

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**APLICAÇÃO DE NEOTAME EM CATCHUP:
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E ESTIMATIVA DE INGESTÃO**

GISELE CRISTINA MAZIERO DE CAMPOS BANNWART
Engenheira de Alimentos
Mestre em Ciência de Alimentos

Profa. Dra. MARIA CECÍLIA DE FIGUEIREDO TOLEDO
Orientadora

Profa. Dra. HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI
Co-Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos
da Universidade Estadual de Campinas para obtenção
do título de Doutora em Ciência de Alimentos

Campinas - SP
2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

B227a

Bannwart, Gisele Cristina Maziero de Campos
Aplicação de neotame em catchup: avaliação de desempenho e
estimativa de ingestão / Gisele Cristina Maziero de Campos Bannwart.
-- Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Maria Cecília de Figueiredo Toledo
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade
de Engenharia de Alimentos

1. Neotame. 2. Catchup. 3. Edulcorantes. 4. Ingestão. 5.
Avaliação sensorial. I. Toledo, Maria Cecília de Figueiredo. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III. Título.

(ckn/fea)

evaluation Titulo em inglês: Application of neotame in catchup: performance
and intake estimation

Palavras-chave em inglês (Keywords): Neotame, Ketchup, Sweeteners, Intake,
Sensory evaluation

Titulação: Doutor em Ciências de Alimentos

Banca examinadora: Maria Cecília de Figueiredo Toledo

Gabriela Macedo

Marcelo Prado

Mônica Rojo de Camargo

Daniela Cardoso Umbelino

Eliete Vaz

Programa de Pós Graduação: Programa em Ciências de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Cecília de Figueiredo Toledo
(orientadora)

Profa. Dra. Gabriela Macedo

Prof. Dr. Marcelo Prado

Dra. Mônica Rojo de Camargo

Dra. Daniela Cardoso Umbelino

Dra. Eliete Vaz

Aos meus amados
André, Mateus e Mariana
e
aos meus queridos pais
Alcides e Cleide,
dedico este trabalho.

“Pois eu sou o *Senhor* teu Deus
que te tomo pela mão direita,
e te digo
‘Não tenhas medo, eu te ajudo!’ ”
(Is 41:13)

Agradecimentos

À minha querida e estimada professora e amiga, Dra. Maria Cecília F. Toledo, por sempre estar presente e por tudo que me ensinou nestes anos todos. A ela, toda minha gratidão, respeito e admiração;

À Dra. Helena Bolini, pela disponibilidade e atenção dispensados durante todo o decorrer do trabalho e por tudo que me ensinou em Análise Sensorial;

À Unilever Foods Brasil, pela concessão das horas dedicadas ao programa de doutorado. De forma muito especial, agradeço à Cris Gomes, à Adri Picchi e à Cacá, que acreditaram neste trabalho e me incentivaram a levá-lo adiante;

Ao meu marido André Bannwart, meu companheiro de todas as horas, por sempre estar ao meu lado;

Aos meus filhos, Mateus e Mariana, pela compreensão e pelas muitas horas que cederam a este trabalho;

Aos meus pais, que nunca pouparam esforços em favor da minha educação, e assim plantaram a semente para que eu pudesse chegar até aqui;

Aos meus “segundos pais”, Aloysio e Célia, meus grandes incentivadores, que acompanharam cada passo desta longa caminhada;

Às minhas queridas colegas da Avaliação de Produtos da Unilever, Gláucia Marton, Gisele Cantanhede, Adriana Aoki e Ana Paula Contel, e à Marcela Matos, pelas sugestões e pelo apoio nas análises sensoriais e analíticas;

Às Dras. Eliete Vaz e Gabriela Macedo, pelas sugestões efetuadas no exame de qualificação;

Aos membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões propostas para elaboração da versão final da dissertação;

À banca examinadora da tese, pelas correções e sugestões propostas, que muito contribuíram para o enriquecimento do trabalho;

Ao estimado colega Luís Baraçal, da Unilever Foods Brasil, pelo incentivo e pela colaboração com informações relacionadas a legislação;

Aos engenheiros e amigos Adrian Risseto e Daniella Conrado, pelo apoio técnico nos assuntos relacionados ao Neotame;

À Nutrasweet Company, pela concessão de amostras de Neotame;

À Symrise Brasil, pela concessão das amostras de aroma de catchup;

Às técnicas dos laboratórios de Toxicologia e Análise Sensorial da FEA, Sílvia Helena e Lia, por todo o apoio e incentivo na realização da parte prática deste trabalho;

À amiga e colega de trabalho Cláudia Barbosa, pelo apoio na impressão do boneco;

A Deus e a meu anjo da guarda, por me acompanharem sempre.

Sumário

Resumo Geral.....	1
Summary.....	3
Introdução Geral.....	5
Referências Bibliográficas.....	10
Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica.....	11
1. Catchup.....	12
1.1. Aspectos gerais.....	12
1.2. Formulação.....	15
1.3. Processo.....	18
2. Avaliação sensorial de edulcorantes.....	20
2.1. Escala do Ideal.....	22
2.2. Análise descritiva quantitativa.....	24
2.3. Análise tempo-intensidade.....	26
3. Estimativa da ingestão de aditivos alimentares.....	27
4. Referências Bibliográficas.....	31
Capítulo 2 - Edulcorantes para uso em alimentos: Revisão.....	39
1. Aspectos gerais.....	40
2. Características e aspectos tecnológicos.....	43
2.1. Sacarina.....	43
2.2. Ciclamato.....	46
2.3. Aspartame.....	48
2.4. Acessulfame-K.....	51
2.5. Sucralose.....	54
2.6. Glicosídeos de esteviol.....	56
2.7. Neotame.....	58
3. Aspectos toxicológicos.....	61
4. Considerações finais.....	71
Referências bibliográficas.....	73

Capítulo 3 - Evaluation of Brazilian light catchups I: Time-Intensity and consumer acceptance studies.....	80
1. Introduction.....	83
2. Materials and methods.....	87
2.1. Products.....	87
2.2. Time-intensity analysis.....	87
2.2.1. Selection of panelists.....	87
2.2.2. Time-intensity trials.....	89
2.3. Consumer acceptance trials.....	90
2.4. Data analysis.....	90
3. Results and discussion.....	91
4. Conclusions.....	96
References.....	97

Capítulo 4 - Evaluation of Brazilian light catchups II: Quantitative Descriptive And Physicochemical analysis.....	110
1. Introduction.....	112
2. Materials and methods.....	115
2.1. Samples.....	115
2.2. Sensory analysis.....	116
2.2.1. Pre-selection of panelists.....	116
2.2.2. Development of descriptive terminology.....	116
2.2.3. Selection and training of definitive panel.....	116
2.2.4. Sensory analysis.....	117
2.2.5. Data analysis.....	118
2.3. Physicochemical analysis.....	118
3. Results and discussion.....	119
4. Conclusions.....	124
References.....	126

Capítulo 5 - Application of neotame in catchup: Development of prototypes and sensory studies.....141

1. Introduction.....	143
2. Materials and methods.....	146
2.1. Samples.....	146
2.2. Ideal sweetness of NTM in catchup.....	146
2.3. Development of prototypes.....	147
2.4. Sensory analysis.....	148
2.4.1. Difference and preference tests.....	148
2.4.2. Time-intensity analysis.....	149
3. Results and discussion.....	151
3.1. Ideal sweetness of NTM in catchup.....	151
3.2. Difference and preference tests.....	152
3.3. Time-intensity analysis.....	153
4. Conclusion.....	155
References.....	157

Capítulo 6 - Application of neotame in catchup: Quantitative descriptive and physicochemical analysis.....170

1. Introduction.....	172
2. Materials and methods.....	174
2.1. Samples.....	174
2.2. Development of prototypes.....	175
2.3. Sensory evaluation.....	176
2.3.1. Pre-selection of panelists.....	176
2.3.2. Development of descriptive terminology.....	176
2.3.3. Selection and training of definitive panel.....	176
2.3.4. Sensory analysis.....	177
2.3.5. Data analysis.....	178
2.4. Physicochemical characterization.....	178
3. Results and discussion.....	179
4. Conclusions.....	185

References.....	187
-----------------	-----

Capítulo 7 - Avaliação da ingestão potencial do edulcorante neotame no Brasil.....203

1. Introdução.....	204
2. Materiais e métodos.....	209
2.1. Limites de uso propostos para o NTM.....	209
2.2. Dados de consumo de alimentos.....	209
2.3. Estimativa de ingestão do NTM.....	210
3. Resultados e discussão.....	216
4. Conclusão.....	221
Referências.....	222

Conclusão Final.....	227
----------------------	-----

Anexos.....228

Anexo 1 - Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo seus limites máximos para a categoria de alimentos 13 - Molhos e condimentos/ 13.5 - Ketchup ou Catchup (Resolução Nº 382 de 05/08/1999).....229

Anexo 2 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 1)..... 230

Anexo 3 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 2)..... 230

Anexo 4 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 3)..... 231

Anexo 5 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 4)..... 231

Anexo 6 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 1).....232

Anexo 7 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 2).....	232
Anexo 8 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 3).....	233
Anexo 9 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 4).....	233
Anexo 10 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 5).....	234

Índice de Tabelas e Figuras

Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica

Tabela 1 - Evolução do mercado de catchup no Brasil no período de 1998 a 2003.....	14
Tabela 2 - Alocação das vendas de catchup no Brasil por área, nos períodos de 1994, 2002 e 2003.....	15
Tabela 3 - Propriedades temporais de dulçor da sacarose, sucralose e outros edulcorantes (Hood & Campbell, 1990).....	21

Capítulo 2 - Edulcorantes para uso em alimentos: Revisão

Figura 1 - Estrutura molecular da sacarina.....	46
Figura 2 - Estrutura molecular do ciclamato de sódio e do ciclamato de cálcio.....	48
Figura 3 - Estrutura molecular do aspartame.....	49
Figura 4 - Estrutura molecular do acessulfame-K.....	51
Figura 5 - Estrutura molecular da sucralose.....	54
Figura 6 - Estrutura molecular do esteviosídeo.....	58
Figura 7 - Estrutura molecular do neotame.....	59

Tabela 1 - Ingestão Diária Aceitável (IDA) e ano da última avaliação dos edulcorantes aspartame, neotame, sucralose, acessulfame-K, sacarina, ciclamato e glicosídeos de esteviol pelo JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants)..... 63

Capítulo 3 - Evaluation of brazilian light catchups I: Time-Intensity and consumer acceptance studies

Table 1 - Significance levels (p) for judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for sweetness..... 100

Table 2 - Significance levels (p) for judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for tomato flavor.....101

Figure 1 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter maximum intensity (**I_{max}**) of the stimulus sweetness in commercial catchup samples.....102

Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter time for maximum intensity (**T_{I_{max}}**) of the stimulus sweetness in commercial catchup samples.....102

Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter maximum intensity (**I_{max}**) of the stimulus tomato flavor in catchup samples.....103

Figure 4 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter time for maximum intensity (**T_{tot}**) of the stimulus tomato flavor in catchup samples.....103

Figure 5 - Time-intensity curve for catchup sweetness.....104

Table 3 - Time-intensity curve's parameters means for catchup regarding to sweetness.....	104
Figure 6 - Time-intensity curve for catchup tomato flavor.....	105
Table 4 - Time-intensity curve's parameters means for catchup regarding to tomato flavor.....	105
Figure 7 - Principal component analysis for sweetness of commercial catchup samples.....	106
Figure 8 - Principal component analysis for tomato flavor of commercial catchup samples.....	106
Table 5 - Consumer acceptance parameters means of catchup.....	107
Figure 9 - Histogram of grades given in relation to hedonic scale for commercial catchup samples.....	108
Figure 10 - Histogram of grades for consumer acceptance tests regarding to sweetness perception.....	109
Figure 11 - Histogram of grades for consumer acceptance tests regarding to buying attitude.....	109
 Capítulo 4 - Evaluation of brazilian light catchups II: Quantitative Descriptive And Physicochemical Analysis	
Table 1 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}).....	129

Table 2 - Significance levels (p) for the judges in relation to the repeatability ($F_{\text{repetition}}$).....	130
Figure 1 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the attribute sweetener taste in commercial catchup samples.....	131
Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the attribute sweetener after-taste taste in commercial catchup samples.....	131
Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the attribute bitter after-taste taste in commercial catchup samples.....	132
Table 3 - Sensory describing terms developed for catchup samples.....	133
Table 4 - Mean QDA scores for catchup samples.....	135
Figure 4 - Spider graph for appearance and oral texture of catchup samples.....	136
Figure 5 - Spider graph for flavor and taste of catchup samples.....	137
Figure 6 - Principal component analysis for appearance and oral texture of catchup samples.....	138
Figure 7 - Principal component analysis for flavor and taste of catchup samples.....	139
Table 5 - Physicochemical characteristics of commercial catchup samples.....	140

Capítulo 5 - Application of neotame in catchup: Development of prototypes and sensory studies

Figure 1 - Ideal sweetness of NTM in catchup.....	159
Table 1 - Basic catchup formulation.....	160
Table 2 - Results of difference-from-control test with catchup prototypes.....	161
Table 3 - Results of preference test with catchup prototypes.....	161
Table 4 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for sweetness.....	162
Table 5 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for tomato flavor.....	163
Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter maximum intensity (I_{max}) of the stimulus sweetness in catchup prototypes.....	164
Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter total duration of the stimulus (T_{tot}) of the stimulus sweetness in catchup prototypes.....	164
Figure 4 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter maximum intensity (I_{max}) of the stimulus tomato flavor in catchup prototypes.....	165
Figure 5 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the parameter area (Area) of the stimulus tomato flavor in catchup prototypes.....	165

Figure 6 - Time-intensity curve for catchup sweetness.....166

Table 6 - Time-intensity curve´s parameters means of catchup
sweetness..... 166

Figure 7 - Time-intensity curve for catchup tomato flavor..... 167

Table 7 - Time-intensity curve´s parameters means of catchup tomato
flavor..... 167

Figure 8 - Principal component analysis for sweetness of catchup
prototypes..... 168

Figure 9 - Principal component analysis for tomato flavor of catchup
prototypes..... 169

Capítulo 6 - Application of neotame in catchup: Quantitative descriptive and physicochemical analysis

Table 1 - Basic catchup formulation..... 190

Table 2 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of
samples (F_{sample})..... 191

Table 3 - Significance levels (p) for the judges in relation to the repeatability
($F_{\text{repetition}}$)..... 192

Figure 1 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the attribute
sweetener after-taste in commercial catchup prototypes..... 193

Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the attribute
consistency (oral) in commercial catchup prototypes..... 193

Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (sample x judge) for the attribute tomato taste in commercial catchup prototypes.....	194
Table 4 - Sensory describing terms developed for the evaluation of catchup prototypes.....	195
Table 5 - Mean QDA scores for catchup prototypes.....	197
Figure 4 - Spider graph for appearance and oral texture of catchup prototypes.....	198
Figure 5 - Spider graph for flavor and taste of catchup prototypes.....	199
Figure 6 - Principal component analysis for appearance and oral texture of catchup prototypes.....	200
Figure 7 - Principal component analysis for flavor and taste of catchup prototypes.....	201
Table 6 - Physicochemical characteristics of catchup prototypes.....	202
Capítulo 7 - Avaliação da ingestão provável do edulcorante neotame no Brasil	
Figura 1 - Fórmulas estruturais do aspartame (a) e do neotame (b).....	207
Tabela 1 - Limites máximos de usos para NTM em discussão no âmbito do Codex Alimentarius.....	212
Tabela 2 - Limites máximos de usos permitidos para o edulcorante aspartame (APM) no Brasil.....	213

Tabela 3 - Aquisição domiciliar per capita anual de alimentos possivelmente adicionados de açúcar, por Grandes Regiões, segundo os produtos - período 2002-2003.....214

Tabela 4 - Ingestão diária provável do NTM no Brasil, considerando-se os limites máximos de uso do NTM em discussão (trâmite 3 ou 6) no âmbito do Codex Alimentarius (**Cenário I**)..... 218

Tabela 5 - Ingestão diária provável do NTM no Brasil, considerando-se os limites máximos de usos permitidos para o edulcorante aspartame no Brasil (**Cenário II**)..... 220

Resumo Geral

O Neotame (NTM), edulcorante mais recentemente lançado no mercado, apresenta propriedades similares às do aspartame, porém com maior dulçor, em geral de 7000 a 13000 vezes maior que o da sacarose. Seu uso é atualmente permitido nos Estados Unidos, Austrália, China, Costa Rica, República Tcheca, Equador, México, Nova Zelândia, Peru, Polônia, Romênia, Trinidad e Tobago e Eslováquia. A inclusão do NTM na lista de aditivos permitidos para uso em alimentos já foi aprovada no âmbito do Mercosul, devendo este aditivo ser incluído na legislação brasileira nos próximos meses. Neste trabalho, o desempenho do NTM foi avaliado em catchup, alimento tipicamente rico em sacarose, por meio de análises físico-químicas e sensoriais. Foram inicialmente avaliadas amostras comerciais de catchups (uma tradicional e três light) e determinada a concentração teórica ideal de NTM nesta aplicação, quando substituindo toda a sacarose. Com base nesta informação, foram desenvolvidos e analisados 5 protótipos de catchup, em que a sacarose foi progressivamente substituída pelo NTM, com o objetivo de se verificar qual o nível máximo de substituição do açúcar pelo edulcorante, sem que o consumidor rejeite o produto. Os resultados mostraram que o NTM é um edulcorante adequado para uso em catchup, tanto como única fonte de dulçor (no desenvolvimento de versões isentas de sacarose, por exemplo), como combinado à sacarose (em versões com conteúdos reduzidos de açúcar, por exemplo). Neste segundo caso, conforme os resultados obtidos neste trabalho, a substituição de sacarose pelo NTM pode chegar a até 50%, sem que as propriedades do produto final e a preferência do consumidor sejam

prejudicados. Em uma última etapa, estimou-se a ingestão diária provável do NTM pela população brasileira, com base em limites máximos de uso em discussão no âmbito do Codex Alimentarius e também a partir de limites de uso permitidos para aspartame no Brasil, associados a dados de consumo de alimentos no país. Os resultados destes cálculos indicaram que os limites propostos para o NTM nestes 2 cenários não resultam em consumo acima da IDA do edulcorante, mesmo para grandes consumidores.

Summary

Application of neotame in catchup: evaluation of performance and intake estimation. Neotame (NTM), the sweetener most recently launched in the market, shows properties similar to those of aspartame, but with a higher sweetness, in general 7,000 to 13,000 times sweeter than sucrose. Its use is currently permitted in the United States, Australia, China, Costa Rica, the Czech Republic, Ecuador, Mexico, New Zealand, Peru, Poland, Romania, Trinidad and Tobago and Slovakia. The inclusion of NTM in the list of additives permitted for food applications has already been approved in the scope of Mercosur and this additive might be included in the Brazilian legislation in the next months. In this study, the performance of NTM was evaluated in catchup, which is a food typically rich in sucrose, through both physicochemical and sensory analysis. Initially, commercial samples of catchup were evaluated (one regular and three light) and the theoretical ideal concentration of NTM in catchup, when replacing totally the sucrose, was determined. With this information, 5 catchup prototypes were developed and analysed, in which the sucrose was progressively substituted by NTM, with the aim to verify which is the maximum proportion of sucrose can be replaced by the sweetener, without the consumer rejecting the product. The results showed that NTM is appropriate for use in catchup, both alone (in the development of no-sugar versions, for example) or in combination with sugar (in sugar-reduced versions, for example). In this second case, according to the present results, the substitution of sucrose by NTM can reach even 50%, without changing the final product's properties or the consumer preference. In a last step, the probable daily

intake (TMDI) of NTM by the Brazilian population was calculated, based on maximum use levels proposed by the Codex Alimentarius and also based on maximum limits permitted for aspartame in Brazil, associated to food consumption data in the country. The results of these calculations indicated that the use limits proposed for NTM in these 2 cenarios did not result in intake above its ADI, even when heavy users were considered.

INTRODUÇÃO GERAL

Os seres humanos possuem, desde o nascimento, uma afinidade natural por alimentos doces, que é estimulada ao longo da vida, devido a hábitos alimentares, cultura, associação com eventos sociais, e outros. Apesar disto, o consumo excessivo de açúcar e dos alimentos que o contêm pode acrescentar à dieta quantidades excedentes de calorias e contribuir significativamente para o ganho de peso. Em vista disto, cada vez mais consumidores procuram reduzir ou controlar seu peso corpóreo e, para tanto, têm optado pelo uso de substitutos do açúcar como uma forma de reduzir a ingestão diária de calorias, sem com isso excluir os alimentos que apreciam. Além da questão do aumento de peso, outras preocupações quanto ao consumo da sacarose estão associadas à ocorrência de cáries dentárias e a restrições de uso por indivíduos diabéticos.

O consumo de alimentos e bebidas de baixas calorias, ou de reduzido valor calórico, é uma tendência mundial nas grandes sociedades, em função da preocupação crescente com a manutenção de um estilo de vida saudável, tanto em termos de saúde, como da boa forma física. Diante desta tendência, tem sido também crescente nos últimos anos a oferta de novos produtos neste segmento. A obesidade constitui atualmente uma das maiores preocupações em termos de saúde pública, uma vez que inúmeras pesquisas em nível mundial apontam para o fato de que o mundo "está engordando" e que indivíduos com excesso de peso têm maiores chances de sofrer de doenças cardíacas, diabetes, hipertensão, certos tipos de câncer e derrames. A população mundial de indivíduos obesos

chegou em 2005 a cerca de 300 milhões (WHO, 2005) e, no Brasil, 34% da população estava acima do peso já no ano anterior (IBOPE, 2004).

Edulcorantes artificiais são frequentemente utilizados no desenvolvimento de alimentos e bebidas *diet/light* para a manutenção do dulçor desejável, sem comprometimento do sabor e, ao mesmo tempo, sem o aporte de calorias inerente à sacarose. A utilização de combinações de edulcorantes é também uma alternativa bastante utilizada na formulação de tais produtos, por proporcionar, muitas vezes, sinergismo entre os compostos, melhoria sensorial, aumento da estabilidade do alimento e menor custo de produção, além de reduzir a exposição dos consumidores a edulcorantes únicos.

Segundo a ABIAD (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais), o mercado brasileiro de alimentos *diet/light* aumentou de US\$ 160 milhões, em 1990, para US\$ 3,000 milhões, em 2003. De acordo com a mesma Associação, em 35% dos domicílios brasileiros consume-se algum produto desta categoria (ABIAD, 2004).

O desenvolvimento de novos edulcorantes é de extrema importância, não somente do ponto de vista tecnológico, por oferecer novas opções para a substituição da sacarose, que melhor se adequem a cada aplicação em particular, mas também sob o aspecto toxicológico. Quanto maior o número de edulcorantes disponíveis no mercado, maiores são as possibilidades de se reduzir os níveis de uso de cada composto isoladamente e, com isso, assegurar que a sua ingestão esteja abaixo das respectivas IDA's (Ingestão Diária Aceitável). O conceito de IDA relaciona-se à ingestão diária de um aditivo por toda a vida, sem risco apreciável à saúde humana, à luz dos conhecimentos toxicológicos disponíveis. A ingestão real

de um aditivo por uma determinada população, por sua vez, sofre modificações constantes, conforme o surgimento de novos produtos, novas tendências nos hábitos alimentares da população e novos aditivos com a mesma função tecnológica.

O Neotame (NTM), mais recente edulcorante lançado no mercado, foi introduzido nos Estados Unidos em julho de 2002, como edulcorante e realçador de sabor de uso geral para alimentos e bebidas. É, em média, 8.000 vezes mais doce que a sacarose (The Nutrasweet Co, 2005) e, em função deste elevado potencial de dulçor, pode ser utilizado em quantidades consideravelmente menores em relação aos edulcorantes normalmente utilizados em alimentos, o que oferece oportunidades de redução de custo, bem como dos níveis de uso de outros edulcorantes.

No presente estudo, foram inicialmente avaliadas amostras comerciais de catchup formuladas com sacarose e com edulcorantes, no sentido de caracterizar os principais produtos atualmente existentes no mercado brasileiro e, assim, fornecer subsídio para a avaliação dos protótipos de catchup adicionados de NTM produzidos na etapa seguinte. Foram então desenvolvidos protótipos de catchup, em que o NTM foi adicionado como substituto parcial ou total da sacarose. Tais protótipos foram caracterizados por meio de análises físico-químicas e sensoriais, com o objetivo de verificar os possíveis impactos da substituição da sacarose por este edulcorante, em relação às características do produto final, e assim determinar qual a proporção de açúcar pode ser retirada do produto, sem comprometimento de sua qualidade.

A ingestão provável do NTM pela população brasileira foi posteriormente estimada por meio do cálculo teórico, com base em limites de uso em discussão no âmbito do Codex Alimentarius e a partir de limites de uso permitidos para aspartame no Brasil, associados a dados de consumo de alimentos no país. Os resultados obtidos (concentração ideal de NTM em catchup e ingestão provável do edulcorante) poderão fornecer subsídio aos órgãos regulatórios brasileiros para o estabelecimento da tolerância do aditivo, uma vez que a necessidade tecnológica de uso de cada aditivo em suas diferentes aplicações é definida pela indústria.

O catchup foi escolhido como matriz para o presente estudo em função de ser um alimento popularmente consumido no Brasil e tipicamente rico em sacarose. Segundo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2003), a ingestão de açúcares livres em quantidades excessivas representa um risco à qualidade nutricional da dieta humana, uma vez que tais componentes fornecem elevadas quantidades de energia, sem agregar nutrientes. A recomendação da OMS é que a ingestão de açúcares livres (mono e dissacarídeos adicionados aos alimentos, somados aos naturalmente presentes no mel, xaropes e sucos de frutas) represente não mais que 10% da ingestão total de energia.

Com relação ao NTM, é de extrema importância que sejam feitos estudos com relação ao seu desempenho e estabilidade em diferentes aplicações, estimando-se também sua ingestão através do consumo de cada alimento ao qual possa ser adicionado, de forma a fornecer subsídio para estabelecimento de limites máximos de uso em diferentes alimentos e bebidas. O elevado potencial de dulçor deste edulcorante torna-o potencialmente interessante no caso do catchup,

uma vez que poderá substituir parcial ou totalmente a sacarose, em quantidades bastante baixas. Outra vantagem deste edulcorante é a não liberação de fenilalanina em seu metabolismo, o que o torna adequado ao consumo por fenilcetonúricos e dispensa a rotulagem quanto à presença de fenilalanina, condição requerida no caso de alimentos adicionados de aspartame.

Cumprido ressaltar que não foram encontrados na literatura, até o momento, estudos de aplicação deste edulcorante em alimentos e bebidas. As únicas informações disponíveis até então eram as fornecidas pelo fabricante. Além disso, não se encontram na literatura pesquisas envolvendo a aplicação de edulcorantes em catchup.

No capítulo 1 deste trabalho, encontra-se uma revisão bibliográfica sobre os principais tópicos relacionados ao assunto. O item *edulcorantes* foi abordado à parte e em maiores detalhes no artigo do capítulo 2. Os artigos dos capítulos 3 e 4 referem-se à avaliação de amostras comerciais de catchup, quanto a aspectos sensoriais e físico-químicos. Nos artigos dos capítulos 5 e 6 foram abordados o desenvolvimento e a avaliação de protótipos de catchup contendo NTM, também com relação a parâmetros físico-químicos e sensoriais. No capítulo 7, é apresentado um cálculo da estimativa de ingestão deste edulcorante no Brasil, com base no hábito de consumo no país. Encontram-se no anexo, ao final do trabalho, ilustrações dos produtos comerciais e dos protótipos de catchup avaliados neste trabalho.

Referências

ABIAD (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais), 2004.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. Target Group Index Brasil, 2004.

THE NUTRASWEET Co. (2005). *Neotame. Scientific Overview Brochure*. Available from: <http://www.neotame.com/about.asp>. Accessed November 2005.

WHO. Technical Report Series 916. Diet, Nutrition and the perception of chronic diseases. Geneva, 2003.

WHO. Nutrition - Controlling the global obesity epidemic. Available from: <http://www.who.int.int/nut/obs.htm>. Accessed December, 2005.

CAPÍTULO 1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Catchup

1.1. Aspectos gerais

O tomate (*Lycopersicon sculentum*), pertencente à família Solaceae, é tipicamente conhecido como vegetal, em função de seus usos, porém, do ponto de vista botânico, é uma fruta, devido à sua constituição. Sua história não é totalmente conhecida, mas acredita-se que o tomate tenha sido originado na América tropical, provavelmente no México ou no Peru. Na Europa, as primeiras referências sobre o tomate foram feitas por volta de 1554, sendo que na Itália tornou-se conhecido como "golden apple" e, na França, como "love apple". A primeira menção de cultivo de tomate nos Estados Unidos data de 1781, tendo permanecido pouco conhecido como vegetal comestível neste país até cerca de 1830 - 1840 (Gould, 1992).

As partes que compõem o tomate são: pele, pericarpo e cavidade locular, preenchida por células de parênquima, que formam uma estrutura gelatinosa ao redor das sementes. A parede celular é composta por pectina, α -celulose, hemicelulose e proteínas. Os produtos à base de tomate consistem principalmente em células do pericarpo desintegradas, suspensas em um soro transparente (McGlasson, 1993). Aproximadamente um terço da matéria seca total do tomate é composta pelos açúcares redutores glicose e frutose, cerca de 10% é representada por ácidos orgânicos (principalmente cítrico e málico), aproximadamente 1% corresponde à pele e sementes e o restante a sólidos insolúveis (celulose, pectina, hemicelulose e proteínas), minerais (principalmente potássio), pigmentos, vitaminas e lipídios (Petro-Turza, 1987).

Os tomates podem ser consumidos frescos ou, em função de sua natureza perecível, na forma de conservas. Podem também ser processados, originando suco de tomate, suco concentrado de tomate, purês e polpas de tomate. Os purês e polpas, por sua vez, podem ser comercializados como tal ou serem utilizados como ingredientes em outros produtos de tomate, como catchup, molhos e sopas (Wu & Nelson, 1997; Hayes *et al*, 1998).

