensidade de atributos dos edulcorantes estudados.

A doçura inicial foi sempre percebida com maior intensidade para a sacarose, seguida pelo C/S e por último pelo APM, para todas as concentrações equivalentes.

Já a doçura residual (DRE) dos edulcorantes teve suas intensidades relativas alteradas com o aumento de suas concentrações. Em doçura equivalente a sacarose em solução (DES) a 3%, o C/S apresentou maior intensidade deste atributo, seguido por sacarose e APM sem diferença significativa, e por último SrB. Em DES 10%, (pH 7,0), o APM apresentou maior intensidade de DRE, seguido pela C/S, SrB e por último a sacarose. Já em DES 20% e 30%, a sacarose passou a apresentar a maior média, seguida do APM e C/S.

Em relação ao amargo inicial (AMI), corpo (CRP) e também ao amargo residual (AMR) a ordem de intensidade para a sacarose, APM e C/S manteve-se inalterada para todos os níveis de doçura, ou seja, em ordem crescente: sacarose, APM e C/S. Em DES 3% a intensidade de AMI foi maior para SrB, enquanto que em 10% ficou inferior a da C/S, já o AMR foi maior para SrB nos dois níveis de doçura.

Os resultados da análise descritiva quantitativa revelam a presença acentuada de gosto amargo tanto inicial como residual para a SrB, discordando dos resultados apresentados por SOEJARTO et alii, (1882), que estudando diversas espécies de Stevia, encontraram que a espécie rebaudiana era a única que possuía gosto doce sem nenhum amargor.

A característica sensorial de alcaçuz (ALC) identificado somente nas amostras de SrB foi relativamente mais intenso com o aumento da concentração, conforme é possível identificar através da comparação entre as Figuras 42 e 44. É importante destacar que em pH 3,0, a intensidade deste atributo foi diminuída, comparando-se com a mesma concentração (DES 10%) em pH 7,0, da mesma forma que outros atributos (AMI e AMR). Em contraste, a doçura inicial foi percebida com maior intensidade para a SrB em DES 10% em pH 3,0.

Com o aumento da concentração, a sacarose manteve a maioria das características sensoriais, havendo aumento relativo da intensidade do atributo corpo.

Da mesma forma, o pH das soluções em DES a 10% também influencia tais características, destacadas nas figuras 44 e 45.

Em todas as equivalências de doçura o APM foi o edulcorante que mais se aproximou da sacarose, em concordância com os resultados obtidos por LARSON-POWERS & PANGBORN (1978b), THONSON & TUNALEY (1987), e por HOMLER (1988).

Porém em DES 20 e 30% as diferenças entre o APM e a sacarose passaram a ser muito maiores.

5.5 - ANÁLISE TEMPO-INTENSIDADE

5.5.1 - Seleção de Provedores para Análises Tempo-Intensidade para Avaliação dos Estímulos Doce e Amargo

Para avaliar o poder de discriminação e a repetibilidade dos provedores, foram realizadas análises de variância (ANOVA) de dois fatores (amostras e repetições) para cada um (POWERS et alii 1984), com os resultados de cada parâmetro obtido, para as curvas do gosto doce e amargo de cada edulcorante, separadamente, em DES 10%.

Na Tabela 22 estão expressos os resultados de $F_{amostra}$ para cada provedor, em relação à cada parâmetro das curvas T-I para o gosto doce e na Tabela 24 para o gosto amargo. Foram selecionados os provedores com valores de $F_{amostra}$ significativo ($p < 0,30$) para gosto doce e amargo.

Na Tabela 23 estão expressos os resultados de $F_{repetição}$ para cada provedor em relação à cada parâmetro das curvas T-I para o gosto doce e na Tabela 25 para o gosto amargo. Os provedores com valores de $F_{repetição}$ (para doce e amargo), não significativo ($p > 0,05$) foram selecionados.

De acordo com estes critérios, dos dez candidatos pré-selecionados, foram selecionados os seguintes provedores: 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9. O provedor 6 ficou impossibilitado de continuar os testes, portanto, foram utilizados seis.

Tabela 22 - Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$) para o gosto doce.

Provador	T _{lmax}	T _d	Platô	Área	T _{tot}	l _{max} *
P 1	0,0001	0,1752	0,0007	0,0022	0,0001	0,0001
P 2	0,0038	0,2746	0,0037	0,0838	0,0009	0,0001
P 3	0,0021	0,0029	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 4	0,1294	0,0026	0,0017	0,0001	0,0001	0,0001
P 5	0,0018	0,0429	0,0060	0,0001	0,0001	0,0002
P 6	0,1883	0,0659	0,0174	0,0001	0,0001	0,0001
P 7	0,0920	0,0040	0,0211	0,0001	0,0221	0,0001
P 8	0,0004	0,0	0,0014	0,0001	0,0001	0,0001
P 9	0,0060	0,1296	0,0017	0,0006	0,0001	0,0001
P 10	0,2394	0,0012	0,0030	0,0463	0,0002	0,0001

* Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Tabela 23 - Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$) para o gosto doce.

Provador	T _{lmax}	T _d	Platô	Área	T _{tot}	l _{max} **
P 1	0,2965	0,3704	0,4944	0,1399	0,1837	0,2106
P 2	0,8552	0,3161	0,5650	0,7679	0,5973	0,6058
P 3*	0,6840	0,9306	0,7450	0,0098*	0,2301	0,6542
P 4	0,8095	0,2259	0,4977	0,9202	0,7586	0,1565
P 5	0,9978	0,9306	0,6319	0,8329	0,3091	0,4049
P 6	0,9929	0,4049	0,5964	0,2434	0,6226	0,2325
P 7	0,3521	0,1377	0,7269	0,3834	0,4353	0,1021
P 8*	0,5660	0,0*	0,600	0,0757	0,0568	0,9676
P 9	0,8921	0,4547	0,4756	0,3802	0,7930	0,1121
P 10*	0,1650	0,4547	0,0143*	0,6520	0,4597	0,5153

* Provadores com valores de $F_{repetição} \leq 0,05$, que não foram selecionados.

** Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Tabela 24 - Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação das amostras ($F_{amostra}$) para o gosto amargo.

Provador	T _{lmax}	T _d	Platô	Área	T _{tot}	l _{max} *
P 1	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,1046
P 2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 3	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 5	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001
P 6	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 7	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,2311
P 8	0,0001	0,0001	0,0038	0,0001	0,0001	0,0001
P 9	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P 10	0,2643	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Tabela 25 - Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$) para o gosto amargo.

Provador	T _{lmax}	T _d	Platô	Área	T _{tot}	l _{max} *
P 1	0,5115	0,3298	0,1980	0,5360	0,5619	0,4577
P 2	0,2853	0,6058	0,7626	0,4329	0,4279	0,5069
P 3	0,4547	0,4725	0,4970	0,4428	0,4520	0,7138
P 4	0,4550	0,4119	0,1075	0,5066	0,4012	0,4837
P 5	0,7200	0,4600	0,4098	0,4939	0,6168	0,1713
P 6	0,3161	0,2106	0,4557	0,4377	0,5119	0,4500
P 7	0,4645	0,7237	0,6813	0,4613	0,4280	0,4572
P 8	0,2538	0,2532	0,2876	0,4445	0,4296	0,6160
P 9	0,1434	0,2442	0,2026	0,4940	0,5145	0,3160
P 10	0,4622	0,2440	0,4545	0,3866	0,3884	0,4554

* Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Tabela 26 - Médias da equipe Sensorial e de provadores individuais para cada parâmetro das curvas tempo intensidade para doçura.

Parâmetro*	Amostra**	ES***	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
T _{imax} (s)	1	5,17a	6,75	5,75	5,50	4,62	3,62	4,37	5,00	6,12	6,00	4,02
	2	3,60b	5,15	4,05	2,92	3,35	3,05	2,92	3,65	3,40	3,57	4,32
	3	3,00c	2,35	2,50	2,60	3,25	2,45	3,70	3,17	2,92	3,22	3,52
T _d (s)	1	15,15c	15,12	15,75	15,25	14,37	15,37	14,75	15,25	16,0	14,87	14,75
	2	16,27a	16,00	16,50	16,87	16,12	16,25	16,00	17,00	16,0	16,00	16,00
	3	15,97b	15,50	16,00	16,00	16,00	16,00	16,25	16,00	16,0	16,00	16,00
Platô (s)	1	9,92b	8,37	10,00	9,75	9,75	11,75	10,37	9,75	9,87	8,87	10,72
	2	12,64a	10,85	12,45	13,95	12,77	12,95	13,07	13,35	12,60	12,77	11,67
	3	12,99a	13,15	13,50	13,40	12,75	13,55	12,55	12,82	13,30	12,47	12,47
Área	1	155,18c	135,22	137,65	158,35	153,07	152,92	144,22	143,454	183,07	166,30	177,55
	2	233,29a	189,72	181,50	265,22	306,97	299,42	224,87	207,80	257,5	245,40	154,92
	3	181,42b	196,45	154,27	207,10	197,85	192,77	180,20	174,35	197,72	219,55	193,97
T _{tot} (s)	1	29,53c	24,70	31,05	31,20	30,45	31,40	27,82	27,75	35,85	32,97	22,12
	2	85,27a	92,45	79,27	91,80	115,97	99,12	76,47	66,65	85,97	82,17	62,85
	3	61,12b	41,47	29,95	73,50	67,97	67,92	35,17	72,90	73,00	75,30	74,00
I _{max}	1	8,28a	8,65	8,15	8,37	8,25	8,37	8,22	8,17	8,25	8,217	8,17
	2	6,41c	5,00	5,00	7,07	7,00	6,97	7,05	6,87	7,07	82,17	4,97
	3	7,98b	8,42	8,42	7,90	8,00	8,05	8,45	6,97	7,62	75,30	8,02

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

T_d=Tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar.

Platô=Tempo de duração da intensidade máxima.

Área=Área sob a curva.

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

I_{max}=Intensidade máxima.

**1=Sacarose a 10%, 2=SrB em DES 10%, 3=C/S em DES 10%.

*** Média da equipe.

Tabela 27 - Médias da equipe Sensorial e de provadores individuais para cada parâmetro das curvas tempo intensidade para amargo.

Parâmetro*	Amostra**	ES***	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
T _{lmax} (s)	1	0,0 ^b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	16,72 ^a	15,25	14,75	14,75	28,75	15,75	14,25	18,00	16,50	14,75	14,50
	3	14,96 ^a	14,25	12,25	12,00	12,00	12,87	11,50	12,62	12,62	12,62	37,12
T _d (s)	1	0,0 ^c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	30,06 ^a	30,25	28,5	28,75	29,87	32,50	31,25	32,75	27,5	29,75	29,75
	3	17,58 ^b	21,30	17,75	16,50	16,50	17,50	17,50	17,50	17,75	16,75	16,75
Platô (s)	1	0,0 ^c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	13,31 ^a	15,00	13,75	14,00	1,12	16,75	17,00	14,75	10,75	15,00	15,00
	3	5,12 ^b	7,00	5,55	4,50	4,50	4,62	6,00	4,87	5,12	4,42	4,62
Área	1	0,0 ^c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	239,61 ^a	244,25	236,57	280,80	161,92	233,67	272,70	218,42	262,35	245,14	240,27
	3	12,95 ^b	17,25	12,97	10,70	10,82	13,17	11,75	12,52	14,50	12,35	13,42
T _{tot} (s)	1	0,0 ^c	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	112,37 ^a	108,92	109,30	125,00	136,45	97,75	120,40	98,32	113,07	110,87	103,65
	3	18,23 ^b	15,10	19,25	18,05	17,75	18,50	18,60	19,15	19,55	18,45	18,10
I _{max}	1	0,0 ^c	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	5,67 ^a	5,07	5,17	5,17	3,82	5,40	5,20	11,22	5,42	5,12	5,10
	3	3,04 ^b	10,90	2,07	2,02	2,02	2,42	2,00	2,05	2,35	2,25	2,32

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

T_d=Tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar.

Platô=Tempo de duração da intensidade máxima.

Área=Área sob a curva.

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

I_{max}=Intensidade máxima.

**1= Sacarose a 10%, 2= SrB em DES 10%, 3=C/S em DES 10%.

*** Média da equipe.

Foi verificada então a concordância de tais provadores com a equipe, através da comparação das médias individuais para cada parâmetro, com a média da equipe sensorial.

Com base nos resultados obtidos para $F_{amostra}$, $F_{repetição}$ e concordância entre as médias da equipe de provadores e média individual para cada provador, tanto para os testes de doçura como para amargor, foram selecionados os provadores 1, 2, 4, 5, 7 e 9. O provador 6, embora não descartado, não pode continuar os testes.

Todos os provadores selecionados apresentaram bons resultados de discriminação entre as amostras e repetibilidade tanto para doçura (Tabela 22 e 23) como amargor (Tabelas 24 e 25). Na comparação entre as médias individuais de cada provador e da equipe para cada parâmetro houve concordância para a maioria dos provadores em todos os parâmetros, conforme pode ser verificado na Tabela 25 para doçura e 26 para amargor. Apenas nos resultados para doçura o provador 1 apresentou leve alteração nas médias para Área, o provador 2 para T_{tot} e I_{max} e o provador 7 para T_{tot} . Nos resultados de concordância para amargor, apenas o provador 1 apresentou pequeno desvio em I_{max} e o provador 4 em Platô. Estas pequenas discordâncias são discretas e não foram consideradas para os provadores selecionados porque para a maioria dos parâmetros tais provadores foram concordantes, e além disto, para os valores de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$, que são fatores determinantes e importantes na seleção de um provador, eles foram perfeitamente válidos, ou seja para $F_{amostra}$ $p \leq 0,30$, e para $F_{repetição}$ $p > 0,05$.

5.5.2 - Avaliação da Performance dos Provadores na Avaliação das Amostras

Os resultados da ANOVA aplicada aos dados da análises das amostras indicaram que os valores de F para a interação amostra x provador foram significativos para todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$) para as curvas tempo-intensidade para o estímulo doce. Foram então construídos gráficos para verificar a importância dessas interações, mas nenhuma delas foi grave. A Figuras 51 mostra um exemplo de resultado da interação amostra x provador, para o parâmetro T_{tot} para o estímulo doce dos edulcorantes em DES 10%. É possível verificar que tal interação não é grave, e que tal fato ocorreu em função dos provadores terem percebido o tempo total de duração do estímulo doce com pequenas variações, mantendo a diferença de magnitude entre elas.

Para o estímulo amargo, houve interação significativa entre provador e amostra para quase todos os parâmetros, com exceção de I_{max} e T_d em DES 10% . Para os demais parâmetros, houve interação amostra x provador significativa ($p < 0,05$), mas todas sem importância, conforme o exemplo mostrado na Figura 52, para o parâmetro "área" do estímulo amargo dos edulcorantes em DES 10%.

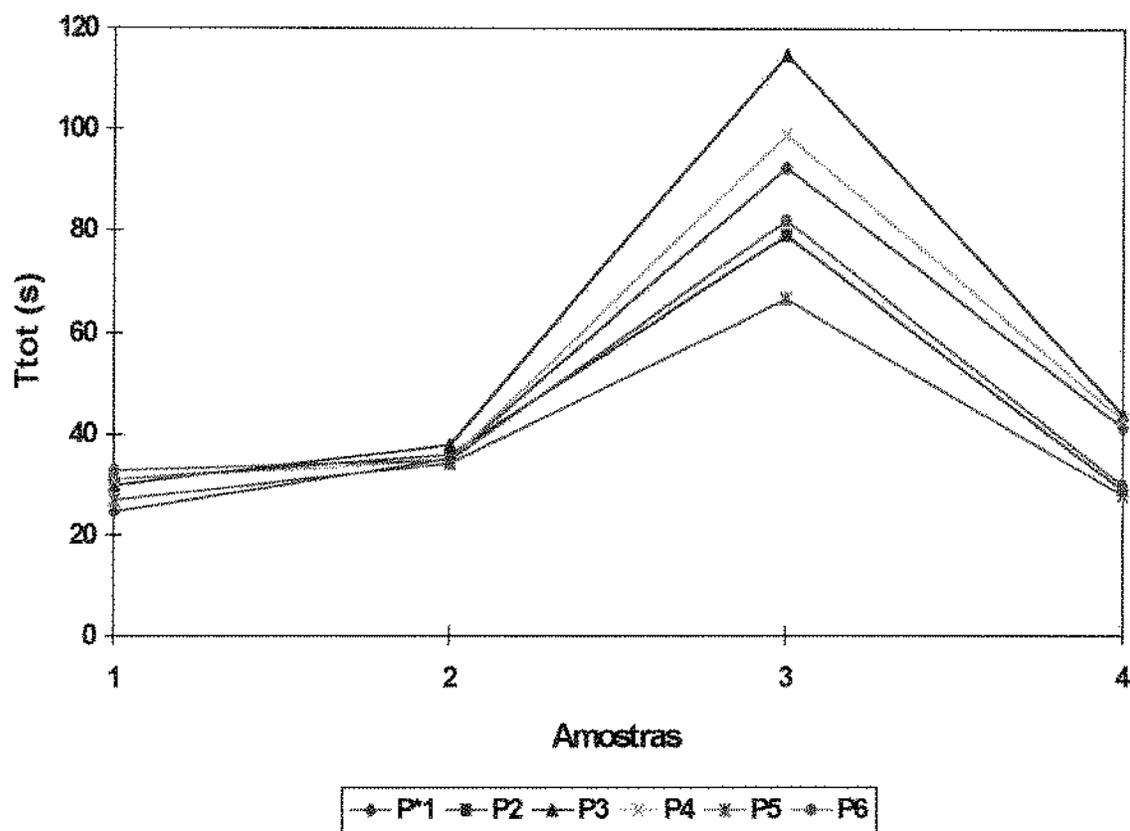


Figura 51 - Representação da interação amostra x provador para o parâmetro tempo total de duração do estímulo do gosto doce em doçura equivalente em doçura a uma solução de sacarose a 10%. (Amostra 1=sacarose; 2=APM; 3=SrB e 4=C/S). *P=provador.

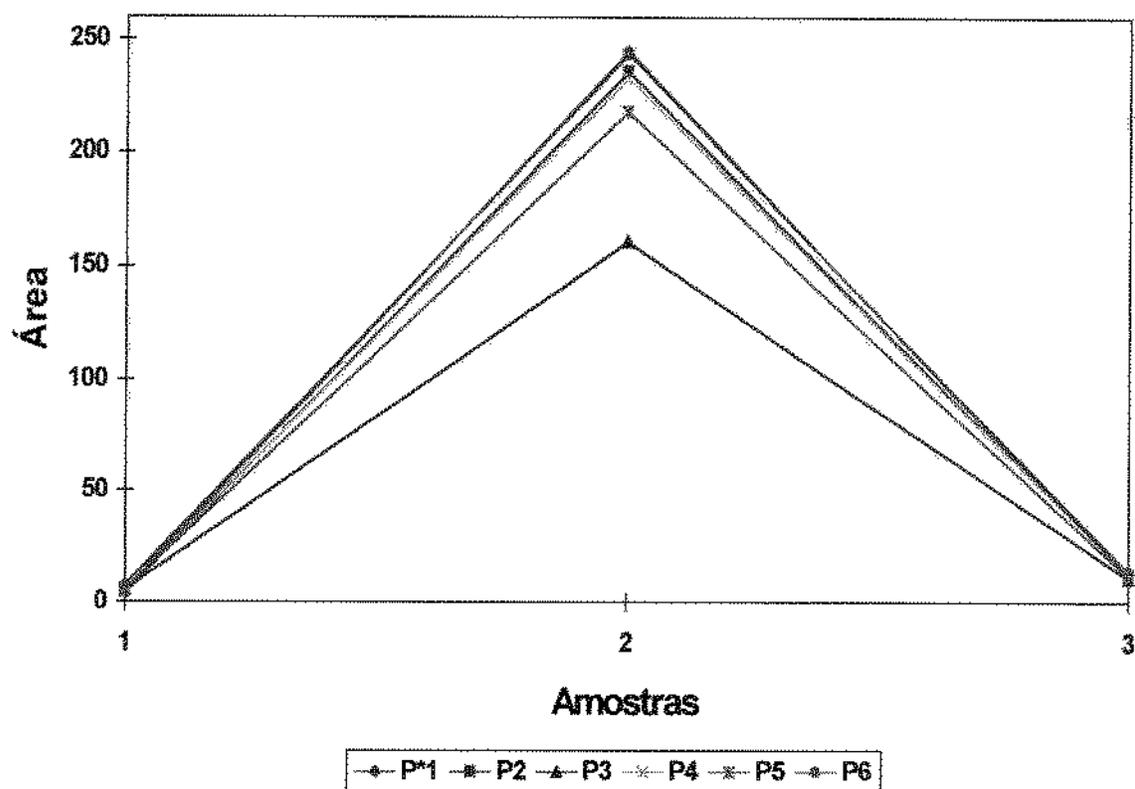


Figura 52 - Representação da interação amostra x provador para o parâmetro área para curvas T-I do gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente em doçura em solução de sacarose a 10%. (Amostra 1=APM; 2=SrB e 3=C/S). *P=provador.