Catchup é um molho condimentado normalmente utilizado como acompanhamento ou complemento para outros alimentos ou como ingrediente em preparações culinárias, por conferir sabor e/ou realçar o sabor de outros alimentos. Segundo Bitting & Bitting (1915), o início da produção de catchup, que pode também ser denominado *ketchup* ou *catsup*, em escala comercial, se deu por volta de 1890.

No âmbito da legislação brasileira, o catchup é definido pelo regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos (Brasil, 2005) como o produto elaborado a partir da polpa de frutos maduros do tomateiro (*Lycopersicum esculentum L.*), podendo ser adicionado de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. Segundo a mesma resolução, ambas as designações *ketchup* e *catchup* podem ser utilizadas para denominar o produto. Os aditivos alimentares permitidos pela legislação brasileira para a categoria de molhos e condimentos, bem como suas funções e limites máximos de uso, foram estabelecidos pela Resolução Nº 382 de 05/08/1999 (Brasil, 1999), sendo aqui reportados no anexo 1.

Catchups de reduzido valor calórico seguem uma legislação à parte (Brasil, 1998), que se refere à informação nutricional complementar. Tal Portaria define os

critérios para utilização de termos como "light"/"leve", "low"/"baixo"/"pobre", "free"/"livre"/"não contém", "sem adição", etc., em relação a diferentes atributos, tais como valor energético, conteúdo de açúcares, gorduras totais, gorduras saturadas, sódio e outros.

A evolução do mercado de catchup no Brasil, no período de 1994 a 2003, é apresentada na tabela 1. Na tabela 2, é apresentada a contribuição de diferentes áreas do país, para os anos de 1994, 2002 e 2003, em termos de volume e valor (AC Nielsen, 2004). Segundo dados do Datamark (2005), 84,3% da participação no mercado de catchup no ano de 2004 foram representadas por 9 empresas, sendo a líder de mercado responsável por 45,3% e a segunda empresa por 23,5%.

Tabela 1 - Evolução do mercado de catchup no Brasil no período de 1998 a 2003

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Vendas (em 1000kg)	16.384	22.936	25.508	28.549	30.564	29.051	29.091	29.430	33.412	31.662
Vendas (em US\$)	46.296	78.801	91.169	97.488	97.799	64.707	64.260	51.517	51.137	52.727
Vendas (em R\$)	-	72.192	91.364	104.803	113.012	112.573	117.182	119.297	141.872	161.382

Ref.: AC Nielsen (2003)

Tabela 2 - Alocação das vendas de catchup no Brasil por área, nos períodos de 1994, 2002 e 2003

Área	Volume (%)			Valor (%)		
	1994	2002	2003	1994	2002	2003
Área I	21,0	25,8	23,8	23,0	21,6	19,6
Área II	15,0	15,2	13,9	13,0	15,7	14,4
Área III	10,0	9,9	9,7	9,0	10,3	9,9
Área IV	14,0	11,5	11,1	16,0	13,5	13,0
Área V	19,0	18,4	20,5	19,0	19,8	21,6
Área VI	17,0	14,7	16,9	15,0	14,8	17,3
Área VII	4,0	4,5	4,2	5,0	4,4	4,2

Ref.: AC Nielsen (2003)

Área I: Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia

Área II: Minas Gerais, Espírito Santo, Estado do Rio de Janeiro, excluindo os municípios da Área III

Área III: Rio de Janeiro, Niterói, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Nilópolis, São Gonçalo e São João de Meriti

Área IV: São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Guarulhos, Osasco, Embu e Taboão da Serra

Área V: Interior do Estado de São Paulo, excluindo os municípios da Área IV

Área VI: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul

Área VII: Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal

1.2. Formulação

Catchup é formulado a partir de polpa de tomate, na forma fresca ou de pasta concentrada, à qual são normalmente adicionados sal, vinagre, condimentos e especiarias e/ou aromatizantes, cebola e/ou alho, sendo o produto geralmente adoçado com sacarose, xaropes de glicose ou misturas destes. Entre as

especiarias comumente utilizadas, encontram-se canela, cravo, pimenta, páprica, noz moscada, gengibre e mostarda, que podem ser adicionadas na forma integral, moídas, óleos voláteis ou ainda misturas de especiarias, que podem ser encapsuladas ou não. É importante salientar que o uso das especiarias tem por objetivo acentuar o sabor típico do produto, e não mascará-lo; portanto, deve-se evitar sobredosagens destes componentes. A formulação do catchup varia consideravelmente conforme o fabricante, principalmente no que se refere às quantidades de especiarias e aromatizantes acrescentados à formulação do produto (Bigelow *et al*, 1950; Sarli, 1953; Goose & Binsted, 1973; Lamb, 1977; Gould, 1992; Wu & Nelson, 1997).

A quantidade de sal utilizada no catchup e a acidez acética do produto final normalmente variam de 1,5 a 3,0% e 0,4 a 2,3%, respectivamente. Os teores de sal e acidez são de grande importância para a segurança microbiológica do produto. Os ácidos geralmente utilizados são: vinagre (fonte de ácido acético), suco de limão e ácidos orgânicos, como o cítrico e o fosfórico. Do ponto de vista sensorial, acréscimos nas quantidades de ácidos geralmente requerem ajustes nas quantidades de açúcares, a fim de manter equilibrado o perfil sensorial do produto. Os açúcares presentes no catchup são derivados da polpa de tomate e dos açúcares adicionados, que podem ser simplesmente sacarose ou misturas de sacarose, glicose em pó, xaropes de glicose ou frutose (Bigelow *et al*, 1950; Wu & Nelson, 1997).

A polpa de tomate constitui a base da suspensão bifásica que compõe o catchup, sendo que suas propriedades físicas e químicas determinam a quantidade de polpa de certa concentração requerida para a produção de catchup

com determinada consistência e teor de sólidos totais (Marsh *et al*, 1979). A utilização de polpa de tomate de alta qualidade e elevada consistência é essencial para a obtenção de produtos derivados de tomate, nos quais a consistência é um parâmetro determinante para sua qualidade, como é o caso do catchup (Crandal & Nelson, 1975; Marsh *et al*, 1979).

A quantidade de sólidos insolúveis do catchup é derivada principalmente do suco ou da polpa de tomate e, assim, o teor de sólidos insolúveis presente no produto final pode fornecer uma indicação da quantidade de sólidos de tomate (Bigelow *et al*, 1950). Apesar de a maior porção dos sólidos totais presentes no catchup ser proveniente dos açúcares adicionados à fórmula, a consistência do produto final é geralmente determinada pela quantidade de sólidos insolúveis do tomate, que representam uma pequena porção da quantidade total de sólidos (Wu & Nelson, 1997).

Segundo Gould (1992), o catchup consiste em duas partes, uma fase fluida e as fibras de tomate, sendo a consistência do produto final determinada pela viscosidade da fase fluida e a proporção de fibras insolúveis presente em sua composição. Além da porcentagem de sólidos insolúveis, a consistência do catchup é também influenciada pelo teor de pectina presente na polpa de tomate, que é em grande parte decorrente de seu processo de obtenção. Existe uma diferença notável em termos de consistência entre polpas de mesma concentração e que apresentem diferenças em termos da preservação da pectina durante seu processo de fabricação. Por esta razão, em termos de consistência, polpas de tomate produzidas pelo processo *Hot Break* são preferidas para a produção de catchup em relação a polpas produzidas por *Cold Break* (Bigelow *et al*, 1950).

A polpa de tomate é geralmente obtida por meio de uma série de operações, envolvendo principalmente etapas de maceração, tratamento térmico e passagem por peneiras. O conjunto de todas as etapas que compõem tal processo é responsável pelo tamanho, forma e quantidade de partículas suspensas na polpa. O primeiro tratamento térmico aplicado à polpa de tomate durante seu processo de fabricação é geralmente conhecido como *break* e tem por objetivo inativar as enzimas pectinolíticas e amaciar os tecidos do tomate, a fim de otimizar o processo posterior de extração do suco (Marsh *et al*, 1979; Noomhorm & Tansakul, 1992).

No processo *Hot Break*, os tomates são macerados a uma temperatura igual ou superior a 185°F (85°C), enquanto no *Cold Break* a temperatura de maceração é inferior a 185°F (85°C) e as enzimas pectinesterase e depolimerase permanecem ativas. Em processos industriais, o *Hot Break* é utilizado para manufatura de produtos em que a consistência elevada é desejada e o *Cold Break* geralmente é direcionado a produtos em que tal parâmetro não constitui um fator crítico de qualidade (McColloch *et al*, 1950, Hayes *et al*, 1998).

1.3. Processo

As principais etapas que compõem o processamento de catchup são: formulação, tratamento térmico, desaeração, homogeneização e envase. A primeira etapa consiste na mistura dos ingredientes da fórmula e deve ser conduzida de forma a garantir que os ingredientes secos sejam adequadamente dispersos / dissolvidos na fase aquosa. O tratamento térmico (pasteurização ou esterilização) tem por finalidade reduzir a carga microbiana do produto, garantindo

sua estabilidade microbiológica durante a vida de prateleira. A etapa de desaeração visa a remoção do excesso de ar incorporado ao produto ao longo das diferentes etapas do processo, com o objetivo de evitar ou retardar alterações indesejáveis, principalmente o escurecimento do produto (Bigelow *et al*, 1950, Gould, 1992, Wu & Nelson, 1997).

A etapa de tratamento térmico do catchup deve ser feita preferencialmente sob agitação ou turbulência, de forma a evitar a aderência do produto às paredes do equipamento e, conseqüentemente, sua queima (Gould, 1992). A remoção de ar do produto é normalmente efetuada através de sua passagem por desaerador a vácuo ou por meio de aquecimento em trocador de calor de superfície raspada, seguido por passagem em câmara de *flash*, que promove a expulsão do oxigênio (Wu & Nelson, 1997).

Segundo Thakur *et al* (1995), a etapa de homogeneização do catchup tem como principal efeito o aumento da consistência, por meio de alterações na conformação das fibras de tomate. Conforme também exposto por Hayes *et al* (1998), tal processo promove aumento da linearidade das células, além de promover um acréscimo considerável no volume das partículas de tomate, por meio da ruptura do envelope celular. Outro efeito positivo da homogeneização é a redução da separação de fases no produto. No caso do catchup, o efeito da homogeneização sobre a consistência do produto é potencializado pelo aumento de temperatura e de pressão (Gould, 1992).

A etapa de envase do catchup deve ser conduzida de forma a evitar a incorporação de ar ao produto, o que poderia comprometer sua qualidade, principalmente a cor. Conforme a temperatura de envase, o catchup pode sofrer

ainda tratamento térmico na própria embalagem, geralmente quando o produto é envasado a temperaturas abaixo de 82°C. Quando o envase ocorre a temperatura acima desta, o tratamento térmico adicional geralmente é desnecessário. Após o envase e antes da paletização e estocagem, o catchup deve ser resfriado, evitando danos decorrentes da exposição prolongada do produto a altas temperaturas (Gould, 1992). As embalagens mais utilizadas para catchup são: frascos de vidro ou plástico, bolsas e sachês plásticos e embalagens cartonadas (Wu & Nelson, 1997).

A qualidade do catchup, principalmente no que se refere a cor, consistência, sabor e odor, depende da qualidade de cada ingrediente utilizado em sua formulação, especialmente da polpa de tomate. Os métodos de análise normalmente efetuados para avaliação e controle de qualidade de catchup são os mesmos, ou similares, aos empregados para polpa de tomate (Gould, 1992). Os principais parâmetros analisados são: pH, acidez (total e volátil), teor de sólidos (totais, solúveis e insolúveis), cor, consistência, teor de NaCl, atividade de água e perfil de ácidos orgânicos e açúcares (Porretta, 1991, Porretta *et al*, 1993, Porretta & Birzi, 1995).

2. Avaliação sensorial de edulcorantes

A sacarose é o principal adoçante utilizado em alimentos, sendo sempre utilizada como padrão de comparação em relação aos edulcorantes. O dulçor relativo não é uma propriedade constante, mas normalmente varia conforme a concentração do edulcorante (Godshall, 1990). O dulçor de um determinado edulcorante ou combinação de edulcorantes é geralmente determinado em

sistemas modelo e comparado ao da sacarose, podendo então ser estimado e expresso em termos da concentração do açúcar de referência, geralmente sacarose, equivalente em dulçor (Salminen & Hallikainen, 1990). A sacarose apresenta rápido impacto de dulçor, seguido por um decréscimo claramente definido e limpo (Cândido & Campos, 1996).

As propriedades temporais de um determinado edulcorante descrevem a evolução da sensação de dulçor ao longo do tempo, o que é fundamental para indicar sua aplicabilidade em diferentes tipos de alimentos e bebidas. Entre tais propriedades encontram-se a intensidade máxima de dulçor, o tempo de duração até a queda do dulçor máximo e o tempo de persistência do sabor doce. A tabela 3 exemplifica estes três aspectos para sacarose, sucralose, sacarina, aspartame e acessulfame-K, em soluções aquosas equivalentes em dulçor, conforme avaliados por Wiet & Beyts (1988), citados por Hood & Campell (1990).

Tabela 3 - Propriedades temporais de dulçor da sacarose, sucralose e outros edulcorantes (Hood & Campbell, 1990)

Edulcorante	Intensidade máxima de de dulçor*	Tempo para percepção máxima do dulçor (seg)	Duração da sensação de dulçor (seg)
Sacarose	7,6	4,1	66,1
Sucralose	7,8	5,0	75,4
Aspartame	7,5	6,2	76,7
Sacarina	7,5	3,1	77,2
Acessulfame-K	7,5	4,9	77,4

* escala de 0-12

Os perfis de sabor conferidos pelos diferentes edulcorantes artificiais não são idênticos ao da sacarose, sendo que todos os compostos disponíveis

apresentam pelo menos alguma diferença sensorial em comparação ao açúcar, normalmente relacionada ao seu perfil tempo-intensidade e/ou ao seu sabor residual. Desta forma, muitos dos desenvolvimentos recentes quanto ao uso de edulcorantes artificiais envolve o entendimento de como as combinações de edulcorantes podem ser utilizadas, de modo a proporcionar ao consumidor um sabor o mais próximo possível ao da sacarose, além da identificação de aditivos capazes de modificar o sabor conferido pelos edulcorantes, no sentido de torná-lo mais similar ao da sacarose (Lindley, 2002).

Para que um edulcorante seja bem aceito, este deve apresentar características sensoriais semelhantes às da sacarose. Desta forma, a análise sensorial é de importância essencial no estudo destes aditivos, permitindo determinar: a intensidade de doçura em relação à sacarose, o comportamento dos edulcorantes em diversos alimentos, a aceitação do produto, a intensidade do estímulo em função de tempo, entre outros.

Os testes sensoriais constituem uma medida multidimensional integrada, possuindo importantes vantagens, tais como: capacidade de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definir características sensoriais importantes de um produto de forma rápida, e detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos (Munõz *et al*, 1992).

2.1. Escala do Ideal

Entre os métodos sensoriais existentes para se medir a quantidade ideal de um determinado componente a ser adicionado para provocar a

melhor aceitação e preferência de um grupo de julgadores, a escala-do-ideal é um dos métodos afetivos mais aplicados, tanto pela confiabilidade e validade de seus resultados, como pela simplicidade em ser utilizado pelos julgadores (Cardoso *et al*, 2004). Nesta análise, a equipe de provadores avalia as amostras e registra suas respostas em escala específica, em termos do quão ideal estas se encontram em relação ao atributo que se deseja avaliar, como por exemplo doçura, teor de sal, de aroma e/ou sabor, textura, etc. As escalas utilizadas nesta metodologia são bipolares, com 3 ou 5 categorias, geralmente ancoradas com expressões do tipo “muito”, “pouco” e “ideal”, para cada atributo avaliado (Vickers, 1988; Stone & Sidel, 1993).

Os dados obtidos são então submetidos à análise estatística, através de histograma de distribuição das respostas sensoriais (em porcentagem), em função da concentração do componente que está variando e também por regressão linear simples entre os valores hedônicos e a concentração do componente em estudo (Meilgaard *et al*, 1999).

A partir da aplicação da análise de aceitação com a escala-do-ideal, é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre a concentração adequada de um composto a ser adicionado em um alimento ou bebida, ou mesmo o tempo de cozimento ou pasteurização para se obter a textura ideal de um determinado produto (Cardoso *et al*, 2004).

Daillant & Issanchou (1991) utilizaram a escala-do-ideal para determinar a concentração ideal de sacarose em iogurte e obtiveram resultados próximos aos verificados em teste de aceitação. Os autores concluíram que o método

da escala do ideal constitui uma ferramenta adequada para determinação da preferência do consumidor. A escala do ideal foi também utilizada por Vickers (1988) para determinação do dulçor ideal em bebidas tipo limonada, e por Xiong & Meullenet (2004), em estudo do mapa de preferência de *sticks* de queijo.

2.2. Análise descritiva quantitativa

O termo *análise descritiva* geralmente se refere à metodologia por meio da qual se obtém a identificação, quantificação e descrição de atributos sensoriais de alimentos por indivíduos treinados. Entre os principais métodos utilizados na análise descritiva está a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (Piggot *et al*, 1998), desenvolvida pela Tragon Corp (Stone *et al*, 1974). Tal método é fortemente suportado pela análise estatística, na determinação de termos sensoriais apropriados e de procedimentos e indivíduos a serem utilizados na análise de um determinado alimento. A equipe sensorial é selecionada conforme sua habilidade de discriminar diferenças nas propriedades sensoriais de amostras do produto em que os participantes serão treinados para avaliar. O treinamento em ADQ envolve a avaliação de produtos e ingredientes que funcionam como referência na geração da terminologia descritiva. Os resultados obtidos na análise são analisados estatisticamente, sendo geralmente reportados na forma de gráficos tipo “aranha” (Meilgaard *et al*, 1999).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é uma metodologia que proporciona a obtenção de uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um determinado produto, representando um dos métodos mais

completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos diversos. 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, bem como correlações entre testes sensoriais e instrumentais (Stone & Sidel, 1993).

A ADQ permite traçar o perfil sensorial dos produtos avaliados, e quando é associada ao estudo afetivo de consumidor, permite a obtenção de conclusões de extrema importância, como por exemplo, saber quais as características sensoriais e em que intensidade estão presentes nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores, e ainda verificar em que determinados produtos, concorrentes por exemplo, diferem sensorialmente entre si. Desta forma, se desejável, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou adicionados em um produto, para que ele possa superar seu concorrente. A ADQ é, portanto, uma ferramenta de extrema importância para o desenvolvimento e controle de qualidade de produtos alimentícios.

A ADQ foi utilizada por Porretta (1991) para caracterização de catchups provenientes dos mercados italiano e norte-americano e também por Porretta & Birzi (1995), para comparação do comportamento de diferentes tipos de vinagre durante a vida de prateleira de catchups, em diferentes temperaturas. Outros exemplos da utilização desta metodologia são: caracterização de ovos de páscoa disponíveis no mercado (Minim *et al*, 2000), comparação de extratos hidrossolúveis de soja adoçados com sacarose e sucralose (Tashima & Cardello, 2003), construção do mapa de preferência de refrigerantes sabor guaraná

(Carneiro *et al*, 2003), avaliação do perfil sensorial de alimento com soja sabor laranja (Torrezan *et al*, 2004) e caracterização de néctares de pêssego adoçados com sacarose e com a mistura de aspartame e acessulfame-K (Ujikawa & Bolini, 2004).

2.3. Análise tempo-intensidade

A análise tempo-intensidade (T-I) é um caso especial da análise descritiva, em que uma determinada característica é avaliada ao longo do tempo. Este teste foi definido por Amerine *et al.* (1965) como a medida da velocidade, duração e intensidade percebidas por um estímulo único. O uso de tal metodologia vem se tornando amplo com a evolução e disponibilidade de sistemas de coleta e avaliação de dados, que constituíam a principal dificuldade no início da utilização desta ferramenta (Piggot *et al*, 1998).

A avaliação sensorial clássica quantifica a resposta sensorial por meio de um ponto único de medida, em que os provadores fazem uma média do tempo ou integram sua percepção para decodificarem suas respostas em um valor de intensidade único. O gosto, aroma, textura e sensações térmicas e picantes, presentes em alimentos e bebidas, sofrem, entretanto, 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). A avaliação sensorial através da metodologia tempo-intensidade é um prolongamento da

análise sensorial clássica, através de escalas providas de informações temporais sobre a sensação percebida (Cliff & Heymann, 1993).

No caso de edulcorantes, conforme exposto por Dubois *et al* (1977) e Larson-Powers (1978), determinados compostos considerados como idênticos em termos de seu dulçor global podem apresentar diferenças marcantes quando avaliados quanto às respectivas curvas T-I.

Os parâmetros mais frequentemente incluídos nas avaliações T-I são: intensidade máxima ($I_{m\acute{a}x}$), tempo requerido para a percepção da intensidade máxima ($T_{I_{m\acute{a}x}}$), tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) e área sob a curva T-I (Yoshida, 1986; Cliff & Heymann, 1993).

A metodologia T-I tem sido utilizada para caracterização sensorial de uma grande variedade de alimentos e bebidas: vinho (Ishikawa & Noble, 1995), aguardente de cana (Cardello & Faria, 1999), extrato hidrossolúvel de soja (Tashima & Cardello, 2003), néctares de pêssego (Ujikawa & Bolini, 2004), entre outros. O comportamento de diferentes edulcorantes em alimentos e bebidas foi também avaliado por diversos pesquisadores, por meio da metodologia T-I, a exemplo de: Larson-Powers & Pangborn (1978), Ott *et al* (1991), Ayya & Lawless (1992), Ketelsen *et al* (1993), Harrison & Bernhard (1984), Cardello *et al* (1999), Calviño & Garrido (2000).

3. Estimativa da ingestão de aditivos alimentares

A autorização de uso de aditivos alimentares exige, em geral, a demonstração da necessidade tecnológica e da segurança de uso (Brasil, 1997). Esta última, por sua vez, envolve a avaliação toxicológica e a estimativa da

ingestão da substância, estabelecidas por comitês internacionais, regionais ou nacionais de peritos. A necessidade tecnológica, por outro lado, é definida pela indústria (WHO, 2000).

Muitos países, incluindo o Brasil, adotam em suas tomadas de decisões recomendações de Comitês Internacionais, como o JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives), Comitê Conjunto FAO/ OMS de Peritos em Aditivos Alimentares, bem como normas publicadas pelo Codex Alimentarius, que é um organismo internacional que elabora normas para alimentos.

Para que um determinado aditivo tenha seu uso regulamentado, são necessários estudos toxicológicos detalhados que comprovem sua segurança de uso, em geral conduzidos com animais experimentais. A avaliação dos dados resultantes destes estudos é de responsabilidade do JECFA que, após examinar os dados toxicológicos disponíveis, estabelece, quando possível, uma ingestão diária aceitável (IDA) para o aditivo. As recomendações do JECFA são utilizadas pelo CCFAC (Comitê do Codex para Aditivos Alimentares e Contaminantes) no estabelecimento de limites de uso da substância em diferentes alimentos. O uso de um aditivo alimentar é limitado com base em sua IDA, de forma a assegurar que esta não será ultrapassada através da ingestão de alimentos (Larsen & Pascal, 1998).

A IDA é definida como a quantidade de uma substância que pode ser ingerida diariamente durante toda a vida de um indivíduo, sem riscos apreciáveis à sua saúde, sendo expressa em miligramas da substância por quilograma de peso corpóreo (pc). A IDA é representada na forma de uma faixa, de zero até um limite superior, considerada como o intervalo de aceitabilidade da substância, de forma a

incentivar o uso de limites baixos, sempre que isto for tecnologicamente possível (Herrmann, 1993). Apesar de todo o intervalo de aceitabilidade poder ser utilizado com segurança, quanto menor a quantidade consumida, menor o risco (Thruhaut, 1991). A IDA é calculada através da divisão do NOEL (nível sem efeito observado), geralmente derivado de estudos de toxicidade crônica com animais experimentais, por um fator de segurança adequado (WHO, 1987).

Denomina-se ingestão potencial de um aditivo alimentar a ingestão provável da substância, decorrente dos limites máximos permitidos para seu uso em diferentes alimentos ou grupos de alimentos e do modelo de consumo alimentar da população em estudo. Estimativas da ingestão diária para um determinado aditivo são, portanto, calculadas no sentido de verificar se existe possibilidade de exposição excessiva dos consumidores à substância, sob as condições de uso propostas (Bar & Wurtzen, 1990).

Estimativas de ingestão de aditivos alimentares são consideradas parte integrante do processo de avaliação de risco adotado no âmbito do Codex Alimentarius. Este tipo de estudo requer informações sobre a quantidade de alimento consumido pela população em estudo e a concentração da substância de interesse nos alimentos que fazem parte da dieta (Lindsay, 1986; Renwich, 1999; WHO, 2000). Grande parte dos métodos existentes para a determinação da ingestão de aditivos tem por base estatísticas de produção de alimentos ou dados de consumo nacional obtidos por pesquisas específicas. Estimativas mais acuradas de ingestão são geradas pela utilização de dados de consumo de alimentos específicos por indivíduos, os quais geralmente não estão disponíveis (Douglass *et al*, 1997).

Em sua 53ª Reunião, realizada em junho de 1999, o JECFA recomendou alguns métodos para obtenção de dados de consumo de alimentos, baseados na população, no domicílio ou em consumo individual, para serem utilizados em estudos de ingestão de aditivos alimentares, de forma a assegurar a uniformidade de dados (WHO, 2000).

No Brasil, dados sobre a ingestão de sacarina, ciclamato e aspartame foram obtidos por Toledo & Ioshii em pesquisa conduzida em 1990. Segundo os autores, os adoçantes de mesa e os refrigerantes eram então as principais fontes de exposição a tais edulcorantes e os valores medianos de ingestão estimados para os três compostos resultaram abaixo das respectivas IDAs. Entretanto, diversos alimentos *diet/light* foram lançados no mercado após esta pesquisa, o que implica na possível alteração dos hábitos alimentares da população e indica a necessidade de se repetir estudos desta natureza.

Referências

- AC NIELSEN. **Tendências do Mercado Brasileiro**. Mercearia Salgada (*Salty Products*), p. 353-355. São Paulo, 2004.
- AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principals of Sensory Evaluation of Food**. New York: Academic Press, 1965, 602p.
- AYA, N.; LAWLESS, H.T. Quantitative and qualitative evaluation of high intensity sweeteners and sweetener mixtures. **Chemical Senses**, v.17(3), p.245-259, 1992.
- BAR, A.; WURTZEN, G. Assessing the use of additives in food: a reappraisal of the Danish Budget Method. **Food Science and Technology**, v.23, n.3, p.193-202, 1990.
- BIGELOW, W.D., SMITH, H.R.; GREENLEAF, C.A. **Tomato Products: pulp, paste, catsup and chili sauce**. National Cannery Association - Research Laboratory, 1950.
- BITTING, A.W.; BITTING, K.G. **Ketchup: methods of manufacture and microscopic examination**. Lafayette, Ind. Murphey-Bivins Co.Press, 1915.
- BRASIL. Portaria nº 540 SVS/MS, de 27/10/1997. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Outubro de 2005.
- BRASIL. Resolução Nº 382 de 05/08/1999. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Novembro de 2005.
- BRASIL. Resolução RDC Nº 276 de 22/09/2005. Available from: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Novembro de 2005.

BRASIL. Portaria Nº 27, de 23/01/ 1998. Disponível em [http\www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br). Acesso em Novembro de 2005.

CALVIÑO, A.; GARRIDO, D. Potency of sweetness of aspartame, D-tryptophan and thaumatin evaluated by single-value and time-intensity measurements. **Journal of Sensory Studies**, v.15(1), p.47-64, 2000.

CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para Fins Especiais: Dietéticos**. Varela, São Paulo, 1996, 411p.

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

CARDELLO, H.M.A.B., DA SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. Análise tempo-intensidade dos estímulos doce e amargo de extrato de folhas de estévia [*Stevia rebaudiana (Bert.) Bertonii*] em doçura equivalente a sacarose em solução a 10%. Em: Almeida, T.C.A., HOUGH, G., DAMÁSIO, M.H. & DA SILVA, M.A.A.P. (eds.). **Avanços em Análise Sensorial**, Livraria Varela, SP, p.199-212, 1999, 286p.

CARDOSO, J.M.P., BATTOCHIO, J.R.; CARDELLO, H.M.A.B. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da temperatura de consumo em bebidas preparadas com chá-mate em pó solúvel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24(3), p.448-452, 2004.

CARNEIRO, J.D.S., REIS, R.C., MINIM, V.P.R., CARNEIRO, J.C.S., REGAZZI, A.J., COIMBRA, J.S.R.; MINIM, L.A. Avaliação sensorial e mapa de preferência interno de marcas comerciais de refrigerante sabor guaraná. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.21(2), p.279-292., 2003.

- CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. **Food Research International**, v.26, p.375-385, 1993.
- CRANDAL, P.G.; NELSON, P.E. Effects of preparation and milling on consistency of tomato juice and puree. **Journal of Food Science**, v.40(4), p.710-713, 1975.
- DAILLANT, B.; ISSANCHOU, S. Most preferred level of sugar: rapid measure and consumption test. **Journal of Sensory Studies**, v.6(3), p.131-144, 1991.
- DATAMARK. Brazil Focus. Disponível em : [http\\www.brazilfocus.com](http://www.brazilfocus.com). Acesso em Novembro de 2005.
- DOUGLASS, J.S.; BARRAJ, L.M.; TENNANT, D.R.; LONG, W.R.; CHAISSON, C.F. Evaluation of the Budget Method for screening food additive intakes. **Food Additives and Contaminants**, v.14(8), p.791-802, 1997.
- DUBBOIS, G.E.; CROSBY, G.A.; STEPHENSON, R.A; WINGARD, R.E. Dihydrochalcone sweeteners synthesis and sensory evaluation of sulfonate derivative. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.25, p.763-772, 1977.
- GODSHALL, M.A. Use of sucrose as a sweetener in foods. **Cereal Foods World**, v.35(4), p.384-389, 1990.
- GOOSE, P.G.; Binsted, R. **Tomato Paste - Pureé, Juice & Powder**. London: Food Trade Press Ltd., 2ª edição, 151p., 1973.
- GOULD, W.A. **Tomato production, processing and technology**, 3ª. edição, cap.11, p.233-242, 1992.