5.5.3 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 3%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce da sacarose, APM, SrB e C/S, em DES 3% percebidas por todos os provadores, seguiram uma mesma tendência. As características destas curvas estão representadas na Figuras 53 para a sacarose, 54 para APM, 55 para SrB e 56 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições. As curvas das quatro amostras foram aparentemente semelhantes, especialmente sacarose e aspartame. As curvas de SrB e C/S tiveram maior tempo total de duração.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostrou que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre todas as amostras em relação à tempo para atingir a intensidade máxima (T_{Imax}), tempo onde a intensidade máxima começa a declinar (T_d), tempo de persistência da intensidade máxima ($P_{\text{latô}}$), área total sob a curva (Área) e tempo total de duração do estímulo (T_{tot}). Para intensidade máxima do estímulo (I_{max}) não houve diferença significativa entre as amostras ($p \leq 0,05$). Esse fato comprova que as soluções avaliadas realmente encontram-se na mesma equivalência de doçura

A Tabela 28 expressa os resultados das médias. Através da diferença mínima significativa (DMS) obtida através do teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$), foi realizada a comparação entre elas. De acordo com estes testes, numa mesma coluna, as médias marcadas com letras em comum não diferem entre si.

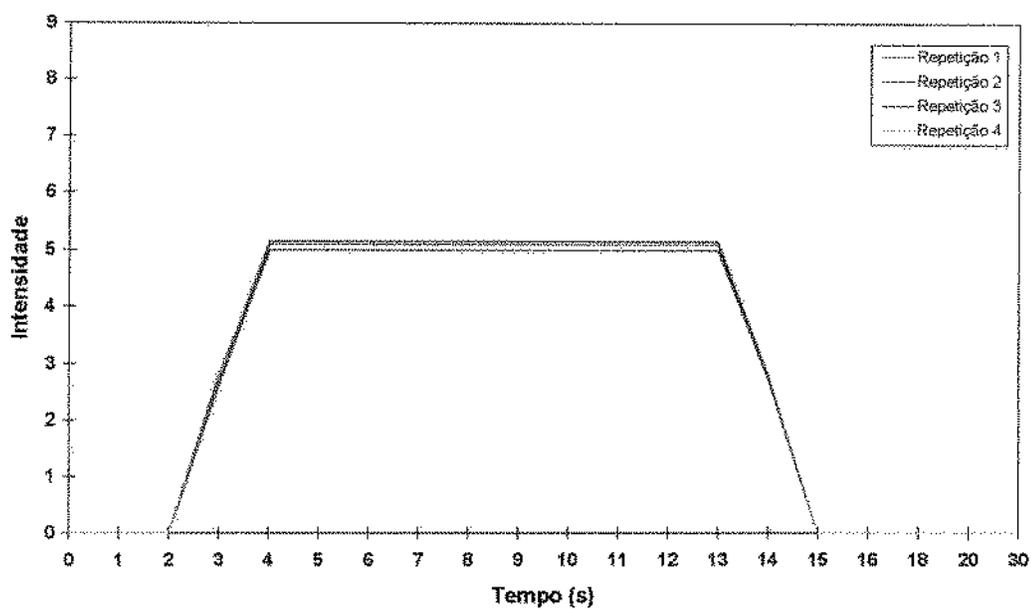


Figura 53 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da sacarose em solução a 3%.

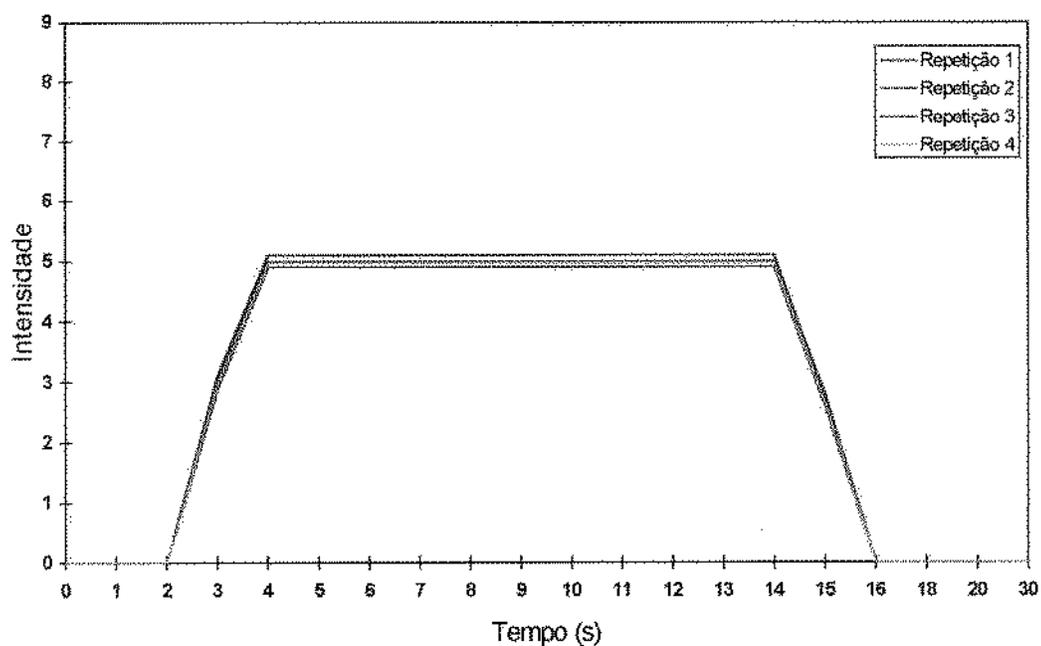


Figura 54 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

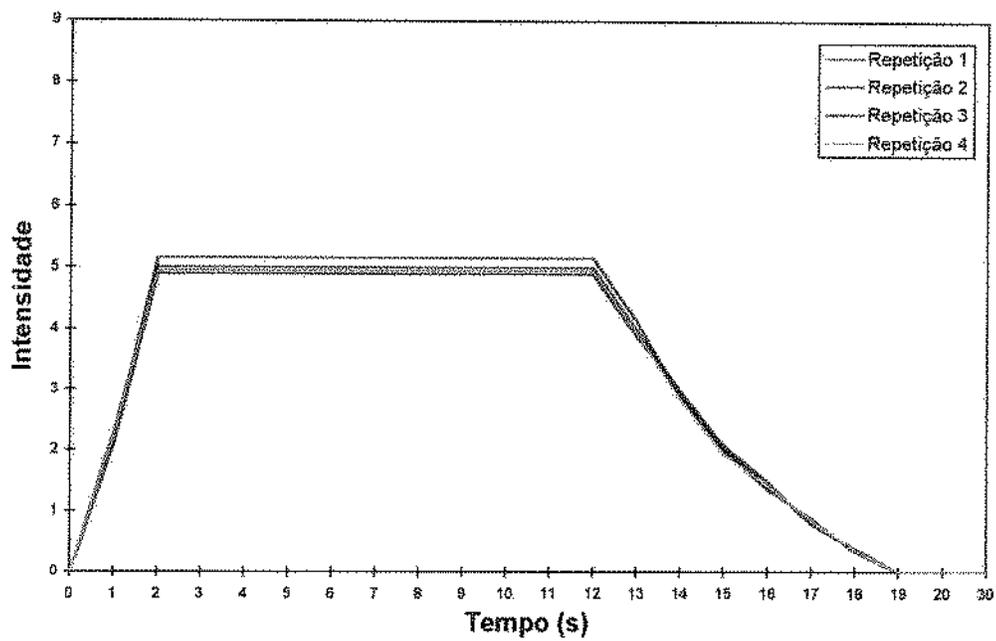


Figura 55 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do extrato de folhas de estêvia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

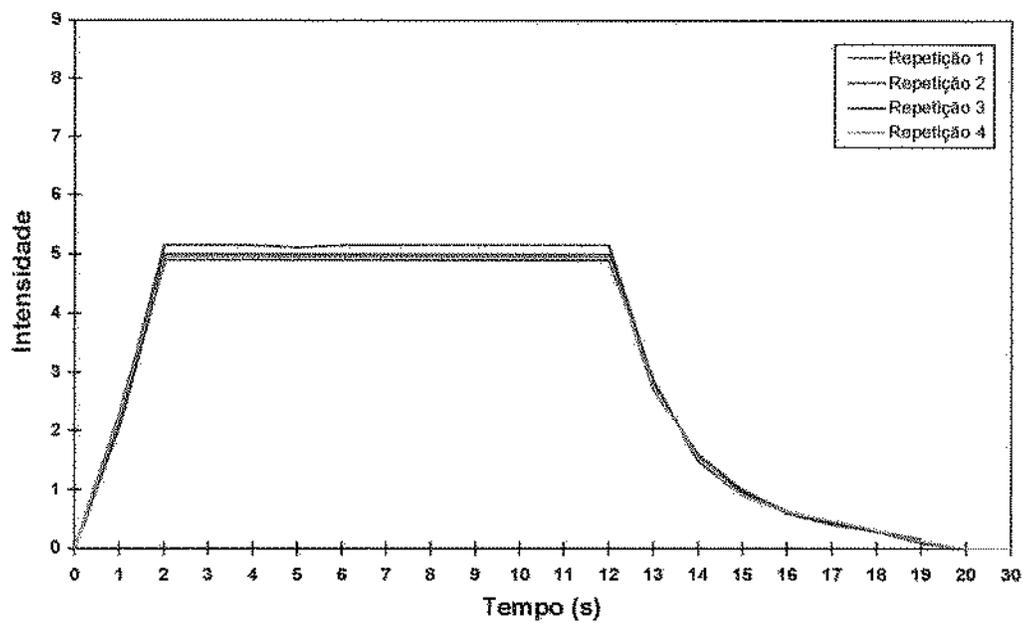


Figura 56 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

Tabela 28 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

Amostra	T_{imax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	I_{max}[*]
SAC	3,47 ^a	12,42 ^b	8,86 ^b	57,65 ^c	13,33 ^b	5,00 ^a
APM	3,60 ^a	13,27 ^a	9,58 ^a	60,67 ^b	13,95 ^b	4,97 ^a
SrB	2,91 ^b	12,41 ^b	9,43 ^a	69,33 ^a	19,65 ^a	4,95 ^a
C/S	2,58 ^c	12,35 ^b	9,77 ^a	56,92 ^c	12,52 ^c	4,97 ^a
DMS	0,2927	0,2921	0,3957	2,0623	0,6538	0,05

* Descrição dos parâmetros na Figura 29.

A sacarose e APM apresentaram os maiores valores de T_{lmax}, não diferindo entre si, seguidas por SrB e C/S. A amostra que apresentou a maior média para T_d foi o APM, diferindo das demais amostras que foram iguais significativamente entre si ($p \leq 0,05$). APM, SrB e C/S apresentaram maiores médias de tempo de Platô sem diferença significativa entre si, as quais diferiram da média da sacarose ($p \leq 0,05$).

Os valores das médias de Área, ocuparam a seguinte ordem decrescente: SrB, seguida do APM e por último a sacarose e C/S, que não diferiram entre si.

A sacarose e o APM não apresentaram diferença entre si nas médias de T_{tot}, os quais diferiram de SrB, que apresentou o maior valor, e C/S que apresentou o menor.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 57.

Nesta figura, verifica-se que 34,94% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), 30,27% pelo segundo (Componente Principal 2) e 25,49% pelo terceiro (Componente Principal 3)

Os Componentes Principais 1, 2 e 3 explicaram juntos, 90,70% da variação ocorrida entre as amostras.

O parâmetro que se destaca como sendo o que menos contribui para a discriminação entre as amostras na configuração dos eixos 1 e 2 (Figura 57a) foi o Platô. Porém, observando-se o gráfico dos componentes principais 1 e 3, verifica-se que a contribuição do Platô é grande.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma nos gráficos.

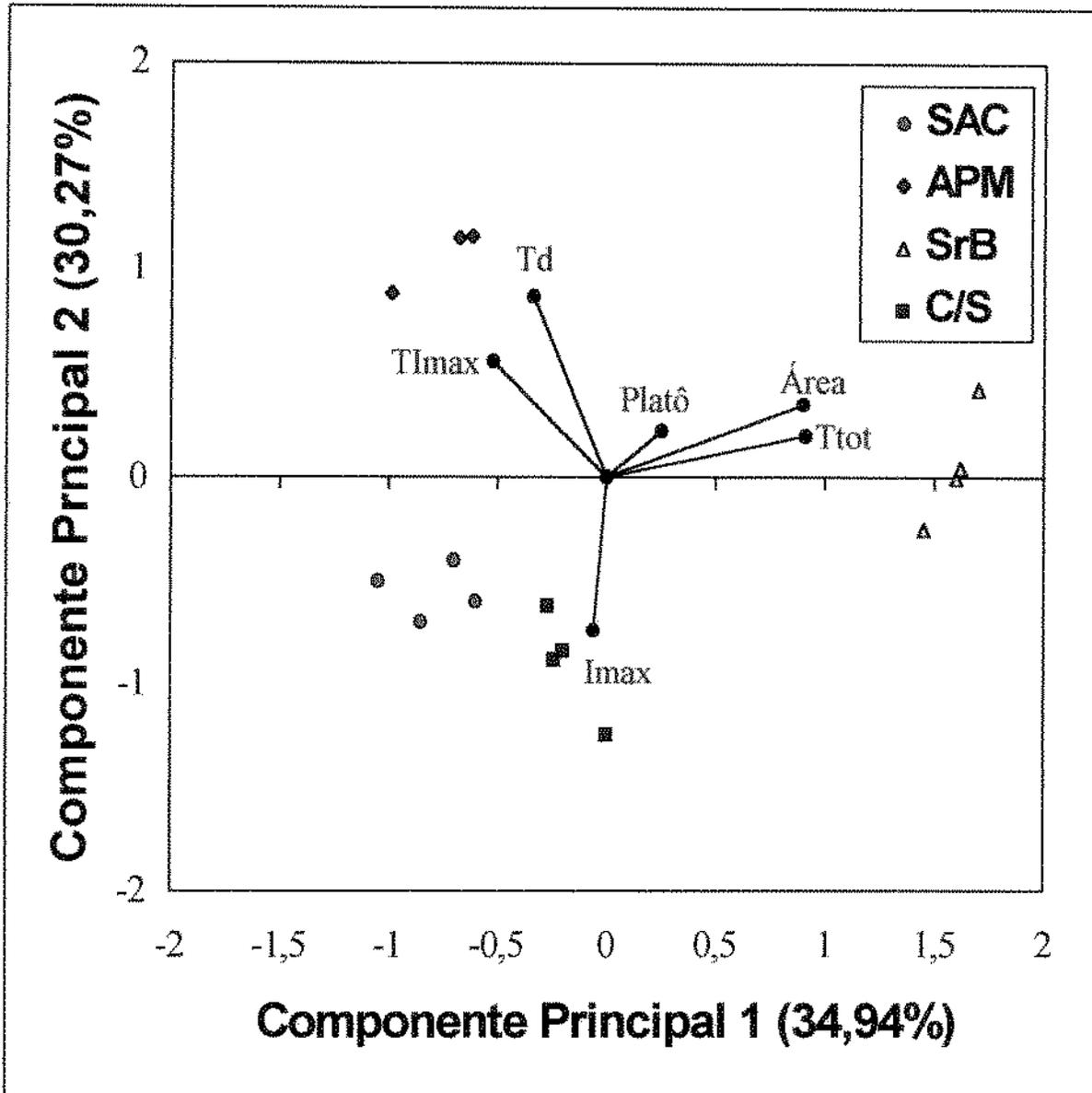


Figura 57a - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais (Componentes 1 e 2) dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

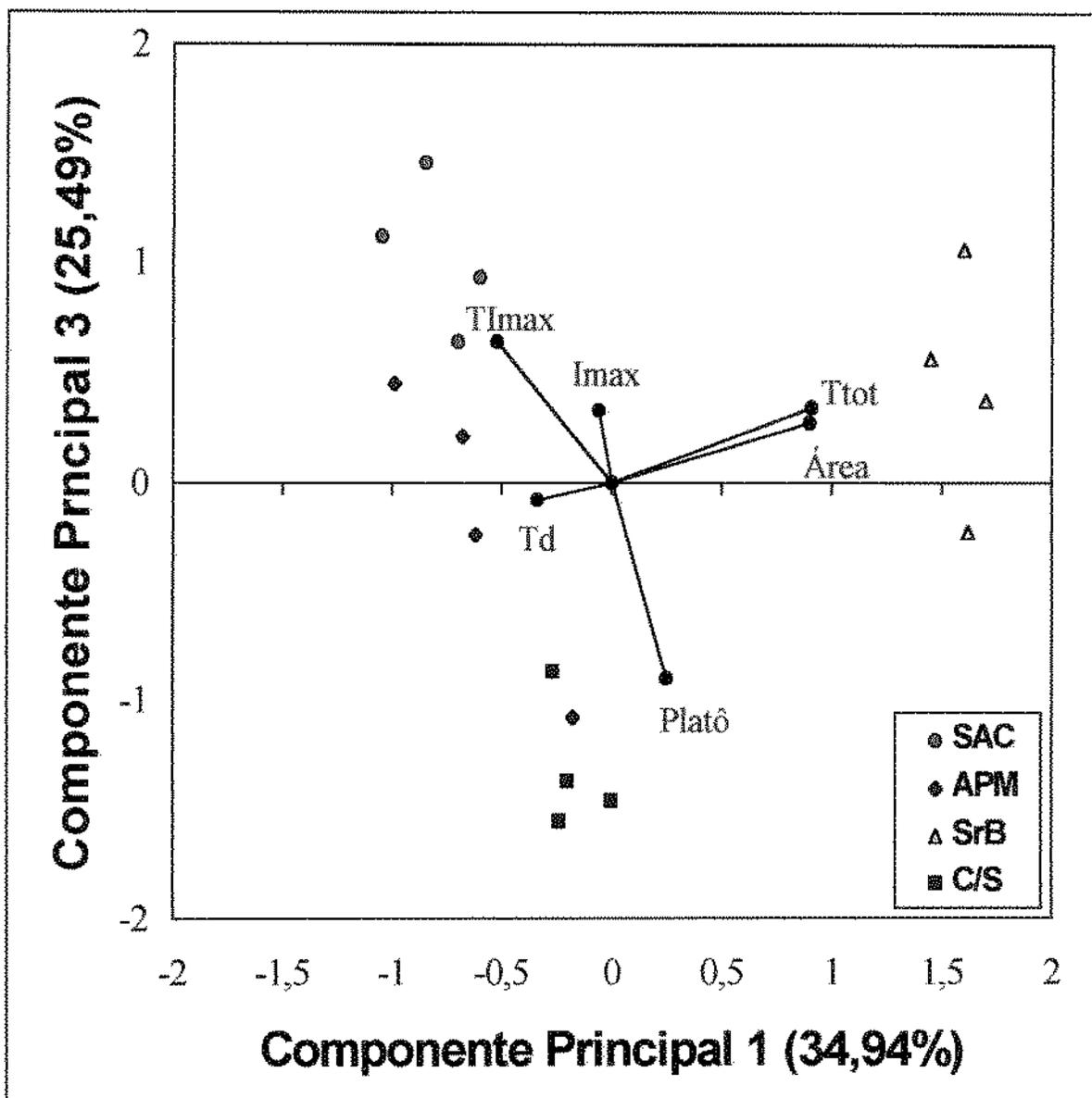


Figura 57b - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais (Componentes 1 e 3) dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

Nesta equivalência de doçura o experimento apresentou uma repetibilidade razoável, embora bem menor que a encontrada com os resultados da análise descritiva.

A sacarose ficou caracterizada pelos parâmetros T_{Imax} e I_{max} , assim como por apresentar baixos valores de Platô , Área e T_{tot} .

O APM ficou caracterizado pelos parâmetros T_{Imax} e T_d .

A SrB ficou caracterizada pelos parâmetros Área e T_{tot} .

A C/S ficou caracterizada pelo parâmetro Platô .

A proximidade entre os vetores T_{tot} e Área indica que provavelmente existe correlação positiva entre estes parâmetros para o gosto doce das amostras em DES a 3%. O coeficiente de correlação linear entre eles ($r=0,98$) comprova essa suposição.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas. Esta mesma técnica foi utilizada por FURTADO (1995) para ordenar atributos sensoriais de aguardentes, de acordo com o poder de discriminação das amostras, por MUÑOZ et alii (1986) para ordenar medidas sensoriais e mecânicas de textura de géis de alginato de sódio, kapa-carragenana e gelatina para determinar os atributos que melhor discriminavam as amostras, e por NORONHA et alii (1994) para selecionar atributos para análise descritiva de géis lácteos.

O resultado da Análise Discriminante por Passos, está expresso na Tabela 29, onde a segunda coluna relaciona os parâmetros em ordem decrescente de capacidade de discriminação entre as amostras.

Verifica-se de acordo com esta análise, que a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I para o estímulo doce em DES 3% em discriminar as amostras é: T_{tot} , T_{Imax} , Platô , I_{max} , T_d e Área .