- HARRISON, S.K.; BERNHARD, R.A. Time-intensity sensory characteristics of saccharin, xylitol and galactose, and their effect on the sweetness of lactose. **Journal of Food Science**, v.49, p.780-786, 793, 1984.
- HAYES, W.A.; SMITH, P.G.; MORRIS, A.E.J. The production and quality of tomato concentrates. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38(7), p.537-564, 1998.
- HERRMANN, J.L. Safety evaluations: the search for a common standard. **Food Technology**, v.47(3), p.118-130, 1993.
- HOOD, L.L.; CAMPBELL, L.A. Developing reduced calorie bakery products with sucralose. **Cereal Foods World**, v.35(12), p.1171-1182, 1990.
- ISHIKAWA, T.; NOBLE, A.C. Temporal perception of astringency and sweetness in red wine. **Food Quality and Preference**, v.6, p.27-33, 1995.
- KELLING, S.T.; HALPERN, B.P. Taste flashes: reaction times, intensity, and quality. **Science**, v.219, p.412-422, 1983.
- KETELSEN, S.M., KEAY, C.L.; WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. **Journal of Food Science**, v.58(6), p.1418-1421, 1993.
- LAMB, F. **Tomato Products**. National Canners Association, 134p., 1977.
- LARSEN, J.C.; PASCAL, G. Workshop on the applicability of the ADI to infants and children: consensus summary. **Food Additives and Contaminants**, v.15, supplement, p.1-9, 1998.

- 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. **Journal of Food Science**, v.43, p.41-46, 1978.
- LEE, W.E.; PANGBORN, R.M. Time-intensity: the temporal aspects of sensory perception. **Food Technology**, v.40(11), p.71-82, 1986.
- LINDLEY, M.G. Developments in high potency sweeteners. **International Sugar Journal**, v.104(1244), p.346-351, 2002.
- LINDSAY, D.G. Estimation of the dietary intake of chemicals in food. **Food Additives and Contaminants**, v.3(1), p.71-88, 1986.
- MARSH, G.L., LEONARD, S.J.; BUHLERT, J.E. Yield and quality of catsup produced to a standard solids and consistency level II. Influence of handling practices, break temperature and cultivar. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.3(3), p.195-212, 1979.
- McCOLLOCH, R.J., NIELSEN, B.W.; BEAVENS, E.A. Factors influencing the quality of tomato paste. II. Pectic changes during processing. **Food Technology**, v.4, p.339-343, 1950.
- McGLASSON, B. In: MACRAE, R., ROBINSON, R.K.; SADLER, M.J. eds. **Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition**, London: Academic Press, p.4579-4584, 1993.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd. Edition. CRC Press: New York, 1999, 281p.
- MINIM, V.P.R., DA SILVA, M.A.A.P.; CECCHI, H.M. Perfil sensorial de ovos de páscoa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20(1), 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em Março de 2005.

- MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240p.
- NOOMHORM, A.; TANSAKUL, A. Effect of pulper-finisher operation on quality of tomato juice and tomato puree. **Journal of Process Engineering**, v.15(4), p.229-239, 1992.
- OTT, D.B., EDWARDS, C.L. & PALMER, S.J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations. **Journal of Food Science**, v.56(2), p.535-542, 1991.
- PETRO-TURZA, M. Flavor of tomato and tomato products. **Food Reviews International**, v.2, p.309-351, 1987.
- PIGGOT, J.R., SIMPSON, S.J.; WILLIAMS, S.A.R. Sensory analysis. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, p.7-18, 1998.
- PORRETTA, S. Analytical profiling of catchup. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.57(2), p.293-301, 1991.
- PORRETTA, S.; BIRZI, A. Effect of storage temperature on sensory shelf life of two catchups made of wine or spirit vinegar. **Sciences des Aliments**, v.15(6), p.529-540, 1995.
- PORRETTA, S., POLI, G., RONDELLI, M.& ZANANGELI, G. Quality evaluation of tomato pulp. **Food Chemistry**, v.47(4), p.379-386, 1993.
- RENWICK, A.G. Intake of intense sweeteners. **World Reviews Nutrition Diet**, v.85, p.178-200, 1999.
- SALMINEN, S.; HALLIKAINEN, A. Sweeteners. In: BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M. e SALMINEN, S. **Food Additives**, Marcel Dekker, Inc., New York, 1990.

- SARLI, R.J. **Conservas de Tomate**. Biblioteca de la Chacra. Editorial Atlantida, Buenos Aires, 1953.
- STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation Practices**. New York: Academic Press, 1993, 338p.
- STONE, H., SIDEL, J.L., OLIVE, S., WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v.28(1), p.24, 26, 28, 29, 32, 34, 1974.
- TASHIMA, E.H.; CARDELLO, H.M.A.B. Perfil sensorial de extrato hidrossolúvel de soja (*Glicine Max L. Merril*) comercial adoçado com sacarose e com sucralose. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 21(20), p.409-428, 2003.
- THAKUR, B.R.; SINGH, R.K.; HANDA, A.K. Effect of homogenization pressure on consistency of tomato juice. **Journal of Food Quality**, v.18(5), p.389-396, 1995.
- THRUHAUT, R. The concept of acceptable daily intake: an historical review. **Food Additives and Contaminants**, v.8(2), p.151-162, 1991.
- TOLEDO, M.C.F.; IOSHII, S. H. Potential intake of intense sweeteners in Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v.12, n.6, p.799-808, 1995.
- TORERZAN, R.; CECCATO, C.M.; BARRETTO, A.C.S.; DA SILVA, V.S.; CARATIN, C.; PEREIRA, C.G.; MARTINEZ, J.; KUSHIDA, M.M.; NETO, M.P.; IAMANAKA, B.; CARDELLO, H.M.A.B. Avaliação do perfil sensorial de alimento com soja sabor laranja. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.22(2), p.199-216, 2004.

UJIKAWA, M.I.; BOLINI, H.M.A. Descriptive profile, time-intensity sweetness profile and affective tests of traditional and low-calorie peach (*Prunus persica* sp.) NECTAR. **Alimentaria**, v.10, p.85-95, 2004.

VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **Journal of Sensory Studies**, v.3(1), p.1-8, 1988.

WHO Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food. **Environmental Health Criteria** 70. Geneva, 1987.

WHO Evaluation of certain food additives. **Technical Report Series** 891. Geneva, 2000.

WIET, S.G.; BEYTS, P. Sensory characteristics of sucralose. Paper presented at American Chemical Society Conference on Sweeteners: Carbohydrate and Low Calorie, Los Angeles, September 22, 1988.

WU, J.S-B.; NELSON, P.E. Tomato products. In: Smith, D.S., Cash, J.N., Nip, W-K and Hui, Y.H. **Processing Vegetables - Science and Technology**, cap.14, p.389-415. Technomic Publishing Co, Inc.: Lancaster, 1997.

XIONG, R.; MEULLENET, J.F. Application of multivariate adaptative regression splines (MARS) to the preference mapping of cheese sticks. **Journal of Food Science**, v.69(4), p.SNQ131-139, 2004.

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

CAPÍTULO 2

Edulcorantes para uso em alimentos: Revisão

*Artigo publicado na **Revista Food Ingredients**,
v.38 (set-out 2005), p.66-73 e v.39 (nov-dez 2005), p.60-65.*

1. Aspectos gerais

A substituição da sacarose em alimentos e bebidas geralmente envolve a adição de edulcorantes artificiais, combinados ou não com agentes de corpo. Embora a variedade de edulcorantes artificiais disponíveis para emprego em alimentos e bebidas venha aumentando nos últimos anos, o uso isolado destes aditivos ainda não é capaz de proporcionar as mesmas características de textura tipicamente conferidas pela sacarose ou outros agentes de corpo (Kilcast, 2002).

Segundo a Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27/10/97 (Brasil, 1997), edulcorantes são substâncias diferentes dos açúcares, que conferem sabor doce aos alimentos. A legislação brasileira divide os edulcorantes em naturais e artificiais, conforme regulamento técnico que aprova o uso destes aditivos e estabelece limites máximos de uso para diferentes alimentos. São listados a seguir os edulcorantes de uso permitido no Brasil, conforme a Resolução RDC nº 3, de 02/01/01 (Brasil, 2001). O número entre parêntesis refere-se ao Sistema Internacional de Numeração (*International Numbering System*), adotado pelo Codex Alimentarius para fins de rotulagem.

Edulcorantes naturais:

- Sorbitol, xarope de sorbitol, D-sorbita (INS 420)
- Manitol (INS 421)
- Isomalta, isomalte, isomalt (INS 953)
- Esteviosídeo (INS 960)
- Maltitol, xarope de maltitol (INS 965)
- Lactitol (INS 966)
- Xilitol (INS 967)

Edulcorantes artificiais:

- Acessulfame de potássio (INS 950)
- Aspartame (INS 951)
- Ácido ciclâmico e seus sais de cálcio, potássio e sódio (INS 952)
- Sacarina e seus sais de cálcio, potássio e sódio (INS 954)
- Sucralose, triclora galactosacarose (TGS) (INS 955)

Segundo diversos autores, um edulcorante ideal deveria apresentar as seguintes características: (a) poder adoçante igual ou superior ao da sacarose; (b) ausência de cor e de odor; (c) perfil de sabor agradável, tão próximo possível quanto ao da sacarose, sem sabor residual; (d) facilidade de dissolução; (e) compatibilidade química com outros aditivos e demais componentes dos alimentos; (f) estabilidade química e térmica, tanto em meio ácido, quanto básico; (g) baixo teor calórico (< 2 kcal/g); (h) não cariogenicidade; (i) segurança em termos de saúde pública; (j) metabolismo normal ou resistência à digestão; (k) facilidade de produção, transporte e estocagem; (l) disponibilidade comercial e (m) custo competitivo em comparação à sacarose e outros edulcorantes (Salminen & Hallikainen, 1990; Stamp, 1990; Verdi & Hood, 1993; Montijano *et al*, 1998; Nabors, 2002; Lindley, 2002).

De modo geral, nenhum edulcorante preenche todos os requisitos enumerados anteriormente e, em vista disto, a utilização de combinações de edulcorantes é uma forma de compensar as limitações individuais de cada um deles, proporcionando o desenvolvimento de produtos com melhor sabor, maior vida útil e, muitas vezes, com custos de formulação reduzidos (Montijano *et al*,

1998). Outro aspecto que motiva o uso de misturas de edulcorantes é o sinergismo observado entre alguns compostos, que corresponde a interações sensoriais positivas entre eles, resultando em potencialização de dulçor. Combinações de ciclamato/sacarina e aspartame/acessulfame estão entre as mais clássicas e conhecidas, havendo porém diversas outras possibilidades. Um outro ponto importante a ser considerado ao se combinar edulcorantes é a redução da exposição dos consumidores a cada composto em separado, o que é um aspecto positivo do ponto de vista de saúde (Lindley, 1991; Verdi e Hood, 1993; von Rymon Lipinski, 1996).

As propriedades temporais de um determinado edulcorante descrevem a evolução da sensação de dulçor ao longo do tempo, o que é fundamental para prever seu desempenho em diferentes tipos de alimentos e bebidas. Entre tais propriedades, encontram-se a intensidade máxima de dulçor, o tempo de duração até a queda do dulçor máximo e o tempo de persistência do sabor doce (Hood e Campell, 1990). Embora o perfil de dulçor seja um aspecto crucial na utilização de edulcorantes e suas combinações, quase sempre a percepção do sabor doce está associada a uma grande e complexa variedade de aromas e outros sabores. Assim sendo, as propriedades sensoriais e físico-químicas de cada alimento como um todo influenciam diretamente o tipo e a quantidade de edulcorantes a serem utilizados (Redlinger e Setser, 1987; Salminen e Hallikainen, 1990). O potencial de dulçor dos edulcorantes é normalmente determinado de forma comparativa a uma solução de sacarose de concentração conhecida (normalmente 5 a 12%), e expresso na forma de uma faixa, uma vez que existe geralmente uma relação inversa entre o potencial de dulçor do composto avaliado e a concentração da

solução de sacarose tomada como referência (Homler, 1984; Cardello *et al*, 1999; Calviño *et al*, 2000; Butchko *et al*, 2001). Segundo Mori (1992), os valores de doçura relativa encontrados na literatura variam consideravelmente, em função da metodologia sensorial utilizada, da concentração do edulcorante e da amostra de referência (sacarose), além do meio de dispersão e do número de provadores.

Serão abordados nesta revisão as principais características, alguns aspectos tecnológicos e o perfil toxicológico dos edulcorantes sacarina, ciclamato, aspartame, acessulfame-K, sucralose, glicosídeos de esteviol e neotame. Todos estes compostos são encontrados na forma de pó branco, cristalino e inodoro e são considerados edulcorantes não calóricos e não cariogênicos. Alguns deles foram também avaliados como realçadores de sabor, como o aspartame, o acessulfame-K e o neotame, os dois primeiros aprovados no Brasil com tal função pela Resolução RDC 1, 02/01/2001 (Brasil, 2001). As figuras com as estruturas moleculares dos edulcorantes apresentadas neste trabalho foram extraídas das respectivas especificações do JECFA (2005a).

2. Características e aspectos tecnológicos

2.1. Sacarina

A sacarina, composto orgânico derivado do petróleo, foi sintetizada pela primeira vez em 1879, nos Estados Unidos, por dois pesquisadores da Universidade John Hopkins, J. Remsen e C. Fahlberg, enquanto estudavam a oxidação da *o*-toluenosulfonamida (Dziezak, 1986; Salminen e Hallikainen, 1990; Fernández, 1990). Seu uso como aditivo para alimentos foi introduzido em 1900, nos Estados Unidos, e desde então aumentou gradualmente. Nas duas guerras

mundiais, em função da escassez e do racionamento de açúcar, a sacarina foi amplamente utilizada (Newsome, 1986; Almeida-Muradian e Penteado, 1990; Salminen e Hallikainen, 1990). Seu sucesso como edulcorante até os dias atuais pode ser atribuído, entre outros fatores, ao preço competitivo em relação à sacarose e a outros edulcorantes, e à ampla estabilidade em alimentos.

A denominação genérica sacarina é utilizada tanto para o composto propriamente dito ($C_7H_5NO_3S$), como para seus sais de sódio e cálcio (Bakal, 1987; Salminen e Hallikainen, 1990). A sacarina sódica é a forma mais comumente utilizada em alimentos, devido à alta solubilidade e estabilidade. A forma cálcica pode, entretanto, ser uma opção interessante para efeito de declaração de ausência de sódio (Nabors, 2002). A sacarina apresenta elevada solubilidade em água (67 g/L, a 25°C) e em outros solventes, como propilenoglicol, glicerol e etanol (Dziezak, 1986; Fernández, 1990; Polasa, 1995). A forma ácida é pouco utilizada em alimentos, devido à baixa solubilidade em água (3,4 g/L, a 25°C) (Giese, 1992). A figura 1 ilustra a estrutura química da sacarina.

Uma das principais vantagens da sacarina é a estabilidade em temperaturas altas e meio ácido, sem perda de suas propriedades (Bakal, 1987). Somente em condições extremas de temperatura e pH, por tempos prolongados de exposição, ocorre hidrólise da molécula, produzindo os ácidos 2-sulfobenzóico e 2-sulfamoil benzóico (Stamp, 1990; Montijano *et al*, 1998; Pearson, 2001).

A sacarina apresenta poder edulcorante 300 a 700 vezes maior que o da sacarose e exibe liberação lenta do sabor doce, que persiste ao atingir sua máxima intensidade. A presença de sabor residual amargo, metálico e adstringente é uma característica geralmente associada a este edulcorante e

tende a aumentar conforme se eleva sua concentração (Dziezak, 1986; Bakal, 1987; Pearson, 2001). O gosto amargo da sacarina sódica é atribuído por alguns autores às impurezas provenientes da síntese do composto, enquanto outros afirmam ser este efeito decorrente da própria molécula do edulcorante. Da mesma forma que ocorre para o sabor doce, a concentração de sacarina necessária para o limiar de sabor amargo depende dos constituintes do alimento (Pearson, 2001). Este efeito, entretanto, pode ser minimizado por meio de combinação com outros edulcorantes, o que permite a utilização de menores quantidades de sacarina e resulta em melhor sabor. Outra possibilidade é a adição de outros tipos de compostos, que mascaram o sabor residual da sacarina, como, por exemplo, cremor tártaro, dextrose, lactose e glicina (Bakal, 1987; Stamp, 1990; Giese, 1993; Pearson, 2001).

A combinação ciclamato/sacarina foi extensivamente utilizada no passado, sendo ainda empregada em determinados produtos, em função do sinergismo entre estes edulcorantes, já que o ciclamato também apresenta alguns aspectos sensoriais negativos, quando utilizado isoladamente. Outras opções de edulcorantes para uso combinado com a sacarina incluem o aspartame, a sucralose e o acessulfame-K, além de misturas ternárias de sacarina, aspartame e ciclamato (Pearson, 2001). As principais aplicações da sacarina em alimentos incluem: adoçantes de mesa e para uso culinário, bebidas em geral, confeitos, geléias, sobremesas, gomas de mascar, molhos para saladas, sorvetes e sobremesas (Stamp, 1990; Fernández, 1990; McQuillan *et al*, 1995; Pearson, 2001).

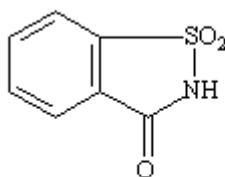


Figura 1 - Estrutura molecular da sacarina

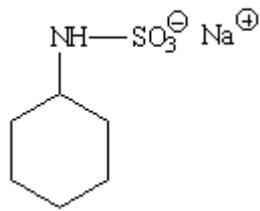
2.2. Ciclamato

O ciclamato foi descoberto em 1937, na Universidade de Illinois, por Michael Sveda, que acidentalmente percebeu o sabor doce desta substância enquanto investigava as propriedades antipiréticas dos derivados do ácido sulfâmico (Kasperson e Primak, 1986; Fernandez, 1990; Bopp e Price, 2001). O ciclamato foi introduzido em bebidas e alimentos em 1950 e dominou o mercado de edulcorantes artificiais na maior parte dos anos 60, quando seu uso, em conjunto com a sacarina, tornou-se bastante comum em bebidas dietéticas, uma vez que a combinação destes edulcorantes, geralmente na proporção de 10 partes de ciclamato para 1 de sacarina, resulta em potencialização do sabor doce e, ao mesmo tempo, mascara o sabor amargo residual da sacarina (Newsome, 1986; Salminen e Hallikainen, 1990; Bopp e Price, 2001). Segundo Miller (1987), o crescimento do mercado de bebidas dietéticas, graças ao uso do ciclamato, representou um grande incentivo para o desenvolvimento posterior de novos edulcorantes.

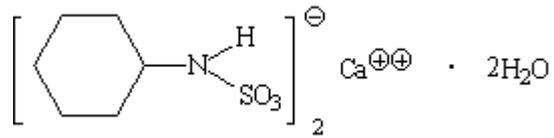
O ciclamato é encontrado nas formas de ácido ciclâmico e sais de cálcio e sódio. O sal de sódio é a forma mais utilizada, embora o uso do sal de cálcio seja apropriado para produtos com restrição de sódio, assim como já mencionado no

caso da sacarina. As estruturas dos ciclamatos de sódio e cálcio são apresentadas na figura 2. Tanto o ácido ciclâmico quanto seus sais apresentam solubilidade alta em água e bastante limitada em óleos, gorduras e solventes não polares, como benzeno, clorofórmio e éter. O ciclamato é aproximadamente 30-60 vezes mais doce que a sacarose e extremamente estável em uma ampla faixa de pH e temperatura, assim como na presença de luz e oxigênio. Seu perfil tempo-intensidade é caracterizado por liberação lenta e persistente do sabor doce, quando comparado à sacarose, sendo muitas vezes associado a sabor residual desagradável. (Dziezak, 1986; Shibamoto e Bjeldanes, 1993; Gonzales, 2000; Giese, 1993; Montijano *et al*, 1998; Bopp e Price, 2001).

O uso do ciclamato como edulcorante é bastante adequado para produtos à base de frutas, devido à propriedade de realçar sabores frutais e mascarar a acidez excessiva muitas vezes associada a produtos desta natureza. Outras aplicações típicas deste edulcorante são: bebidas, incluindo as gaseificadas, iogurtes de frutas, gelatinas, cereais matinais, sorvetes, gomas de mascar, produtos de panificação (desde que combinado com agentes de corpo apropriados), sobremesas e confeitos (Fernández, 1990; Bopp e Price, 2001; Nabors, 2002). A estabilidade do composto é uma de suas maiores vantagens, enquanto seu perfil típico de sabor é muitas vezes limitante para algumas aplicações (Grenby, 1991).



(a)



(b)

Figura 2 - Estrutura molecular do ciclamato de sódio (a) e do ciclamato de cálcio (b)

2.3. Aspartame

O aspartame (APM) é um dipeptídeo composto pelo ácido L-aspártico e pelo éster metílico da fenilalanina, ambos aminoácidos naturalmente encontrados em alimentos (Newsome, 1986; Butchko *et al*, 2001). Assim como outros edulcorantes, a descoberta do APM, em 1965, foi acidental e ocorreu durante estudos efetuados pelo pesquisador James Schlatter, para a síntese de um tetrapeptídeo para tratamento de úlceras (Mazur e Ripper, 1979; Giese, 1993).

A molécula do APM ($C_{14}H_{18}N_2O_5$), cuja estrutura é apresentada na figura 3, é composta por 39,5% ácido aspártico, 50% fenilalanina e 10,5% éster metílico. O edulcorante é solúvel em água e álcool e insolúvel em óleos e gorduras, sendo sua solubilidade dependente de temperatura e pH. Apresenta maior estabilidade na faixa de pH 3,0 a 5,0 (estabilidade ótima a pH 4,3) e seu ponto isoelétrico é 5,2, pH em torno do qual se encontra a maioria dos alimentos (Dziezak, 1986; Wells, 1989; Fernandez, 1990; Butchko *et al*, 2001).

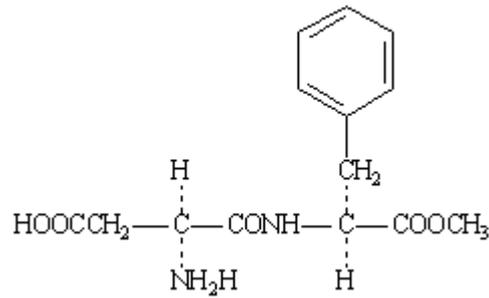


Figura 3 - Estrutura molecular do aspartame

Como o APM é cerca de 160-220 vezes mais doce que a sacarose, a quantidade deste edulcorante normalmente adicionada aos alimentos é significativamente menor que a do açúcar. Em vista disto, apesar de ambos os compostos apresentarem a mesma quantidade de calorias por grama, o aporte calórico conferido pelo APM é muito menor que o da sacarose (Homler, 1984; Dziezak, 1986; Vallejo *et al*, 1990; Butchko *et al*, 2001).

O perfil de sabor do APM é descrito como limpo e doce, como o da sacarose, sem sabor residual amargo ou metálico normalmente associados a certos edulcorantes como acessulfame-K, ciclamato e sacarina. A curva de tempo-intensidade do APM, comparada à da sacarose, é caracterizada por um desenvolvimento mais lento e persistente da sensação de dulçor (Montijano *et al*, 1998; Butchko *et al*, 2001). O edulcorante apresenta também a propriedade de realçar e estender determinados sabores, especialmente os de frutas, como laranja, limão e *grapefruit*, sendo este efeito mais pronunciado no caso de sabores naturais do que sintéticos. Em contrapartida, alguns sabores indesejáveis podem ser também realçados pelo APM, como é o caso do amargor característico de certos tipos de cacau (Homler, 1984; Butchko *et al*, 2001; Nabors, 2002).

Na forma sólida, o APM apresenta-se estável por longos períodos, porém em meios líquidos, sob determinadas condições de temperatura e pH, pode ser degradado, resultando em perda do sabor doce (Giese, 1992; Nabors, 2002). A degradação do APM pode seguir 2 vias: hidrólise a ácido aspártico, fenilalanina e metanol (geralmente em pH = 3,4) ou então ciclodesidratação a dicetopiperazina (normalmente em pH > 5,0). Nenhum dos produtos de conversão confere qualquer tipo de sabor, porém sua formação resulta em perda de dulçor (Homler, 1984; Dziezak, 1986; Butchko *et al*, 2001). Segundo Salminen e Hallikainen (1990), diferenças em termos de sabor doce somente são perceptíveis quando ocorrem perdas de dulçor da ordem de 40%.

Apesar de sofrer hidrólise sob condições excessivas de calor, o APM suporta processamento térmico a alta ou ultra alta temperatura, por curto período de tempo, como é o caso de certos produtos lácteos e sucos. Por outro lado, sua utilização não é adequada para aplicações em que seja empregado aquecimento muito drástico por tempo prolongado, como por exemplo o forneamento, a esterilização e a fritura (Stamp, 1990; Nabors, 2002). A estabilidade do edulcorante está bastante relacionada à temperatura de estocagem do alimento. Em baixa temperatura, a velocidade de degradação é significativamente reduzida, enquanto que, em condições de calor excessivo, o potencial de hidrólise ou ciclização do APM pode limitar suas aplicações (Homler, 1984; Butchko *et al*, 2001).

Entre as aplicações mais comuns do APM encontram-se bebidas carbonatadas, refrescos em pó, iogurtes, bebidas lácteas, adoçantes de mesa,

confeitos, sobremesas em pó, gomas de mascar, chás instantâneos, produtos a base de cereais e sorvetes. (Dziezak, 1986; Butchko *et al*, 2001).

2.4. Acessulfame-K

O acessulfame-K ($C_4H_4NO_4KS$) foi descoberto acidentalmente na Alemanha, em 1967, por pesquisadores da empresa Hoechst, durante um processo de desenvolvimento de novos produtos (Dziezak, 1986; Giese, 1993; Montijano *et al*, 1998). Com a descoberta do sabor doce dos compostos do grupo oxatiazinona dióxido, iniciou-se um programa de pesquisa visando a identificação destes compostos, assim como de outras substâncias potencialmente doces, com estruturas químicas similares. Os experimentos então efetuados apontaram o composto posteriormente denominado acessulfame-K como sendo o mais satisfatório para aplicação em alimentos, em função de suas propriedades (perfil e potencial de dulçor, solubilidade e estabilidade) (Hood e Schoor, 1990; Nutrinova, 2005).

A estrutura do acessulfame-K, apresentada na figura 4, lembra a da sacarina (Dziezak, 1986), sendo que variações de substituintes nas posições 5 e 6 do anel afetam a intensidade e as características de doçura (Nabors e Gelardi, 1986).

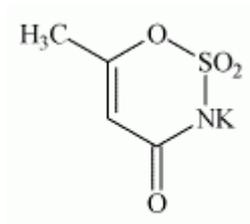


Figura 4 - Estrutura molecular do Acessulfame-K

O acessulfame-K não é higroscópico e é altamente solúvel em água fria (270 g/L a 20°C), sendo a solubilidade crescente com o aumento da temperatura, chegando a cerca de 1000 g/L, a 100°C. Apresenta baixa solubilidade na maioria dos solventes orgânicos. Na forma sólida, sua estabilidade é praticamente ilimitada, podendo permanecer inalterado durante anos, mesmo que exposto à luz. Em sistemas aquosos, a estabilidade depende do pH e da temperatura (Nabors e Gelardi, 1986; von Rymon Lipinsky e Debney, 1993), porém de modo geral o edulcorante se apresenta estável sob as condições normalmente empregadas no processamento e estocagem de alimentos, incluindo exposição prolongada em meio ácido, pasteurização, esterilização, fermentação e forneamento (Wolfhard e von Rymon Lipinski, 1985; Montijano *et al*, 1998). O dulçor do composto não diminui com o aumento da temperatura, como no caso do aspartame (Almeida-Muradian e Penteado, 1990; Giese, 1993).

O acessulfame-K começa a sofrer decomposição a 225°C, temperatura superior à dos tratamentos térmicos normalmente empregados no processamento de alimentos (Wolfhard e von Rymon Lipinski, 1985; von Rymon Lipinski, 1996). A redução na intensidade de dulçor em alimentos contendo acessulfame-k só é perceptível mediante perdas superiores a 5% da concentração inicial do edulcorante, o que em geral ocorre em alimentos de pH igual ou menor que 3,0 e após alguns anos de estocagem à temperatura ambiente (von Rymon Lipinsky e Debney, 1993).

O potencial de dulçor do acessulfame-K é cerca de 100 - 200 vezes maior que o da sacarose (Wolfhard e von Rymon Lipinski, 1985; Giese, 1993; Montijano *et al*, 1998), equivalente à metade do potencial apresentado pela sacarina sódica,

similar ao do aspartame e 4-5 vezes superior ao do ciclamato de sódio. Em meio ácido, a sensação de dulçor percebida é ligeiramente maior, se comparada a meio neutro, para concentrações idênticas de acessulfame-K. Embora em soluções aquosas concentradas deste edulcorante um sabor amargo seja percebido, em baixas concentrações, como as normalmente utilizadas em alimentos, este efeito é praticamente desprezível (von Rymon Lipinski e Hanger, 2001). O sabor amargo é geralmente percebido quando se utiliza o acessulfame-K como único edulcorante, já que neste caso dosagens maiores são necessárias, em comparação às empregadas ao se utilizar combinações de edulcorantes (McQuillan *et al*, 1995).