Tabela 29 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

Passo	Variável incluída*	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Ttot	0,8913	251,401	0,0001	0,10872102	0,0001
2	Tlmax	0,4964	29,898	0,0001	0,05475313	0,0001
3	Platô	0,2977	12,719	0,0001	0,03845100	0,0001
4	lmax	0,0544	1,707	0,1714	0,03635927	0,0001
5	Td	0,0407	1,243	0,2991	0,03488124	0,0001
6	Área	0,0300	0,898	0,4455	0,03383323	0,0001

* Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.4 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estímulo Amargo de Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 3%

Não foi realizada a avaliação tempo-intensidade para o estímulo amargo da sacarose e do APM, pois não apresentaram nenhuma resposta para o estímulo amargo. Apesar de na Análise Descritiva Quantitativa os provadores terem percebido os atributos amargo inicial e amargo residual para o aspartame, as médias para eles foram bem baixas. Além disso, esta pequena discordância de resultados é perfeitamente aceitável, uma vez que as duas técnicas de análise sensorial são bem diferentes.

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo amargo de SrB e C/S, em DES 3% percebidas por todos os provadores, seguiram uma mesma tendência. As características destas curvas estão representadas na Figuras 58 para SrB, e 59 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições. Comparando-se as curvas obtidas para os dois edulcorantes, estas foram bem diferentes, sendo que as da SrB apresentaram dois platôs, com o primeiro bem mais baixo e mais curto, que corresponde à sensação antes da ingestão. O segundo platô, correspondente ao tempo de persistência da intensidade máxima, ocorreu após a ingestão da amostra, evidenciando a presença do gosto residual amargo.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostrou que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). A Tabela 30 expressa os resultados das médias.

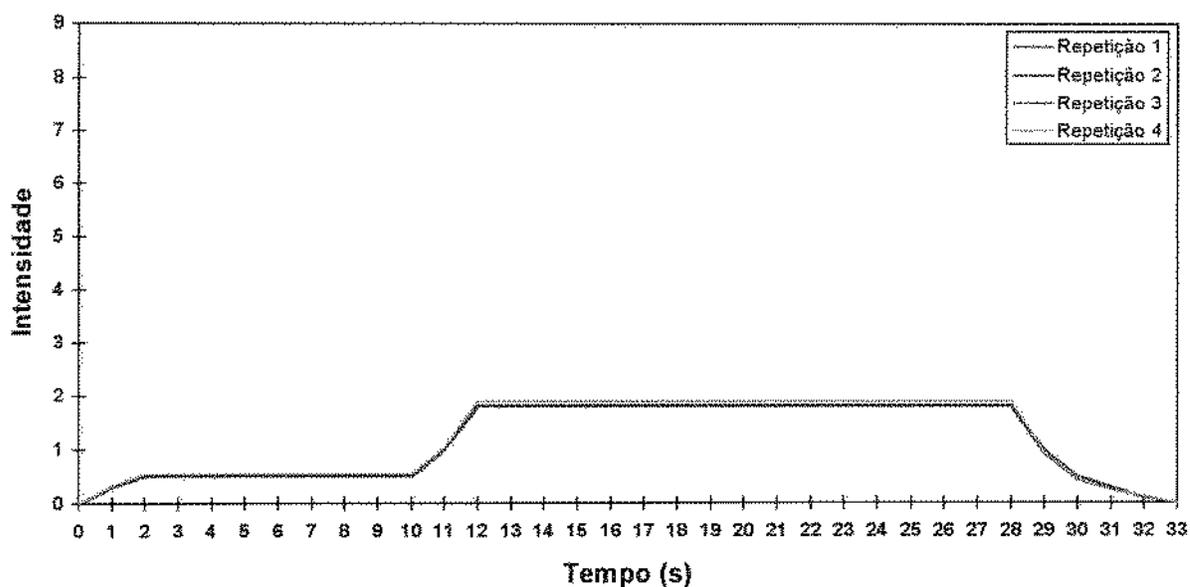


Figura 58 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

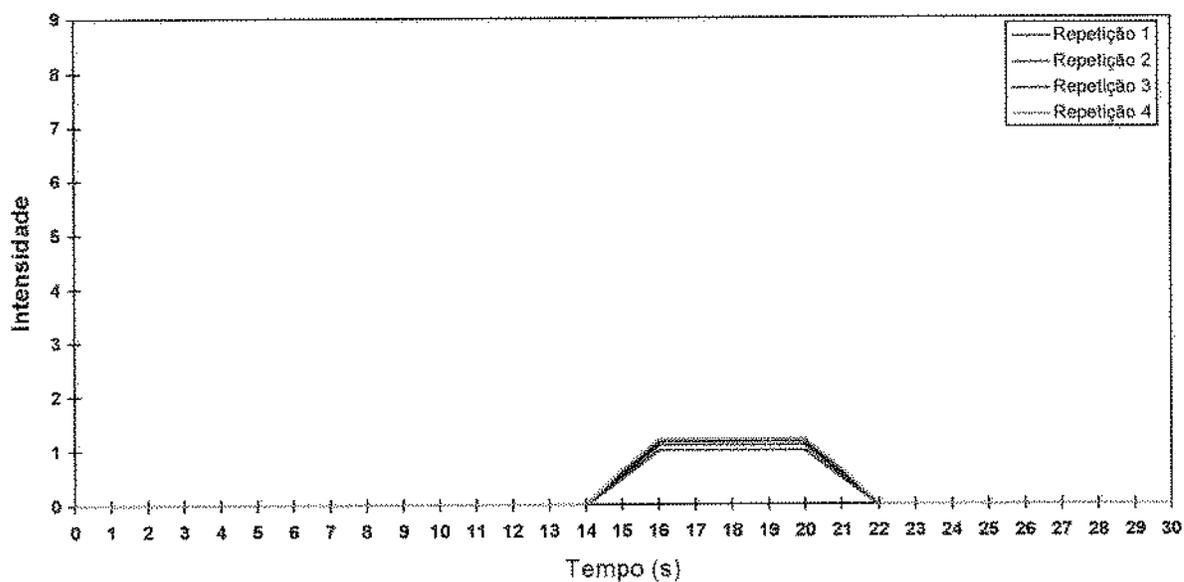


Figura 59 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo da mistura ciclamato/sacarina 2:1, em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

Tabela 30 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

Amostra	T_{lmax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	I_{max}[*]
SrB	14,42 ^b	29,00 ^a	14,60 ^a	31,52 ^a	31,24 ^a	1,48 ^a
C/S	16,94 ^a	20,51 ^b	3,57 ^b	5,00 ^b	7,33 ^b	0,94 ^b
DMS	0,6026	0,7954	0,7396	0,9892	0,8399	0,0276

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

O SrB obteve médias significativamente superiores ($p \leq 0,05$) para os parâmetros Td, Platô, Área, Ttot e Imax da curva T-I para o gosto amargo em DES 3%, revelando um gosto amargo mais intenso e persistente do que C/S na mesma doçura equivalente.

Somente para TImax que C/S obteve média mais alta que SrB.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 60.

Verifica-se que 91,16% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros TImax, Área, Ttot, Td e Platô (positivamente), contribuíram de forma mais importante para a variabilidade associada a esse eixo.

Os parâmetros Imax (positivamente) e TImax e Td (negativamente) contribuíram com maior evidência para a variabilidade associada ao Componente Principal 2.

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 98,79% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou repetibilidade razoável.

O SrB ficou caracterizado principalmente pelos parâmetros Ttot, Área, Td e Platô. Na Tabela 30 os valores dos parâmetros citados são significativamente superiores para SrB, e a Figura 60 evidencia esta característica.

A C/S caracterizou-se por apresentar valores menores de Ttot, Área, Td e Platô. Tais observações são confirmadas pela Tabela 30 e pela Figura 60.

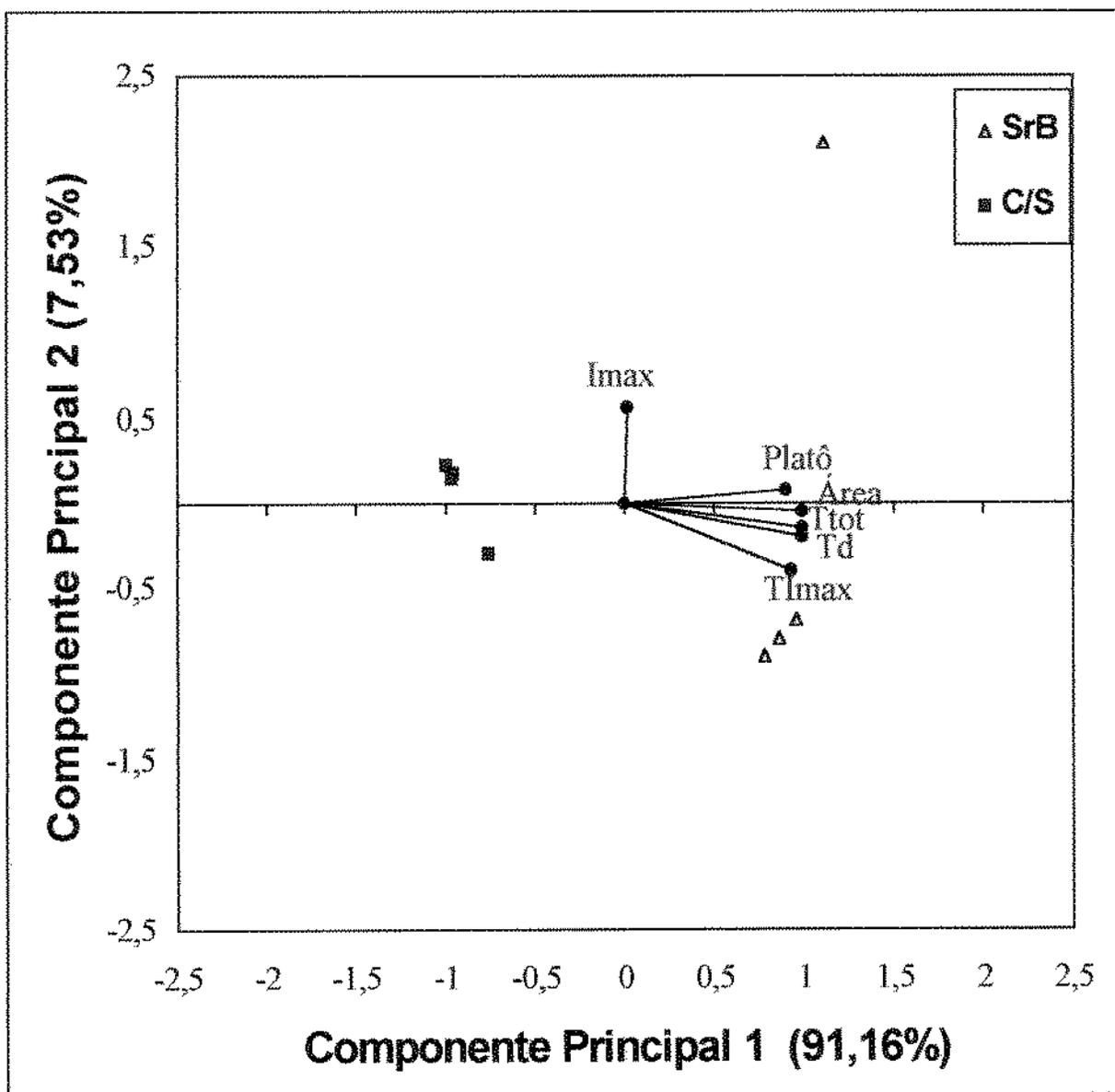


Figura 60 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 3% de sacarose . (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

A proximidade entre os vetores Ttot, Área e Platô, indica que é grande a possibilidade de haver correlação positiva entre os parâmetros indicados por eles. O mesmo ocorre entre os vetores Td e Tlmax. A correlação linear positiva foi confirmada pelos valores de r, que foram: entre Ttot e Área, $r=0,99$; entre Ttot e Platô, $r=0,97$; entre Área e Platô $r=0,98$ e entre Td e Tlmax $r=0,95$.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas.

O resultado desta análise está expressa na Tabela 31. Verifica-se que de acordo com esta análise, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras é: Ttot, Tlmax, lmax e Td.

Tabela 31 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 3%.

Passo	Variável incluída	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Ttot	0,9800	2258,745	0,0001	0,01995883	0,0001
2	Tlmax	0,4415	35,568	0,0001	0,01114775	0,0001
3	lmax	0,2624	15,655	0,0003	0,00822234	0,0001
4	Td	0,0446	2,006	0,1639	0,00785589	0,0001

5.5.5 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estimulo Doce de Sacarose, Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 10%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce da sacarose, APM, SrB e C/S, em DES 10% percebidas por todos os provadores, seguiram uma mesma tendência, para todas as repetições e provadores, para cada amostra. As características destas curvas para cada tipo de amostra estão representadas na Figuras 61 para a sacarose, 62 para APM, 63 para SrB e 64 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições.

É possível verificar, comparando as características de cada curva representada, (Figuras 61, 62, 63 e 64), que através deste tipo de análise para DES a 10%, a SrB apresentou menor intensidade do estímulo doce, mas apresentou o maior tempo de duração do estímulo. A sacarose por sua vez, apresentou a maior intensidade do estímulo, mas o menor tempo de duração. O APM foi o que apresentou o comportamento mais próximo ao da sacarose, ficando em seguida a C/S, e por último, a SrB.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre todas as amostras em relação a todos os parâmetros. A Tabela 32 expressa os resultados das médias.

A sacarose apresentou os maiores valores de médias de T_{imax} e I_{max}.

As médias para T_d de APM, SrB e C/S não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$), e foram superiores às da sacarose.

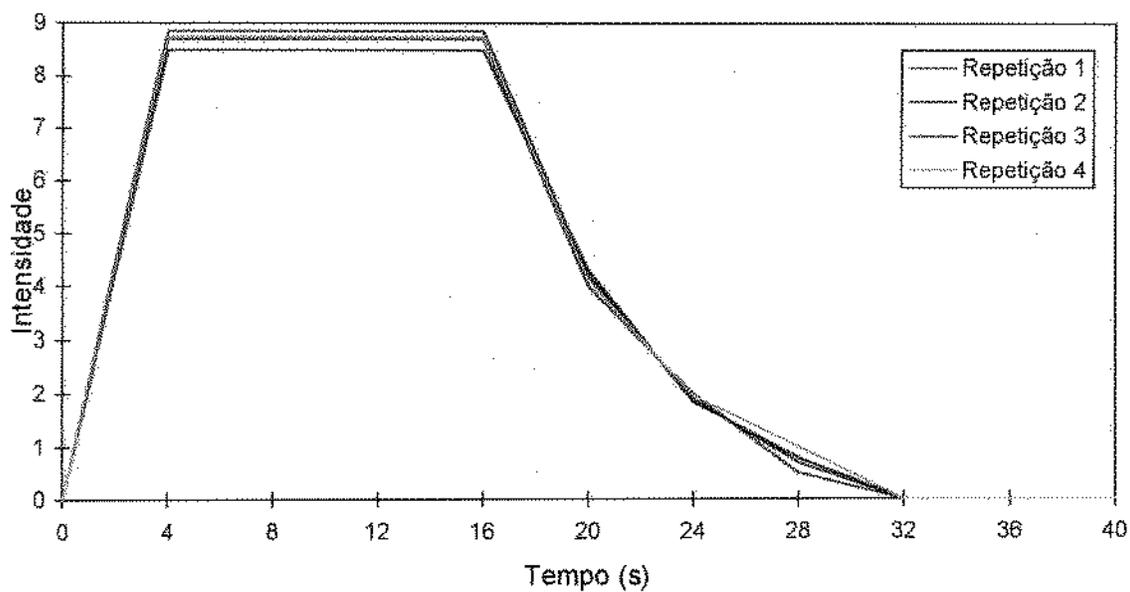


Figura 61 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da sacarose em solução a 10%.

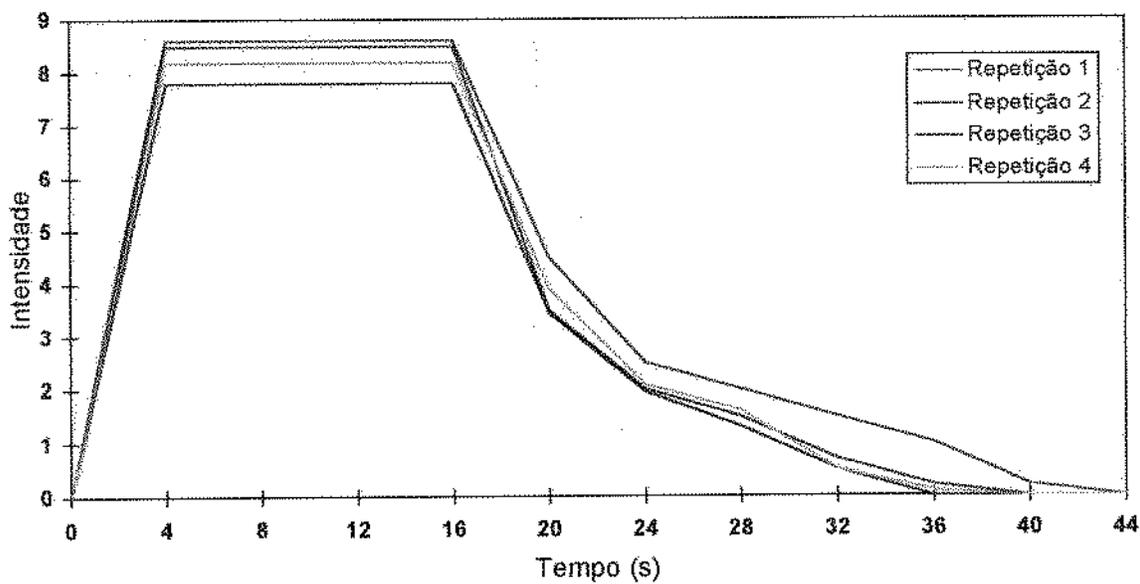


Figura 62 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

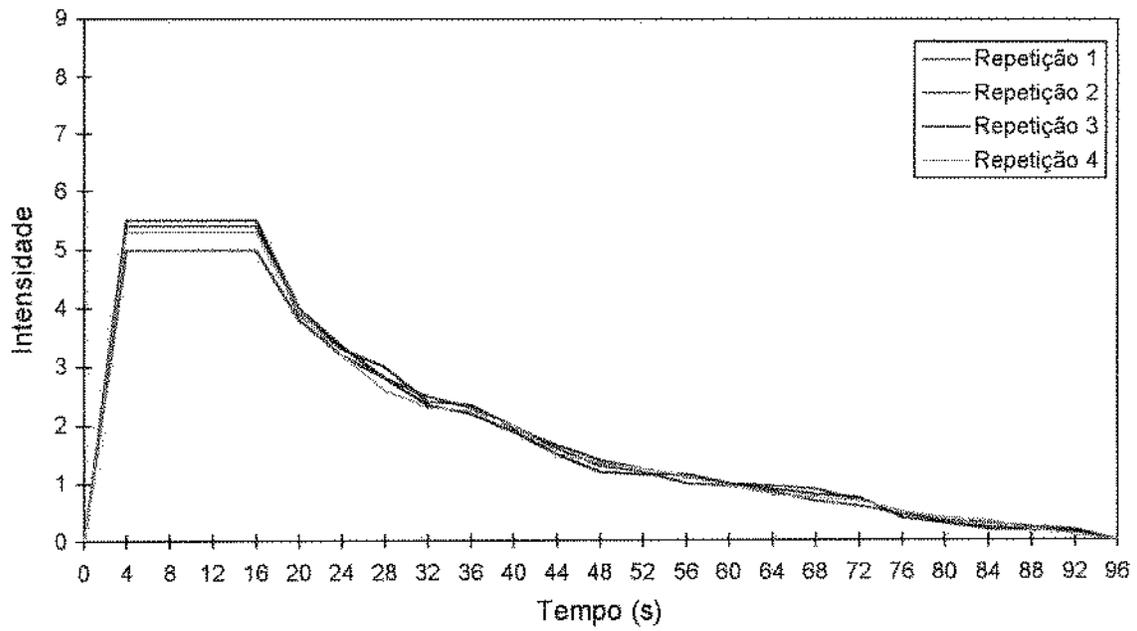


Figura 63 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

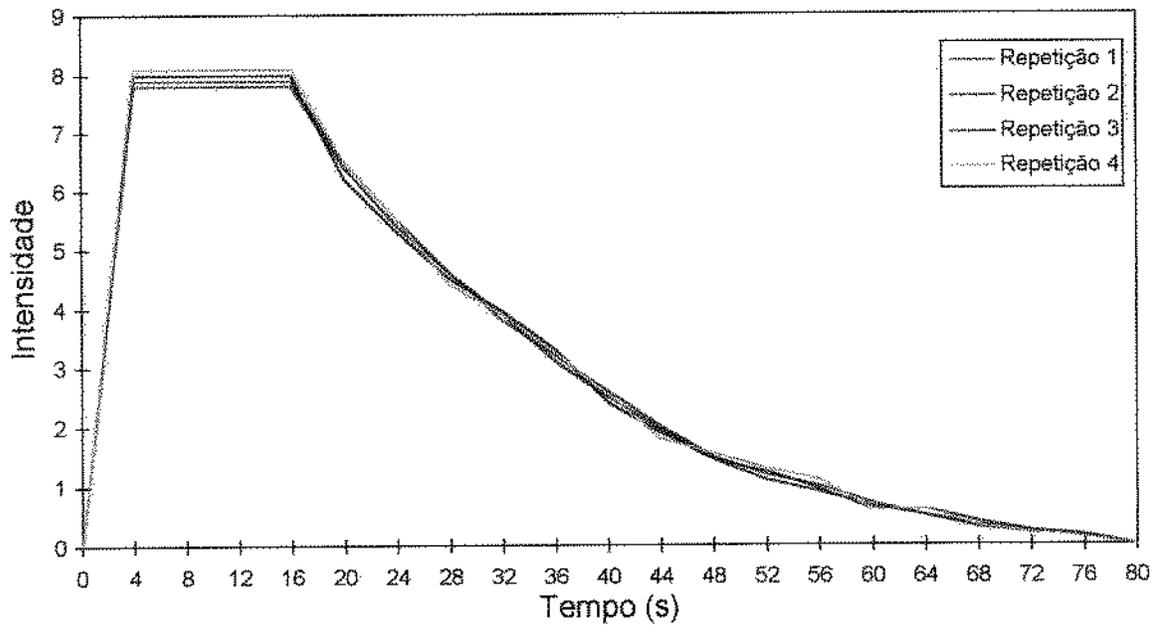


Figura 64 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Tabela 32 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Amostra	T_{lmax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	I_{max}*
SAC	5,29 ^a	15,12 ^b	9,75 ^c	148,10 ^c	29,72 ^c	8,30 ^a
APM	3,71 ^b	16,10 ^a	12,35 ^b	156,37 ^c	34,52 ^c	8,17 ^b
SrB	3,75 ^b	16,31 ^a	12,52 ^{a,b}	238,47 ^a	89,27 ^a	6,32 ^d
C/S	2,88 ^c	15,92 ^a	13,04 ^a	189,21 ^b	59,25 ^b	7,97 ^c
DMS	0,4715	0,3964	0,5915	11,2240	6,2103	0,1226

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

A média do parâmetro Platô de SrB não diferiu significativamente de C/S, que foi superior, nem de APM, que foi inferior, sendo as três médias significativamente ($p \leq 0,05$) superiores às da sacarose.

Os valores das médias de Área e Ttot, ocuparam a seguinte ordem decrescente: SrB, C/S e por último a sacarose e o APM, que não diferiram entre si.

As médias para I_{max} diferiram todas entre si ($p \leq 0,05$), e a ordem decrescente foi a seguinte: sacarose, APM, C/S e SrB. Talvez a explicação para a equivalência de doçura destas amostras seja que, embora o APM, SrB e C/S nesta concentração possuam as médias da intensidade do estímulo (I_{max}) menores que a da sacarose, possuem o tempo total de duração do estímulo (Ttot), e Área superiores (Tabela 39).

Portanto, para a maioria dos parâmetros foi o APM que mais se aproximou da sacarose.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 65.

Verifica-se que 76,41% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros Área, Td, Platô e Ttot (positivamente) e I_{max} e T_{lmax} (negativamente), contribuíram de forma praticamente equitativa para a variabilidade associada a esse eixo.

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 91,61% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma no gráfico bidimensional (Figura 65). O experimento apresentou repetibilidade razoável e similar à do experimento da DES 3%.

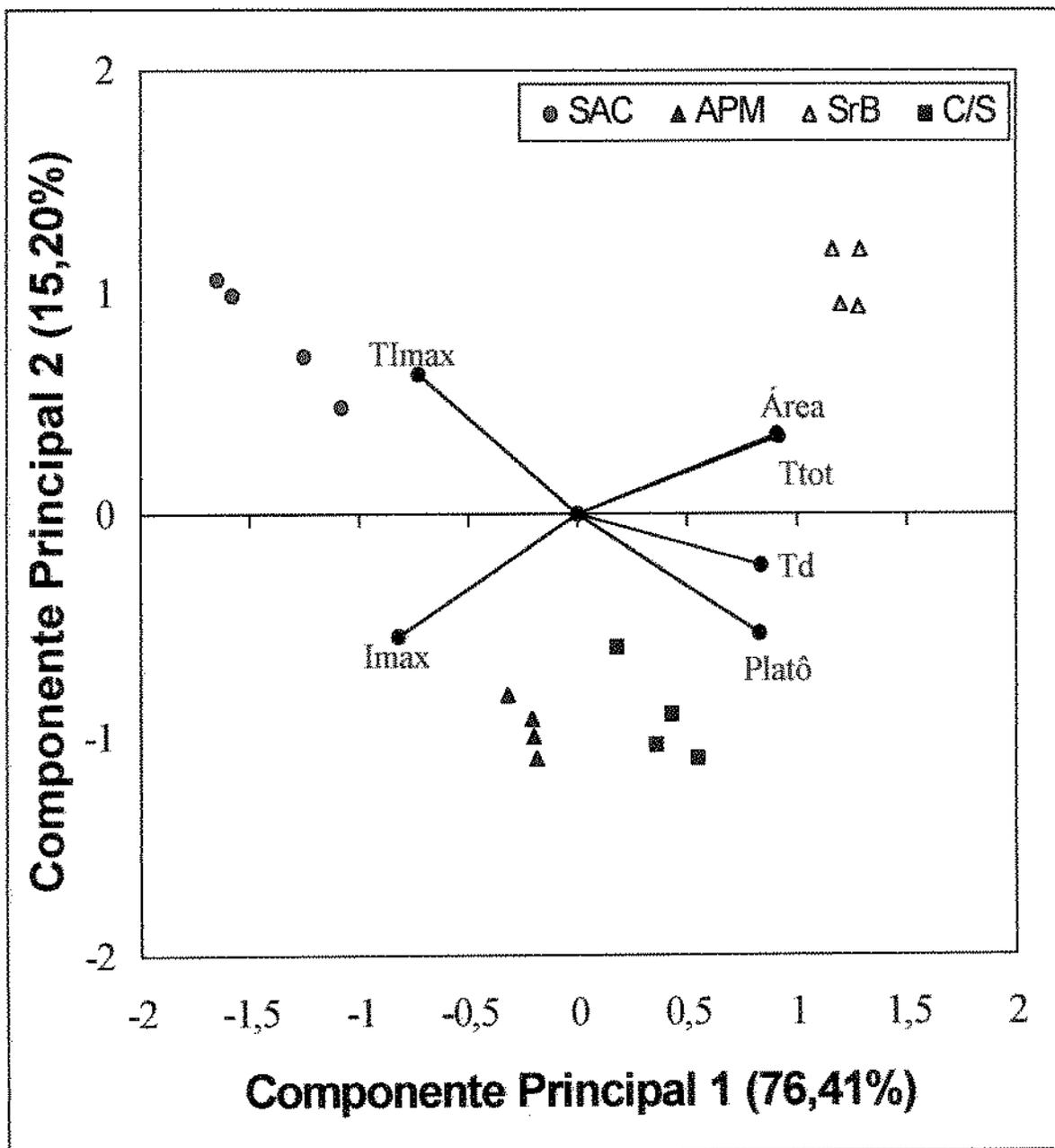


Figura 65 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 10% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

As amostras mais próximas entre si foram APM e C/S. Foram também as que mais se aproximaram da sacarose, sendo que o APM ficou um pouco mais próximo.

A sacarose ficou caracterizada pelos parâmetros T_{lmax} e I_{max}.

O APM ficou caracterizado pelo parâmetro I_{max}.

A C/S ficou caracterizada principalmente pelo parâmetro Platô.

O SrB ficou caracterizado pelos parâmetros Área e T_{tot}.

A posição oposta dos vetores T_{lmax} e Platô, sugere que possivelmente exista correlação linear negativa entre estes atributos para o estímulo doce das amostras estudadas em DES a 10%. Este fato foi confirmado pelo valor de $r = -0,95$.

A proximidade dos vetores Área e T_{tot} indica que é provável que exista correlação linear positiva entre estes parâmetros do estímulo doce das amostras na concentração avaliada. E, estes dois parâmetros, possivelmente tenham correlação linear negativa com o parâmetro I_{max}. Os valores de r entre Área e T_{tot} foi 0,98 estes e I_{max} foi -0,94 e -0,93, respectivamente.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas. O resultado da Análise Discriminante por Passos, está expressa na Tabela 33.

Verifica-se que, de acordo com esta análise, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras para o estímulo doce em DES 10% é: T_{tot}, Platô, I_{max}, Área e T_d.

Tabela 33 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Passo	Variável incluída*	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Ttot	0,7465	90,317	0,0001	0,25347691	0,0001
2	Platô	0,5108	31,669	0,0001	0,12400866	0,0001
3	Imax	0,3948	19,571	0,0001	0,07504939	0,0001
4	Área	0,4272	22,128	0,0001	0,04298679	0,0001
5	Td	0,0845	2,707	0,0501	0,03935453	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.6 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estímulo Amargo de Aspartame, Extrato de Folhas de Estévia e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 10%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo amargo de SrB e C/S, em DES 10% percebidas por todos os provadores, seguiram uma mesma tendência para cada tipo de amostra. As curvas características de cada edulcorantes estão representadas na Figuras 66 para APM, 67 para SrB, e 68 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições.

Nota-se de forma visual que o estímulo amargo da SrB (Figura 67) é muito mais evidente que do APM (Figura 66) ou da C/S (Figura 68), tanto em termos de intensidade como de duração, em concordância com os resultados da análise descritiva quantitativa das mesmas amostras em DES a 10%, onde a SrB apresentou valores para o atributo amargo residual significativamente superiores ($p \leq 0,05$).

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). A Tabela 34 expressa os resultados das médias.

O SrB apresentou médias significativamente superiores para todos os parâmetros ($p \leq 0,05$), indicando que o gosto amargo deste edulcorante fica mais evidente com o aumento da concentração.

O APM apresentou médias de Td, Área, Ttot e I_{max} sem diferenças significativas com a C/S. Para T_{lmax}, o APM apresentou média superior a do C/S e para Platô sua média foi inferior à do C/S.

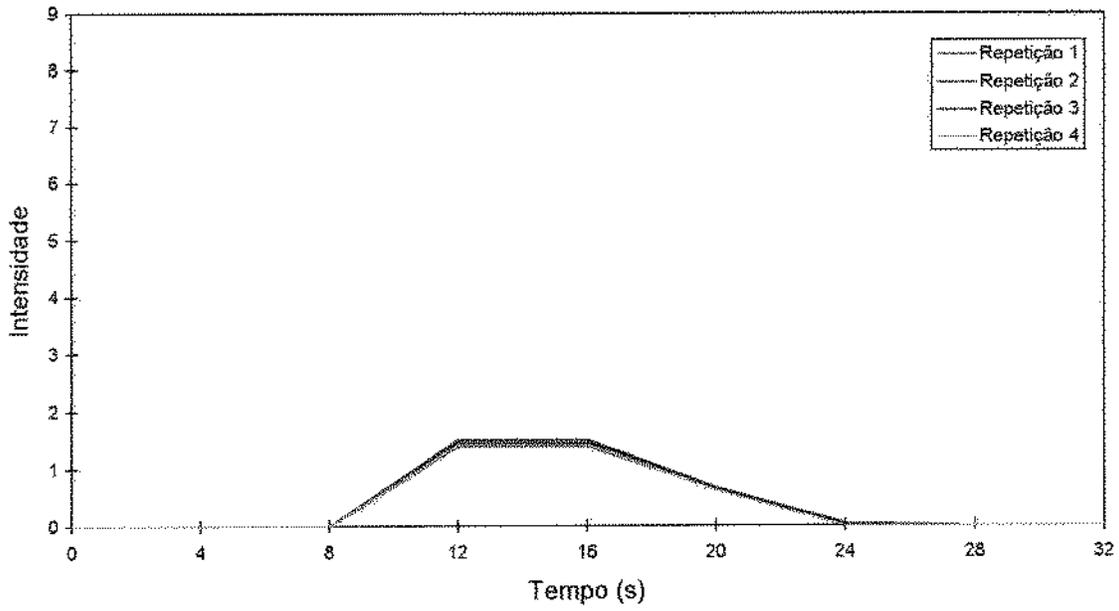


Figura 66 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo do aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

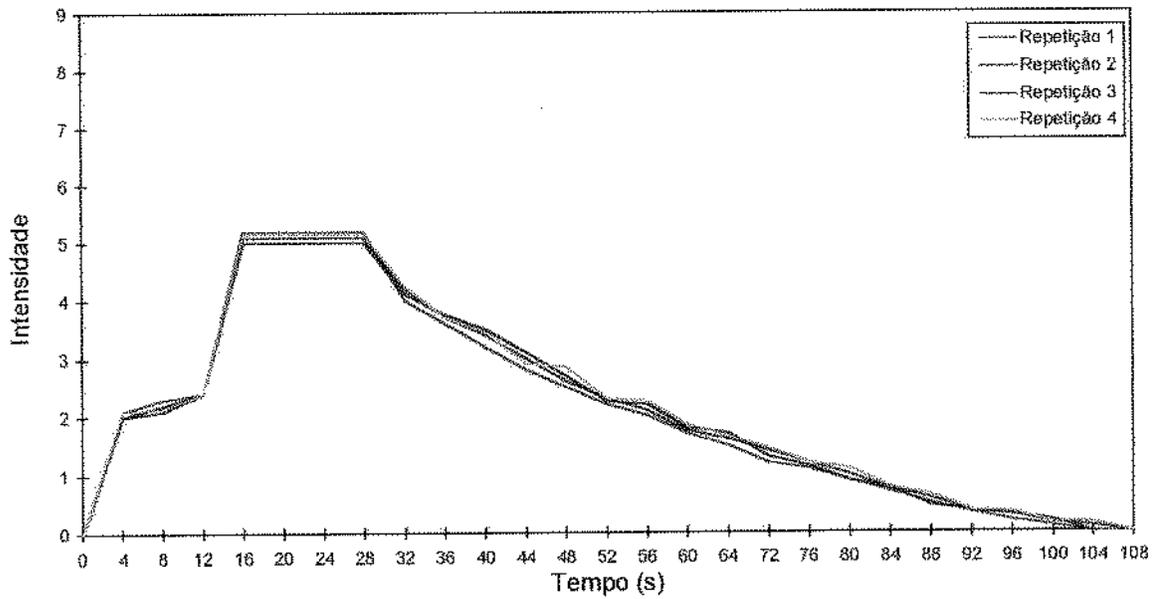


Figura 67 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo do extrato de folhas de estévia em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

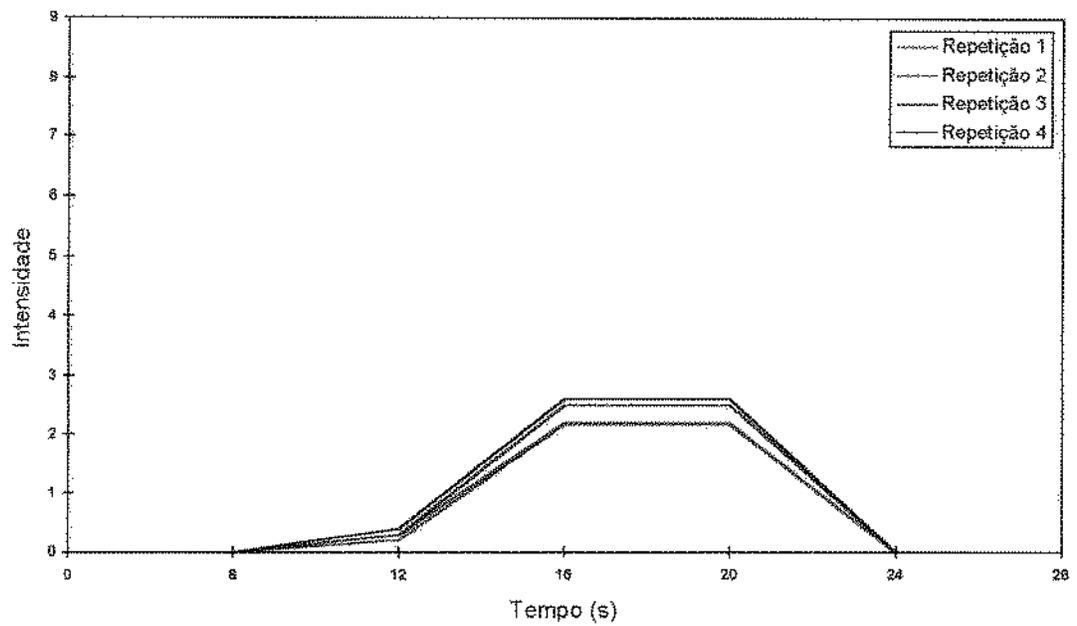


Figura 68 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Tabela 34 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Amostra	T_{lmax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	l_{max}[*]
APM	14,63 ^b	17,98 ^b	3,37 ^c	5,78 ^b	6,02 ^b	1,31 ^b
SrB	17,87 ^a	30,60 ^a	12,73 ^a	223,33 ^a	110,27 ^a	5,97 ^a
C/S	12,72 ^c	17,88 ^b	5,17 ^b	12,64 ^b	7,64 ^b	2,14 ^b
DMS	1,3292	1,8626	1,3069	14,3400	5,0726	2,4721

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 69.

Verifica-se que 90,39% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros Área, Ttot e Td (positivamente), contribuíram de forma mais acentuada para a variabilidade associada a esse eixo.

Os parâmetros I_{max} (positivamente) e T_{lmax} (negativamente) contribuíram de forma mais marcante para a variabilidade associada ao segundo eixo (Componente Principal 2).

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 98,05% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou boa repetibilidade.

Todos os parâmetros caracterizaram o SrB: Ttot, Área, Td, Platô, I_{max} e T_{lmax}. Na Tabela 34 os valores de todos os parâmetros citados são significativamente superiores para SrB, e a Figura 69 evidencia esta característica.

O APM e a mistura C/S caracterizaram-se por apresentar valores menores de todos os parâmetros das curvas T-I. Tais observações são confirmadas pela Tabela 34 e pela Figura 69. Da mesma forma, a Análise Descritiva Quantitativa em DES 10%, também confirma este resultado, uma vez que o gosto amargo residual foi significativamente menor para APM e C/S.

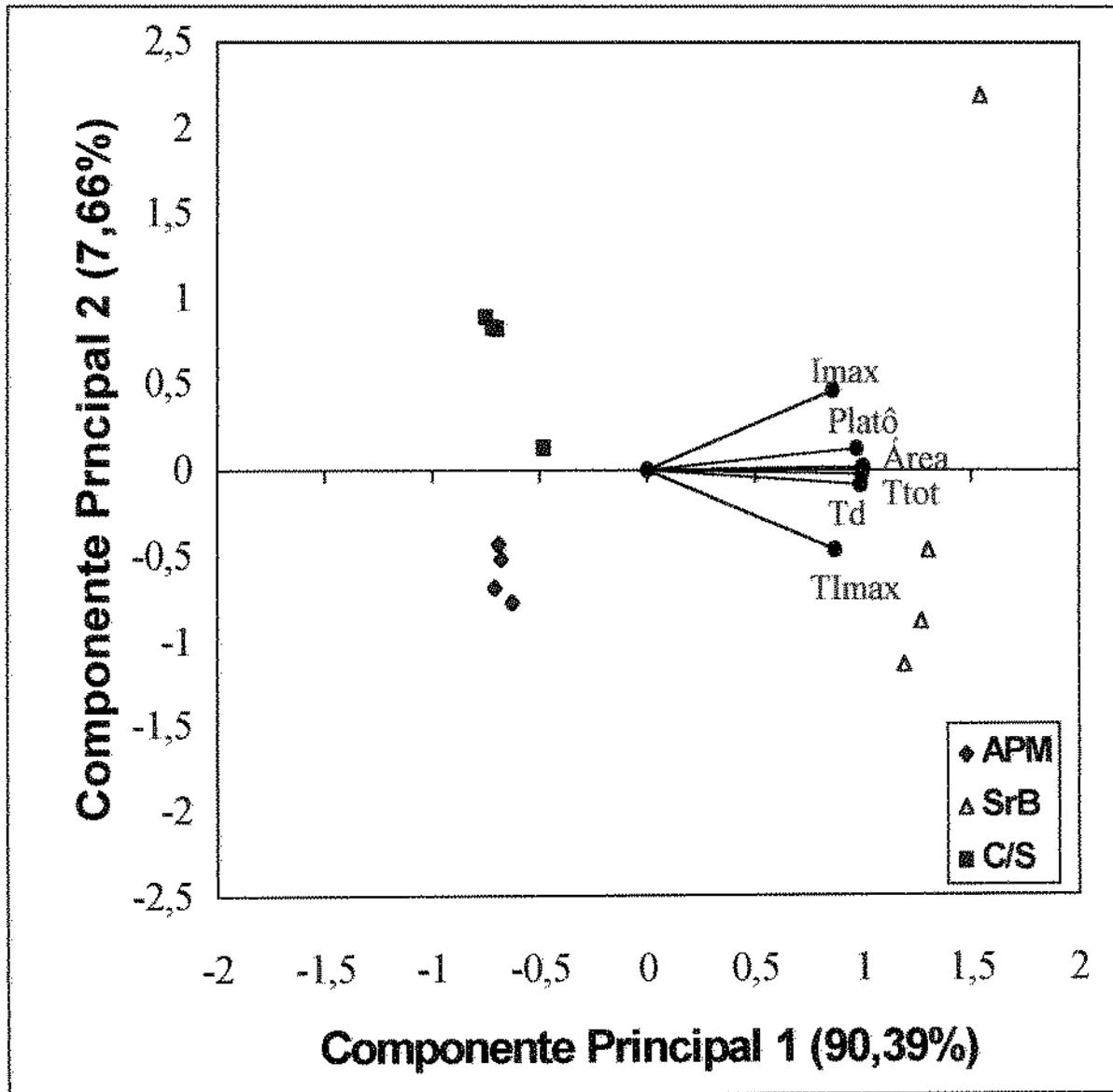


Figura 69 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 10% de sacarose (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

A proximidade entre os vetores Ttot, Área, Platô e Td indicam possibilidade de alta correlação linear positiva entre eles para o estímulo amargo dos edulcorantes avaliados em DES a 10%. Os valores de r , confirmam tal observação: entre Ttot e Área $r=0,99$; entre Ttot e Platô $r=0,96$; entre Ttot e Td $r=0,99$; entre Área e Platô $r=0,97$; entre Área e Td $r=0,98$; entre Platô e Td $r=0,97$.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas.