O perfil de sabor do acessulfame-K em solução é caracterizado por uma rápida percepção do dulçor, com decréscimo lento, não persistente, embora mais longo, em comparação à sacarose (Hood e Schoor, 1990; Ott *et al*, 1991; Peck, 1994; Montijano *et al*, 1998). Apresenta sinergismo com outros edulcorantes, como a frutose e o aspartame (Hood e Schoor, 1990). De acordo com Pszczola (1999), intensificações de dulçor de até 40%, além de perfis de sabor mais próximos ao da sacarose, podem ser alcançados mediante o uso de combinações de aspartame e acessulfame-K (van Rymon Lipinski e Ranger, 2001).

A aplicação mais antiga do acessulfame-K é como adoçante de mesa. Entretanto, como no caso da maioria dos edulcorantes artificiais, uma de suas principais aplicações são as bebidas de baixas calorias (concentrados, pós e refrigerantes). Outras aplicações deste edulcorante incluem sucos de fruta, néctares, sobremesas, sorvetes, produtos lácteos (iogurtes, bebidas), gomas de mascar, confeitos, molhos culinários, biscoitos e outros produtos de panificação, preparados e conservas de frutas dietéticos, alimentos enlatados em geral e

produtos para higiene oral (Von Rymon Lipinski e Debney, 1993; Von Rymon Lipinski, 1996; McQuillan *et al*, 1995).

2.5. Sucralose

A sucralose, também conhecida como triclorogalactosacarose (TGS), é um composto derivado da sacarose, por meio de substituição seletiva de 3 grupos hidroxila, nas posições 4',1' e 6', por átomos de cloro, o que acarreta em aumento substancial do dulçor. Este edulcorante foi descoberto em 1976, por pesquisadores do *Queen Elizabeth Colege* de Londres, durante um programa colaborativo de pesquisa entre a empresa Tate&Lyle, fabricante mundial de edulcorantes, e a Universidade de Londres (Wallis, 1993). Durante este programa, observou-se que a cloração seletiva de determinados grupos hidroxila da molécula da sacarose poderiam resultar em um aumento muito grande de dulçor. Em vista disto, diversos compostos halogenados derivados da sacarose foram sintetizados e testados e, dentre todos, o derivado 4, 1', 6' - tricloro destacou-se por sua excelente estabilidade e seu perfil de dulçor (Jenner e Smithson, 1989). A estrutura molecular da sucralose ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$) é apresentada na figura 5.

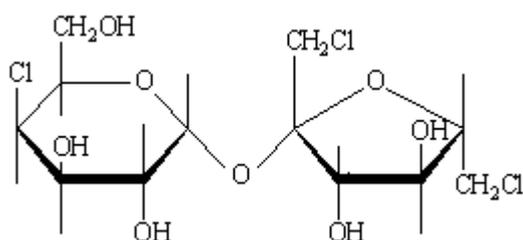


Figura 5 - Estrutura molecular da sucralose

A sucralose é altamente solúvel em água, etanol e metanol; sua solubilidade em água aumenta com a temperatura, de aproximadamente 28,3 g/ 100 mL, a 25°C, até 66,0 g/ 100 mL, a 60°C. Em solução, apresenta viscosidade similar à da sacarose e seu efeito a tensão superficial é praticamente desprezível, o que significa que o uso deste edulcorante em produtos líquidos normalmente não implica em problemas de dissolução ou formação de espuma (Goldsmith e Merkel, 2001). A cloração da molécula da sacarose acarreta alterações conformacionais, que resultam em aumento da estabilidade a ácidos e enzimas em relação à molécula original (Hood e Campbell, 1990; Wallis, 1993).

Em solução, a sucralose é lentamente hidrolisada a unidades monossacarídicas (4-clorogalactose (4-CG) e 1,6-diclorofrutose (1,6-DCF), em condições extremas de temperatura e pH, geralmente não encontradas no processamento e estocagem de alimentos. O pH de máxima estabilidade da sucralose é igual a 5,0. Este edulcorante é quimicamente inerte, não sofre reação de Maillard e pode ser utilizado em produtos esterilizados, pasteurizados e forneados. É muito estável em formulações secas, como refrescos em pó, sobremesas e adoçantes de mesa, mantendo sua estabilidade por cerca de 4 anos, a 20°C (Cândido e Campos, 1996). Segundo Hood e Campbell (1990), perdas da ordem de 10 a 15% da concentração inicial de sucralose são necessárias para acarretar redução perceptível de dulçor nos alimentos que a contêm.

A sucralose apresenta intensidade de dulçor de 400 a 1000 vezes maior que a da sacarose (em média, 600 vezes, fator aplicável à maioria dos alimentos e bebidas em que o edulcorante é utilizado) e perfil de tempo e intensidade de

dulçor bastante similar ao deste açúcar, destacando-se o sabor doce agradável, sem notas amargas ou metálicas residuais (Grenby, 1991; Hood e Campell, 1990; Goldsmith e Merkel, 2001).

Barndt e Jackson (1990) e Hood e Campbell (1990) avaliaram a utilização da sucralose em produtos forneados e comprovaram sua eficiência e estabilidade neste tipo de aplicação. Outras aplicações do edulcorante incluem: bebidas em geral (incluindo café e chás), gomas de mascar, confeitos, molhos para salada e outros produtos gordurosos, produtos lácteos, sobremesas congeladas, produtos instantâneos, frutas processadas, geléias, xaropes e produtos de confeitaria (Goldsmith e Merkel, 2001). Devido ao elevado potencial de dulçor da sucralose, quantidades extremamente baixas do edulcorante são necessárias para atingir os níveis de dulçor desejados nas suas diferentes aplicações (Wallis, 1993).

2.6. Glicosídeos de esteviol

Glicosídeos de esteviol compreendem constituintes naturais da planta *Stevia rebaudiana* Bertoni, pertencente à família das Compositae. Suas folhas contêm 8 diferentes glicosídeos de esteviol, entre os quais o mais abundante é o esteviosídeo (esteviol triglicosilado), que corresponde a cerca de 5-10% das folhas em base seca. Os outros principais constituintes são o rebaudosídeo A (esteviol tetraglicosilado), rebaudosídeo C e dulcosídeo A. A *S. rebaudiana* é nativa da América do Sul e tem sido utilizada como adoçante em alimentos e bebidas há séculos. A planta também é encontrada no sudeste asiático. O esteviosídeo ($C_{38}H_{60}O_{18}$), principal composto doce entre estas espécies, foi isolado pela primeira vez na forma impura, no início do século XX, porém foi no início dos anos

70 que o uso deste composto como edulcorante em alimentos foi desenvolvido por fabricantes japoneses (Kinghorn *et al*, 2001).

O esteviosídeo, cuja estrutura química encontra-se na figura 6, é pouco solúvel em água e altamente solúvel em etanol; o rebaudosídeo A é consideravelmente mais solúvel em água que o esteviosídeo, em função da presença de uma unidade de glicose adicional em sua molécula (Kinghorn *et al*, 2001). O esteviosídeo é bastante estável em uma ampla faixa de pH, normalmente de 3 a 9, e ao calor.

O esteviosídeo possui, em média, um potencial edulcorante 250-300 vezes superior ao da sacarose e é normalmente acompanhado por amargor característico e sabor residual indesejável, geralmente associado a mentol. Apresenta efeito sinérgico com outros edulcorantes, como aspartame, ciclamato e acessulfame-K. (Stamp, 1990; Grenby, 1991; Giese, 1992). O rebaudosídeo A (em média, 250-450 vezes mais doce em relação à sacarose), além de mais solúvel em água, geralmente apresenta perfil de sabor mais agradável que o esteviosídeo. Ao rebaudosídeo B e ao dulcosídeo A são geralmente atribuídos potenciais de dulçor relativos à sacarose equivalentes a 300-350 e 50-120, respectivamente (Giese, 1993; Kinghorn *et al*, 2001).

Entre as aplicações dos glicosídeos de esteviol, podem ser citados: refrigerantes, bebidas acidificadas em geral, balas e confeitos, gomas de mascar, sorvetes, iogurtes, gelatinas, sobremesas em geral e adoçantes de mesa (Almeida-Muradian e Penteado, 1990; Giese, 1993; Cardello e Damásio, 1997).

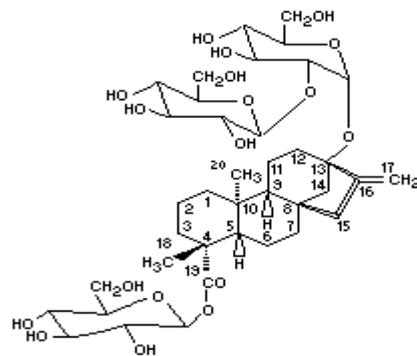


Figura 6 - Estrutura molecular do estevosídeo

2.7. Neotame

O Neotame (NTM) é o edulcorante artificial mais recentemente lançado no mercado. Derivado do aspartame (APM), dipeptídeo composto pelos aminoácidos ácido aspártico e fenilalanina, possui essencialmente suas mesmas qualidades, como sabor doce próximo ao da sacarose, sem sabor residual amargo ou metálico (Nofre e Tinti, 2000). A descoberta do NTM por pesquisadores franceses foi o resultado de um longo programa de pesquisa da *The Nutrasweet Co.*, cujo objetivo foi o desenvolvimento de novos edulcorantes com elevada intensidade de dulçor e características desejáveis de sabor. Diversos compostos foram desenvolvidos pelos pesquisadores Claude Nofre e Jean-Marie Tinti, substituindo-se o nitrogênio terminal do aspartame por diferentes grupos hidrofóbicos, dentre os quais o neotame foi o mais doce (Prakash *et al*, 2002).

A molécula do NTM ($C_{20}H_{30}N_2O_5$), apresentada na figura 7, difere da estrutura do APM pela presença do grupo 3,3-dimetilbutil e é geralmente encontrada na forma monohidratada, com cerca de 4,5% de água ($C_{20}H_{30}N_2O_5 \cdot H_2O$) (Nofre e Tinti, 2000, Prakash *et al*, 2002).

A solubilidade do NTM em água (12,6 g/L, a 25°C) é próxima à do APM (10,6 g/L) e sua estabilidade em solução é dependente de pH e temperatura. Na forma de pó, o NTM é estável por cerca de 5 anos, dependendo das condições de estocagem. A maior estabilidade do composto ocorre em pH 4,5, sendo decrescente com o aumento da temperatura (Prakash *et al*, 2002). Em sistemas aquosos, tanto em pH ácido como neutro, a principal via de degradação do NTM é a hidrólise do grupo metil éster, formando-se metanol e NTM desesterificado, que não apresenta sabor doce e constitui o principal metabólito do NTM no organismo humano (Nofre e Tinti, 2000, Prakash *et al*, 2002).

A estabilidade do edulcorante a 80°C, na faixa de pH 3,0 - 5,5, indica a possibilidade de sua utilização em produtos submetidos a tratamentos térmicos a altas temperaturas, por curtos períodos de tempo, com perdas mínimas durante tais processos. Apesar de apresentar estabilidade bastante similar ao APM em pH ácido, o NTM é significativamente mais estável em pH neutro, o que torna possível a sua aplicação em alimentos nos quais o APM não é adequado, como é o caso de produtos de panificação (Nofre e Tinti, 2000; The Nutrasweet Co, 2005).

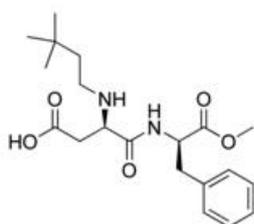


Figura 7 - Estrutura molecular do neotame

O NTM é 7.000 a 13.000 vezes mais doce que a sacarose e 30 a 60 vezes mais doce que o APM, dependendo da aplicação (Stargel *et al*, 2001). Assim

como este último, o NTM apresenta a propriedade de intensificar ou realçar o aroma de determinados alimentos e bebidas, em especial aromas cítricos (Nofre e Tinti, 2000), podendo ainda ser utilizado para modificar ou mascarar sabores indesejáveis, como por exemplo a percepção de grãos crus, tipicamente encontrada em produtos à base de soja, ou ainda sabores indesejáveis originados por certas vitaminas e minerais. Tal propriedade ocorre tanto em níveis acima quanto abaixo do seu limiar de dulçor (The Nutrasweet Co, 2005).

O perfil temporal de sabor do NTM em água é similar ao do APM, com uma resposta ligeiramente mais lenta em relação à liberação do sabor doce, sem diferença significativa na retenção do dulçor. Em soluções aquosas de NTM, o dulçor aumenta com o aumento da concentração, enquanto que outros atributos de sabor, como amargo, azedo e metálico, permanecem insignificantes. O perfil de sabor característico do NTM permite substituições parciais de adoçantes calóricos em diferentes aplicações, sem comprometimento do sabor e com benefícios desejáveis em termos de redução calórica (Stargel *et al*, 2001; Prakash *et al*, 2002).

Entre as principais aplicações do NTM encontram-se bebidas prontas para consumo (refrigerantes, sucos e néctares), refrescos em pó, iogurtes, produtos de panificação, gomas de mascar, adoçantes de mesa e bebidas lácteas, como edulcorante único ou na forma de combinações, com edulcorantes naturais e/ou ou artificiais (Nofre e Tinti, 2000; Stargel *et al*, 2001).

3. Aspectos toxicológicos

A avaliação da segurança de uso de edulcorantes, assim como a de outros aditivos alimentares, envolve a realização de vários ensaios toxicológicos para identificação de possíveis efeitos adversos decorrentes da exposição a estes compostos. Os dados resultantes destes estudos são avaliados pelo JECFA (Comitê Conjunto FAO/ OMS de Peritos em Aditivos Alimentares), que estabelece, quando possível, um valor de IDA (Ingestão Diária Aceitável) para cada substância. A IDA serve como base para a regulamentação do uso destes aditivos, de forma a assegurar ingestões dentro dos valores considerados seguros.

A IDA é definida como a quantidade de uma determinada substância que pode ser ingerida diariamente durante toda a vida de um indivíduo, sem riscos apreciáveis à sua saúde e é expressa em miligramas da substância por quilograma de peso corpóreo. Normalmente, considera-se 60 kg como o peso corpóreo médio da população, embora nos países asiáticos e países em desenvolvimento um valor de 50 kg possa representar melhor a média de peso da população (CAC, 1999).

A IDA é calculada através da divisão do valor do NOEL (*No Observed Effect Level*), geralmente obtido em estudos de toxicidade crônica com animais experimentais, por um fator de segurança adequado. O NOEL, expresso em mg por kg de peso corpóreo, corresponde à maior dose da substância avaliada que não produziu alterações adversas detectáveis na espécie considerada, em termos de morfologia, capacidade funcional, crescimento, desenvolvimento ou tempo de vida (Larsen e Pascal, 1998). O fator de segurança normalmente utilizado para

aditivos alimentares é 100, compreendendo dois fatores multiplicativos de 10 cada, sendo o primeiro referente às diferenças entre o homem e a espécie animal utilizada no estudo e o segundo às possíveis diferenças entre os próprios seres humanos (WHO, 1987).

Cumprе salientar que uma conclusão toxicológica a respeito de uma determinada substância pode sofrer alteração sempre que novos dados experimentais ou epidemiológicos relevantes a justifiquem. Assim, devido à natureza dinâmica do processo de avaliação e reavaliação de aditivos, algumas substâncias passam por diferentes categorias de segurança ao longo de sua regulamentação.

Na tabela 1, são apresentados os valores de IDA recomendados pelo JECFA para cada um dos edulcorante abordados nesta revisão. São também apresentados, na sequência, algumas informações a respeito de cada um destes compostos, no que se refere ao seu metabolismo e aspectos toxicológicos.

Tabela 1 - Ingestão Diária Aceitável (IDA) e ano da última avaliação dos edulcorantes aspartame, neotame, sucralose, acessulfame-K, sacarina, ciclamato e glicosídeos de esteviol pelo JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants, 2005)

Edulcorante	INS	IDA (mg/kg peso corpóreo)	Ano da última avaliação
Acessulfame-K	950	0 - 15	1990
Aspartame	951	0 - 40	1981
Ciclamato (ácido ciclâmico e sais de Na ou Ca)	952	0 - 11	1982
Glicosídeos de esteviol	960	0 - 2*	2004
Neotame	961	0 - 2	2003
Sacarina	954	0 - 5	1993
Sucralose	955	0 - 15	1990

Fonte: JECFA (2005)

* IDA temporária

- **Sacarina**

A sacarina é absorvida lentamente e de forma incompleta pelo organismo, não é metabolizada e é rapidamente excretada de forma inalterada, principalmente através da urina, tanto por seres humanos como por animais de laboratório (Fernández, 1990; Pearson, 2001).

Ao longo de toda a sua história de uso como aditivo para alimentos, este edulcorante tem sido alvo de controvérsias quanto à sua segurança, uma vez que estudos toxicológicos realizados no passado o associaram à ocorrência de tumores na bexiga urinária de roedores. Como consequência, o uso da sacarina é questionado até os dias de hoje (Giese, 1993; Cândido e Campos, 1996; Sandrou e Arvanitoyannis, 2000).

A sacarina foi extensivamente estudada, sobretudo nas décadas de 70 e 80, em relação ao seu potencial carcinogênico e possíveis efeitos adversos à saúde, tanto em seres humanos quanto em animais de laboratório, sendo que a totalidade de evidências não permitiram concluir que seu consumo estivesse diretamente associado à ocorrência de tumores na bexiga. Mais de 30 estudos com seres humanos foram concluídos, fornecendo respaldo quanto à sua segurança de uso. A inocuidade deste edulcorante foi demonstrada por diversos comitês internacionais e seu uso em alimentos é aprovado em mais de 90 países (Bakal, 1987; Grenby, 1991; Polasa, 1995; Pearson, 2001).

A sacarina foi avaliada pela primeira vez pelo JECFA em 1967, tendo sido alocada para o composto uma IDA condicional de 0-5 mg/kg peso corpóreo; em 1977, este valor foi reduzido a 0-2,5 mg/kg peso corpóreo, em caráter temporário. Em 1984, uma IDA de grupo temporária de 0-2,5 mg/kg peso corpóreo foi estabelecida para o edulcorante e seus sais de sódio e cálcio. A última avaliação da sacarina pelo JECFA ocorreu em 1993, quando o caráter temporário foi removido e um valor de IDA de 0-5 mg/kg peso corpóreo foi então atribuído ao composto, em substituição à anterior (JECFA, 2005).

- **Ciclamato de sódio/ ciclamato de cálcio**

Aproximadamente 40% do ciclamato ingerido pelo homem são absorvidos no intestino e excretados inalterados na urina. A porção restante é parcialmente metabolizada no trato gastrointestinal a ciclohexilamina (CHA), seu principal metabólito, conversão esta variável de indivíduo a indivíduo. A CHA formada é absorvida no intestino e rapidamente eliminada inalterada na urina, sendo apenas uma pequena quantidade biotransformada antes da excreção (Fernandez, 1990). A toxicidade aguda deste metabólito é bem mais elevada que a do próprio ciclamato de sódio ($DL_{50} = 157 \text{ mg/kg}$ e $DL_{50} = 12 \text{ g/kg}$, respectivamente, em ratos, via oral) (Shibamoto e Bjeldanes, 1993).

Os ciclamatos de sódio e de cálcio, assim como seu principal metabólito CHA, foram previamente avaliados pelo JECFA em 1967, 1970, 1976, 1977 e 1980. Em 1980, foi atribuída, em caráter temporário, uma IDA de 0-4 mg/kg peso corpóreo para o edulcorante e seus sais, tendo em vista os estudos toxicológicos disponíveis na época. Esta IDA foi posteriormente prorrogada e novos estudos de reprodução e conversão foram requisitados. Em 1982, o caráter temporário foi retirado e o valor da IDA aumentado para 0-11 mg/kg peso corpóreo (para os sais de cálcio e sódio, expressos como ácido ciclâmico). Para o cálculo deste valor de IDA, o JECFA considerou o NOEL de 100 mg/kg peso corpóreo, relativo ao efeito de atrofia testicular identificado para a CHA, em ratos, e assumiu que 63% do ciclamato absorvidos estão disponíveis para a conversão a este metabólito, com taxa média de conversão de 30% (JECFA, 2005; Toledo, 1996).

- **Aspartame (APM)**

O aspartame (APM) é digerido da mesma forma que aminoácidos e peptídeos em geral, liberando 4 kcal/g (Newsome, 1986). A fenilalanina resultante de seu metabolismo torna obrigatório, na rotulagem dos alimentos contendo este edulcorante, o alerta a indivíduos portadores da fenilcetonúria (Newsome, 1986). Esta enfermidade é caracterizada pela deficiência de fenilhidroxilase (enzima que transforma a fenilalanina em tirosina, como primeira etapa de sua degradação) e pode causar alterações cerebrais, caso a dieta não seja controlada (Stegink, 1987).

Uma outra preocupação normalmente associada ao consumo do APM diz respeito à liberação de metanol durante seu metabolismo, uma vez que a ingestão de quantidades elevadas deste composto pode causar uma série de efeitos adversos, incluindo acidose metabólica e cegueira. Entretanto, conforme relatado por Stegink (1987), diversos estudos com animais de laboratório e seres humanos demonstraram que a quantidade de metanol resultante do consumo do edulcorante é muito menor que a advinda da dieta.

O APM foi avaliado pelo JECFA pela primeira vez em 1975, porém sem alocação de nenhum valor de IDA, em função da necessidade de maior esclarecimento com relação a um produto de conversão do edulcorante, a dicetopiperazina (DKP), o que gerou a demanda por novos estudos sobre possíveis efeitos de tal composto à saúde do homem. O aspartame foi novamente avaliado pelo JECFA em 1976, 1977 e 1979, porém as informações disponíveis até então foram consideradas insuficientes para o estabelecimento de um valor de IDA. Somente em 1980, valores de IDA de 0-40 e 0-7,5 mg/kg pc foram

estabelecidos para APM e DKP, respectivamente. Estudos posteriores permitiram a confirmação destes valores, à luz de novos resultados gerados (JECFA, 2005).

- **Acessulfame-K**

O Acessulfame-K é rapidamente absorvido pelo homem e outras espécies animais e também rapidamente excretado, em sua forma original, principalmente através da urina, sem acúmulo no organismo. Além disto, não é metabolizado pelo organismo humano e não exerce nenhum tipo de efeito sobre os níveis de glucose, colesterol, glicerol total ou livre no sangue, podendo ser normalmente utilizado por diabéticos (von Rymon Lipinski e Hanger, 2001).

O edulcorante foi avaliado no 25º e 27º encontros do JECFA (1981 e 1983, respectivamente). No 27º, uma IDA de 0-9 mg/kg peso corpóreo foi alocada para o composto, com base em um estudo com cães, de 2 anos de duração, no qual foi identificado um NOEL de 900 mg/kg peso corpóreo. Em 1990, o JECFA estendeu o valor inicial da IDA para 0-15 mg/kg pc, com base em um NOEL de 1500 mg/kg peso corpóreo, derivado de estudo de longo prazo efetuado com ratos. Nesta oportunidade, foram também avaliados dados obtidos para os produtos de degradação do acessulfame-K (acetoacetamida e ácido acetoacetamida-N-sulfônico), que indicaram que tais compostos apresentam baixa toxicidade e não são mutagênicos (JECFA, 2005).

- **Sucralose**

A sucralose é excretada na forma não metabolizada e não confere calorias, uma vez que as ligações carbono-cloro são estáveis e não são quebradas durante

o metabolismo dos mamíferos (Stamp, 1990; Goldsmith e Merkel, 2001). O edulcorante foi submetido a mais de 100 ensaios toxicológicos ao longo de 20 anos, nos quais foi comprovada sua segurança de uso, não tendo sido destacado nenhum sub-grupo da população a ser excluído de seu consumo (Pszczola, 1999). De acordo com estes estudos, a sucralose não é tóxica, não é carcinogênica e não apresenta qualquer efeito sobre a reprodução (Wallis, 1993). De modo geral, não há nenhuma evidência de que o consumo deste edulcorante ou seus produtos de hidrólise possam causar quaisquer efeitos adversos à saúde (Goldsmith e Merkel, 2001).

A sucralose foi avaliada pelo JECFA em 1989, em seu 33^o encontro, quando uma IDA temporária de 0-3,5 mg/kg peso corpóreo foi alocada para o composto, com base em estudo de 1 ano de duração efetuado com cães. Nesta oportunidade, foi apontada pelo Comitê a necessidade de estudos adicionais, com relação aos seguintes aspectos: absorção e metabolismo do edulcorante em seres humanos após ingestão prolongada, segurança de uso por indivíduos insulino-dependentes e informações adicionais quanto à possibilidade de bioacúmulo do composto. Posteriormente, à luz dos resultados destes novos estudos, o Comitê concluiu que o ensaio de 2 anos com ratos, então disponível, mostrou-se mais representativo que o anterior, com cães, e em 1990, o valor de IDA foi aumentado para 0-15 mg/kg peso corpóreo, através da aplicação de um fator de segurança de 100 ao NOEL de 1500 mg/kg peso corpóreo, derivado do novo estudo (JECFA, 2005).

- **Glicosídeos de esteviol**

Os glicosídeos de esteviol são pouco absorvidos após ingestão, tanto pelo homem quanto por animais experimentais. Estes compostos são metabolizados pela microflora intestinal por meio de remoções hidrolíticas sucessivas de unidades de glicose, até a aglicona correspondente. A degradação do rebaudosídeo A é mais lenta que a do esteviosídeo. Baixos níveis de esteviol foram encontrados no plasma humano após a ingestão do esteviosídeo, com variações consideráveis entre indivíduos (JECFA, 2005).

No seu 61º encontro, o JECFA avaliou dados toxicológicos referentes ao esteviosídeo e à aglicona esteviol. Nesta ocasião, foi apontada a necessidade de se desenvolver especificações adequadas para estes compostos, de forma a assegurar que o material avaliado fosse representativo do comercializado. Na sua 63ª reunião, em 2004, o Comitê determinou que o material comercializado deve receber a denominação “glicosídeos de esteviol”. Foram avaliados, nesta oportunidade, novos dados bioquímicos e toxicológicos referentes aos glicosídeos de esteviol e uma IDA temporária de 0-2 mg/kg peso corpóreo (expressa como esteviol) foi atribuída a esta classe de compostos, com base em um estudo crônico de 2 anos com ratos, em que foi identificado um NOEL de 970 mg/kg peso corpóreo, para o esteviosídeo (ou 383 mg/kg peso corpóreo, expresso como esteviol), e um fator de segurança de 200. Informações adicionais com relação a efeitos farmacológicos destes compostos em seres humanos, inclusive diabéticos, foram solicitadas pelo JECFA para revisão em 2007. Foram também requisitados dados quanto a metodologias de análise, quantidade de resíduos de solventes

provenientes do processo de extração e estabilidade hidrolítica dos glicosídeos de esteviol em bebidas ácidas (JECFA, 2005).

- **Neotame (NTM)**

O NTM é rapidamente metabolizado pelo homem, tendo como principal rota a hidrólise do grupo metil éster, por esterases presentes no organismo, resultando em NTM desesterificado (principal metabólito) e quantidade insignificante de metanol, se comparada às quantidades derivadas de alimentos comuns da dieta, como frutas e vegetais. O edulcorante é completamente eliminado na urina e nas fezes e não se acumula no organismo. A quantidade desprezível de fenilalanina liberada no metabolismo do NTM torna desnecessária a declaração da sua presença na rotulagem dos alimentos aos quais é adicionado (The Nutrasweet Co, 2005).

Segundo reportado pelo fabricante, uma extensiva bateria de testes efetuados com animais de laboratório, bem como ensaios clínicos com seres humanos, utilizando doses de NTM muito superiores aos níveis projetados para consumo humano (equivalentes a uma ingestão diária de 0,1 mg/kg de peso corpóreo), demonstraram ausência de toxicidade, carcinogenicidade, mutagenicidade, teratogenicidade e também não foram observados efeitos farmacológicos em órgãos em geral (The Nutrasweet Co, 2005).

O NTM foi primeiramente aprovado pelo FDA (*U.S. Food and Drug Administration*), em 2002, como edulcorante e realçador de sabor para uso geral em alimentos, após a avaliação de mais de 100 estudos científicos quanto à sua segurança e funcionalidade. No ano seguinte, o composto foi avaliado pelo

JECFA, em seu 61º encontro. À luz dos estudos disponíveis até então, o edulcorante foi considerado pelo Comitê como uma substância de baixa toxicidade em diversas espécies animais, incluindo o homem. Nestes estudos, foi evidenciado que o NTM não é carcinogênico, mutagênico ou teratogênico, além de não ter sido associado a nenhum tipo de toxicidade reprodutiva. Nesta oportunidade, foi estabelecida para o composto uma IDA de 0-2 mg/kg peso corpóreo, com base em um NOEL de 200 mg/kg peso corpóreo, identificado em um estudo de 1 ano de duração com cães, ao qual foi aplicado um fator de segurança de 100 (JECFA, 2005).

4. Considerações finais

A avaliação da segurança dos edulcorantes, principalmente com relação a possíveis efeitos carcinogênicos, é uma exigência internacional, essencial para prevenir a exposição humana a substâncias potencialmente tóxicas na dieta.

Apesar dos edulcorantes não serem utilizados da mesma forma em todos os países, em função das diferentes necessidades de uso destas substâncias e de distintos hábitos de consumo de alimentos, existe um grande número de consumidores e profissionais da saúde que se preocupam com possíveis efeitos adversos associados ao seu consumo, existindo ainda uma certa polêmica quanto à inocuidade destes aditivos. Para a saúde pública, porém, não existe perigo, desde que eles sejam ingeridos de acordo com as recomendações estabelecidas pelas entidades competentes.

Embora muito já se tenha evoluído nos últimos 40 anos em termos do conhecimento dos mecanismos de indução de câncer, existem ainda fenômenos

não elucidados que, futuramente, poderão modificar os atuais perfis toxicológicos dos edulcorantes. Por outro lado, a descoberta e o desenvolvimento de novos edulcorantes poderá também alterar os hábitos de consumo das substâncias disponíveis no presente. Assim, é de extrema importância que avaliações de ingestão sejam frequentemente conduzidas nos diferentes países em que cada aditivo é utilizado, de forma a refletir possíveis alterações na sua avaliação toxicológica, mudanças nos hábitos de consumo da população e introdução de novos aditivos com a mesma função tecnológica.

Referências

- ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PENTEADO, M.V.C. Edulcorantes em alimentos - uma revisão. **Boletim da SBCTA**, v.24 (1/2), p.1-11, 1990.
- BAKAL, A.I. Saccharin functionality and safety. **Food Technology**, v. 41(1), p.117-118, 1987.
- BARNDT, R.L.; JACKSON, G. Stability of sucralose in baked goods. **Food Technology**, v.44(1), p.62-66, 1990.
- BRASIL. Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27/10/97. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>, acesso em 15/09/04.
- BRASIL. Resolução RDC nº 3, de 02/01/01. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>, acesso em 15/09/04.
- BRASIL. Resolução RDC nº 1, de 02/01/2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>, acesso em 15/09/04.
- BOPP, B.A.; PRICE, P. Cyclamate. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3rd. edition, Marcel Dekker Inc., New York, 2001.
- BUTCHKO, H.H.; STARGEL, W.W.; COMER, C.P.; MAYHEL, D.A.; ANDRESS, S.E. Apartame. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3rd. edition, Marcel Dekker Inc., New York, 2001.
- CAC Consideration of the Codex General Standard for Food Additives: proposed draft guideline for the development of maximum levels of use for food additives with numerical daily intakes (Annex A). CX/FAC 99/7, janeiro de 1999.

- CALVIÑO, A.; GARRIDO, D.; GARCÍA, M. Potency of sweetness of aspartame, D-tryptofan and thaumatin evaluated by single value and time-intensity measurements. **Journal of Sensory Studies**, v.15(1), p.47-64, 2000.
- CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para Fins Especiais: Dietéticos**. Varela, São Paulo, 1996.
- CARDELLO, H.M.A.B.; DAMÁSIO, M.H. Edulcorantes e suas características : revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31(2), p.241-248, 1997.
- CARDELLO, H.M.A.B.; DA SILVA, M.A.P.A.; DAMASIO, M.H. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/ saccharyn blend as compared to sucrose at different concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.54, p.119-130, 1999.
- DZIEZAK, J.D. Sweeteners and product development - Alternatives to cane and beet sugar. **Food Technology**, v.40(1), p.116-128, 1986.
- FERNÁNDEZ, L.A.R. Edulcorantes intensos en la comunidad europea. **Alimentaria**, v.216, p.17-21, 1990.
- GIESE, J.H. Hitting the spot: beverages and beverage technology. **Food Technology**, v.46 (7), p.70-80, 1992.
- GIESE, J.H. Alternative sweeteners and bulking agents. **Food Technology**, v.47(1), p.114-118, 1993.
- GOLDSMITH, L.A.; MERKEL, C.M. Sucralose. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3rd. edition, Marcel Dekker Inc., New York, 2001.
- GONZÁLEZ, Z.B. Edulcorantes alternativos mas utilizados en confiteria. **Alimentaria**, v.37(315), p.89-95, 2000.

- GRENBY, T.H. Intense sweeteners for the food industry: an overview. **Trends in Food Science and Technology**, v.2, n.1[7], p.2-6, 1991.
- HOMLER, B.E. Properties and stability of aspartame. **Food Technology**, v.38(7), p.50-55, 1984.
- HOOD, L.L.; CAMPBELL, L.A. Developing reduced calorie bakery products with sucralose. **Cereal Foods World**, v.35(12), p.1171-1182, 1990.
- HOOD, L.L.; SCHOOR, M. Evolution, properties and applications of an approved high intensity sweetener. **Cereal Foods World**, v.35, n.12, p.1184-1186, 1990.
- JECFA. **Monographs and Evaluations**. Available from: [http\www.inchen.org](http://www.inchen.org). Accessed December 2005.
- JECFA. **Specifications for Food Additives**. Available from: [http\www.fao.org](http://www.fao.org). Accessed December 2005a.
- JENNER, M.R.; SMITHSON, A. Physicochemical properties of the sweetener sucralose. **Journal of Food Science**, v.54(6), p.1646-1649, 1989. Ou 91??
- KASPERSON, R.W.; PRIMAK, N. Cyclamate. In: O'Brien Nabors, L e Gelardi, R.C. **Alternative Sweeteners**. New York, Marcel Dekker, 1986, p.71-87.
- KILCAST, D. Improving sweetness quality in foods. **International Sugar Journal**, v.104(1244), p.340-344, 2002.
- KINGHORN, A.D.; WU, C.D.e SOEJARTO, D.D. Stevioside. **Alternative Sweeteners**, 3rd. edition, Marcel Dekker Inc., New York, 2001.
- LARSEN, J.C.; PASCAL, G. Workshop on the applicability of the ADI to infants and children: consensus summary. **Food Additives and Contaminants**, v.15, supplement, p.1-9, 1998.

- LINDLEY, M.G. From basic research on sweetness to the development of sweeteners. **Food Technology**, v.45(11), p.134-138, 1991.
- LINDLEY, M.G. Developments in high potency sweeteners. **International Sugar Journal**, v.104(1244), p.346-351, 2002.
- MAZUR, R.H.; RIPPER, 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.125-135.
- McQUILLAN, M.; HELLER, E.; CORVER, M. The development of the UK market for intense and bulk sweeteners. **British Food Journal**, v.97(2), p.10-17, 1995.
- MILLER, W.T. The legacy of cyclamate. **Food Technology**, v.41(1), p.116, 1987.
- MONTIJANO, H.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; BORREGO, F. Technological properties and regulatory status of high intensity sweeteners in the European Union. **Food Science and Technology International**, v.4(1), p.4-16, 1998.
- MORI, E.E.M. Análise sensorial de adoçantes e edulcorantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.12(2), p.101-115, 1992.
- NABORS, L. O'B. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. **Food Technology**, v.56(7), p.28-34, 2002.
- NABORS, L.B.; GELARDI, R.C. **Alternative Sweeteners**. New York: Marcel Dekker, 1986. 355p.
- NEWSOME, R.L. Sweeteners: nutritive and non-nutritive. **Food Technology**, v. 40(8), p.195-206, 1986.

NOFRE, C.; TINTI, J-M. Neotame: discovery, properties, utility. **Food Chemistry**, v.69(3), p.245-257, 2000.

NUTRINOVA. Sunnett®Brand Sweetener. Available from:
<http://www.nutrinova.com>, acesso em em 15/01/05.

OTT, D.B.; EDWARDS, C.L.; PALMER, S.J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations. **Journal of Food Science**, v.56(2), p.535-542, 1991.

PEARSON, R.L. Saccharin. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3rd edition, Marcel Dekker Inc., New York, 2001.

PECK, A. Use of acesulfame-K in light and sugar-free baked goods. **Cereal Foods World**, v.39(10), p.743-745, 1994.

POLASA, K. Current status of saccharin - an appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v.32(4), p.267-277, 1995.

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

PSZCZOLA, D.E. Sweet beginnings to a new year. **Food Technology**, v.53(1), p.70-76, 1999.

REDLINGER, P.A.; SETSER, C.S. Sensory quality of selected sweeteners: aqueous and lipid model systems. **Journal of Food Science**, v.52(2), p.451-454, 1987.

SALMINEN, S.; HALLIKAINEN, A. Sweeteners. In: BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M. e SALMINEN, S. **Food Additives**, Marcel Dekker, Inc., New York, 1990.

- SANDROU, D.K.; ARVANITTOYANNIS, I.S. Low-fat/calory foods: current state and perspectives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40(5), p.427-447, 2000.
- SHIBAMOTO, T. e BJELDANES, L.F. **Introduction to Food Toxicology**, Academic Press, Inc., cap.9, p.173-175, 1993.
- STAMP, J.A. Sorting out the alternative sweeteners. **Cereal Foods World**, v.35(4), p.395-400, 1990.
- STARGEL, W.W.; MAYHEW, D.A.; COMER, C.P.; ANDRESS, S.E.; BUTCHKO, H.H. Neotame. In: **Alternative Sweeteners**, 3rd. edition. Marcel Dekker, Inc., p.129-145, 2001.
- STEGINK, L.D. Aspartame: Review of the safety issues. **Food Technology**, v.41(1), p.119-121, 1987.
- THE NUTRASWEET Co. (2005). *Neotame. Scientific Overview Brochure*. Available from: <http://www.neotame.com/about.asp>. Accessed November 2005.
- TOLEDO, M.C.F. Aditivos Alimentares. In: Oga, S. Fundamentos de Toxicologia. Editora Ateneu: São Paulo, 1996.
- VALLEJO, R.B.B.; PIZARRO, C.G.; MORENO, P.P.; CARMENA, L.F.; MARTOS, J.S. Edulcorante artificial: aspartame. **Alimentaria**, v.279216), p.23-25, 1990.
- VERDI, R.J.; HOOD, L.L. Advantages of alternative sweetener blends. **Food Technology**, v.47(6), p.94-200, 1993.
- von RYMON LIPINSKI, G.W. The blending of sweeteners - applications and safety issues. In: Grenby (ed.), T.H. **Advances in Sweeteners**, 1a. Edição, Blackie Academic & Professional, Glasgow, 1996.

- von RYMON LIPINSKI, G.W.; DEBNEY, T.J. Properties and applications of acesulfame-K. **Food Australia**, v.45(12), p.588-592, 1993.
- von RYMON LIPINSKI, G.W.; HANGER, L.Y. Acesulfame K. In: Nabors, L.O'B (ed.). **Alternative Sweeteners**, 3rd. edition. Marcel Dekker, Inc., p.13-30, 2001.
- WALLIS, K.J. Sucralose: features and benefits. **Food Australia**, v.45(12), p. 578-580, 1993.
- WELLS, A.G. The use of intense sweeteners in soft drinks. In: GRENBY, T.H. **Progress in Sweeteners**. New York: Elsevier Applied Science, 1989. p.121-142.
- WOLFHARD, G.; von RYMON LIPINSKI, G.W. The new intense sweetener acesulfame-K. **Food Chemistry**, v.16(3/4), p.259-269, 1985.
- WHO. Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food. **Environmental Health Criteria N^o 70**. Geneva, 1987.

CAPÍTULO 3

Evaluation of Brazilian light catchups I: Time-intensity and consumer acceptance studies

EVALUATION OF BRAZILIAN LIGHT CATCHUPS I: TIME-INTENSITY AND CONSUMER ACCEPTANCE STUDIES

Summary

In the present study samples of catchup available on the Brazilian market (one traditional and three light versions) were evaluated for their sensory profile and consumer acceptance. The methodologies used were the Time-Intensity (T-I) analysis and acceptance tests regarding appearance, flavor, aroma, texture and overall impression. Buying attitude and sweetness perception ('just-right' scale test) were also evaluated. The results of both T-I and acceptance tests indicated that, among the light catchups evaluated in this study, that sweetened with aspartame showed the highest sweetness equivalency and the most similar sensory profile compared to the one sweetened with sucrose, indicating that aspartame, among the evaluated ones, is the most appropriate substitute for sucrose in this application. This was confirmed by the buying attitude and 'just-right' scale tests.

Key words: catchup, light, sweeteners, time-intensity, sensorial, acceptance

Resumo

Avaliação de catchups light do mercado brasileiro I: estudos das características tempo-intensidade e aceitação por consumidores. Neste estudo, amostras de catchup disponíveis no mercado brasileiro (uma versão tradicional e três lights) foram avaliadas quanto ao perfil sensorial e à aceitação por consumidores. As metodologias utilizadas foram a análise tempo-intensidade (T-I) e testes de aceitação quanto à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. A atitude de compra em relação aos produtos e a percepção de dulçor (escala do ideal) foram também avaliadas. Os resultados da análise T-I e dos testes de aceitação indicaram que, dentre os catchups light avaliados, o adoçado com aspartame foi o que apresentou maior equivalência de dulçor e perfil sensorial mais próximo em relação ao produto adoçado com sacarose, indicando que este edulcorante, dentre os avaliados, é o mais apropriado para esta aplicação. Tal observação foi confirmada pelos testes de atitude de compra e escala do ideal.

Palavras-chave: catchup, light, edulcorantes, tempo-intensidade, sensorial, aceitação

1. Introduction

Catchup, ketchup or catsup is the product prepared from the liquid obtained from mature tomatoes of red or reddish varieties, which can be fresh or concentrated, seasoned with salt, vinegar, spices, flavorings, onions and garlic, sweetened with sugar, dextrose, corn or glucose sirup (which can include dried forms) or a mixture of these. Generally, granulated cane sugar or liquid sugar are used. Cinnamon, cassia, cloves, allspice, pepper, ginger, mustard and paprika are among the spices commonly used in catchup. Spices may be used either in the form of whole spices, ground spices or volatile spice oils; an option is to use pre-prepared spice mixtures, specially designed according to specific specifications. Nearly every manufacturer of catchup has an own formulation, which differs in some respect from those of other manufacturers, mainly regarding the quantity of spices or other flavouring agents used (GOULD, 1992).

According to the Brazilian regulation (BRAZIL, 2005), catchup is a product made from mature fruits of *Lycopersicum esculentum L.* which can be added of other ingredients that do not interfere with the product characteristics. Catchup is a popular food in Brazil, usually consumed together with fast-food (sandwiches, hamburger, hot dogs, french-fries, pizza) but also used as an ingredient in some culinary dishes. Sales of catchup in Brazil in 2003 were around 31,000 tons, equivalent to US\$ 53,000.00 or R\$ 161.000,00 (AC NIELSEN, 2004).

The consumption of low calorie and reduced calorie foods has been a growing trend in modern societies, as people are more concerned with keeping a healthy lifestyle. Following this trend, the launching of new products in the diet/light segment is growing fast to attend this demand of “healthy foods” and, at the

same time, offer new foods, with pleasant tastes, aromas and textures. According to the ABIAD (Brazilian Association of the Dietetic and Special Foods' Industry), the market of diet/ light food in Brazil has grown from US\$ 160 million in 1990 to US\$ 3,000.00 million in 2003. This Association also reported that, at present, 20% of the Brazilian housewives are concerned with their families' health and, in about 35% of the Brazilian households, some diet/ light food is consumed (ABIAD, 2004).

Sweeteners are key ingredients in the development of diet/ light goods, to maintain the typical and pleasant sweet taste usually given by sucrose, without adding as many calories as does this sugar. Sucrose is still the most widely used sweetener in foods and is always regarded as a reference when evaluating other sweet compounds (GODSHALL, 1990). The sweetness potential and taste profiles of high intensity sweeteners are usually not the same, compared to sucrose. The differences between sugar and other sweet compounds are generally related to time-intensity characteristics and after-taste (LINDLEY, 2002).

T-I measurement is a special case of descriptive analysis, where a single characteristic is tracked as it changes over a determined period of time (PIGGOTT *et al*, 1998). T-I studies address the dynamic relationship between the onset, intensity and duration of perception of a sensory attribute. In practice, subjects are exposed to a stimulus and the perceived intensity is then recorded with the corresponding time coordinates until the intensity returns to zero again or the allocated time for the assessment has ended. These relationships are commonly illustrated in the form of T-I curves of perceived intensity versus corresponding time (LIU & MCFIE, 1990).

The first reports of tracking taste intensity over time started in the latest 1930s. After that, several authors made their attempts to quantify temporal responses to perceived sensory intensities. The opportunity to use computers for on-line data collection allowed to escape from manual measurements of T-I curves and, in the 1980s and 1990s, the appearance of desktop computers led to an explosion in the use of T-I methodology. With the time, a variety of more reliable and automated hardware has been used [LAWLESS & HEYMANN, 1999; PIGGOTT *et al*, 1998).

LARSON-POWERS & PANGBORN (1978) made T-I measurements to evaluate beverages and gelatins sweetened with sucrose, saccharin, cyclamate and aspartame. BIRCH & MUNTON (1981) used a potentiometer as an input device for recording T-I curves, a method called SMURF (Sensory Measuring unit for Recording Flux). A strip chart recorder was used by OTT *et al* (1991) to evaluate sweet and bitter taste of aspartame, acesulfame-K and alitame, compared to sucrose. Computerized T-I systems were used by MATYSIAKE & NOBLE (1991) and by KETELSEN *et al* (1993) to compare the temporal perception of taste attributes in model systems sweetened with high intensity sweeteners (aspartame, acesulfame-K, cyclamate and saccharin), compared to sucrose.

CARDELLO & FARIA (1999) evaluated 'aguardente', a typical Brazilian drink made from fermented sugar cane, through T-I curves, using a computerized system with a program called SCDTI (Time-Intensity Data Acquisition System) for Windows. A software called "T-I.exe" was used by CALVIÑO & GARRIDO (2000) to evaluate the potency of the sweetness of aspartame, D-tryptophan and thaumatin. PIGGOTT *et al* (2000) evaluated scotch malt whisky through T-I data,

using a computerized tool called PSA-system. The SCDTI program was also used to compare the sweetness profile of traditional and low-calorie peach nectars (UJIKAWA & BOLINI, 2004).

Acceptance testing, which means measuring liking or preference for a product, is a valuable and necessary component of every sensory study. Scalling methods allow to directly measure the degree of liking and to compute preferences from the data. The two methods most frequently used for these purposes are the paired comparison test and the nine-point hedonic scale (STONE & SIDEL, 1993). According to MEILGAARD *et al* (1999), the conduction of consumer tests usually falls into one of the following purposes: product maintenance, product improvement/ optimization, development of new products and assessment of market potential.

Just-right or just-about-right (JAR) scale is used to measure the pleasantness or desirability of the intensity of a specific attribute. These scales are frequently used to determine the optimum level of an ingredient in a product. An example of JAR scale would be a line labeled “just right” in the center, “much too sweet” at one end and “not nearly sweet enough” at the other end (VICKERS, 1988). These scales have been used to identify attributes that need improvement and to determine the optimum level for an attribute in a product (EPLER *et al*, 1988). As explained by STONE & SIDEL (1993), JAR scales combine attribute intensity and preference in a single response.

The objective of this study was to compare the time-intensity curves, consumer acceptance, ideal sweetness and consumer buying attitude of 4 commercial catchups, one sweetened with sucrose and 3 sweetened with high

intensity sweeteners (aspartame; acesulfame-k; cyclamate/ saccharin/ stevia). No studies were found in the literature regarding the application of time-intensity tests to this kind of product.

2. Materials and methods

2.1. Products

The products studied were commercial catchup samples, which were purchased in supermarkets, in the city of Campinas-SP-Brazil. Four different products were evaluated:

- Brand 1: regular catchup, sweetened with sucrose (SUC)
- Brand 2: light catchup, sweetened with aspartame (APM)
- Brand 3: light catchup, sweetened with acesulfame-K (ACE)
- Brand 4: light catchup, sweetened with cyclamate, saccharin and stevia (CSS)

2.2. Time-intensity analysis

2.2.1. Selection of panelists

To compose the time-intensity (T-I) analysis' panel, a pre-selection was performed using triangular difference tests with two commercial samples of light catchup, in relation to sweetness. These two samples were significantly different at 0.1% level, as previously determined through a paired comparison test with 20 judges. The results of the triangular tests were analysed through sequential

analysis, using the following parameters: $\rho_0 = 0.45$ (maximum unacceptable ability), $\rho_1 = 0.70$ (minimum acceptable ability), $\alpha = 0.05$ (probability of selecting an unacceptable trainee) and $\beta = 0.05$ (probability of rejecting an acceptable trainee) (MEILGAARD *et al*, 1999).

From the 10 pre-selected candidates, 8 judges were selected to perform the T-I analysis, based on their ability to discriminate differences between samples, to reproduce results and also to be in agreement with the rest of the panel (Damásio & Costell, 1991). These aspects were evaluated through analysis of variance of 2 factors (sample and repetition) for each panelist and for each of the parameter of the T-I curve (for both sweetness and global tomato flavor). For this selection, the 10 pre-selected candidates evaluated the 4 samples of commercial light catchup in 3 repetitions, in relation to the pre-determined attributes. The judges were selected for each parameter of the time-intensity curve, according to values of significant F_{sample} ($p < 0.30$) and not significant $F_{\text{repetition}}$ ($p > 0.05$). The agreement of the panel was also verified in this step: the judges' individual means should be similar between each other and also near the panel's means for all the evaluated parameters of the T-I curve and the interaction sample x judge should be not significant ($p > 0.05$). Graphs were constructed with the judge's means for each parameter of the T-I curve, for each sample of commercial catchup, to confirm that the same trend was followed by all the judges. Another aspect considered in this selection was the ability of the participants for the interactive test with the computer. The selected panel was trained in 4 sessions, to perform the T-I trials.

2.2.2. Time-intensity trials

The T-I tests were performed for each of the attributes (sweetness and global tomato taste). The samples were codified with 3-digit numbers and served in monadic sample presentation, with 3 repetitions (STONE & SIDEL, 1993). The samples were served in table spoons (2-mL portions), in balanced order. All the panelists assessed the 4 samples.

The T-I data were collected using the SCDTI (Time-intensity Data Acquisition System) program, developed in the Laboratory of Sensory Analysis of the Food Engineering University - UNICAMP (CARDELLO *et al*, 2003). Through this program, the intensity of the stimulus was registered over time in a graphic structuralized 9 points scale, using the 'mouse'. After the first sound emitted by the computer, the panelist was instructed to put the sample in the mouth, after the second sound to swallow the sample and the third sound indicated that the analysis was over. During these steps, each panelist recorded the intensity of the evaluated attributes in the 9-point scale of the computer. With the generated data, T-I curves were constructed, with the following parameters:

- Maximum perceived intensity (I_{\max})
- Time for maximum intensity ($T_{I_{\max}}$)
- Total duration time (T_{tot})
- Total area under the curve (Area)

2.3. Consumer acceptance trials

Consumer acceptance tests were carried out in relation to appearance, aroma, taste, texture and global impression. For these tests, 30 judges were requested to evaluate each sample, using a hedonic structuralized scale of 9 cm. All the participants evaluated all the samples in monadic presentations and in balanced order. The catchup samples (2 mL portions) were served on white bread.

In this trial respondents were also asked to report their buying attitude regarding each sample, using a purchase attitude 5-points scale (MEILGAARD *et al*, 1999) and also their impression regarding the sweetness of each sample, in this case using a "just-about-right" 9-points scale (VICKERS, 1988).

2.4. Data analysis

In the selection of the panelists for the T-I analysis, a two-factor analysis of variance (ANOVA) (sample and repetition) was used for each person, regarding each attribute. The participants with significant F_{sample} values ($p < 0,30$) and not significant $F_{\text{repetition}}$ ($p > 0,05$) were selected. The data of the parameters obtained from the T-I curves were evaluated through analysis of variance (ANOVA), Tukey's test of averages and principal component analysis (PCA). For the statistical analysis, the SAS program was used (SAS, 2003).

The results obtained in the acceptance analysis were evaluated by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's average test. The buying attitude and the sweetness impression were both evaluated by "bar" graphs, according to the percentage of each answer.

3. Results and discussion

Selection of panelists

Through the triangular tests and sequential analysis, 10 candidates were pre-selected and, from these 10 pre-selected candidates, 8 were selected for the definitive tests, based on their ability to discriminate samples ($p F_{\text{sample}} < 0.30$) and repeatability ($p F_{\text{repetition}} > 0.05$). The results of this selection are shown in tables 1 (for sweetness) and 2 (for tomato flavor). Figures 1 to 4 present the evaluation of the panel's agreement (interaction sample x judge) for the parameters I_{max} and $T_{I_{\text{max}}}$ for sweetness and I_{max} and T_{tot} for tomato flavor. These graphs were constructed to verify possible interactions sample x judge and their importance. The judges previously approved based on the values of F_{sample} and $F_{\text{repetition}}$ were definitely selected, as no discrepancies were observed among them. The same trend was observed by all the judges and some of them just used different portions of the scale to evaluate the samples, which is not considered a serious interaction, so all the selected judges were used in the definitive tests.

Time - intensity analysis

The T-I curves for sweetness and tomato flavor are shown in figures 5 and 6, respectively. The parameters obtained from these curves were statistically analysed. Panel's means and their minimum significant differences (MSD) obtained through Tukey's test ($p = 0.05$) are expressed in tables 3 and 4, where means marked with same letters within a column indicate that there is no significant difference between the samples.

Regarding to sweetness, the samples presented no significant difference in relation to the parameters of the T-I curve, except by T_{lmax}, for which the samples CSS and APM presented significant difference. The sample sweetened with sucrose (SUC) showed the highest means for I_{max} and Area, while the highest means for T_{lmax} and T_{tot} were observed for the sample APM. ACE and CSS did not present significant difference in any of the parameters.

For tomato flavor, the three samples added of sweeteners (APM, ACE and CSS) differed significantly from the one formulated with sucrose (SUC) in the parameters I_{max} and Area. For both these two parameters, SUC showed the highest means out of the 4 samples. APM, on the other hand, did not present significant difference from CSS and ACE for any of the parameters.

As observed for sweetness, no significant difference was observed between ACE and CSS for tomato flavor, except for I_{max}, for which ACE's mean was higher than CSS's. Also for tomato flavor, APM was the most similar sample compared to SUC for most of the parameters of the T-I curve, besides presenting significant difference in some of them. The highest values of I_{max}, T_{tot} and Area observed for SUC regarding to tomato flavor might suggest that sucrose does not interfere in the tomato flavor as the evaluated sweeteners probably do, possibly due to its clean sweet taste, without after-taste.

With the parameters collected for each sample and judge, principal component analysis (PCA) were carried out for sweetness and tomato flavor and the results are presented in figures 7 and 8.

PCA for sweetness (figure 7) showed that 49.94% of the variability between the samples is explained by the principal component 1 and 25.95% by the principal

component 2. All the T-I curve's parameters contributed to the variability explained by component 1: Ttot, Tmax and Area contributed positively and Tmax negatively. For component 2, all the parameters contributed positively, except for Area.

The samples SUC and APM were both characterized by the parameters Area, Ttot and Tmax and the proximity between them in the graph indicates a similar behavior regarding to sweetness perception. CSS was characterized only by Tmax and ACE was not explained by any of the parameters.

PCA for tomato overall flavor (figure 8) showed that 67,29% of the variability between the samples is explained by the principal component 1 and 25,43% by the principal component 2. All the T-I curve's parameters contributed positively to the variability explained by principal component 1. For component 2, Tmax and Ttot contributed positively and Tmax and Area negatively. In relation to tomato flavor, SUC was characterized by all the parameters, while CSS was not explained by any of them. ACE was explained by Tmax and APM was mainly explained by Tmax and Ttot.

For both sweetness and tomato flavor, APM was the sample that showed the most similar behavior compared to SUC.

Consumer Preference Test

Consumer acceptance means obtained for the four commercial samples of catchup are presented in table 5.

In terms of appearance, ACE was significantly different from the other samples, with the lowest mean. No significant difference was observed among the other samples for this parameter. In relation to aroma, the lowest mean was

observed for ACE, but no significant difference was obtained for this sample compared to CSS. Also, no significant difference was verified for APM, SUC and CSS in terms of aroma. Regarding to flavor, the lowest mean was showed by CSS, followed by ACE, this last one not being significantly different from either APM or CSS. Only APM did not differ significantly from SUC in this parameter.

In terms of texture, ACE and CSS were not significantly different, but both of them showed lower means and were significantly different from the samples APM and SUC. These last two ones, on the other hand, did not present significant difference. Finally, regarding to the overall impression, no significant difference was obtained for APM, ACE and CSS (lower means were obtained for CSS, followed by ACE), but only APM was not significantly different from SUC in this aspect.

No significant difference was observed between the samples SUC and APM in any of the consumer acceptance parameters. Also, SUC was the sample that presented higher means for all the evaluated parameters, always followed by APM, except by appearance, in which CSS got the highest mean after SUC.

The analysis of the grades distribution histograms (Figure 9) shows that aroma, flavor and overall impression acceptance grades to SUC and APM are concentrated in the region between the grades 6 and 9, clearly indicating good consumer's acceptance.

ACE appearance grades were concentrated between 1 and 5, showing bad consumer's acceptance; as showed in table 5, this sample was significantly different from SUC in all the evaluated parameters. CSS presented a spread

distribution of grades, indicating that the acceptance varied through to the scale extension.

The results allowed the conclusion that the sample sweetened with aspartame presented a superior acceptance, which could be compared to the acceptance of the traditional product (sweetened with sucrose).

As shown in the bar graphs regarding the sweetness perception (Figure 10), the traditional catchup was considered “just right” by more than 1/3 of the participants, “very little sweeter than ideal” by 20% of them and “little sweeter than the ideal” by 13% of the judges. The sweetness of the APM sample was regarded as “ideal” by half of the respondents and “very little less sweet than the ideal” by 27% of them. In the case of the ACE sample, most of the judges considered its sweetness “ideal” (27%) or “very little less sweet than the ideal” (20%). The sample sweetened with the blend CSS, on the other hand, was considered “not nearly sweet enough” by 23% of the participants, “much too sweet” by 20% of them and “very little sweeter than the ideal” by 23% of the judges, so there was not any consensus in terms of sweetness perception for this last sample, while the other 3 samples seemed to be close to the ideal sweetness, according to the interviewed consumers.

Regarding the buying attitude (Figure 11), a general positive attitude was observed for the sample sweetened with sucrose. For the APM sample, half of the judges showed a positive attitude, but the product was rejected by 27% of the participants. The negative attitude for the product sweetened with acesulfame-K was higher than the positive one and, for the sample sweetened with the blend

CSS, only 21% of the respondents reported a positive intention, while half of them rejected the sample.

4. Conclusions

The results of this study indicate that:

- Aspartame presented a similar T-I profile compared to sucrose when evaluated in catchup;
- The sample sweetened with sucrose had the highest I_{max} and Area for tomato flavor, what suggests that sucrose does not interfere with tomato flavor, as might do the other sweeteners evaluated;
- The superior acceptance of the light catchup sweetened with aspartame and its similarity to the regular one were confirmed by the ideal sweetness and buying attitude;

Based on the main findings summarized above, one can conclude that aspartame is the most suitable substitute for sucrose in catchup, compared to the other sweeteners evaluated in this study.