O resultado da desta análise está expressa na Tabela 35, onde verifica-se que nesta equivalência de doçura, para o gosto amargo, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras é: Ttot, Platô, I_{max}, Área, T_{lmax} e Td.

Tabela 35 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Passo	Variável incluída*	R ² Parcial	F estatístico	Probabilidade >F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Ttot	0,9615	862,303	0,0001	0,03847000	0,0001
2	Platô	0,4908	32,775	0,0001	0,01958788	0,0001
3	Imax	0,1250	4,787	0,0114	0,01713902	0,0001
4	Área	0,2443	10,667	0,0001	0,01295227	0,0001
5	Tlmax	0,1380	5,204	0,0080	0,01116466	0,0001
6	Td	0,1094	3,931	0,0245	0,00994323	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.7 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 20%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce da sacarose, APM e C/S, em DES 20% percebidas por todos os provadores, seguiram uma característica própria para cada substância. As características destas curvas estão representadas na Figuras 70 para a sacarose, 71 para APM, e 72 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições.

De acordo com as figuras, é possível visualizar que a intensidade do estímulo doce em DES a 20% para as três amostras foram muito semelhantes, mas a duração do estímulo foi maior para a C/S, depois para a sacarose e por último para o APM.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros. A Tabela 36 expressa os resultados das médias.

As médias de T_{max} da sacarose e APM, que foram superiores, não diferiram entre si, e a de APM por sua vez, não diferiu de C/S ($p \leq 0,05$).

As médias de T_d e Platô da sacarose foram significativamente maiores que de APM e C/S, que não diferiram entre si ($p \leq 0,05$).

As médias de Área e T_{tot} tiveram a seguinte ordem decrescente ($p \leq 0,05$) para as amostras: C/S, sacarose e APM.

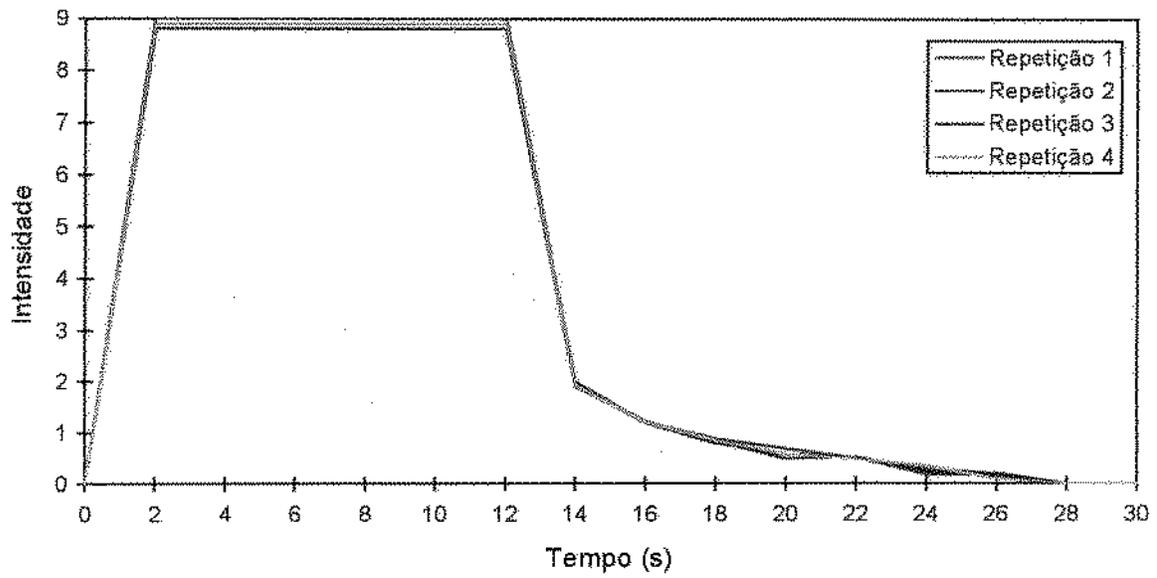


Figura 70 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de sacarose a 20%.

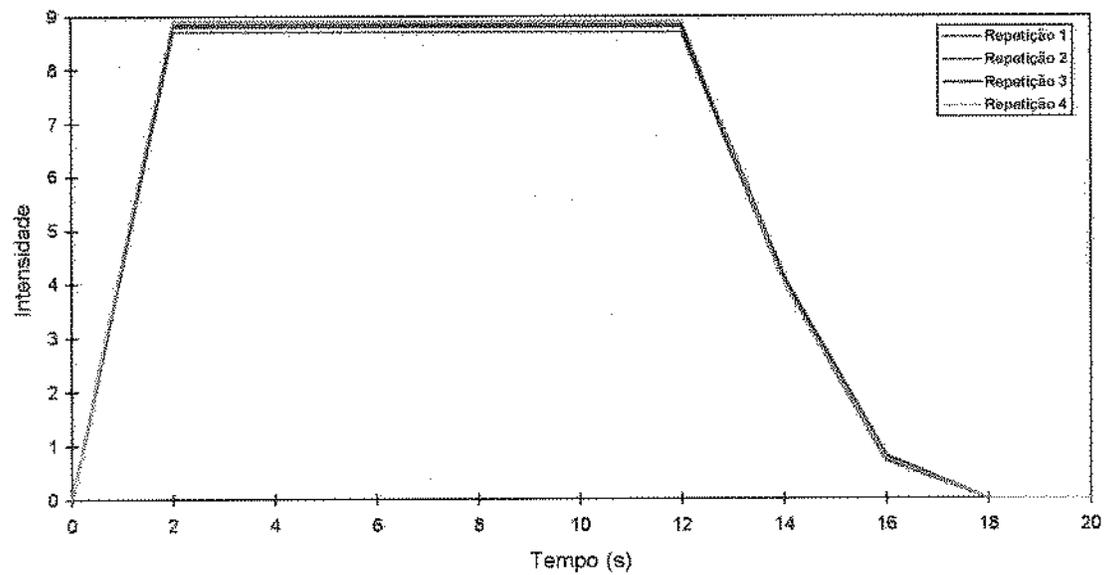


Figura 71 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

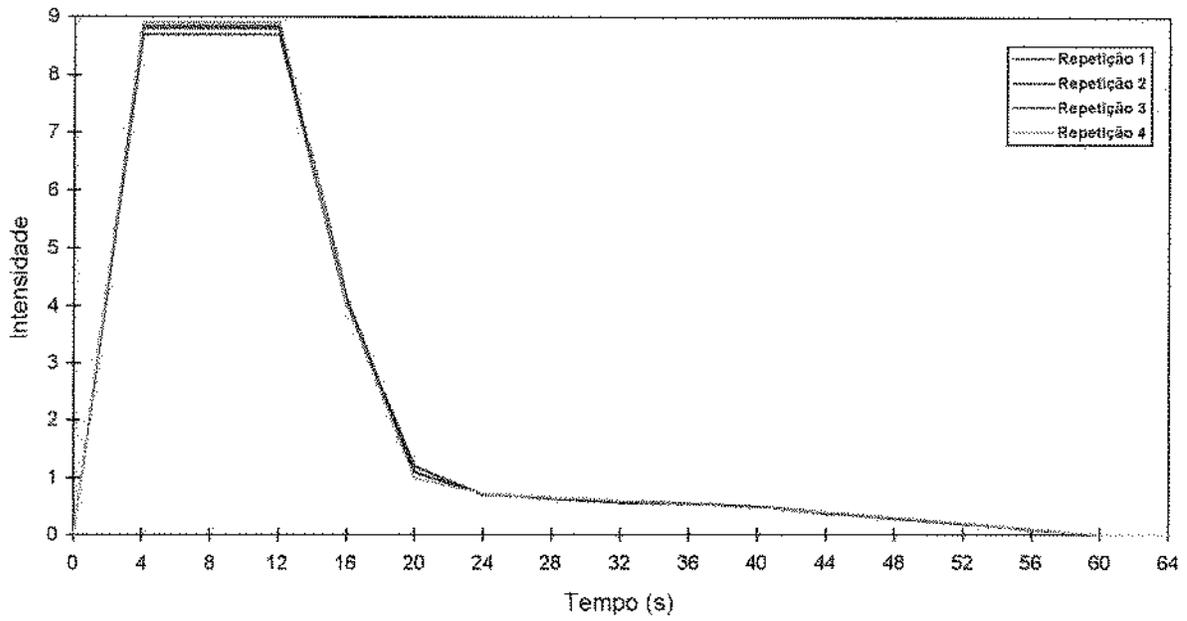


Figura 72 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

Tabela 36 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

Amostra	T_{lmax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	l_{max}*
SAC	3,71 ^a	14,10 ^a	10,39 ^a	122,38 ^b	22,02 ^b	8,82 ^a
APM	3,48 ^{a,b}	13,02 ^b	9,56 ^b	111,51 ^c	18,05 ^c	8,55 ^c
C/S	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

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

As médias de I_{max} seguiram a seguinte ordem decrescente ($p \leq 0,05$): da sacarose, de C/S e por último do APM.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 73.

Verifica-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 esse eixo.

Os Componentes Principais 1 e 2 explicaram juntos, 87,55% da variação ocorrida entre as amostras.

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma no gráfico bidimensional (Figura 73).

Nesta equivalência de doçura o experimento apresentou repetibilidade razoável, sendo um pouco menor para a sacarose.

A sacarose ficou caracterizada pelos parâmetros $T_{I_{max}}$, Platô, I_{max} e T_d .

O APM ficou melhor caracterizado pelo parâmetro $T_{I_{max}}$, uma vez que este é o único vetor que se aproxima desta amostra, assim como por apresentar os menores valores para T_{tot} , Área e I_{max} .

A C/S ficou caracterizada pelos parâmetros T_{tot} e Área.

Novamente para esta equivalência de doçura aconteceu a proximidade dos vetores T_{tot} e Área, que indica a possibilidade de correlação linear positiva entre estes parâmetros, que foi confirmada pelo valor de $r=0,88$.

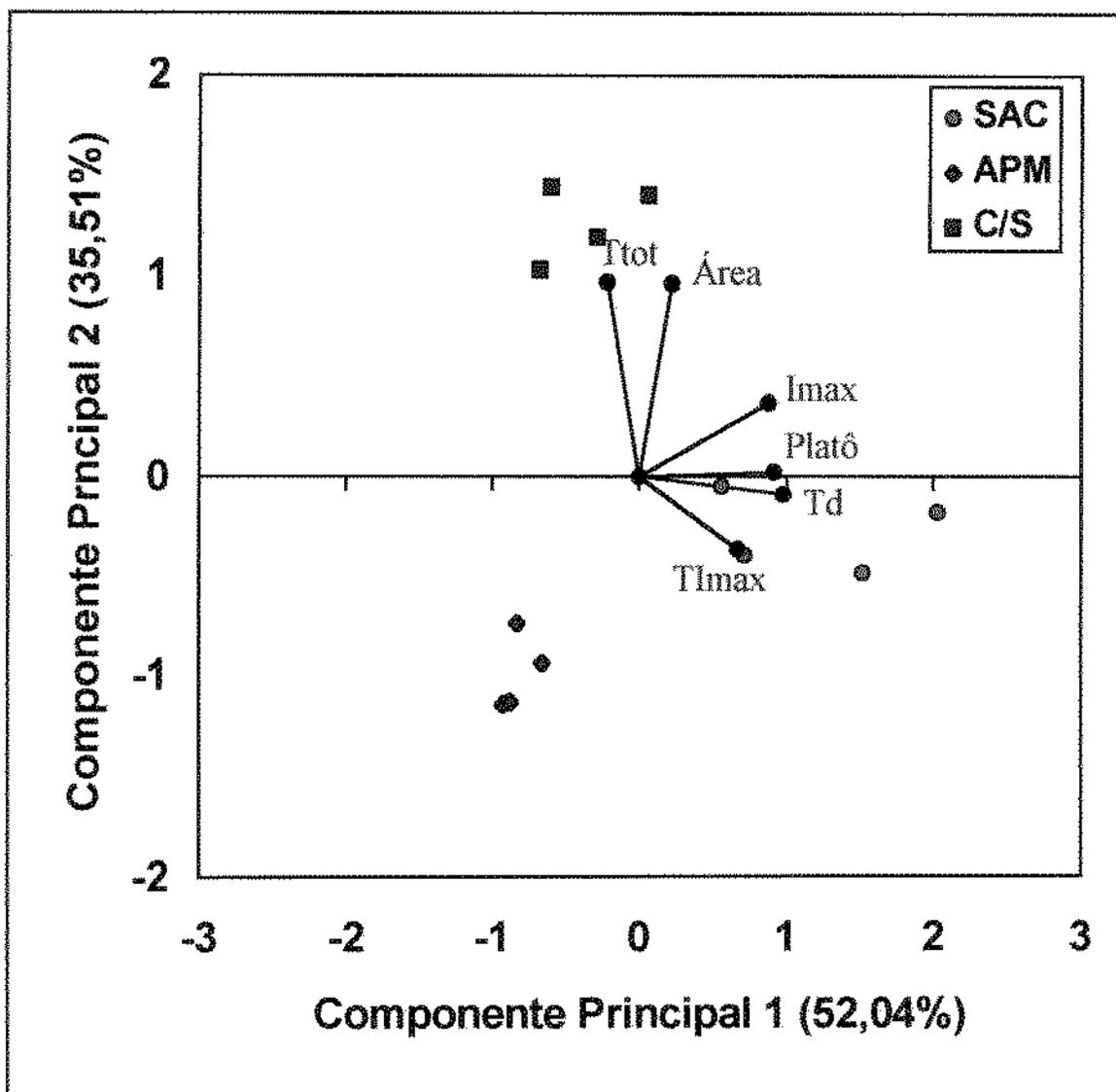


Figura 73 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 20% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

Os vetores Platô e Td também ficaram localizados próximos em apresentação bidimensional, sugerindo correlação linear positiva entre estes parâmetros. O valor de r neste caso foi 0,93.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas. O resultado da Análise Discriminante por Passos, está expressa na Tabela 37.

Verifica-se que, de acordo com esta análise, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras, para o estímulo doce em DES 20% é: Ttot, I_{max}, Área e Td.

Tabela 37 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 10%.

Passo	Variável incluída*	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Ttot	0,9706	1139,394	0,0001	0,02938937	0,0001
2	Imax	0,5684	44,771	0,0001	0,01268530	0,0001
3	Área	0,2095	8,876	0,0004	0,01002830	0,0001
4	Td	0,1522	5,924	0,0043	0,00850214	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.8 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estimulo Amargo de Aspartame, e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 20%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo amargo de cada uma das amostras (APM e C/S), em DES 20% percebidas por todos os provadores, seguiram uma mesma tendência. As características destas curvas estão representadas na Figuras 74 para APM, e 75 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições.

É possível observar, comparando as Figuras 74 e 75, que o gosto amargo do APM teve maior tempo de duração com o aumento da concentração, embora a intensidade tenha sido bem menor.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). A Tabela 38 expressa os resultados das médias.

O APM apresentou médias de T_{lmax}, T_d, Platô, Área e T_{tot} significativamente superiores às da C/S, mas para I_{max} a média do APM, foi significativamente inferior ($p \leq 0,05$).

É interessante notar que apesar de somente a I_{max} da C/S ter sido significativamente ($p \leq 0,05$) superior à do APM, na Análise Descritiva Quantitativa o C/S apresenta as intensidades de amargo inicial e amargo residual superiores às do APM (Tabela 20).

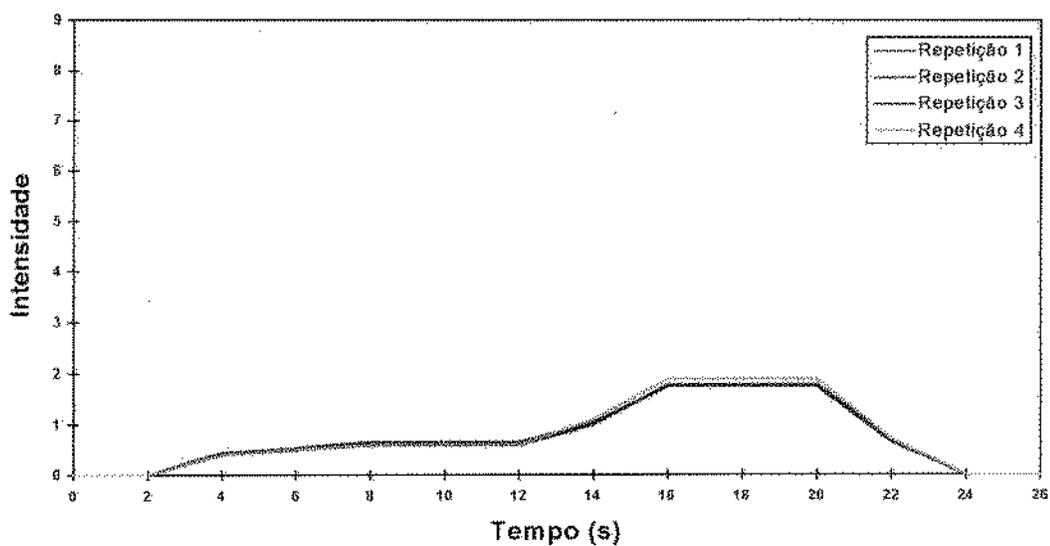


Figura 74 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo de uma solução de aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

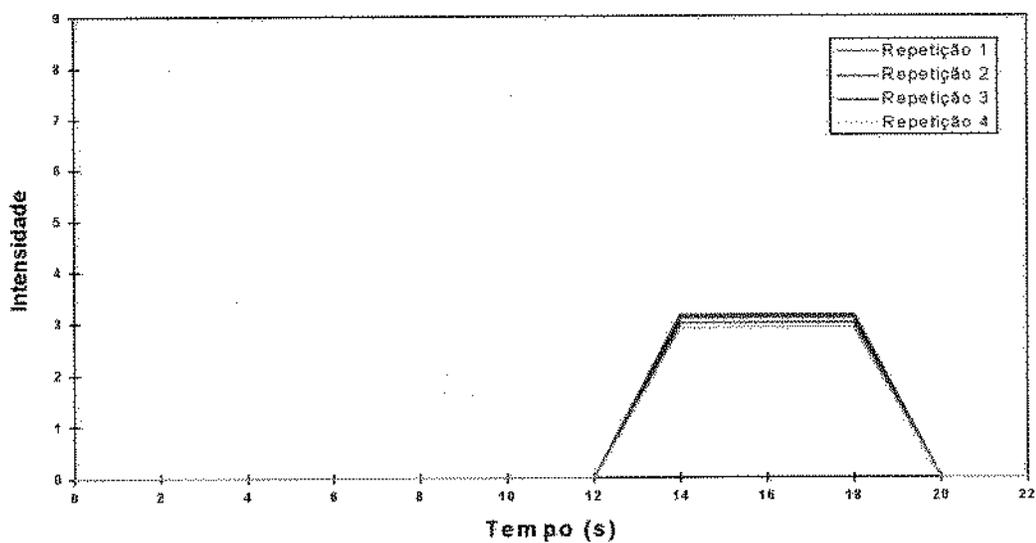


Figura 75 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo de uma solução da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

Tabela 38 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

Amostra	T _{imax} (s)	T _d (s)	Platô (s)	Área	T _{tot} (s)	I _{max} [*]
APM	16,18 ^a	20,08 ^a	3,90 ^a	15,68 ^a	20,24 ^a	1,45 ^b
C/S	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

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 76.

Verifica-se que 88,85% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros T_{max} , T_d e T_{tot} (positivamente) e I_{max} (negativamente), contribuíram de forma mais acentuada para a variabilidade associada a esse eixo.

Os parâmetros Platô e Área (positivamente) e T_{tot} (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 ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou razoável repetibilidade.

O APM ficou bem separado da C/S, demonstrando que as características temporais do gosto amargo destas duas amostras nesta equivalência de doçura são bem diferentes.

O APM ficou caracterizado pelos parâmetros T_{tot} , Área , Platô , T_d , e T_{max} .

A C/S ficou caracterizado pelo parâmetro I_{max} .

Estas observações são confirmadas através da Tabela 39 e da Figura 76, onde somente a média de I_{max} é significativamente superior para C/S.