References

- ABIAD. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais. **Technical report: O Mercado Diet & Light e Aplicação dos Edulcorantes na Indústria de Alimentos**, 2004.
- AC Nielsen. **Tendências do Mercado Brasileiro**. Mercearia Salgada (*Salty Products*), p. 353-355. São Paulo, 2004.
- BIRCH, G.G.; MUNTUN, S.L. Use of SMURF in taste analysis. **Chemical Senses**, v.6, p. 45-56, 1981.
- BRAZIL. **Resolução RDC Nº. 276, 2005**. Available from: <http://www.anvisa.gov.br>. Accessed October, 2005.
- CALVIÑO, A.; GARRIDO, D. Potency of sweetness of aspartame, D-tryptophan and thaumatin evaluated by single value and time-intensity measurements. **Journal of Sensory Studies**, v.15, n.1, p.47-64, 2000.
- CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus sp*). **Boletim da SBCTA**, v.33, n.1, p.27-34, 1999.
- CARDELLO, H.M.A.B.; da SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H.; LOBÃO, F. Programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37 (supplement), p.54-60, 2003.
- DAMÁSIO, M.H. & COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agroquím. Technol. Alim.**, v.31 (2), p.165-178, 1991.

- GODSHALL, M.A. Use of sucrose as a sweetener in foods. **Cereal Foods World**, v.35, n.4, p.384-389, 1990.
- GOULD, W.A. **Tomato Production, Processing and Technology**, 3rd. Edition, p.232-242. CTI Publications, Inc. Maryland, USA, 1992, 536p.
- EPLER, S.; CHAMBERS IV, E.; KEMP, K.E. Hedonic scales are a better predictor than just-about-right scales of optimal sweetness in lemonade. **Journal of Sensory Studies**, v.12, n.2, p.191-197, 1988.
- KETELSEN, S.M.; KEAY, C.L.; WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. **Journal of Food Science**, v.58, n.6, p.1418-1421, 1993.
- LARSON-POWERS, N.; PANGBORN, R.M. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. **Journal of Food Science**, v.43, n.1, p.41-46, 1978.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food - principles and practices**. Aspen Publishers, Inc.: Maryland, 827p, 1999.
- LINDLEY, M.G. Developments in high potency sweeteners. **International Sugar Journal**, v.104, n.1244, p.346-351, 2002.
- LIU, Y.H.; Mac FIE, H.J.H. Methods for averaging time-intensity curves. **Chemical Senses**, v.15, n.4, p.471-484, 1990.
- MATYSIAK, N.L.; NOBLE, A.C. Comparison of temporal perception of fruitness in model systems sweetened with aspartame, an aspartame + acesulfame-K blend, or sucrose. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.823-826, 1991.

MEILGAARD, M. ; CIVILLE, G.V. ; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**.
CRC Press: New York, 1999, 281p.

OTT, D.B.; EDWARDS, C.L.; PALMER, S.J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.535-542, 1991.

PIGGOTT, J.R.; HUNTER, E.A.; MARGOMENOU, L. Comparison of methods of analysis of time-intensity data: application to scotch malt whisky. **Food Chemistry**, v.71, n.3, p.319-326, 2000.

PIGGOTT, J.R.; SIMPSON, S.J.; WILLIAMS, S.A.R. Sensory analysis. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, p.7-18, 1998.

SAS INSTITUTE. **SAS User's guide: statistics**, v.8.2. Cary, USA: SAS Institute, 2003.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**, 2nd. Edition. Academic Press, Inc.: London, 1993, 336p.

UJIKAWA, M.I.; BOLINI, H.M.A. Descriptive profile, time-intensity sweetness profile and affective tests of traditional and low-calorie peach (*Prunus persica* sp) nectar. **Alimentaria**, october, p.85-95, 2004.

VICKERS, Z. (1988). Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **Journal of Sensory Studies**, v.3, n.1, p.1-8, 1988.

Table 1 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for sweetness

Judge	F_{sample}				$F_{\text{repetition}}$			
	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$
1	0.1829	0.0734	0.0012	0.0015	0.1548	0.0602	0.1429	0.1699
2	0.1573	0.1500	0.1367	0.0921	0.5437	0.1520	0.2011	0.1991
3	0.1423	0.2409	0.0487	0.2547	0.6874	0.2121	0.3196	0.3458
4	0.0290	0.0145	0.2911	0.1319	0.1784	0.2300	0.3308	0.5771
5	0.0077	0.2883	0.0022	0.1533	0.8495	0.2002	0.3175	0.8743
6	0.2369	0.2591	0.2110	0.0728	0.3001	0.3029	0.4418	0.1771
7	0.0913	0.0238	0.0513	0.2126	0.2796	0.2001	0.1820	0.4263
8	0.2763	0.0138	0.1622	0.0067	0.6333	0.5540	0.8571	0.4490
9*	0.5874	0.3112	0.9976	0.3297	<0.0001	0.0003	0.1921	0.2410
10*	0.2517	0.8932	0.4769	0.8854	0.0002	0.0012	0.0407	0.1001

Judges with values of $p F_{\text{sample}} < 0.30$ and $p F_{\text{repetition}} > 0.05$ were selected

* Judges that were not selected

Table 2 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for tomato flavor

Judge	F_{sample}				$F_{\text{repetition}}$			
	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$
1	0.4008	0.2638	0.0058	0.2103	0.5081	0.1645	0.1634	0.3898
2	0.2453	0.0302	0.1259	0.1974	0.1563	0.3764	0.3403	0.1764
3	0.0043	0.1826	0.1226	0.2213	0.1787	0.4714	0.6604	0.3950
4	0.1005	0.1791	0.1122	0.0007	0.2793	0.6806	0.5377	0.6597
5	0.0666	0.0578	0.2167	0.1058	0.5106	0.1759	0.9466	0.2436
6	0.0005	0.1575	0.0222	0.1160	0.2005	0.1561	0.2424	0.2106
7	0.0260	0.2161	0.0451	0.0822	0.8932	0.3293	0.7211	0.6208
8	0.0754	0.0486	0.0942	0.0357	0.1902	0.2207	0.4867	0.2276
9*	0.3464	0.3992	0.4702	0.4444	0.0011	0.0008	0.0850	0.0026
10*	0.9799	0.5473	0.1227	0.5335	0.0001	0.0001	0.0077	0.0009

Judges with values of $p F_{\text{sample}} < 0.30$ and $p F_{\text{repetition}} > 0.05$ were selected

* Judges that were not selected

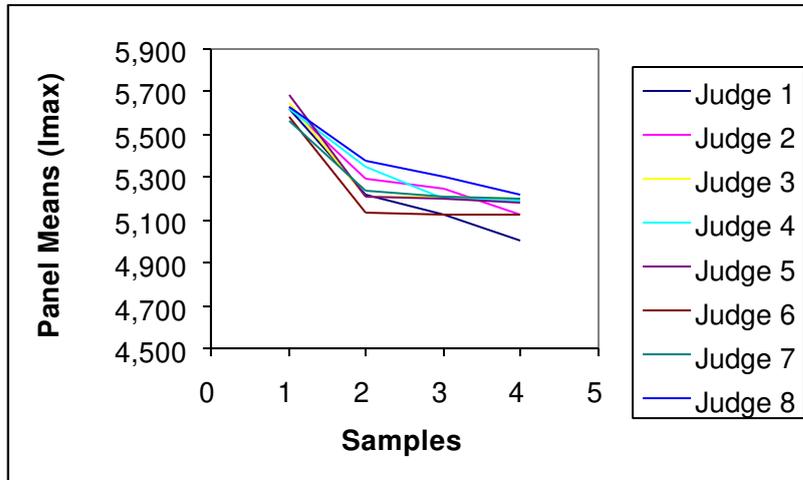


Figure 1 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter maximum intensity (**I_{max}**) of the stimulus sweetness in commercial catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

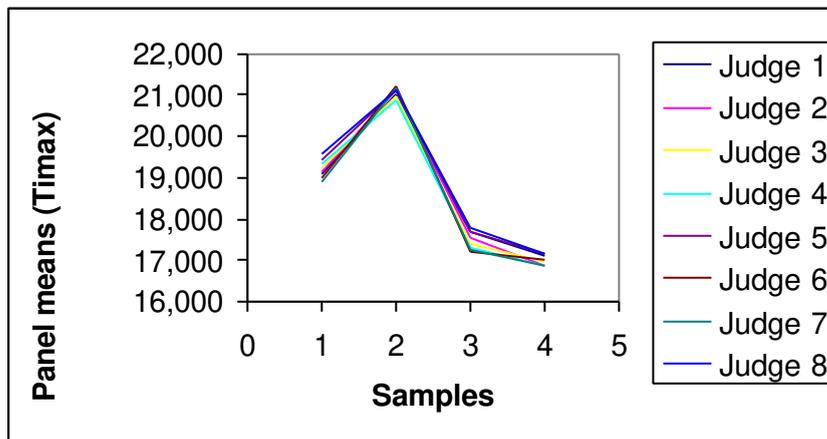


Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter time for maximum intensity (**T_{max}**) of the stimulus sweetness in commercial catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

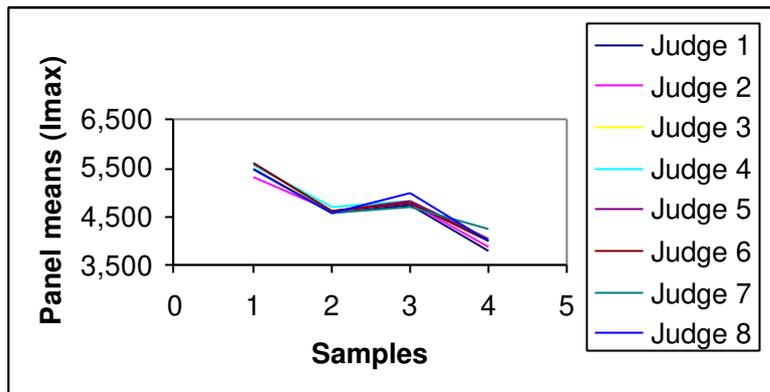


Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter maximum intensity (**I_{max}**) of the stimulus tomato flavor in catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

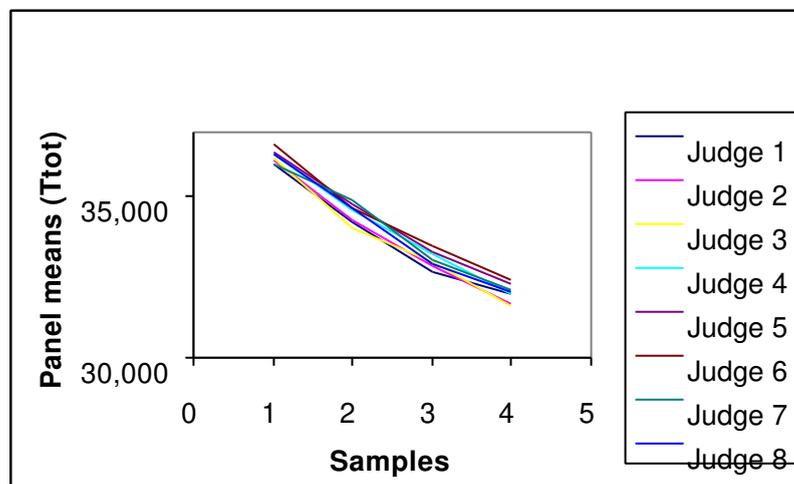


Figure 4 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter time for maximum intensity (**T_{tot}**) of the stimulus tomato flavor in catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

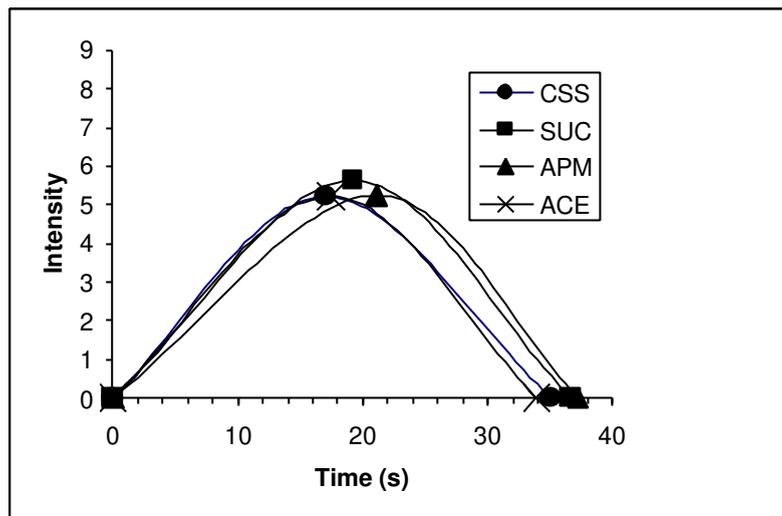


Figure 5 - Time - Intensity curve for catchup sweetness

Table 3 - Time - intensity curve's parameters means for catchup regarding to sweetness

Sample	Tlmax (s)	Area	Ttot (s)	lmax
CSS	17.066 ^b	89.90 ^a	35.094 ^a	5.215 ^a
SUC	19.203 ^{ab}	110.13 ^a	36.721 ^a	5.624 ^a
APM	21.070 ^a	103.45 ^a	37.239 ^a	5.254 ^a
ACE	17.484 ^{ab}	99.42 ^a	33.939 ^a	5.230 ^a
MSD	3.749	20.63	3.412	0.510

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages)

* Means with same letters through a same column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

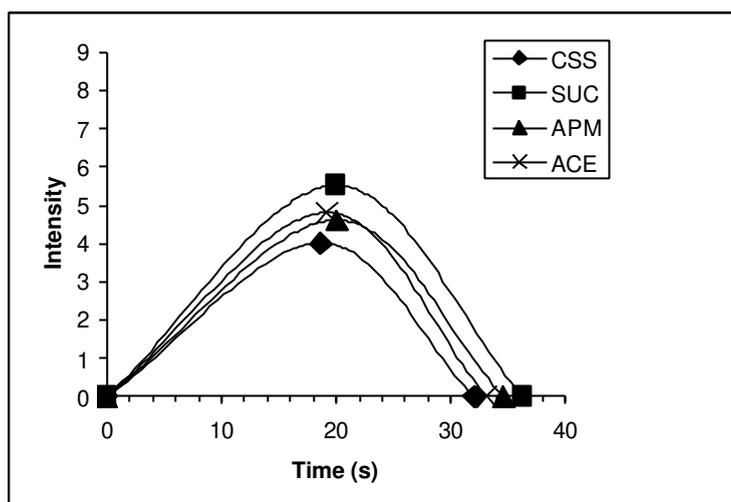


Figure 6 - Time - Intensity curve for catchup tomato flavor

Table 4 - Time - intensity curve's parameters means for catchup regarding to tomato flavor

Sample	Timax (s)	Area	Ttot (s)	Imax
CSS	18.621 ^a	70.080 ^b	32.013 ^a	4.009 ^c
SUC	19.982 ^a	105.377 ^a	36.243 ^a	5.520 ^a
APM	20.001 ^a	86.301 ^b	34.540 ^a	4.619 ^{bc}
ACE	19.167 ^a	81.998 ^b	33.083 ^a	4.807 ^b
MSD	1.458	18.413	5.220	0.687

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages)

* Means with same letters through a same column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

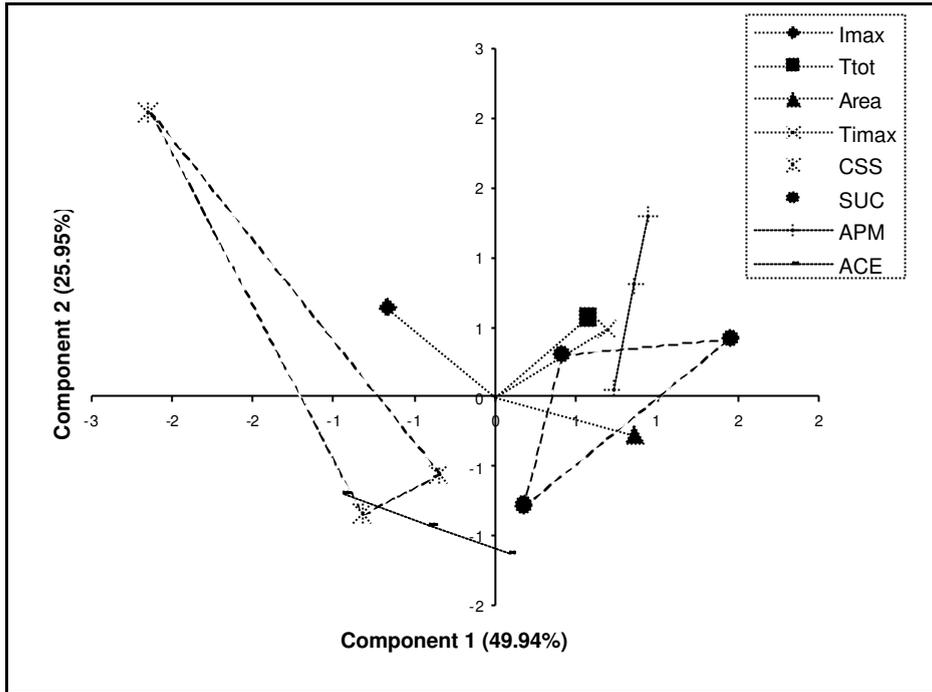


Figure 7 - Principal components analysis for sweetness of commercial catchup samples

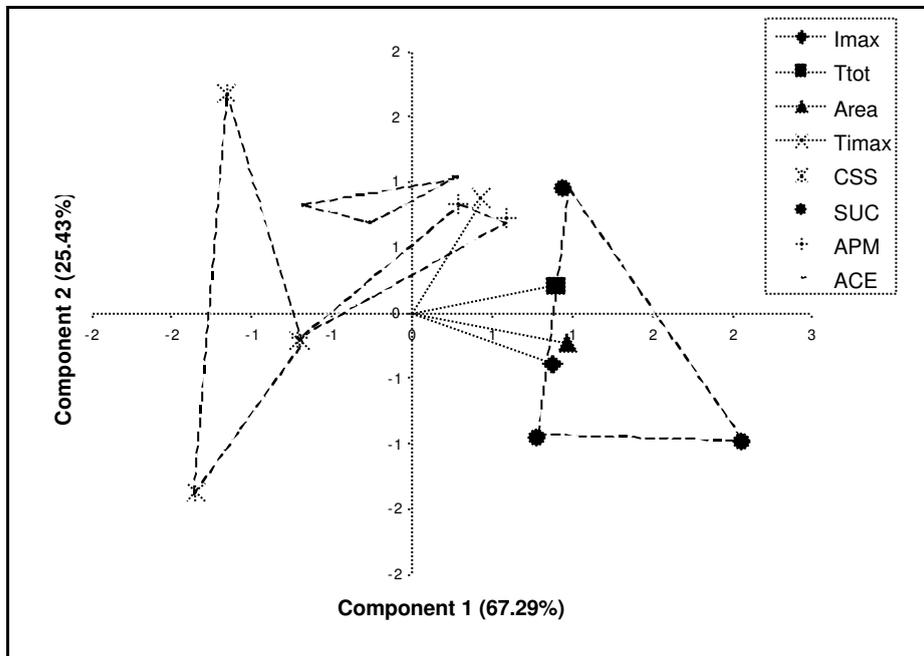


Figure 8 - Principal components analysis for tomato flavor of commercial catchup samples

Table 5 - Consumer acceptance parameters means of commercial light catchup samples

Sample	Appearance	Aroma	Flavor	Texture	Overall Impression
CSS	6,408 ^a	4,900 ^{ab}	3,700 ^c	4,572 ^b	4,100 ^b
SUC	6,454 ^a	5,900 ^a	6,084 ^a	6,502 ^a	6,432 ^a
APM	5,762 ^a	5,848 ^a	5,714 ^{ab}	6,218 ^a	5,214 ^{ab}
ACE	3,402 ^b	4,686 ^b	4,560 ^{bc}	4,982 ^b	4,492 ^b
MSD	1.182	1.113	1.321	0.984	1.722

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages)

* Means with same letters through a same column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

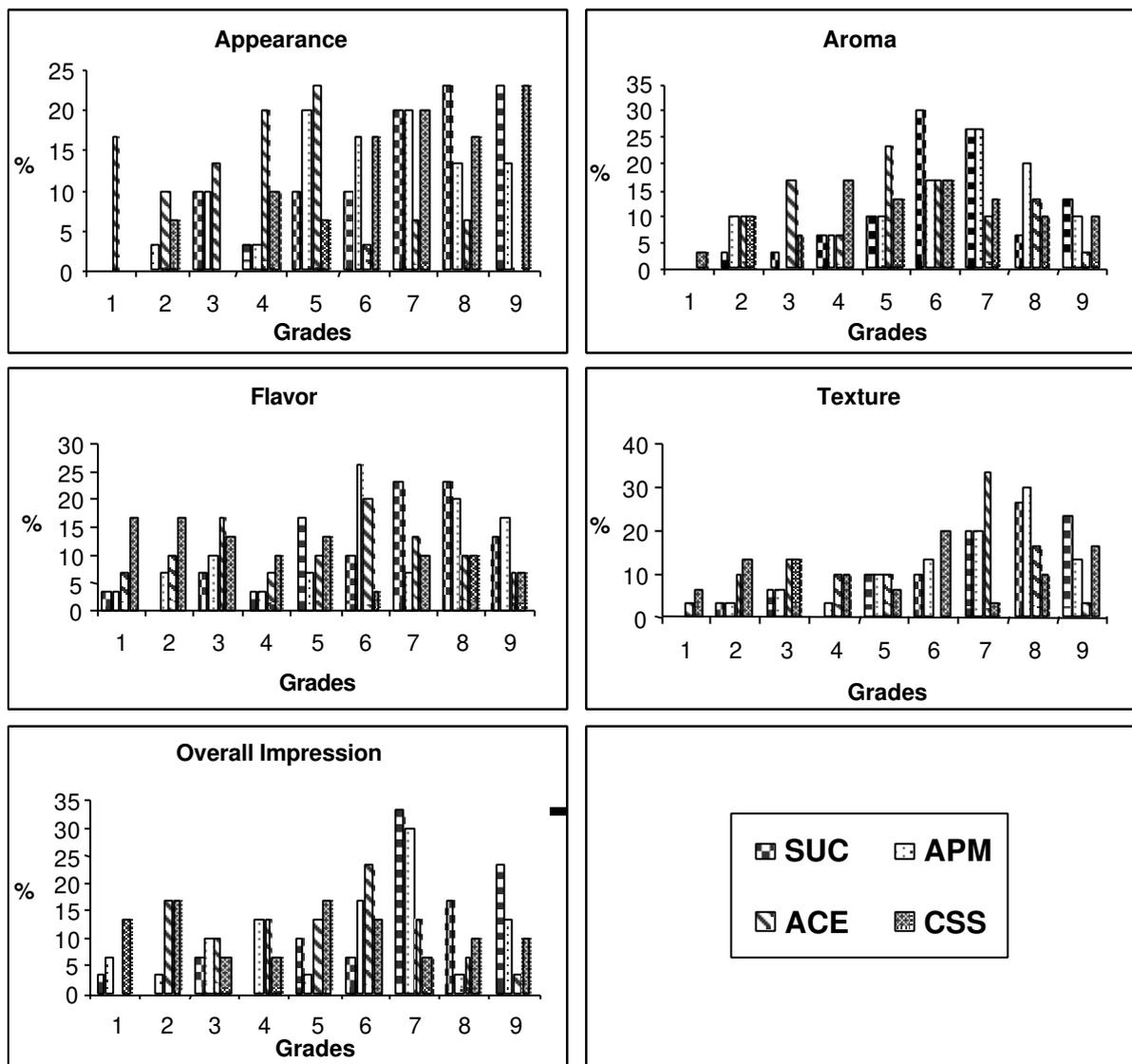
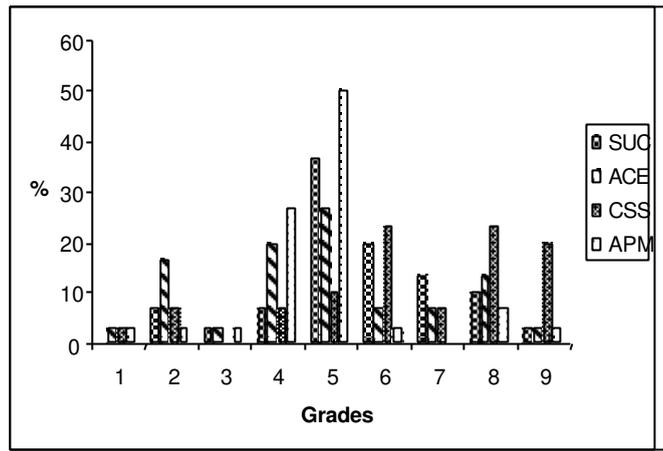
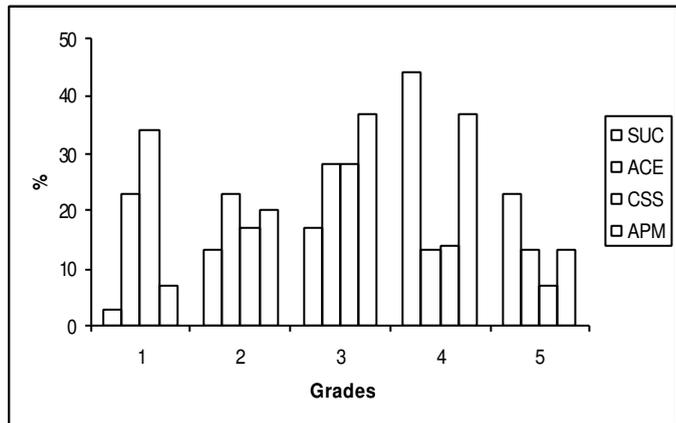


Figure 9 - Histogram of grades given in relation to the hedonic scale for commercial catchup samples



- 1 = not nearly sweet enough
- 2 = less sweet than the ideal
- 3 = little less sweet than the ideal
- 4 = very little less sweet than the ideal
- 5 = just right
- 6 = very little sweeter than the ideal
- 7 = little sweeter than the ideal
- 8 = sweeter than the ideal
- 9 = much too sweet

Figure 10 - Histogram of grades for consumer acceptance tests regarding to sweetness perception



- 1 = I would certainly not buy this product
- 2 = I would probably not buy this product
- 3 = I'm not sure if I would buy this product or not
- 4 = I would probably buy this product
- 5 = I would certainly buy this product

Figure 11 - Histogram of grades for consumer acceptance tests regarding to buying attitude

CAPÍTULO 4

Evaluation of Brazilian light catchups II: Quantitative descriptive and physicochemical analysis

EVALUATION OF BRAZILIAN LIGHT CATCHUPS II: QUANTITATIVE DESCRIPTIVE AND PHYSISCOCHEMICAL ANALYSIS

Summary

Samples of traditional and light catchup available on the Brazilian market were evaluated for their physicochemical characteristics and sensory profile (Quantitative Descriptive Analysis). Although different characteristics were observed among the various products evaluated, the light catchup sweetened with aspartame was the one that presented properties more similar to those shown by the traditional catchup.

Key words: catchup, light, sweeteners, QDA, physicochemical

Resumo

Avaliação de catchups light do mercado brasileiro II: análise descritiva quantitativa e avaliação físico-química. *Amostras de catchup (tradicional e lights) disponíveis no mercado brasileiro foram avaliadas quanto às características físico-químicas e ao perfil sensorial (Análise Descritiva Quantitativa). Apesar das diferentes características observadas entre os produtos avaliados, o catchup light adoçado com aspartame foi o que apresentou propriedades mais próximas ao produto tradicional.*

Palavras-chave: catchup, light, edulcorantes, ADQ, físico-química

1. Introduction

Tomato (*Lycopersicum esculentum*), a fruit commonly regarded as a vegetable, is a warm season crop reasonably resistant to heat and drought (WU & NELSON, 1997). Tomatoes may be consumed fresh or, due to their perishable nature, processed to give canned whole peeled tomatoes, tomato juice, concentrated tomato juice, tomato puree or tomato paste. Tomato puree and paste may be marketed directly to the consumer or may be added as ingredients in other products, such as tomato catchup, sauces and soups (HAYES *et al*, 1998).

Tomato-based sauces comprise catchup, tomato sauce, chili sauce and other sauces that contain tomato fruit, tomato juice, tomato concentrate or tomato particulates as the major component besides water in the formulation. These products are basically a colloidal serum containing large amounts of suspended particles and dissolved solids. The physical and chemical properties of the tomato component are among the quality determining factors. The manufacture of catchup in a factory can start with fresh tomatoes, aseptically bulk stored tomato juice or tomato concentrates, which are mixed with proper amounts of salt, sugar, corn syrup, vinegar, onion powder, garlic powder, flavorings, spices and seasonings. Cinnamon, cassia, cloves, allspice, pepper, ginger, mustard and paprika are among the spices commonly used. Production steps include mainly preparation, heating, deaeration, homogenization, cooling and filling (WU & NELSON, 1997).

According to the Brazilian legislation (BRASIL, 2005), catchup is a product made from mature fruits of *Lycopersicum esculentum* L. which can be added of other ingredients that do not interfere with the product characteristics. Sales of this

product in Brazil in 2003 were around 31,000 tons, equivalent to \$ 53,000 or R\$ 154,000 (AC NIELSEN, 2004).

Sucrose is generally considered as a reference for sweet taste of foodstuffs in general, due to its sensory profile and functional properties, which may influence the body and texture of the final product. The replacement of sugar in foods and beverages is normally performed through the use of artificial sweeteners, which can be also combined with bulking agents (KILCAST, 2002).

Sweeteners are key ingredients in the development of diet/ light goods, to maintain the typical and pleasant sweet taste usually given by sucrose, without adding the many calories that does sugar. In the case of catchup, to which relatively high amounts of sugar are typically added, the use of sweeteners is an interesting tool to reduce calories and provide light versions. On the other hand, the acceptance of a light product by consumers demands that the added sweetener presents as much as possible the same characteristics of sucrose. Sensory analysis are extremely important in such a task, as it allows the understanding of many aspects, as the sweetness intensity of a compound related to sucrose, typical taste profile in different foodstuffs, consumer acceptability and so on.