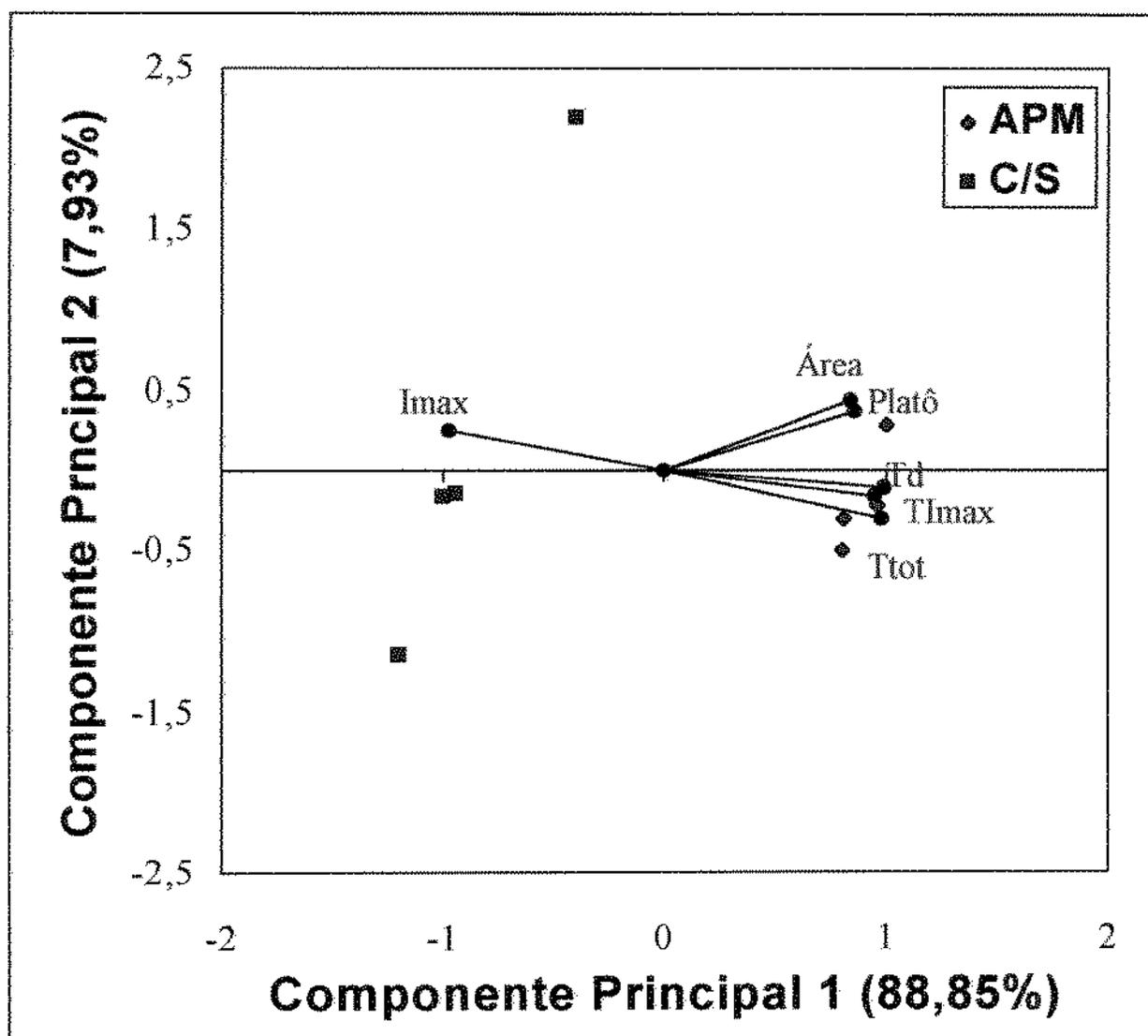


Figura 76 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 20% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

A proximidade entre os vetores Área e Platô demonstram a correlação linear positiva entre eles ($r=0,81$). O mesmo ocorre 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, revelam a 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 T-I anteriores, os parâmetros Área e Ttot apresentaram baixa correlação, de acordo com o que se observa na Figura 76 e confirmada pelo valor de $r=0,78$.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas.

O resultado desta análise está expresso na Tabela 39, onde verifica-se que nesta equivalência de doçura, para o gosto amargo em DES 20%, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras é: Ttot, lmax, Platô, Tlmax, Td e Área.

Tabela 39 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 20%.

Passo	Variável incluída*	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Ttot	0,9820	2503,178	0,0001	0,01804503	0,0001
2	Imax	0,4352	34,681	0,0001	0,01019095	0,0001
3	Platô	0,0751	3,570	0,0654	0,00942607	0,0001
4	Tlmax	0,0298	1,320	0,2569	0,00914524	0,0001
5	Td	0,0486	2,146	0,1504	0,00870073	0,0001
6	Área	0,0419	1,791	0,1882	0,00833652	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.9 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estímulo Doce de Sacarose, Aspartame e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 30%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo doce da sacarose, APM e C/S, em DES 30% percebidas por todos os provadores, seguiram a mesma tendência para cada substância. A característica destas curvas estão representadas na Figuras 77 para a sacarose, 78 para APM, e 79 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições.

Através do aspecto visual das curvas é possível notar que os gostos doces da sacarose e da C/S foram mais prolongados do que do APM, embora com intensidades semelhantes.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros. A Tabela 40 expressa os resultados das médias.

As médias de T_{max} do APM e da C/S 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 da sacarose ($p \leq 0,05$).

As médias de Área e T_{tot} tiveram a seguinte ordem decrescente ($p \leq 0,05$) para as amostras: C/S, sacarose e APM, da mesma forma que para DES 20%.

As médias de I_{max} da sacarose, de C/S não diferiram entre si, sendo um pouco superiores a do APM.

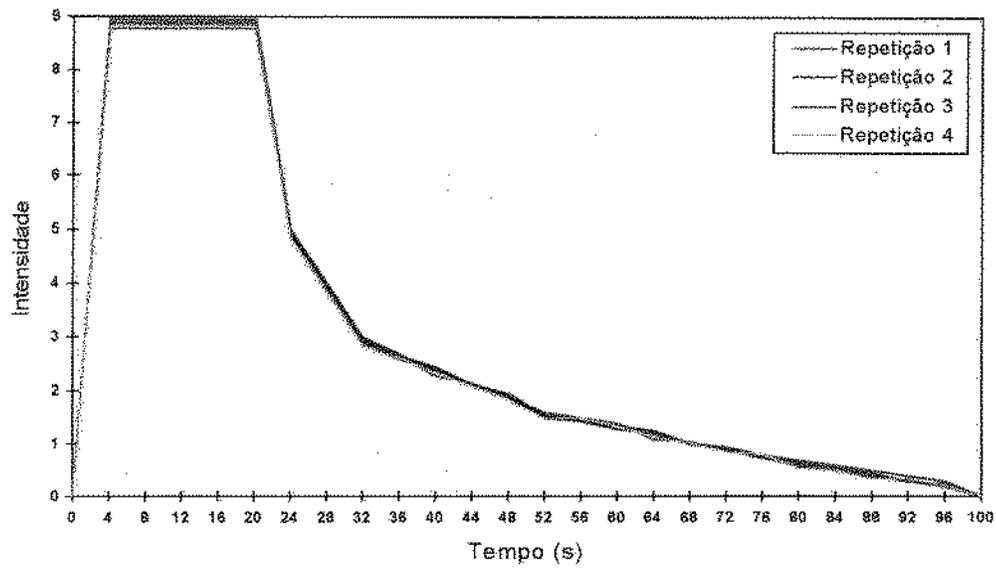


Figura 77 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de sacarose a 30%.

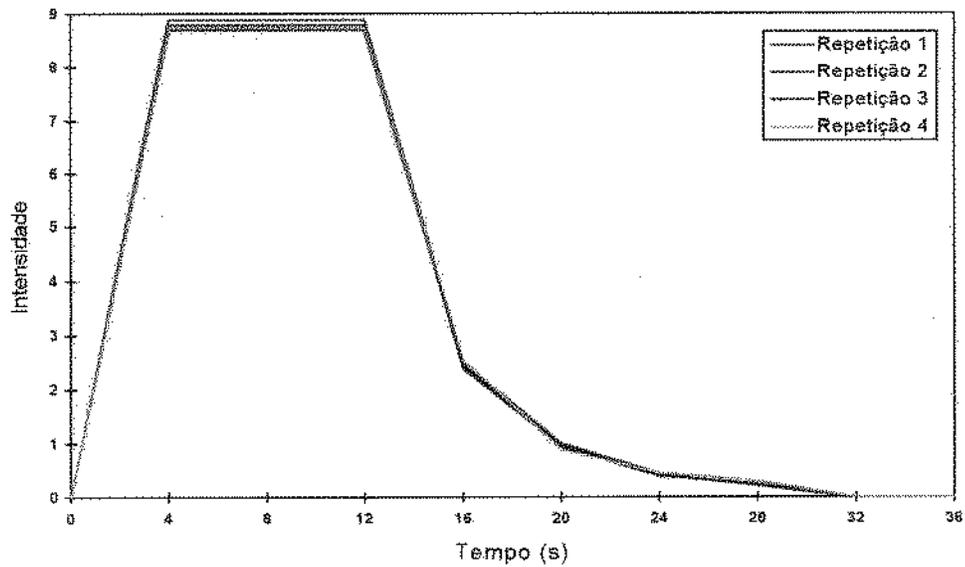


Figura 78 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

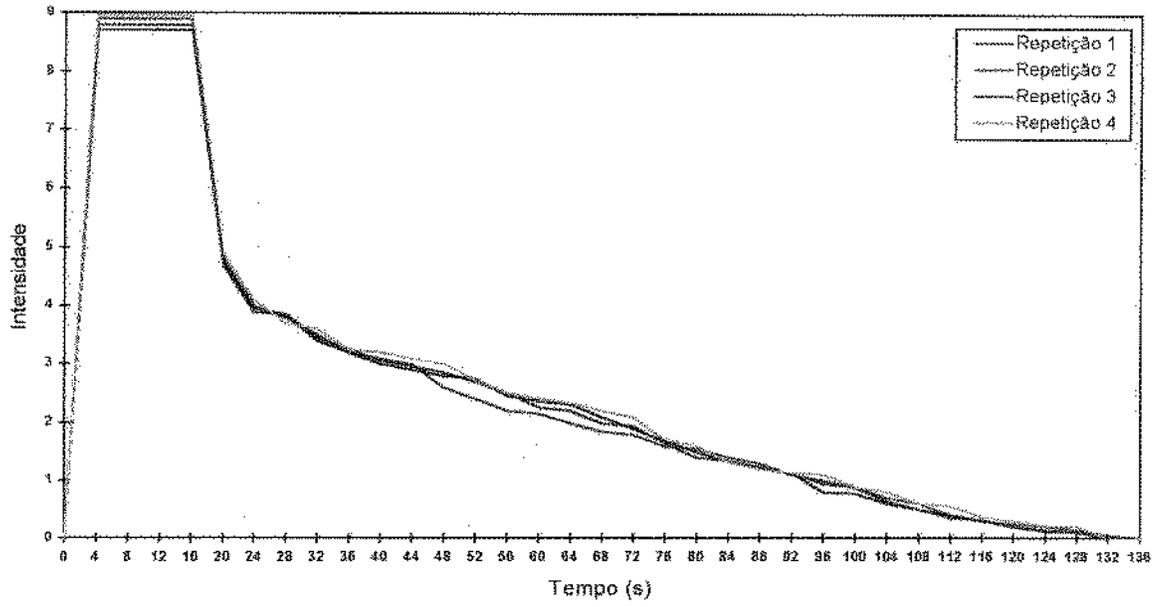


Figura 79 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto doce de uma solução de ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

Tabela 40 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

Amostra	T_{imax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	l_{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

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada análise de componentes principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 80.

Verifica-se que 66,38% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que os parâmetros Platô e Td (positivamente) e T_{max} (negativamente), foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada a esse eixo.

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

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou ótima repetibilidade, bem melhor que a encontrada com as análises de tempo-intensidade anteriores.

A sacarose ficou melhor caracterizada pelos parâmetros Platô e Td.

O APM e a C/S, embora distintos, ficaram muito próximos, e os dois ficaram melhor caracterizados pelo parâmetro o T_{max}.

Nesta equivalência de doçura, a proximidade entre os vetores Platô e Td indica a possibilidade de correlação linear positiva entre estes parâmetros, o que foi confirmado pelo valor de $r=0,99$. O mesmo ocorre com os parâmetros I_{max} e T_{tot}, que obtiveram $r=0,95$. Assim como ocorreu para o gosto amargo em DES 20%, para doce em DES 30% a correlação entre Área e T_{tot} também foi baixa.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas. O resultado da Análise Discriminante por Passos, está expressa na Tabela 41. Verifica-se que, de acordo com esta análise, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras, para o estímulo doce em DES 30% é: Td, Área, Platô, T_{tot} e I_{max}.

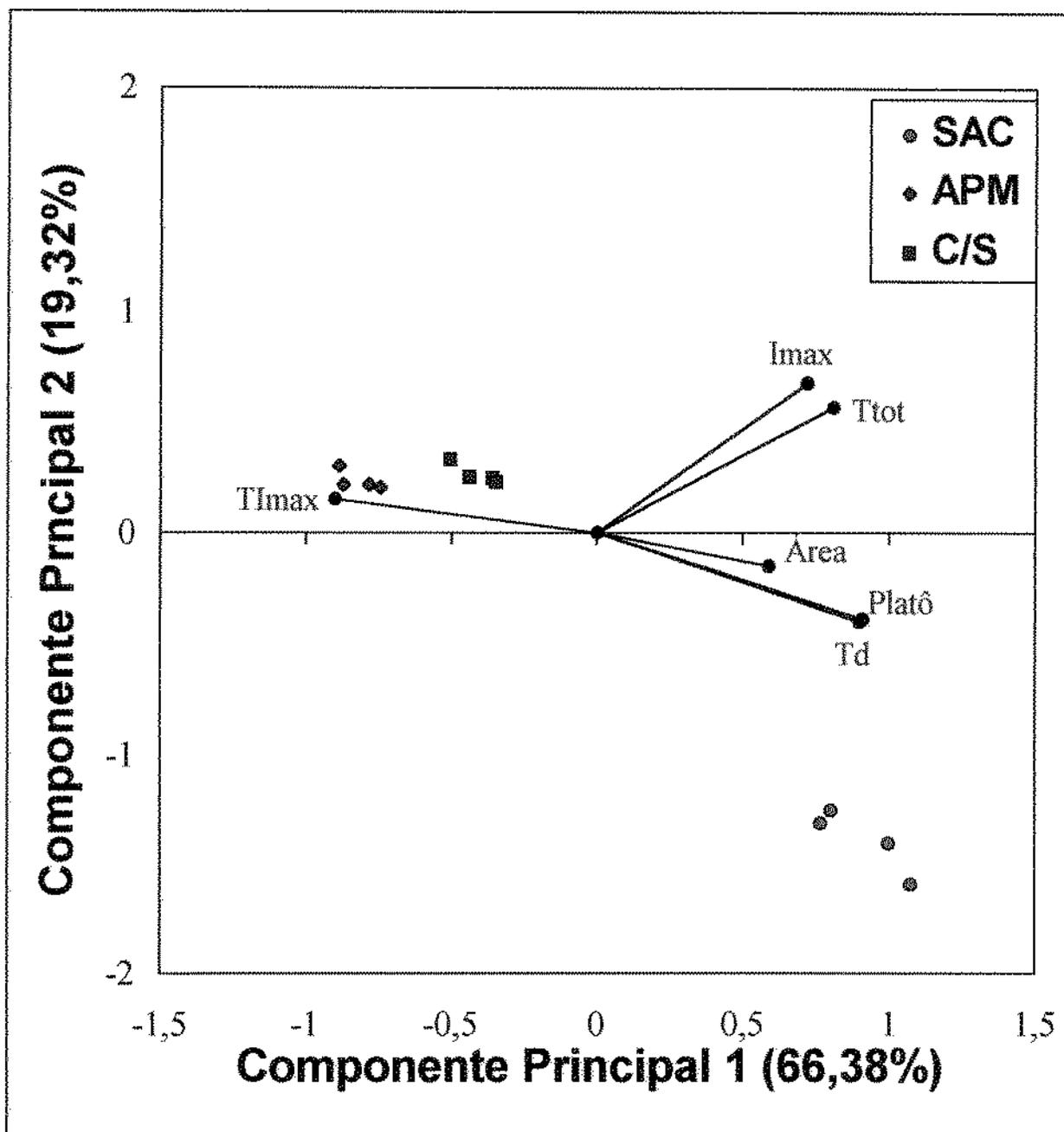


Figura 80 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 30% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

Tabela 41 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

Passo	Variável incluída*	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Td	0,9260	431,697	0,0001	0,07400305	0,0001
2	Área	0,6879	74,950	0,0001	0,02309411	0,0001
3	Platô	0,1295	4,986	0,0096	0,02010238	0,0001
4	Ttot	0,1170	4,375	0,0164	0,01774945	0,0001
5	Imax	0,0310	1,041	0,3590	0,01719876	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.10 - Avaliação Tempo-Intensidade para Estímulo Amargo de Aspartame, e Ciclamato/Sacarina 2:1 em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 30%

As curvas tempo-intensidade registradas para o estímulo amargo de cada amostra (APM e C/S), em DES 30% percebidas por todos os provadores, seguiram uma mesma tendência. As características destas curvas estão representadas na Figuras 81 para APM, e 82 para a C/S, tomando-se como exemplo os registros de um determinado provador e suas quatro repetições.

É possível observar, comparando as Figuras 98 e 116 que o gosto amargo do APM teve maior tempo de duração e área com o aumento da concentração.

Comparando-se as Figuras 75 e 82, verifica-se de forma visual que a C/S também apresentou aumento de área, tempo total de duração e intensidade do estímulo.

A análise de variância dos resultados (fontes de variação: provador, amostra e interação entre amostra e provador), mostra que houve diferença significativa ($p \leq 0,0001$) entre as amostras em relação a todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). A Tabela 42 expressa os resultados das médias.

Diferentemente do observado para o amargo em DES 20%, a C/S apresentou médias significativamente superiores às do APM, para todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). Portanto, o aumento da concentração dos edulcorantes teve maior influência sobre o gosto amargo do C/S, aumentando principalmente sua persistência (Área e Ttot). Esses resultados estão em concordância com a Análise Descritiva Quantitativa realizada, onde a diferença de intensidade do gosto amargo tanto inicial, como residual entre o C/S eo APM foi maior na DES 20%.

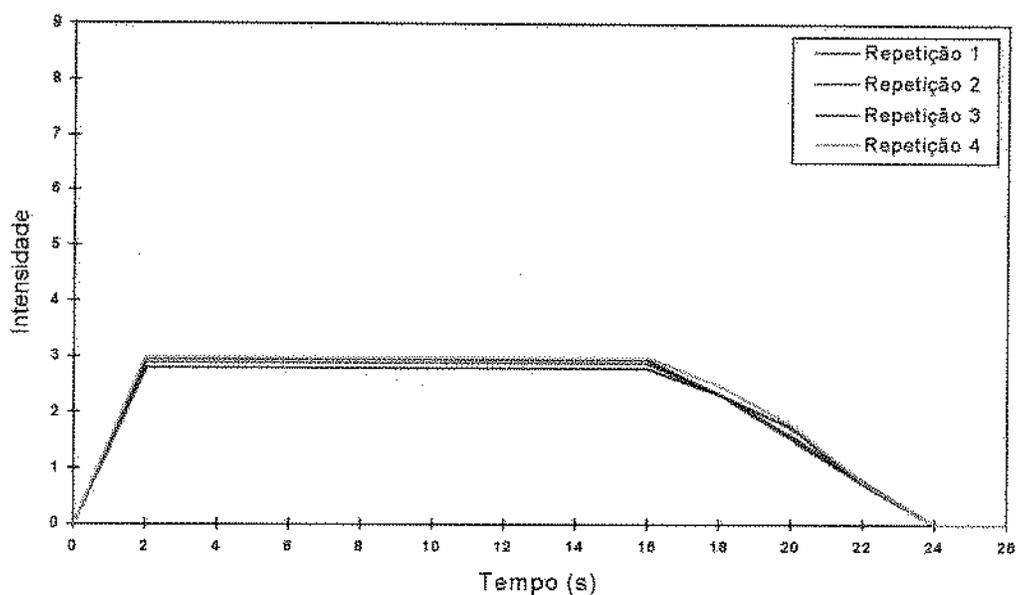


Figura 81 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo de uma solução de aspartame em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

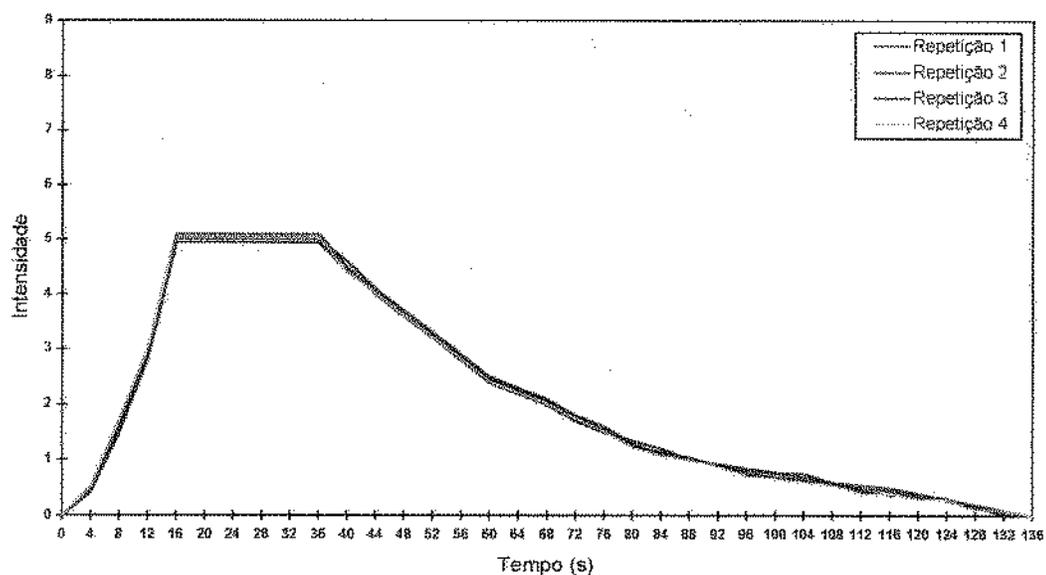


Figura 82 - Curva Tempo-Intensidade característica do gosto amargo de uma solução da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

Tabela 42 - Médias dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

Amostra	T_{lmax} (s)	T_d (s)	Platô (s)	Área	T_{tot} (s)	l_{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

*Descrição dos parâmetros na Figura 29

Através dos parâmetros coletados, para cada amostra e provador, foi realizada Análise de Componentes Principais (ACP), e o resultado está representado na Figura 83.