Quantitative descriptive analysis (QDA) methodology (STONE *et al*, 1974) is one of the most used descriptive approaches and provides a complete word description for all the sensory properties of a product (STONE & SIDEL, 1993). In such a methodology, unstructured linear scales are used to describe the intensity of rated attributes, with fixed verbal endpoints. Training sessions are previously performed, when 10 to 12 judges are exposed to many possible variations of the

product under study as possible and, through consensus, a standardized vocabulary is developed to describe the sensory differences among the samples, including reference standards and/ or verbal definitions that should be used to the descriptive terms. The actual product evaluations are individually performed by each judge. The resulting data can be analysed statistically, using analysis of variance and multivariate statistical techniques (LAWLESS & HEYMANN, 1999).

QDA methodology was used for catchup evaluation by PORRETA (1991), to compare eighteen different commercial products from Italy and USA, regarding both physicochemical properties and sensory profile. According to the author, this method was useful in describing the differences among the various products evaluated. PORRETA & BIRZI (1995) used QDA to study the effect of storage temperature on the shelf-life of catchups produced with two different vinegars (spirit and wine). QDA was also performed by VARELA *et al* (2003) to evaluate the effect of different thickening agents on the catchup's texture and in this study, sensory and instrumental measurements were correlated.

Catchup of uniform color, consistency and flavor can only be produced by controlling the quality and amount of each ingredient used in the formulation. The typical tomato flavor and consistency of the finished product depend largely on the tomato solids used in each batch. In general, the physicochemical methods of analysis used with catchup are similar to those applied for tomato pulp (GOULD, 1992). The main analysis that are usually performed to evaluate such products are: total solids, soluble solids, water insoluble solids, ascorbic acid, color, consistency, pH, acidity, sugar and salt (sodium chloride) (GOOSE & BINSTED, 1973; PORRETA *et al*, 1993; DENNY, 1997; HAYES *et al*, 1998).

The objective of this study was to compare the sensory profile, through Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and physicochemical characteristics of 4 commercial catchups, one sweetened with sucrose and 3 sweetened with high intensity sweeteners (aspartame; acesulfame-k; cyclamate/ saccharin/ stevia). These samples were assessed in a previous study performed by BOLINI *et al* (2005) regarding its time-intensity characteristics and consumer acceptance. The present study aimed to complement the previous one, as no studies were found in the literature in terms of the performance of different high-intensity sweeteners in this kind of product using QDA.

2. Materials and methods

2.1. Samples

The commercial samples evaluated in the present study were one regular and three light catchups, purchased in supermarkets in the city of Campinas-SP-Brazil, as described bellow:

- *Brand 1*: regular catchup, sweetened with sucrose
- *Brand 2*: light catchup, sweetened with aspartame
- *Brand 3*: light catchup, sweetened with acesulfame-K
- *Brand 4*: light catchup, sweetened with cyclamate, saccharin and stevia

2.2. Sensory analysis

2.2.1. Pre-selection of panelists

A group of eleven women were pre-selected for the descriptive analysis, based on their previous experience in evaluating catchup and their ability to discriminate sensory differences in this kind of product. All of them have been used to evaluating tomato products through QDA analysis from several years, so no pre-selection analysis were performed, because of this experience.

2.2.2. Development of descriptive terminology

The pre-selected judges met 4 times to develop the sensory describing terms to be used in the definitive tests. In this step, the Repertory Grid Kelly's Method (MOSKOVITZ, 1983) was used in an open discussion. Samples of regular and light catchups were evaluated in pairs and their similarities and differences were reported in a form.

After the generation of the describing terms, an evaluation form was elaborated, which was composed by non-structuralized scales of 10cm, one for each descriptive sensory term. Through consensus, the group defined reference materials to help in the identification of all sensory characteristics of the products and to anchor the extreme points of the intensity scales.

2.2.3. Selection and training of definitive panel

The pre-selected panel was trained to the accomplishment of the quantitative descriptive analysis (STONE & SIDEL, 1993). Three training sessions

were conducted, when the judges reviewed the definitions of the sensory describing terms and the references developed, and then evaluated different samples of regular and light catchup, to fix the sensory memory and to practice using the developed form.

In order to select the definitive panel for the quantitative descriptive analysis, tests were applied to all the judges using the form with the intensity scales for the sensory terms developed in the previous step. The final judges were selected based on their capacity to discriminate among different samples, repeatability and agreement with the group (DAMÁSIO & COSTEL, 1991). Analysis of variance of 2 factors (sample and repetition) was performed for each panelist in relation to each attribute and the judges were selected according to values of significant F_{sample} ($p < 0.30$) and not significant $F_{\text{repetition}}$ ($p > 0.05$). For this selection, the 11 candidates evaluated the 4 samples of commercial light catchup in 3 repetitions, in relation to the pre-determined attributes. The agreement of the sensory panel was also verified in this step: the judges' individual means should be similar between each other and also near the panel's means for all the evaluated attributes and the interaction sample x judge should be not significant ($p > 0.05$). Graphs were constructed with the judge's means for each attribute, for each sample of commercial catchup, to confirm that the same trend was followed by all the judges.

2.2.4. Sensory analysis

The selected and trained panelists participated in the sensory tests of the regular and light catchups under study, when the products were assessed in individual booths. The samples (5 mL each) were served in plastic cups codified

with 3 digits. All the products were evaluated in monadic presentations, in 4 random repetitions.

2.2.5. Data analysis

The final selection of panelists for the quantitative descriptive analysis was through two-factor analysis of variance (sample and repetition) for each person in relation to each attribute (MEILGAARD *et al*, 1999). The judges with significant F_{sample} values ($p < 0.30$) and $F_{\text{repetition}}$ not significant ($p > 0.05$) were selected. The data obtained through QDA were evaluated using analysis of variance (ANOVA), Tukey's Test of averages and principal component analysis (PCA). All the statistical analysis were submitted to the SAS program (SAS, 2003).

2.3. Physicochemical analysis

The four samples of catchups submitted to sensory analysis were also assessed regarding to their physicochemical profile. Three samples of each brand were analysed for the following parameters:

- **pH:** measured using a Model B474 (Miconal) digital pHmeter, according to the AOAC method 981.12 (AOAC, 1996);
- **Acidity:** determined as acetic acid, by titration, following the method AOAC 935.57 (AOAC, 1996);
- **Salt:** determined by direct titration (Mohr) method, as described by Goose & Binsted (GOOSE & BINSTED, 1973);

- **Consistency:** using a Bostwick consistometer, by measuring the flow of undiluted product in 30 seconds, at room temperature, as described by Goose & Binsted (GOOSE & BINSTED, 1973);
- **Hunter Color:** measured using a Model D25 A Optical Sensor Hunterlab colorimeter (Hunter Associated Laboratories, USA), in terms of L, a, b and TCS (Total Catchup Score - $TCS = - 74,937 + 7,5172a - 0,1278a^2 - 0,8051b$) (GOOSE & BINSTED, 1973);
- **Soluble solids (Brix):** measured using a Model 10460 (American Optical, USA) ABBE refratometer, according to the AOAC 970.59 method (AOAC, 1996);
- **Total solids:** determined using a Smart System 5 (CEM) equipment, according to the AOAC method 985.226 (AOAC, 1996).

3. Results and discussion

Sensory analysis

The 11 pre-selected candidates were selected for the definitive tests, based on their ability to discriminate samples ($p F_{\text{sample}} < 0.30$) and repeatability ($p F_{\text{repetition}} > 0.05$). The results of this selection are shown in tables 1 (F_{sample}) and 2 ($F_{\text{repetition}}$). Figures 1 to 3 present the evaluation of the panel's agreement (interaction sample x judge) for the attributes sweetener taste, sweetener after-taste and bitter after-taste. These graphs were constructed to verify possible interactions sample x judge and their importance. The judges previously approved based on the values of F_{sample} and $F_{\text{repetition}}$ were definitely selected, as no discrepancies were observed among them. The same trend was followed by all the judges and some of them just used different portions of the scale to evaluate the

samples, which is not considered a serious interaction, so none of the 11 pre-selected judges had to be excluded from the definitive tests.

The sensory describing terms developed by the judges, which were used for the final assessment of the catchup samples, are presented in table 3, together with the definitions and references established for such terms. The developed attributes were divided in main 4 groups: appearance, oral texture, aroma and taste.

The mean scores for each sample regarding the evaluated attributes are shown in table 4. These results are shown as spider graphs in figures 4 (appearance and oral texture) and 5 (aroma and taste). The results of principal component analysis (PCA) are presented in figures 6 (appearance and oral texture) and 7 (aroma and taste). As it can be observed from table 4 and from figures 4 and 5, all the evaluated brands of catchup had very different sensory profiles.

It can be observed from table 4 that the samples presented significant difference in all the attributes, except by syneresis and overripened tomato. For these two attributes, all the means were zero or close to zero.

In terms of appearance and oral texture, sample 1 (formulated with sucrose) showed higher means for color, consistency (both visual and oral), gumminess and mouthfeel. Sample 2 (sweetened with aspartame) exhibited higher means for sandiness (visual and oral) and adstringency and sample 4 (sweetened with a blend of cyclamate, saccharin and stevia) showed the highest mean for brightness. In the attributes sweetener and bitter after-tastes, sample 3 (formulated with acesulfame-K) and 4 were the ones that presented higher means. Syneresis

was not noticed in any of the evaluated samples and, regarding to adstringency, the samples' behavior was quite similar, the highest mean shown by sample 2 and only samples 2 and 4 with significant difference in this attribute.

In relation to aroma and taste, sample 1 was considered saltier only in comparison to sample 4. Also, this sample was sweeter and with more tomato taste and spices than the three light ones. Sample 2 showed the highest mean for cloves aroma and pepper taste. In the attributes bitter and sweetener tastes, higher means were observed for samples 3 and 4. Samples 1 and 2 presented lower means for these attributes and differed significantly from the other ones.

Despite the differences in the overall sensory profile observed among the different brands of catchup evaluated in this study, the sample sweetened with aspartame (sample 2) was the most similar to the regular catchup (sample 1) with regard to the attributes related to sweetener taste and sweetener/ bitter after-taste. A similar conclusion was reported by Bannwart *et al* (2005), through time-intensity and preference studies, performed with the same samples.

Comparing the results of a consumer acceptance test also performed by Bannwart *et al* (2005) with the same commercial samples of catchup evaluated in the present study, one can conclude that strong red color, high consistency and mouthfeel, pronounced sweet taste, tomato taste and spices are desirable characteristics for catchup, while sweetener and bitter tastes and after-tastes are negative aspects related to the product's acceptance.

No many studies regarding the sensory evaluation of catchup are available in the literature and no one about sweeteners in such application has been found.

Porretta & Birzi (1995) used QDA to evaluate two different catchups, one formulated with wine vinegar and the other with spirit vinegar, during their shelf-life at different temperatures. The attributes evaluated in such study were: sucrose, fructose, consistency, glucose, volatile acidity, glutamic acid and total acidity, which were considered the most relevant for this kind of product. Based both in the QDA and physicochemical results, the authors concluded that wine-vinegar catchup showed a shorter shelf-life than the spirit-vinegar one. Also, uncontrolled storage conditions significantly shortened the product's shelf-life.

Varella et al (2003) evaluated the effect of different thickeners on catchup texture, through both instrumental and sensory analysis (texture QDA). Samples with higher concentration of guar and xanthan gums, as well as their combination, scored higher in desirable sensory attributes in catchup.

With the collected data for the four commercial samples of catchup, principal component analysis (PCA) was performed. The results are shown in figures 3 and 4, for the attributes related to appearance and oral texture and for aroma and taste, respectively.

Regarding to appearance and oral texture, principal components 1 and 2 explained, respectively, 54.6% and 33.9% of the variability between the samples. Sample 1 was characterized by the attributes consistency (visual and oral), mouthfeel, color and gumminess. Sample 2 was characterized by sandiness (visual and oral) and adstringency. The attributes that characterized sample 3 were particles and bitter after-taste. Sample 4 was characterized by shiness and sweetner after-taste.

In terms of the attributes related to aroma and taste, 50.2% of the variability between the samples was explained by component 1 and 34.2% by component 2. Samples 1 and 2 were characterized by most of the attributes, mainly tomato, spices, acid, vinegar, pungent salty and sweet (in the case of sample 1) and cloves aroma, cinnamon, nutmeg, cloves, sweet and pepper tastes (in the case of sample 2). Samples 3 and 4 presented similar behavior and were characterized by bitter and sweetener tastes.

It can be observed that the four evaluated samples showed distinct sensory profiles, mainly regarding to the attributes related to appearance and oral texture.

Physicochemical analysis

The results of the physicochemical analysis are shown in table 5. The samples analysed were very similar regarding pH, with the highest mean observed for brand 4, which also presented a very lower acidity compared to the other ones. The other 3 samples had quite similar means for acidity. These observations are in agreement with the sensory results.

Samples 2, 3 and 4 were very similar regarding salt content, but sample 1 showed a higher mean for this parameter, compared to the other 3 ones, what is also in accordance with the sensory results.

In terms of consistency, sample 1 showed the lowest mean for Bostwick, followed by sample 2, while the other 2 ones had similar results for this parameter. The same observations were made in the QDA. Regarding solids content (both soluble and total), proximate results were observed for samples 1 and 2, but quite lower means were observed for the other 2 samples.

Regarding color, samples 1 and 2 were very similar in all the parameters. Sample 3 showed higher means for the parameters L and a (clearer and stronger red color) and also the higher mean for b (more yellow) compared to the others. Sample 4 showed the lowest means for all the evaluated color parameters. In the sensory evaluation, all the 4 samples differed significantly, sample 1 being the darkest one, followed by 4, 2 and 3.

4. Conclusions

The sample sweetened with sucrose stood out against the ones formulated with sweeteners in the attributes related to appearance, showing to be more consistent, darker and gummy. This same sample presented more tomato taste than the other ones.

With regard to the attributes related to sweeteners, which are key in this study, the samples formulated with acesulfame-K and with the blend cyclamate/saccharin/stevia showed a significantly higher perception of sweetener after-taste, compared to the one formulated with aspartame. In terms of bitter after-taste, the sample added of acesulfame-K was the one that exhibit the highest perception. Finally, the sample formulated with the blend showed the highest score for sweetener taste, followed by the ones sweetened with acesulfame-K and aspartame, respectively. One can conclude that out of the three light catchups evaluated in the present study, the one formulated with aspartame was less characterized by the attributes related to sweeteners perception, when compared to the other two ones.

The physicochemical results were, in general, in line with the sensory ones, mainly regarding salt content, acidity and consistency.

It is important to point out that the overall differences observed among the evaluated products that were evaluated are directly related to differences in their formulations, as each of them is produced by a different company. In this aspect, it is important to mention that up to now the Brazilian regulatory authorities have not developed a standard for light catchup and because of that a wide variety of formulations of light catchup are available on the market. From the results of the present study, the sweetener that seems to better replace sugar in such an application is aspartame.

References

- AC Nielsen. **Tendências do Mercado Brasileiro**. Mercearia Salgada (*Salty Products*), p. 353-355. São Paulo, 2004.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 16th edition. Maryland: USA, 1996.
- BANNWART, G.C.M.C.; BOLINI, H.M.A.; SIQUEIRA, P.B.; BRITO, C.A.; PIO, T.F.; TOLEDO, M.C.F. Evaluation of brazilian light catchups I: time-intensity and consumer acceptance studies, 2005 (submitted to *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná* for publication in March, 2006).
- BRASIL. **Resolução RDC Nº 276 de 22/09/2005**. Available from <http://www.anvisa.gov.br>. Accessed November, 2005.
- DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agroquím. Technol. Alim.**, v.3, n.1/2, p.165-178, 1991.
- DENNY, C. Tomato Products. **National Food Processors Association Bulletin 27-L**, 7th. Edition. Washington, USA, 1997, 199p.
- GOOSE, P.G.; BINSTED, R. **Tomato Paste - Pureé, Juice & Powder**. London: Food Trade Press Ltd., second edition, 1973, 151p.
- GOULD, W.A. **Tomato production, processing and technology**, 3rd. edition, chap.11, p.233-242. CTI Publications, Inc. Maryland, USA, 1992, 536p.

- HAYES, W.A.; SMITH, P.G.; MORRIS, A.E.J. The production and quality of tomato concentrates. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38(7), p.537-564, 1998.
- KILCAST, D. Improving sweetness quality in foods. **International Sugar Journal**, v.104, n.1244, p.340-344, 2002.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food - Principles and Practice**. Maryland: Aspen Publishers, Inc., 827p, 1999.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd. Edition. CRC Press: New York, 281p, 1999.
- MOSKOVITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 605p, 1983.
- PORRETA, S. Analytical profiling of ketchup. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.57, n.2, p.293-301, 1991.
- PORRETA, S.; BIRZI, A. Effect of storage temperature on sensory shelf life of two catchups made of wine or spirit vinegar. **Sciences des Aliments**, v.15, n.6 p.529-540, 1995.
- PORRETA, S., POLI, G., RONDELLI, M.; ZANANGELI, G. Quality evaluation of tomato pulp. **Food Chemistry**, v.47(4), p.379-386, 1993
- SAS Institute. **SAS User's guide: statistics**, v.8.2. Cary, USA: SAS Institute, 2003
- STONE, H. & SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**, 2nd. Edition. Academic Press, Inc.: London, 336p, 1993.

STONE, H., SIDEL, J.L., OLIVE, S., WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v.28, n.1, p.24, 26, 28, 29, 32, 34, 1974.

VARELA, P., GÁMBARO, A., GIMÉNEZ, A.M., DURÁN, I.; LEMA, P. Sensory and instrumental texture measures on ketchup made with different thickeners. **Journal of Texture Studies**, v.34, n.3, p.317-330, 2003.

WU, J.S-B.; NELSON, P.E. Tomato products. In: Smith, D.S., Cash, J.N., Nip, W-K and Hui, Y.H. **Processing Vegetables - Science and Technology**, chap.14, p.389-415. Technomic Publishing Co, Inc.: Lancaster, 1997.

Table 1 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample})

Attributes	Judges											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Appearance	Color	0.0002	0.0021	0.0374	0.0050	0.0241	0.0003	0.0002	<0.0001	0.2425	0.0415	0.0008
	Consistency (visual)	0.0235	0.2145	0.0024	0.0009	0.0028	0.0317	0.1489	0.1116	<0.0001	0.2478	0.0039
	Sandiness (visual)	0.0008	0.0025	0.0036	0.0007	0.0215	0.254	0.0024	0.0003	0.0123	0.0088	0.0648
	Gumminess	0.0068	0.0031	<0.0001	0.0785	0.1283	0.1470	0.0058	0.0009	0.0034	0.0069	0.0205
	Brightness	0.0001	0.0025	0.0007	0.0027	0.2008	0.1200	0.0006	0.0104	0.0022	0.0005	0.0117
	Particles	0.0004	0.0987	0.1140	0.0007	0.0033	<0.0001	<0.0001	0.0158	0.0111	0.0104	0.0225
	Syneresis	0.0021	0.0049	0.0416	0.0009	0.0008	0.0008	0.0027	0.0519	0.0023	0.0005	0.0247
Oral texture	Sandiness (oral)	0.0066	0.0012	0.0004	0.0098	0.0117	0.0105	0.0009	0.0028	0.0553	0.0997	0.0222
	Consistency (oral)	0.2320	0.1040	0.0034	0.0087	0.1058	0.0012	0.0014	0.0009	0.1105	0.0015	0.0119
	Mouthfeel	0.0227	0.0045	0.0225	0.0209	0.0055	0.0854	0.1007	0.0099	0.0203	0.0055	0.0059
	Adstringency	<0.0001	0.0002	0.0011	0.128	0.0099	0.0984	0.0055	0.0027	0.0009	0.0036	0.1008
	Sweetner after-taste	0.0104	0.1055	0.0077	0.0125	0.1008	0.0008	0.0058	0.0026	0.2004	0.0874	0.0085
	Bitter after-taste	0.0584	0.0107	0.1120	0.0056	0.0089	0.0587	0.0077	0.0745	0.0158	0.0269	0.0007
Aroma	Vinegar	0.0014	0.0008	0.0117	0.0058	0.0044	0.0021	0.0102	0.2004	0.0058	0.0021	0.0211
	Pungent	0.0026	0.0037	0.0221	0.0007	<0.0001	0.0009	0.0004	0.0578	0.0124	0.0306	0.0587
	Cloves	0.0417	0.0555	0.0022	0.2140	0.0015	0.0006	0.0019	0.0208	0.2000	0.1789	0.0011
	Cinnamon	0.0069	0.0009	0.0896	0.0088	0.0009	0.0074	0.0009	0.0554	0.0088	0.0028	0.0008
	Nutmeg	0.1008	0.1050	0.0007	0.0148	0.0326	0.0444	0.0052	0.0003	0.0521	0.0087	0.0021
Taste	Salty	0.0004	0.0075	0.0085	0.0024	0.0033	0.0183	0.0877	0.0654	0.0066	0.0009	0.0004
	Sweet	0.0022	0.0239	0.0054	0.0050	0.0024	0.0070	0.0497	0.0033	0.0109	0.0480	0.0079
	Acid	0.0001	0.0028	0.0267	0.1077	0.1104	0.0055	0.0269	0.0334	0.0011	0.0008	0.0475
	Bitter	0.0010	0.0587	0.0995	0.1004	0.0005	0.0008	0.0004	0.1072	0.0104	0.0087	0.0044
	Tomato taste	0.0214	0.0447	0.0005	0.0199	0.0369	0.0044	0.0002	0.0127	0.1007	0.0088	0.0070
	Overripened tomato	0.0004	0.0001	0.0012	0.0051	0.0016	0.0022	0.2011	0.0236	0.0574	0.0699	0.0907
	Pepper	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0570	0.0098	0.0507	0.0051	0.0039	0.0307	0.0221	0.0857
	Spices	0.0007	0.0504	0.0501	0.0666	0.0584	0.0044	0.0210	0.0011	0.0069	0.0009	0.0027
	Cloves taste	0.0003	0.0708	0.0551	0.0041	0.0030	0.0504	0.0033	0.0508	0.0888	0.0027	0.0008
	Cinnamon taste	0.0041	0.0004	0.0028	0.0205	0.0570	0.0555	0.0987	0.0220	0.0001	0.0087	0.0508
	Nutmeg taste	0.0027	0.0002	0.0003	0.0407	0.0005	0.0699	0.0225	0.0080	0.0099	0.0007	0.0006
	Sweetner taste	0.0020	0.0004	0.0107	0.0999	0.0504	0.0336	0.0587	0.0055	0.0603	0.0875	0.0663

Judges with values of $p_{F_{\text{sample}}} < 0.30$ and $p_{F_{\text{repetition}}} > 0.05$ were selected

Table 2 - Significance levels (p) for the judges in relation to the repeatability $(F_{\text{repetition}})$

Attributes	Judges											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Appearance	Color	0.5770	0.3225	0.0798	0.1225	0.1478	0.2697	0.3698	0.8970	0.2580	0.2470	0.6781
	Consistency (visual)	0.1287	0.0998	0.1377	0.2890	0.8741	0.6900	0.2841	0.3687	0.4001	0.3366	0.2178
	Sandiness (visual)	0.0997	0.1890	0.7784	0.6570	0.5008	0.2778	0.0991	0.4782	0.3496	0.2258	0.1471
	Gumminess	0.1258	0.1124	0.7877	0.5471	0.2125	0.3983	0.2009	0.2874	0.2000	0.3998	0.4470
	Brightness	0.8057	0.5507	0.3028	0.3369	0.8710	0.2421	0.3650	0.2278	0.5740	0.3587	0.6654
	Particles	0.5200	0.6984	0.7471	0.3227	0.0066	0.0991	0.3582	0.4478	0.5963	0.3987	0.3887
	Syneresis	0.3552	0.3330	0.4748	0.4005	0.5774	0.1008	0.2214	0.2987	0.2914	0.1552	0.3944
Oral texture	Sandiness (oral)	0.6960	0.3581	0.6510	0.1947	0.2845	0.5556	0.6303	0.6667	0.8056	0.4474	0.3211
	Consistency (oral)	0.5700	0.5447	0.4999	0.5820	0.3690	0.6352	0.2574	0.5507	0.5141	0.6504	0.7170
	Mouthfeel	0.3342	0.3504	0.8654	0.2587	0.3237	0.5580	0.2009	0.1872	0.2990	0.3225	0.3336
	Adstringency	0.6074	0.5821	0.5029	0.6087	0.6677	0.5239	0.2540	0.1088	0.2369	0.3505	0.6707
	Sweetner after-taste	0.4987	0.3258	0.6200	0.7141	0.4190	0.5123	0.4873	0.4257	0.3369	0.2574	0.2258
	Bitter after-taste	0.2710	0.6541	0.5326	0.1597	0.4185	0.3368	0.7435	0.6984	0.2544	0.2158	0.3325
Aroma	Vinegar	0.1245	0.5848	0.3658	0.2255	0.2709	0.2006	0.2371	0.5589	0.8887	0.3698	0.2148
	Pungent	0.1458	0.1231	0.5282	0.7439	0.2896	0.5478	0.2247	0.2829	0.1748	0.6981	0.2658
	Cloves	0.4158	0.2877	0.2250	0.3162	0.6888	0.0997	0.1258	0.3658	0.7421	0.6252	0.3667
	Cinnamon	0.5874	0.5004	0.2569	0.1069	0.2447	0.7403	0.7772	0.0997	0.2228	0.2684	0.3336
	Nutmeg	0.5698	0.5310	0.4447	0.6478	0.6007	0.5893	0.5554	0.3288	0.5670	0.1009	0.2874
Taste	Salty	0.2101	0.5591	0.3286	0.3337	0.2987	0.2515	0.2269	0.3841	0.3300	0.1989	0.4104
	Sweet	0.7410	0.5519	0.6586	0.6363	0.5219	0.4474	0.5891	0.1184	0.0994	0.1189	0.2274
	Acid	0.6878	0.5812	0.4473	0.3682	0.2005	0.3281	0.6918	0.5473	0.5123	0.4421	0.3741
	Bitter	0.4172	0.4099	0.3227	0.3684	0.2999	0.2541	0.3918	0.2779	0.5813	0.6687	0.5988
	Tomato taste	0.2121	0.3099	0.0918	0.7470	0.4478	0.6697	0.3656	0.3110	0.4423	0.8040	0.6667
	Overripened tomato	0.1705	0.5814	0.6626	0.4184	0.7700	0.3254	0.7107	0.4118	0.4007	0.3996	0.2741
	Pepper	0.3078	0.4555	0.4741	0.3287	0.3009	0.0947	0.1899	0.3631	0.3007	0.4250	0.3999
	Spices	0.2587	0.2120	0.3874	0.3040	0.3689	0.4172	0.5743	0.2389	0.6872	0.2256	0.3214
	Cloves taste	0.2236	0.2178	0.3994	0.2743	0.5506	0.6079	0.5898	0.2100	0.3465	0.7894	0.6874
	Cinnamon taste	0.3314	0.2587	0.2007	0.6870	0.6993	0.3678	0.2523	0.2177	0.2904	0.3706	0.2840
	Nutmeg taste	0.1904	0.1451	0.5553	0.3284	0.1185	0.2867	0.6882	0.3388	0.4597	0.1029	0.3468
	Sweetner taste	0.5062	0.2783	0.3564	0.6973	0.5589	0.3648	0.5897	0.6997	0.5269	0.2245	0.2973

Judges with values of $p F_{\text{sample}} < 0.30$ and $p F_{\text{repetition}} > 0.05$ were selected

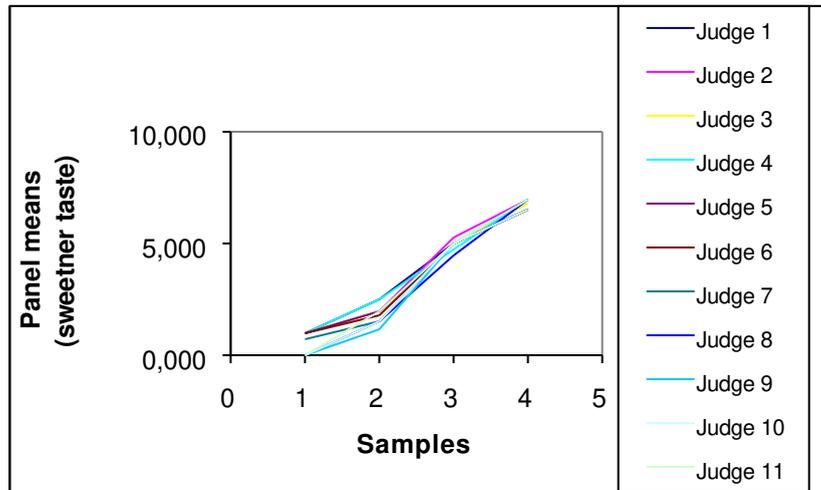


Figure 1 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the attribute sweetener taste in commercial catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

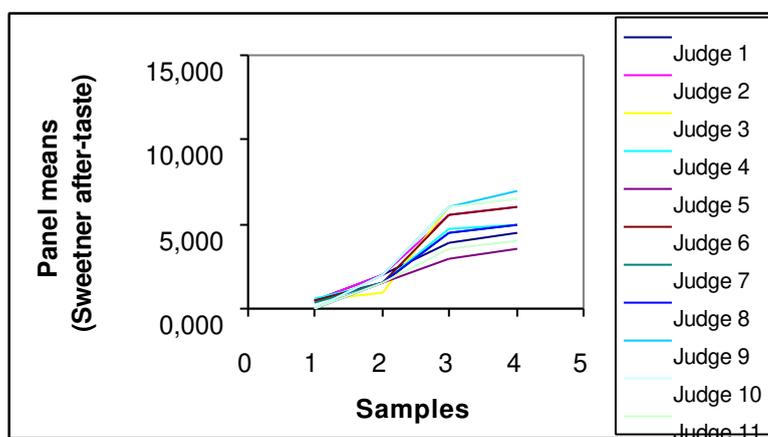


Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the attribute sweetener after-taste taste in commercial catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