Verifica-se que 98,76% da variação ocorrida entre as amostras foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1), sendo que todos os parâmetros: Área, T_{lmax}, T_{tot}, I_{max}, Platô e T_d (positivamente), contribuíram de forma importante para a variabilidade associada a esse eixo.

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

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

As amostras ficaram bem distintas umas das outras, e o experimento apresentou ótima repetibilidade.

O APM ficou bem distante da C/S, demonstrando que as características temporais do gosto amargo destas duas amostras, também nesta equivalência de doçura, são bem diferentes.

A C/S ficou caracterizada por todos os parâmetros da curva T-I: I_{max}, T_{lmax}, T_d, Platô, Área, e T_{tot}.

Já o APM, ficou caracterizado por apresentar valores menores para todos os parâmetros, evidenciando que as características do gosto amargo, nesta equivalência de doçura (DES 30%), são mais acentuadas na mistura C/S.

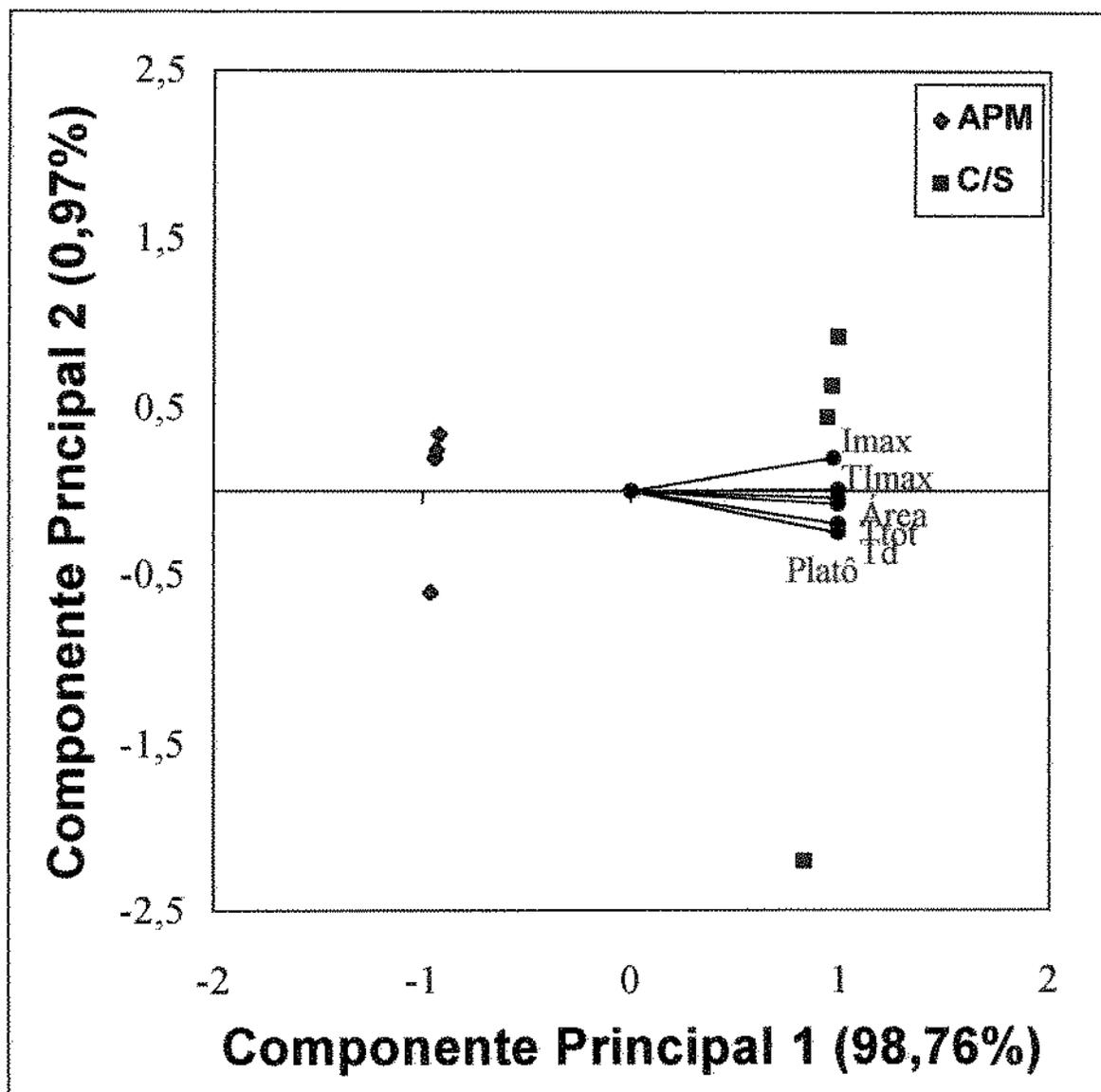


Figura 83 - Figura bidimensional da Análise de Componentes Principais dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto amargo dos edulcorantes em equivalência de doçura a uma solução a 30% de sacarose. (Descrição dos parâmetros na Figura 29).

Estas observações são confirmadas através da Tabela 42, onde as médias de todos os parâmetros são significativamente superiores para C/S.

A proximidade entre todos os vetores demonstram a correlação linear positiva entre eles. Os valores de r , entre todos eles estão compreendidos entre 0,95 e 0,99.

Com os dados coletados para os parâmetros, foi aplicada a técnica estatística de Análise Discriminante por Passos para ordenar e selecionar os parâmetros das curvas T-I segundo seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas.

O resultado desta análise está expressa na Tabela 43. Verifica-se que em DES 30%, para o gosto amargo, a ordem de importância dos parâmetros das curvas T-I em discriminar as amostras é: Área, Ttot, Platô, Td, TImax e Imax.

Tabela 43 - Análise Discriminante por Passos. Ordem dos atributos segundo seu poder de discriminação dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce dos edulcorantes em doçura equivalente a uma solução de sacarose a 30%.

Passo	Variável incluída*	R ² parcial	F estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Área	0,9996	121481,52	0,0001	0,00037852	0,0001
2	Ttot	0,1056	5,311	0,0259	0,00033856	0,0001
3	Platô	0,0358	1,635	0,2077	0,00032643	0,0001
4	Td	0,0180	0,787	0,3799	0,00032056	0,0001
5	Tmax	0,2983	17,859	0,0001	0,00022492	0,0001
6	Imax	0,0159	0,662	0,4207	0,00022135	0,0001

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

5.5.11 - Comparação das Características Tempo-Intensidade nos Diferentes Níveis de Doçura

Em relação tanto ao estímulo doce, como ao amargo, é possível notar que as características temporais de todas as substâncias avaliadas modificaram com o aumento da concentração, sendo comum a todas o aumento de T_{tot} , Área e I_{max} .

O gosto amargo do APM manteve-se em nível "fraco" até DES 20%, e mesmo dobrando de intensidade em DES 30%, continuou ainda em nível "fraco", de acordo com a escala de intensidades.

Através da análise tempo-intensidade ficou evidenciado o comportamento temporal do gosto amargo da SrB, que tornou-se mais intenso, com o aumento da concentração, evidenciado pelo aumento pronunciado dos valores dos parâmetros I_{max} , T_{tot} e Área. Observando-se as curvas tempo-intensidade características do gosto amargo do SrB, tanto em DES 3% (Figura 58), como em DES 10% (Figura 67), é possível verificar que existem dois patamares, um primeiro de intensidade fraca, e um segundo de intensidade bem maior. Uma vez que a ingestão da amostra ocorreu sempre após 10 segundos (tempo de residência na boca), é possível notar que o primeiro patamar ocorre sempre antes, e o segundo após a ingestão das amostras. Desta forma, fica evidenciada a presença do gosto amargo residual da SrB nas concentrações estudadas. Este fato fica em discordância com os estudos de SOEJARTO et alii (1982), que afirma que a *Stevia* da espécie *rebaudiana* não possui gosto amargo, embora estes autores utilizaram fragmentos das folhas da planta.

Já a intensidade do gosto amargo da mistura C/S, foi aumentando com o aumento da concentração, passando de "fraco" até DES 10% para "moderado" em DES 20 e 30%. Apesar da intensidade máxima (I_{max}) aumentar pouco de DES 20% para DES 30%, a Área e o tempo

total de duração do estímulo (T_{tot}) aumentou muito, demonstrando a persistência do gosto residual amargo da mistura.

O aspartame foi o edulcorante que mais se aproximou da sacarose em todas as equivalências de doçura em relação ao estímulo doce, e foi o único que não apresentou estímulo amargo em uma das concentrações (DES 3%).

É possível verificar que o estímulo doce de todas as amostras em todas as concentrações avaliadas teve início ao entrar em contato com a mucosa oral, enquanto o gosto amargo teve características diferentes, dependendo do edulcorante e da concentração.

Em DES 3% o APM não apresentou gosto amargo. Em DES 10%, apresentou gosto amargo leve após a ingestão. Em DES 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 C/S aparece somente após a sua ingestão em DES 3, 10 e 20%, caracterizando o gosto residual. Em DES 30%, aparece imediatamente ao ser colocado na boca, estabilizando após a ingestão, evidenciando amargor inicial e residual pronunciado nesta concentração.

5.5.12 - Estudo dos Parâmetros das Curvas Tempo-Intensidade

De acordo com os resultados das Análises de Componentes Principais, os parâmetros das curvas tempo-intensidade que apresentaram mais altas correlações positivas foram tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) e área total sob a curva (Área), mostrados

na Tabela 44. Isto sugere que a medida de somente um desses parâmetros já é suficiente para comparar curvas tempo-intensidade.

Os parâmetros das curvas tempo-intensidade que melhor discriminaram as amostras foram diferentes para cada equivalência de doçura e para cada estímulo (doce ou amargo), conforme pode ser observado na Tabela 45.

Portanto, a capacidade de discriminação dos parâmetros das curvas T-I utilizados, dependem da concentração dos edulcorantes e do estímulo avaliado, ou seja, doce ou amargo. Porém, na maioria dos casos, Ttot ou Área, que apresentaram normalmente alta correlação positiva entre si, encontraram-se entre os parâmetros mais discriminadores.

Tabela 44 - Parâmetros das curvas tempo-intensidade que apresentaram maiores correlações positivas nos quatro níveis de equivalência de doçura (DES), a partir dos resultados das análises de componentes principais.

DES/ Característica	Pares de Parâmetros* (coeficiente de correlação r)
3% / Doce	Área-Ttot (r=0,98)
3% / Amargo	Área-Ttot (r=0,99); Ttot-Platô (r=0,97); Área-Platô (r=0,98); Td-Tlmax (r=0,95)
10% / Doce	Área-Ttot (r=0,98); Td-Platô (r=0,82)
10% / Amargo	Ttot-Área (r=0,99); Ttot-Platô (r=0,96); Ttot-Td (r=0,99); Área-Platô (r=0,97); Área-Td (r=0,98); Platô-Td (r=0,97)
20% / Doce	Área-Ttot (r=0,88); Platô-Td (r=0,93)
20% / Amargo	Ttot-Tlmax (r=0,99); Área-Platô (r=0,81); Td-Tlmax (r=0,99); Td-Ttot (r=0,99)
30% / Doce	Ttot-lmax (r=0,95); Platô-Td (r=0,99)
30% / Amargo	Ttot-Tlmax (r=0,99); Ttot-Td (r=0,99); Ttot-Platô (r=0,99); Área-Ttot (r=0,99); Ttot-lmax (r=0,96); Tlmax-Td (r=0,99); Tlmax-Platô (r=0,98); Tlmax-Área (r=0,99); Tlmax-lmax (r=0,97); Td-Área (r=0,99); Td-Platô (r=0,99); Td-lmax (r=0,96); Platô-Área (r=0,99); Platô-lmax (r=0,96); Área-lmax (0,96)

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

Tabela 45 - Ordem decrescente dos parâmetros das curvas tempo-intensidade de acordo com seu poder de discriminação entre as amostras avaliadas nos quatro níveis de equivalência de doçura (DES), a partir dos resultados das análises discriminantes por passos.

Ordem	DES 3%		DES 10%		DES 20%		DES 30%	
	Doce	Amargo	Doce	Amargo	Doce	Amargo	Doce	Amargo
1	Ttot*	Ttot	Ttot	Ttot	Ttot	Ttot	Td	Área
2	Tlmax	Tlmax	Platô	Platô	lmax	lmax	Área	Ttot
3	Platô	lmax	lmax	lmax	Área	Platô	Platô	Platô
4	lmax	Td	Área	Área	Td	Tlmax	Ttot	Td
5	Td		Td	Tlmax		Td	lmax	Tlmax
6	Área			Td		Área		lmax

*Descrição dos parâmetros na Figura 29.

6 - CONCLUSÕES

- Entre os edulcorantes estudados (aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e extrato de folhas de estévia), a mistura ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) apresentou o maior poder edulcorante.
- As potências edulcorantes de aspartame (APM), extrato de folhas de estévia (SrB) e mistura ciclamato/sacarina 2:1 (C/S) diminuíram com o aumento de suas concentrações.
- Em doçura equivalente a uma solução de sacarose (DES) a 10%, a potência de SrB aumentou em pH ácido.
- Com relação à Análise Descritiva Quantitativa, ficou característico que a doçura inicial foi percebida com maior intensidade pelo C/S, seguido pelo APM e por último SrB em todas as concentrações estudadas. A intensidade da doçura residual variou de acordo com a concentração, sendo que em DES 3% a ordem crescente foi: SrB, APM e C/S; em DES 10% foi APM, C/S e SrB; e em DES 20% e 30% foi APM e C/S. Para os atributos amargo inicial, corpo e amargo residual as amostras apresentaram a seguinte ordem crescente na intensidade em DES 3% e 10%: APM, C/S e SrB; em DES 20% e 30% foi: APM e C/S. Já a intensidade do amargo residual, a ordem crescente foi a seguinte, em DES 3% e 10%: SrB, APM e C/S; e em DES 20% e 30% foi C/S e APM.
- O pH ácido modificou a intensidade das características sensoriais dos edulcorantes avaliados, em equivalência de doçura a sacarose a 10%, sendo que para o APM e para a C/S, a doçura inicial e residual, o amargo inicial e residual foram significativamente menores ($p \leq 0,05$), para o SrB a doçura inicial foi maior e o amargo residual e alcaçuz foram significativamente ($p \leq 0,05$) menores. Portanto, a SrB apresentou melhora sensorial em pH ácido.

- O uso da SrB pura deve ser indicado para DES igual ou menor que 10%, pois acima deste nível o gosto amargo tornou-se predominante, mascarando o gosto doce.
- As curvas tempo-intensidade comprovaram os resultados obtidos na análise descritiva e contribuíram com as informações de que, embora o APM, o SrB e C/S estivessem em mesma equivalência de doçura, possuíam características temporais diferentes. O estímulo doce de todas as amostras em todas as concentrações avaliadas teve início ao entrar em contato com a mucosa oral, enquanto o gosto amargo nem sempre seguiu esse comportamento. Em DES 3% o APM não apresentou gosto amargo; em DES 10%, apresentou gosto amargo leve após a ingestão; em DES 20% o gosto amargo apareceu ao entrar em contato com a mucosa oral e aumentou após a ingestão; e em DES 30%, apareceu logo ao entrar em contato com a mucosa oral, ficando estável até se extinguir. O gosto amargo residual do SrB, aumentou após a ingestão da amostra tanto em DES 3% como em DES 10%. O gosto amargo da mistura C/S apareceu somente após a sua ingestão em DES 3, 10 e 20%, caracterizando o gosto residual e em DES 30%, apareceu imediatamente ao ser colocado na boca, estabilizando após a ingestão, evidenciando amargor inicial e residual pronunciado nesta concentração.
- O SrB apresentou médias significativamente superiores para todos os parâmetros ($p \leq 0,05$) da curva tempo-intensidade para o estímulo amargo, indicando que o gosto amargo deste edulcorante foi mais pronunciado que o dos demais.
- Os parâmetros das curvas tempo-intensidade que melhor discriminaram as amostras tanto para o estímulo doce como para amargo, dependeram da concentração estudada, porém o tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) ou área total sob a curva (Área), que apresentaram alta correlação linear positiva, encontraram-se na maioria das vezes, entre os parâmetros mais discriminadores.

- Com relação à análise tempo-intensidade, ficou evidenciado que com o aumento da concentração, o estímulo doce do APM apresentou aumento na intensidade, o SrB apresentou aumento de persistência (ou gosto doce residual, constatado através do aumento de Área e Ttot), enquanto que C/S apresentou aumento tanto na intensidade como na persistência.
- O edulcorante cujas características estiveram mais próximas às da sacarose, apesar de não ter apresentado o maior poder edulcorante, foi o APM, seguido pela mistura C/S.
- O programa "SCDTI" mostrou-se muito eficiente em discriminar as características temporais dos edulcorantes, tanto para o estímulo doce, como para o estímulo amargo. Além disso, o programa demonstrou ser de fácil operação e entendimento, e ainda de perfeita praticidade e repetibilidade.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGOM,D., KATZIR,B. Sweetness magnitudes and sweetness differences: multiple psychological scales for sucrose. *Chem. Senses*, v.15, p. 75-85, 1990.
- AMERINE, M.A., PANGBORN, R.M., ROESSLER, E.B. *Principles of sensory evaluation of food*. New York: Academic Press, 1965. 602p.
- ANGELUCCI, E. O esteviosídeo de plantas brasileiras de *Stevia rebaudiana* Bertoni e a potencialidade de seu emprego em alimentos. Ensaio em formulações hídricas e carbonatadas. São Paulo, 1979. 78p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. apud STÉVIAFARMA INDUSTRIAL S/A. Adoçantes naturais da stévia: dados essenciais. Maringá, 1993. p.12 (Dossiê Técnico Comercial).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO (ABIA). Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões de alimentos. 1991. v.1, cap. 3, p.3.36; cap. 5, p. 5.1-15.
- AYYA,N., LAWLESS,H.T. Quantitative and qualitative evaluation of high-intensity sweeteners and sweetener mixtures. *Chem. Senses*, v.17, p. 245-59,1992.
- BAKAL, A.I., NABORS, L. B. Stevioside. In: NABORS,L.B., GELARDI,R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p. 295-307.
- BALDWIN,R.E., KORSCHGEN,B.M. Intensification of fruit flavors by aspartame. *J. Food Sci.*, v.44, p.938-9, 1979.
- BARTOSHUK,L.M., RENERT,K., RODIN,J., STEVENS,C. Effects of temperature on the perceived sweetness of sucrose. *Physiol. Behav.*, v.28, p. 905-10, 1982.

- BARYLKO-PIKIELNA, N., MATWSZEWSKA, I., HELEMANN, U. Effect of salt on time-intensity characteristics of bread. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, v. 23, p. 422-6, 1990.
- BECK, C.I. Sweetness, character, and applications of aspartic acid-based sweeteners. In: INGLETT, G.E. *Symposium sweeteners*. Westport, Connecticut: AVI. 1974. p. 164-181.
- BELL, F. Stevioside: a unique sweetening agent. *Chem. Ind.*, p.897-8, jul. 1954.
- BIRCH, G.G., MUNTON, S.L. Use of the "SMURF" in taste analysis. *Chem. Senses*, v.6, n.1, p.45-52, 1981.
- BIRCH, G.G., OGUNMOYELA, G. Taste properties of cocoa drinks with an added bitter/sweet sugar: intensity/time effects. *J. Food Tech.*, v. 15, p. 549-555, 1980.
- BIRCH, G.G., LATYMER, Z., HOLOWAY, M.O. Intensity/time relationships in sweetness: evidence for a queue hypothesis in taste chemoreception. *Chem. Senses*, v.5, p.63-79, 1980.
- BIRCH, G.G., O'DONNELL, K., MUSGRAVE, R. Intensity/time studies of sweetness: psychophysical evidence for localised concentration of stimulus. *Food Chem.*, v.9, p.223-37, 1982.
- BOBBIO, P.A., BOBBIO, F.O. *Química do processamento de alimentos*. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992. p.39-45.
- BONNANS, S., NOBLE, A.C. Effect of sweetener type and sweetener and acid levels on temporal perception of sweetness, sourness and fruitness. *Chem. Senses*, v.18, p.272-83, 1993.

- BORNSTEIN,B.L., WIET,S.G., POMBO,M. Sweetness adaptation of some carbohydrate and high potency sweeteners. *J. Food Sci.* v.58, p.595-8, 1993.
- BRADSTOCK,M.K., SERDULA,M.K., MARKS,J.S., BARNARD,R.J., CRANE,N.T., REMINGTON,P.L., TROMBRIDGE,F.L. Evaluation of reactions to food additives: the aspartame experience. *Am.J.Clin.Nutr.*, v.43, p.464-9, 1986.
- BRIDEL,M.M., LAVIEILLE,R. Le principe sucré du Kaà-hê-é (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *J. Pharm. Chimie*, v.14, p.99-113, 1931.
- CLIFF, M. Temporal perception of sweetness and fruitness and their interaction in model system. MS thesis. University of California, Davis, USA. 1987. apud CLIFF,M., HEYMANN,H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. *Food Res. Int.*, v.26, p.375-85, 1993.
- CLIFF,M., HEYMANN,H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. *Food Res. Int.*, v.26, p.375-85, 1993a.
- CLIFF,M., HEYMANN,H. Time-intensity evaluation of oral burn. *J. Sensory Stud.*, v. 8, p. 201-11, 1993b.
- CLIFF,M., HEYMANN,H. Evidence of an adsorption-desorption model for human irritant perception. *J. Sensory Stud.*, v. 9, p. 273-91, 1994.
- CLIFF,M., NOBLE, A.C. Time-intensity evaluation of sweetness and fruitiness and their interaction in a model solution. *J.Food Sci.*, v. 55, p. 450-54, 1990.
- CLONINGER,M.R., BALDWIN,R.E. L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester (aspartame) as a sweetner. *J. Food Sci.*, v.39, p.347-9, 1974.
- CROSBY,G.A. New sweeteners. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, v.15, p.297-323, 1976.

- CROSBY,G.A., WINGARD, R.E. A survey of less common sweeteners. In : NABORS,L.B., GELARDI,R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p.309-23.
- DAMÁSIO,M.H., COSTELL,E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. *Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.*, v.31/2, p.165-78, 1991.
- DE GRAAF,C., FRIJTERS, J.E.R. A psychophysical investigation of Beidler's mixture equation. *Chem. Senses*, v. 11, p. 295-314, 1986.
- DUBOIS,G.E., LEE,J.F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. *Chem. Senses*, v.7, p.237-47, 1983.
- DUBOIS, G.E., CROSBY, G.A., STEPHENSON, R.A., WINGARD,R.E. Dihydrochalcone sweeteners. Synthesis and sensory evaluation of sulfonate derivative. *J. Agric. Food Chem.*, v. 25, p. 763-72, 1977.
- DUIZER,L.M., GULLETT,E.A, FINDLAY,C.J. Time-intensity methodology for beef tenderness perception. *J. Food Sci.*, v.58, p. 493-7, 1993.
- FABIAN, F.W., BLUM, H.B. Relative taste potency of some basic food constituents and their competitive and compensatory action. *Food Res.*, v. 8, p. 179-93, 1943. apud TUNALEY,A., THOMSON,D.M.H., McEWAN,J.A. Determination of equi-sweet concentrations of nine sweeteners using a relative rating technique. *Int. J. Food Sci.Technol.*, v. 22, p. 627-35, 1987.
- FURTADO, S.M.B. Avaliação sensorial descritiva de aguardente de cana: influência da composição em suas características sensoriais e correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas. Campinas, 1995. 99 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

- GOLBERG,L., CONNING,D.M., MENDELSON,M., MOHR,U., ROE,F. VAN RYZIN,J., TAKAYAMA,S., TRUHAUT,R., WAGNER,B. Saccharin-current status. *Food Chem. Toxicol.*, v.23, p.543-6. 1983.
- GREEN,B.G., FRANKMANN,S.P. The effect of cooling on the perceived intensity of taste. *Chem. Senses.*, v.12, p. 609-19, 1987.
- GREMBY,T.H., PARKER,K.J., LINDLEY,M.G. *Developments in sweeteners-2* . London: Applied Science Publ., 1983. 254p.
- GRISON, L., SAUVAGEOT,F. Comparison between a graphical scale on sheet, a line scale on video screen and a touch frequency for sweetness intensity estimation. 1992. *Sci. Alim.*, v. 12, p. 357-69, 1992.
- GUINARD,J.X., PANGBORN,R.M., SHOEMAKER, C.F. Computerized procedure for the time-intensity sensory measurement. *J. Food Sci.*, v. 50, p. 543-4. 1985.
- GUTHRIE, H.A. *Introductory nutrition*. 7. ed. Saint Louis: Mosby, 1989. 600 p.
- HARPER, A.E. Phenylalanine metabolism. In: STEGINK,L.D., FILER JR.,L.J. *Aspartame: physiology and biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 77-110.
- HARRISON, S.K., BERNHARDT, R.A. Time-intensity sensory characteristics of saccharin, xylitol and galactose, and their effect on the sweetness of lactose. *J. Food Sci.*, v. 49, p. 780-6, 793, 1984.
- HIGGINBOTHAM,J.D. Recent developments in non-nutritive sweeteners. In: GREMBY,T.H., PARKER,K.J., LINDLEY,M.G. *Developments in sweeteners-2* . London: Applied Science. Publ., 1983. p.119-55.

- HOMLER, B. Nutrasweet biond sweetener: a look beyond the taste. In: BIRCH, G.G., LINDLEY, M.G. *Low calorie products*. London: Elsevier Applied Science, 1988. p.113-25.
- HOROWITZ, R.M., GENTILI, B. Dihydrochalcone seeteners from citrus flavonones. In: NABORS, L.B., GELARDI, R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p.135-54.
- INGLETT, G.E. Sweeteners - a review. *Food Technol.*, v.35, p. 37-41, 1981.
- INGLETT, G.E. Sweeteners: an overall prospective. In: STEGINK, L.D., FILER JR., L.J. *Aspartame: physiology and biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 11-28.
- ISHIKAWA, T., NOBLE, A. C. Temporal perception of adstringency and seetness in red wine. *Food Qual. Prefer.*, v. 6, p.27-33, 1995.
- ISIMA, N., KAKAYAMA, O. Sensory evaluation of stevioside as a sweetener. *Shokuhin Sogo Kenkyusho Kenkyu Hokoku*, v.31, p.80-5, 1976.
- JELLINEK, G. Introduction to and critical review of modern methods of sensory analysis (odor, taste and flavour evaluation) with special emphasis on descriptive analysis (flavour profile method). *J. Nutr. Diet.*, v.1, p. 219-60, 1964. apud CLIFF, M., HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: A review. *Food Res. Int.*, v.26, p.375-85, 1993.
- JENNER, M.R. Unnveiling its properties and applications. In: GREMBY, T.H. *Progress in sweeteners*. New York: Elsevier Applied Science, 1989. p. 121-42.

- KATO, I. Properties of stevioside. *Food Ind. (Japan)*, v. 18, p. 44-9, 1976. apud BAKAL,A.I., O'BRIEN NABORS,L. Stevioside. In: O'BRIEN NABORS,L., GELARDI,R.C. *Alternative sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p.295-308.
- KELLING, S.T., HALPERN, P.B. Taste flashes: reaction times, intensity, and quality. *Science*, v. 219, p. 412-22, 1983.
- KEMP,S.E., BIRCH,G.G. An intensity/time study of the taste of aminoacids. *Cem. Senses*, v.17, p.151-68, 1992.
- KETELSEN,S.M., KEAY,C.L., WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. *J.Food Sci.*, v.58, p. 1418-21, 1993.
- KIER,L.B. A molecular theory of sweet taste. *J. Pharm. Sci.*, v.61, p.1934-7, 1972.
- LARSON-POWERS,M., PANGBORN,R.M. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *J. Food Sci.*, v. 43, p.41-6, 1978a.
- LARSON-POWERS,M., PANGBORN,R.M. Descriptive analysis of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *J. Food Sci.*, v. 43, p.47-51, 1978b.
- LAWLESS,H.T., CLARK, C.C. Psychological biases in time-intensity scaling. *Food Technol.*, v. 46, p. 81-90, 1992.
- LAWLESS,H.T., SKINNER,E.Z. The duration and perceived intensity of sucrose taste. *Percept. Psychophys.*, v.25, p.180-4, 1979.
- LEE III,W.E. Single-point versus time-intensity sensory measurement: an informational entropy analysis. *J.Sensory Stud.*, v.4, p.19-30, 1989.

- LEE III,W.E., PANGBORN,R.M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. *Food Technol.*, v. 40, p.71-82, 1986.
- LEE III,W.E., BARRICK.D.M., WELLING,E. Time-intensity study of prolonged sweet stimuli. *J. Food Sci.*, v. 57, p. 524-5, 529, 1992 .
- 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.
- LIU,Y.H., MacFIE,H.J.H. Methods for averaging time-intensity curves. *Chem. Senses*, v.15, p.471- 84, 1990.
- LUNDAHL,D.S. Comparing time-intensity to category scales in sensory evaluation. *Food Tech.*, p.98-103, 1992.
- MacFIE,H.J.H., LIU,Y.H. Developments in the analysis of time-intensity curves. *Food Technol.* v. 46, p. 92-7, 1992.
- MATUSZEWSKA,I., BARYLKO-PIKIELNA, N. The effect of sample exposure time on the time intensity response to NaCl solutions. *Food Qual. Preference*, v.6, p. 43-8, 1995.
- MATYSIAK,N.L., NOBLE, A.C. Comparison os temporal perception of fruitiness in model systems sweetened with aspartame an aspartame + acessulfame K blend, or sucrose. *J. Sensory Stud.* v. 4. p. 241-7, 1990.
- MAZUR, R.H., RIPPERR, A. peptide-based sweeteners. In: HOUGH,C.A.M., PARKER,K.J. , VLITOS,A.J. *Developments in sweeteners - 1*. London: Applied Science. Pub., 1979. . p. 125-35.

- McNULTY, P.B., MOSKOWITZ, H.R. Intensity-time curves for flavored oil-in-water emulsions. *J. Food Sci.*, v. 39, p. 55-7, 1974.
- MEISELMAN, H.L. Magnitude estimations of the course of gustatory adaptation. *Percept. Psychophys.*, v. 4, p. 193-203, 1968.
- MEISELMAN, H.L. Effect of response task, and taste adaptation. *Percept. Psychophys.*, v. 17, p. 591-8, 1975.
- MOORE, L.J., SHOEMAKER, C.F. Sensory textural properties of stabilized ice cream. *J. Food Sci.*, v. 46, p.399-409, 1981.
- MORI, E.E.M. Análise sensorial de adoçantes e edulcorantes. *Rev. Ciênc. Tecnol. Alim.*, v.12, p.101-15, 1992.
- MORRIS, J.A., CAGAN, R.H. Purification of monelin, the sweet principle of *Dioscoreophyllum cumminsii*. *Biochim. Biophys. Acta*, v.261, p. 114-22, 1972.
- MOSKOWITZ, H.R. Ratio scales of sugar sweetness. *Percept. Psychophys.*, v.7, p.315-20, 1970.
- MOSKOWITZ, H.R. *Product testing and sensory evaluation of foods*. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605 p.
- MUÑOZ, A.M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. *Sensory evaluation in quality control*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.
- MUÑOZ, A.M., PANGBORN, R.M., NOBLE, A.C. Sensory and mechanical attributes of gel texture. II. Gelatin, sodium alginate and kappa-carrageenan gels. *J. Texture Stud.*, v.17, p.17-36, 1986.

- NABORS,L.B., GELARDI,R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. 355p.
- NABORS,L.B., INGLETT,G.E. A review of various other alternative sweeteners. In: NABORS,L.B., GELARDI,R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p. 309-23.
- NAIM,M., DUNKAN,E., ZEHAVI,U., YARON,L. The water-sweet aftertaste of neohesperidin dihydrochalcone and thaumatin as a method for determining their sweet persistence. *Chem. Senses*, v.11, p.361-79, 1986.
- NEILSON,A.J. Time-intensity studies. *Drug Cosmet. Ind.*, v.80, p.452-3,454, 1957.
- NISHIYAMA,P., ALVAREZ,M., VIEIRA, L.G.E. Water soluble carbohydrates in leaves of *Stevia rebaudiana* and its relationship to the stevioside content. *Rev. Ciênc. Tecnol. Alim.*, v.12, p.128-33, 1992.
- NOBLE,A.C., MATYSIAK,N.L., BONNANS,S. Factors affecting the time-intensity parameters of sweetness. *Food Technol.*, v. 45. p. 121-4, 126, 1991.
- 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 Stud.*, v.56, p.535-42, 1991.
- OVERBOSCH, P., Van den ENDEN, J.C. , KEUR, B.M. An improved method for measuring perceived intensity/time relationships in human taste and smell. *Chem. Senses*, v.11, p. 331-40, 1986.
- PANGBORN,R.M., TRABUE,I.M., SZCZSNIACK,A.S. Effect of hydrocolloids on oral viscosity and basic taste intensities. *J.Texture Stud.*, v.4, p.224-41, 1973.

- PAULUS,K., HASS,E.M. The influence of solvent viscosity on the threshold values of primary tastes. *Chem. Senses*, v. 3, p. 23-32, 1980.
- PEDERSEN, D. C. Alternative sweeteners. In: GOLDBERG, I., WILLIAMS, R. *Biotechnology and food ingredients*. New York: AVI, 1991. p. 393-414.
- PFIZER. Alitame - A new high-intensity sweetener. Technical summary, 1987. apud WELLS, A.G. The use of intense sweeteners in soft drinks. In: GREMBY,T.H. *Progress in sweeteners*. New York: Elsevier Applied Science, 1989. p. 121-42.
- PORIKOS,K.P., BOOTH,G., Van ITALIE,T.B. Effect of covert nutritive dilution on the spontaneous food intake of obese individuals: a pilot study. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 30, p.1638-44, 1977.
- PORTMANN, M.O., SERGHAT,S., MATHLOUTHI,M. Study of some factors affecting intensity/time characteristics of sweetness. *Food Chem.*, v. 44, p.83-92, 1992.
- POWERS, J.J., CENCIARELLI, S., SHINHOLSER,K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. *Rev. Agroquim. Tecnol. Alim.*, v. 24, p.469-84, 1984.
- RÉ,R. Usos do aspartame em alimentos e bebidas. *Bol. SBCTA*, v.24, p.147-62, 1990.
- REDLINGER,P.A., SETSER,C.S. Sensory quality of selected sweeteners: aqueous and lipid model systems. *J. Food Sci.*, v. 52, p. 451-4,1987.
- RINE, S. Computerized analysis of the sensory properties of peanut butter. MS thesis, University of California, Davis. 1987. apud CLIFF,M., HEYMANN,H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. *Food Res. Int.*, v.26, p.375-85, 1993.

- RIPPER, A., HOMLER, B.E., MILLER, G.A. . Aspartame. In: NABORS,L.B., GELARDI,R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p. 43-70.
- SAMUNDSEN,J.A. Has aspartame an aftertaste? *J.Food Sci.*, v.50, p. 1510-2, 1985.
- SCHIFFMAN, S.S. Comparisons of taste properties of aspartame with other sweeteners. In: STEGINK,L.D., FILER JR.,L.J. *Aspartame: physiology and biochemistry*. New York: Marcel Dekker, p. 207-46, 1984.
- SCHMITT , D.J., THOMPSON,L.J., MALEK, D.M., MUNROE, J.H. An improved method for evaluating time-intensity data. *J. Food Sci.*, v. 49, p. 539-42, 1984.
- SCHUTZ,H.G., PILGRIN,F.J. Sweetness of various compounds and its measurement. *Food Res.*, v. 22, p. 206-13, 1957.
- SHALLENBERGER,R.S., ACREE, T.E. Molecular theory of sweet taste. *Nature*, v. 216, p.204-15, 1987.
- SHAMIL, S., BIRCH, G.G., JACKSON, A.A.S.F., MEEK, S. Use of intensity-time studies as an aid to interpreting sweet taste chemoreception. *Chem. Senses*. v. 13, p. 204-15, 1988.
- SJÖSTRÖN, L.B. The descriptive analysis of flavour. In: PERYAN,D., PILGRIN, F., PETERSON, M. *Food acceptance testing methodology*. Chicago: Quaternmaster Food & Container Inst., 1954. p. 25-61. apud CLIFF,M., HEYMANN,H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. *Food Res. Int.*, v.26, p.375-85, 1993.
- SOEJARTO, D.D., KINGHORN, A.D., FARNSWORTH, N.R. Potential sweetening agents of plant origin. III. Organoleptic evaluation of stevia leaf herbarium samples for sweetness. *J. Nat. Prod.*, v. 45, p. 590-9, 1982.

- SPILLANE, W.J., SHEAHAN, M.B., RYDER, C.A. Synthesis and taste properties of sodium disubstituted phenylsulfamates. Structure-taste relationships for sweet and bitter/sweet sulfamates. *Food Chem.*, v.47, p.363-9, 1993.
- STEGINK, L.D. The aspartame story: a model for the clinical testing of a food additive. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 46, p. 204-15, 1987.
- STEGINK, L.D., FILER JR., L.J. *Aspartame: physiology and biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1984. 655p.
- STÉVIA pacific. *Food Ingr. Proc. Int.*, p. 16, mar. 1993.
- STÉVIAFARMA INDUSTRIAL S/A. *Adoçantes naturais da stévia: dados essenciais*. Maringá, 1993. 29p. (Dossiê Técnico Comercial).
- STONE, H., OLIVER, S.M. Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. *J. Food Sci.*, v.34, p.215-22, 1969.
- STONE, H., SIDEL, J., *Sensory evaluation practices*. New York: Academic Press, 1985. 311p.
- SUPERMERCADO moderno. s.l., s.n., 1994. p. 33-42.
- SUZUKI, H., IKEDA, T., MATSUMATO, T., NOYIUCHI, M. Isolation and identification of phylo dulcin and skimming from the cultured cells of macha (*Hydrangea macrophylla*). *Agric. Biol. Chem.*, v.41, p. 719, 1977. apud NABORS, L.B., INGLET, G.E. A review of various other alternative sweeteners. In: NABORS, L.B., GELARDI, R.C. *Alternatives sweeteners*. New York: Marcel Dekker, 1986. p.309-23.
- SWARTZ, M. Sensory screening of synthetic sweeteners using time-intensity evaluations. *J. Food Sci.*, v.45, p.577-81, 1980.

- TAYLOR,D.E., PANGBORN,R.M. Temporal aspects of hedonic responses. *J. Sensory Stud.*, v.4, p.241-7, 1990.
- THOMSON,D.M.H., TUNALEY,A. A reappraisal of the use of multidimensional scaling to investigate the sensory characteristics of sweeteners. *J. Sensory Stud.*, v. 2, p.215-30, 1987.
- THORNGATE III, J.H., NOBLE, A.C. Sensory evaluation of bitterness and adtringency of 3R(-)-epicatequina e 3S(+)-epicatequina. *J. Sci. Agric.*, v. 67, p. 531-5, 1995.
- TUNALEY,A., THOMSON,D.M.H., McEWAN,J.A. Determination of equi-sweet concentrations of nine sweeteners using a relative rating technique. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v. 22, p. 627-35, 1987.
- TUORILA, H., SOMMARDAHL,C., HYVÖNEN,L., LEPORANTA,K., MERIMAA,P. Does fat affect the timing of flavour perception? a case study with yoghurt. *Food Qual. Preference*, v.6, p.55-8,1995.
- Van BUUREN,S.V. Analyzing time-intensity responses in sensory evaluation. *Food Tech.*, v.46, p. 101-4, 1992.
- WELLS,A.G. The use of intense sweeteners in sot drinks. In: GREMBY,T.H. *Progress in sweeteners*. New York: Elsevier Aplied Science, 1989. p. 121-42.
- WIET,S.G., BEYTS,P.K. Sensory characteristics of sucralose and other high intensity sweteners. *J.Food Sci.*, v.57, p.1014-9, 1992.
- WISEMAN,J.J., McDANIEL,M.R. Modification of fruit flavors by aspartame and sucrose. *J.Food Sci.*, v.56, p.1668-70, 1991.

YAMAGUCHI, S., YOSHIKAWA, T., IKEDA, S., NINOMIYA, T. Studies on the taste of some sweet substances part I. Intes-relationships among then. *Agric. Biol. Chem.*, v. 34, p.181-6, 1970.

YAMAMOTO, T., KARO, T., MATSUO, R., ARAIE, N., AZYMA, S., KAWAMURA, Y. Gustatory reaction time under variable stimulus parameters in human adults. *Physiol. Behav.*, v. 29, p. 79-86, 1982.

YOSHIDA, M. A microcomputer (PC 9801/MS mouse) system to record and analyze time-intensity curves of sweetness. *Chem. Senses*, v. 11, p. 105-18, 1986.