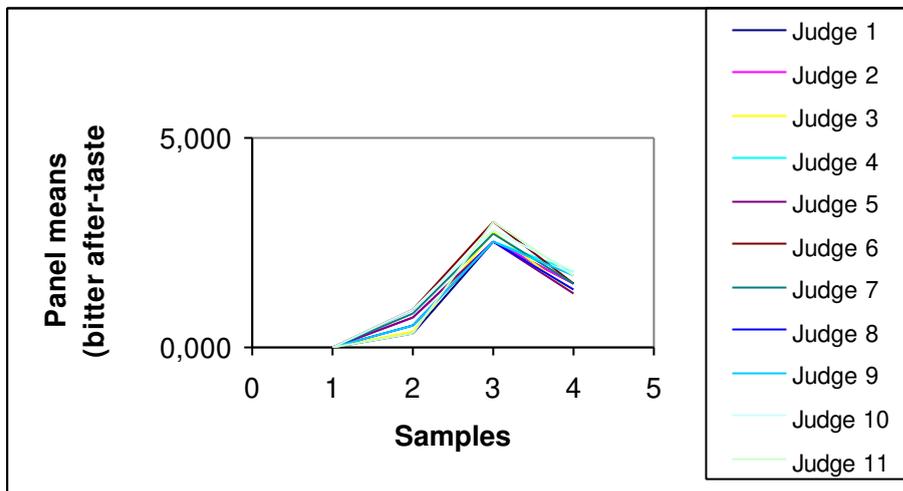


Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the attribute bitter after-taste taste in commercial catchup samples (**1** = SUC, **2** = APM, **3** = ACE, **4** = CSSS)

Table 3 - Sensory describing terms developed for catchup samples

Sensory Describing terms	Definitions	References	
<i>Appearance</i>	Color	Scale from orange to brown	0 - Diluted tomato pulp (2° Brix) 10 - Tomato pulp (29° Brix) + 0.2% caramel color
	Consistency (visual)	Sensation of soft/ consistent while mixing with a spoon	0 - Tomato pulp (8° Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (18° Brix) + 2% water
	Sandiness (visual)	Amount of lumps that can be seen in the sample	0 - Tomato pulp (8° Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (18° Brix) + 2% water
	Gumminess	Cream aspect in the product	0 - Tomato pulp (18° Brix) + 15% water 10 - Diluted tomato pulp (2° Brix) + 2,5% native starch
	Brightness	Shine aspect seen while mixing the product	0 - Tomato pulp (14° Brix) 10 - Tomato pulp (8° Brix), homogenized
	Particles	Amount of particles seen when the product is spreaded in a plate	0 - Tomato pulp (8° Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 0.15% black pepper
	Syneresis	Liquid phase that is formed around a portion of catchup in a plate	0 - Diluted tomato pulp (2° Brix) + 0.2% caramel color 10 - Tomato pulp (8° Brix) + mashed tomatoes (1:1)
<i>Aroma</i>	Vinegar	Flavor characteristic of pure vinegar	0 - Tomato pulp (8° Brix) 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 20% vinegar (9% acetic acid)
	Pungent	Sensation of burning in the nose, reminds acid	0 - Tomato pulp (8° Brix) 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 30% vinegar (9% acetic acid)
	Cloves	Perception of clove flavor	0 - Tomato pulp (8° Brix) 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 0.02% clove essential oil (10% concentration)
	Cinnamon	Perception of cinnamon flavor	0 - Tomato pulp (8° Brix) 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 0.02% cinnamon essential oil (10% concentration)
	Nutmeg	Perception of nutmeg flavor	0 - Tomato pulp (8° Brix) 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 0.02% nutmeg essential oil (10% concentration)
<i>Oral texture</i>	Sandiness (oral)	Sensation of sandy particles in the tongue	0 - Tomato pulp (8° Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (18° Brix)
	Consistency (oral)	Sensation of heavy/ light or hard/ soft when pressing the tongue against the roof of the mouth	0 - Tomato pulp (8° Brix) 10 - Tomato pulp (18° Brix)
	Mouthfeel	Sensation of filling the mouth; related to disappearing fast or slowly from the mouth	0 - Tomato pulp (8° Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8° Brix) + 1,5% modified starch

Table 3 (cont.) - Sensory describing terms developed for catchup samples

Sensory Describing terms	Description of Terms	References
<i>Oral Texture (cont.)</i>	Astringency	Sensation of tie the mouth up 0 - Tomato pulp (10g Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 1,0% salt + 0.02% nutmeg essential oil (10% concentration)
	Sweetener after-taste	Sweet/artificial taste that remains in the mouth after rinsing with water 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized + 0.2% sucralose
	Bitter after-taste	Bitter taste that remains in the mouth after rinsing with water 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized + 0.175% sacharyn + 0.25% caffeine
<i>Taste</i>	Salty	Intensity of salt taste 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 2,5% salt
	Sweet	Intensity of sweet taste 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 10% refined sugar
	Acid	Intensity of acid taste 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 2% citric acid
	Bitter	Bitter taste that remains in the mouth 0 - Pure water 10 - Caffein (aquous solution, 0.04%)
	Tomato	Intensity of tomato taste 0 - Diluted tomato pulp (2? Brix) 10 - Tomato pulp (24? Brix)
	Overripen tomato	Taste of fermented/ not fresh tomatoes 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Grinded over ripen tomatoes (passed through a sieve)
	Pepper	Characteristic taste or red pepper/ burning 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 0.2% black pepper
	Spices	Intensity of spices taste, mainly onion and garlic 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 0.15% Ketchup Flavor (Symrise 139802)
	Cloves	Intensity of clove taste 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% clove essential oil (10% concentration)
	Cinnamon	Intensity of cinnamon taste 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% cinnamon essential oil (10% concentration)
	Nutmeg	Intensity of nutmeg taste 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% nutmeg essential oil (10% concentration)
	Sweetener	Artificial sweet taste that reminds tabletop sweeteners and medicines 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - 0.002% Neotame

Table 4 - Mean QDA scores for catchup samples

	Attributes	1	2	3	4	MSD
<i>Appearance</i>	Color	5.61 A	4.34 C	2.48 D	5.02 B	0.51
	Consistency (visual)	6.86 A	4.34 B	2.75 C	3.09 C	0.50
	Sandiness (visual)	1.77 C	5.11 A	3.05 B	0.45 D	0.61
	Gumminess	6.00 A	2.82 B	1.23 C	2.91 B	0.62
	Brightness	7.14 B	6.00 C	6.00 C	8.14 A	0.61
	Particles	1.00 C	5.55 A	2.70 B	5.05 A	0.76
	Syneresis	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.14 A	0.42
<i>Oral Texture</i>	Sweetener after-taste	0.32 C	1.64 B	4.91 A	5.00 A	0.65
	Bitter after-taste	0.00 C	0.59 C	2.66 A	1.55 B	0.66
	Sandiness (oral)	0.64 C	3.43 A	1.41 B	0.41 C	0.66
	Consistency (oral)	6.77 A	3.70 B	2.41 C	2.68 C	0.56
	Mouthfeel	6.59 A	3.61 B	2.45 C	2.68 C	0.57
Astringency	3.77 AB	4.59 A	3.77 AB	3.00 B	0.84	
<i>Aroma</i>	Vinegar	5.09 A	5.30 A	5.36 A	3.48 B	0.88
	Pungent	6.64 A	6.05 A	6.36 A	4.23 B	0.71
	Cloves	2.23 C	4.68 A	1.68 C	3.05 B	0.61
	Cinnamon	2.50 B	3.91 A	2.14 B	4.41 A	0.79
	Nutmeg	3.73 A	3.14 AB	2.27 C	2.50 BC	0.74
<i>Taste</i>	Salty	3.48 A	3.05 AB	3.30 AB	2.80 B	0.52
	Sweet	7.25 A	5.82 B	3.55 D	4.52 C	0.72
	Acid	6.61 A	6.27 A	6.16 A	4.95 B	0.47
	Bitter	0.00 B	0.73 B	2.27 A	1.59 A	0.73
	Tomato	7.16 A	5.34 B	4.16 C	4.05 C	0.92
	Overripened tomato	0.00 A	0.41 A	0.09 A	0.00 A	0.54
	Pepper	0.68 B	3.45 A	0.82 B	1.68 B	1.08
	Spices	8.05 A	5.00 B	4.73 B	4.41 B	1.00
	Cloves	2.45 B	5.14 A	2.50 B	4.45 A	0.73
	Cinnamon	3.41 B	4.64 A	2.14 C	4.50 A	0.78
	Nutmeg	3.95 A	3.41 AB	2.27 C	2.95 BC	0.70
	Sweetener	0.61 D	1.86 C	4.95 B	6.75 A	0.95

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages)

* Means with same letters through a same line are not significantly different ($p \leq 0.05$)

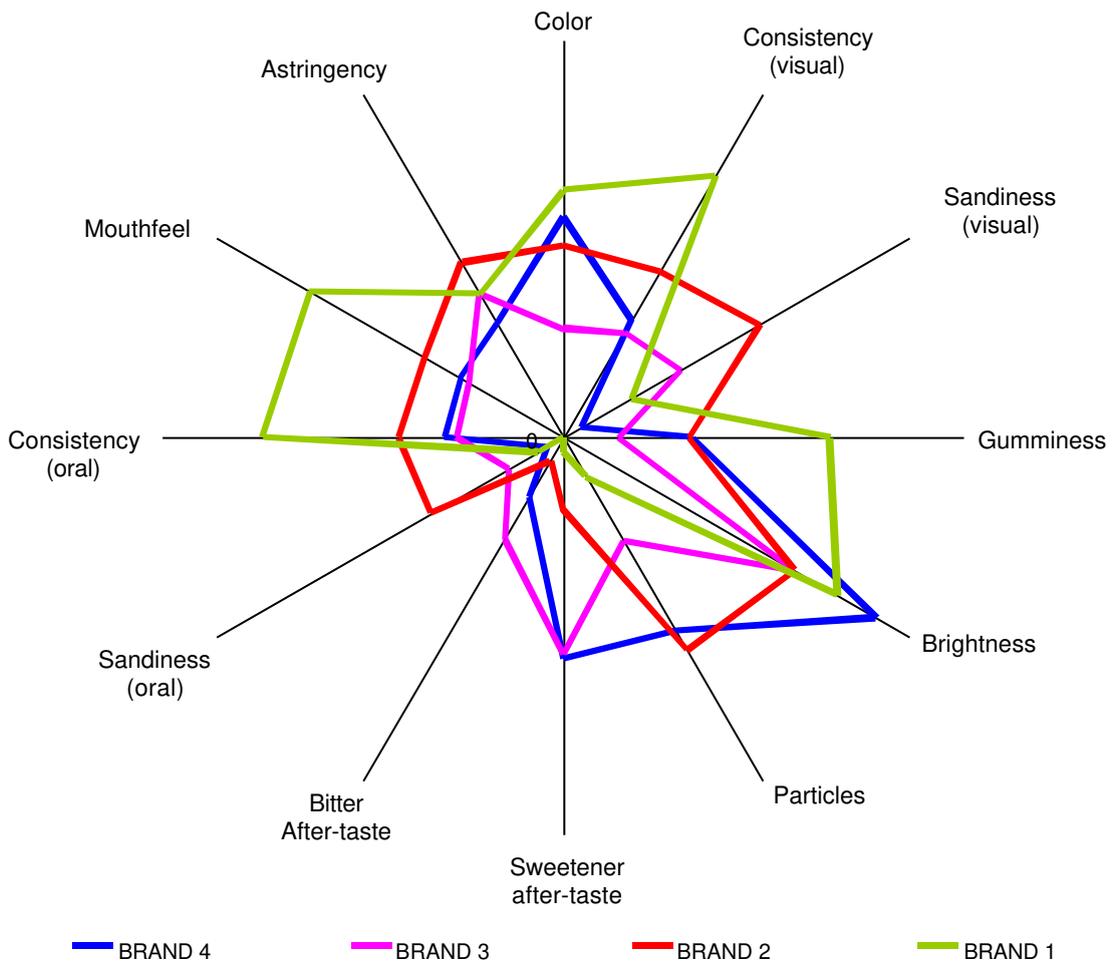


Figure 4 - Spider graph for appearance and oral texture of catchup samples

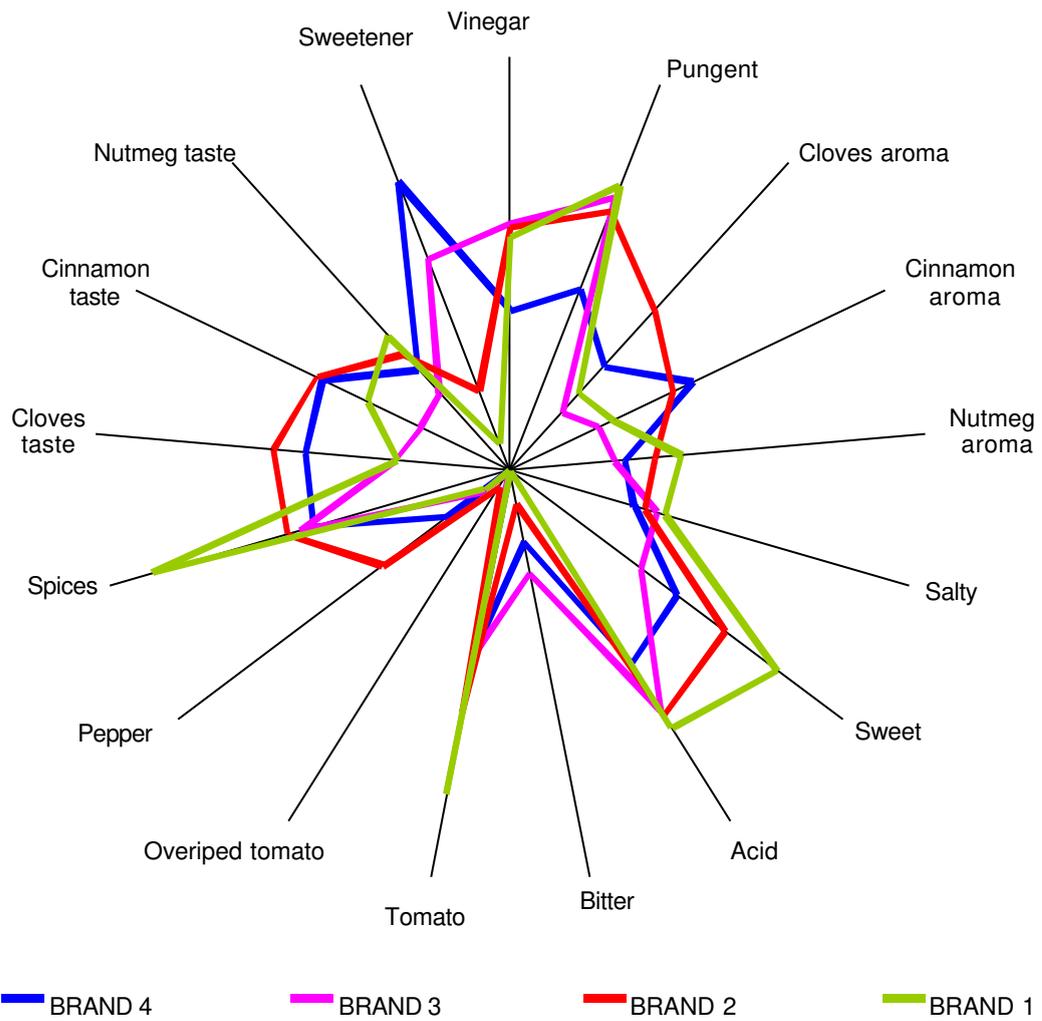


Figure 5 - Spider graph for aroma and taste of catchup samples

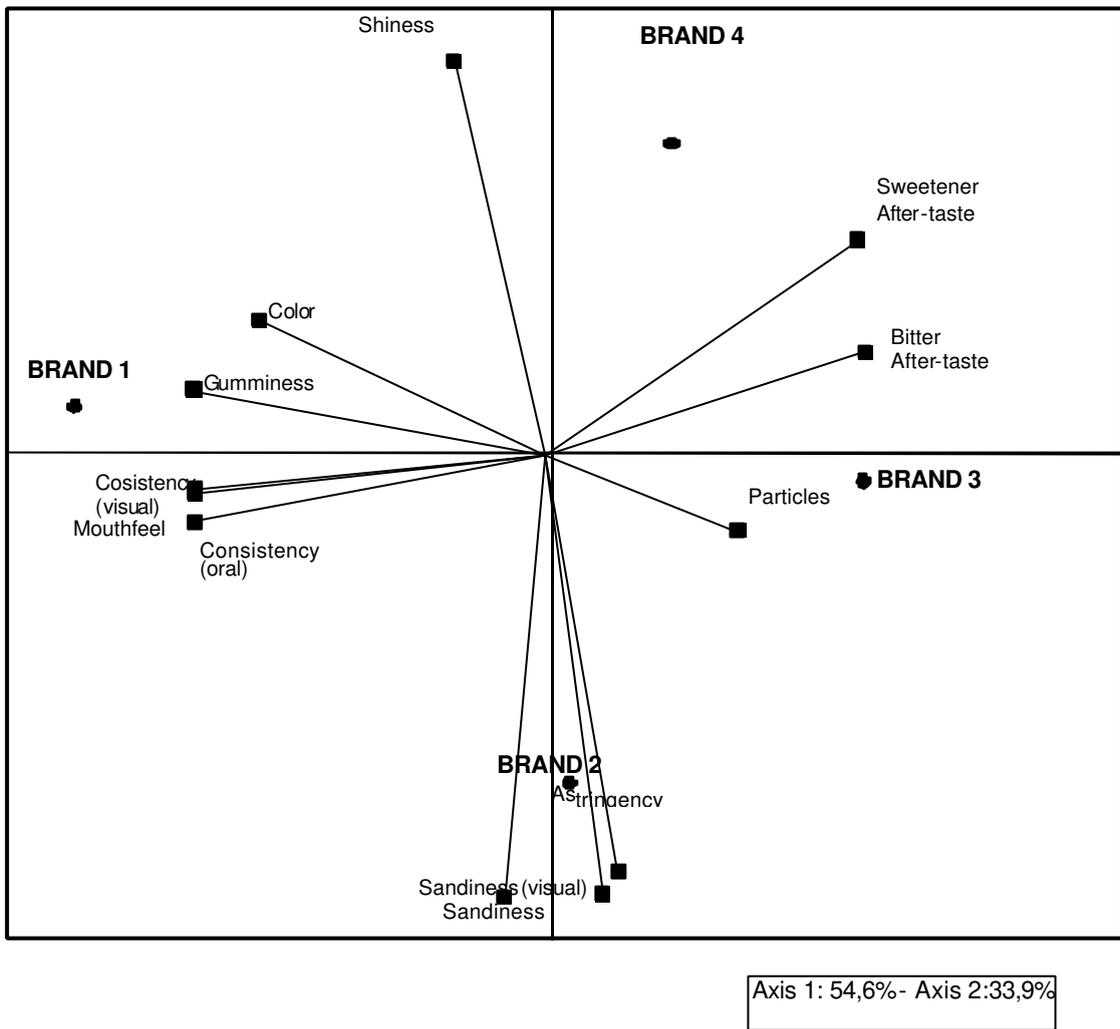


Figure 6 - Principal Component Analysis for appearance and oral texture of catchup samples

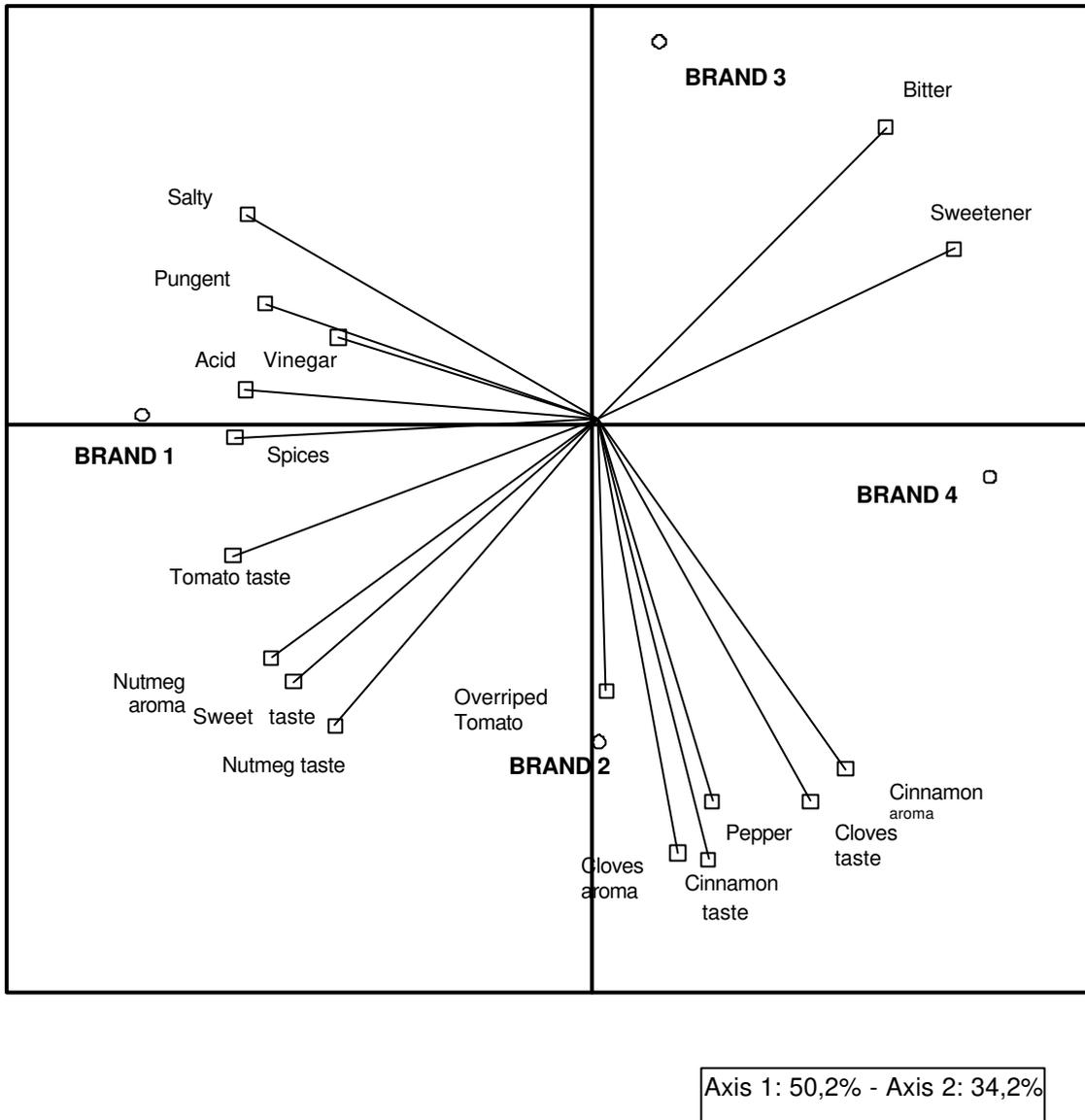


Figure 7 - Principal Component Analysis for aroma and taste of catchup samples

Table 5 - Physicochemical characteristics of commercial catchup samples

Brand	Acidity (% acetic acid)	pH	Salt (%)	Soluble Solids (%)	Total Solids (%)	Bostwick Consistency (cm/30s)	Color			
							L	a (+)	b (+)	TCS*
1	1.49±0.15	3.70±0.07	3.31±0.19	33.24±0.39	31.21±0.18	2.9±0.4	20.2±0.1	20.1±0.1	10.4±0.1	16.2±0.1
2	1.61±0.12	3.80±0.08	2.20±0.16	26.68±0.46	27.21±0.27	8.7±0.9	22.3±0.1	20.7±0.5	10.8±0.4	17.3±0.5
3	1.53±0.08	3.78±0.01	2.52±0.12	11.36±0.13	12.08±0.16	11.4±0.1	26.1±0.4	23.9±0.3	14.9±0.4	19.7±0.4
4	0.51±0.16	3.91±0.05	2.27±0.10	10.39±0.23	12.12±0.21	12.1±0.8	20.2±0.4	18.3±0.4	7.2±0.2	14.0±0.3

(*) TCS = - 74,937 + 7,5172a - 0,1278a² - 0,8051b

Obs.: the values are means of three repetitions (± standard deviation)

CAPÍTULO 5

Application of neotame in catchup: Development of prototypes and sensory studies

Application of neotame in catchup: Development of prototypes and sensory studies

Abstract

In the present study, five prototypes of catchup were developed, using the sweetener Neotame (NTM) as a total or partial replacer for sucrose. Initially, the ideal sweetness of NTM in this application was determined using just-about-right scale. Then, difference and preference tests were carried out to verify the effects of the substitution of sucrose by NTM, at different levels. Time-intensity studies were also performed for the attributes sweetness and tomato flavor. The results showed that the ideal sweetness of NTM in catchup as the only sweetener is around 9.33 ppm. The substitution of sucrose for NTM is only significantly perceived for the prototypes sweetened with 25:75 sucrose:NTM and 100% NTM, which were the only ones that were less preferred than the control (100% sucrose). The time-intensity studies confirmed that the prototypes containing combinations of sucrose and NTM are similar in terms of sweetness perception, independently of the proportions. Based on the results, it was concluded that NTM is a suitable sweetener for catchup, both for reduced calories and no sugar versions.

Key Words: Neotame, sweeteners, sensorial, time-intensity, just-about-right

1. Introduction

The consumption of low calorie or reduced calorie foods and drinks is a worldwide trend in the large societies, due to the increasing concern to keep a healthy lifestyle, not only regarding health aspects but also in terms of fitness or body shape. As a consequence of such a trend, the demand for new products in this segment has also increased in the last years. High intensity sweeteners are frequently used in the development of *diet/ light* foodstuffs, with the aim to keep the same pleasant sweet taste of sucrose, without adding large amounts of calories. The development of new sweeteners is very important, not only to support the technological needs for different applications but also in terms of toxicological aspects, as more substances become available in the market, the use level of the current ones can be reduced.

The permission for the use of new food additives requires, in general, the demonstration of both technological need and safety for use (Brasil, 1997). The safety evaluation of food additives is regularly accomplished by international, regional or national committees of experts and requires that toxicological studies and estimates of intake of the substance be developed. The technological needs are usually defined by the food industry (WHO, 2000).

Neotame (NTM), the most recent sweetener available in the market, was introduced in the United States in July 2002, as a sweetener and flavor enhancer for general use in foods and drinks. This compound is in average 8,000 times sweeter than sucrose and 30 to 60 times sweeter than APM. Due to its high sweet potential, it can be used at considerably lower levels compared to the sweeteners currently permitted for food applications. This can represent interesting

opportunities for cost reductions and also a tool to reduce sugar and/ or the use level of other sweeteners (Stargel *et al*, 2001).

Derived from aspartame (APM), NTM is a dipeptide formed by the amino acids aspartic acid and phenylalanine and has essentially the same properties of APM, as a clean sweet taste similar to sucrose, without bitter or metallic off-flavors. The molecule of NTM differs from that of APM only by the presence of the group 3,3-dimethylbutyl. NTM is stable at high temperatures and at the pH range of 3.0 to 5.5 and is significantly more stable than APM at neutral pH, what makes it suitable for applications in which APM cannot be used, as bakery products. As in the case of APM, NTM can enhance or intensify some flavors, specially the citric ones, and also mask some undesirable side notes like those of soybeans or certain vitamins or minerals (Nofre & Tinti, 2000, Prakash *et al*, 2002).

NTM was first approved by the FDA (*U.S. Food and Drug Administration*) in 2002 after the evaluation of more than a hundred studies regarding its safety and functionality. In 2003, this sweetener was evaluated by the JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants) which, based on the studies available at that time, considered NTM as a low toxicity substance in different animal species, including humans. In that opportunity, an ADI of 0-2 mg/kg body weight was established for NTM (JECFA, 2005).

For a sweetener to be well accepted by the consumers, its sensory profile has to be as similar as possible to sucrose, what makes sensory analysis essential to study new applications of these additives. From these analysis measurements such as sweet intensity related to sucrose, behavior of the sweetener in different food applications, product acceptability, temporal characteristics and other

important properties can be obtained. The temporal properties of a certain sweetener describe the evolution of the sweet sensation with time, which is essential to determine its suitability for different food applications. Among these properties, maximum sweet taste, duration of maximum sweet perception and lasting of sweet taste can be highlighted.

A sensory methodology that has gained special attention during last years is the Time-Intensity (T-I), defined by Amerine *et al* (1965) as the measure of the speed, duration and intensity perceived by one single stimuli. The sensory evaluation through such methodology is a further step in relation of the classic sensory analysis using scales (Cliff e Heymann, 1993).

In the present study, catchup prototypes were developed using NTM as a substitute for sucrose, at different levels. To determine the ideal sweetness of NTM in catchup, “just-about-right” test was applied. Then, the prototypes were developed and evaluated using sensory analysis, in order to investigate the impact of the replacement of sugar by NTM in the product’s characteristics. The sensory evaluation was comprised by difference and preference tests and also T-I studies. Catchup was selected for the study due to its typical high sugar levels and also because this dressing is widely consumed in Brazil, where the study was performed. As NTM was recently launched in the market, it’s very important to explore its performance in different foodstuffs, so that the establishment of maximum acceptable levels for the additive in different applications can be done based in real technological needs.

2. Materials and methods

2.1. Samples

Neotame was provided by the manufacturer (*The Nutrasweet Co.*) and the flavor used in the catchup prototypes (Natural Identical Catchup 139802) was supplied by *Symrise*. All the other ingredients used in the development of the prototypes were kindly provided by *Unilever Foods Brazil*.

2.2. Ideal sweetness of NTM in catchup

To determine the ideal sweetness of NTM in catchup, a just-about-right test was carried out (Meilgaard *et al*, 1999). According to the supplier (The Nutrasweet Company), this sweetener is 7,000 to 13,000 times sweeter than sucrose, depending on the application (Nofre & Tinti, 2000; Stargel *et al*, 2001; Prakash *et al*, 2002; The Nutrasweet Co, 2005a). Based on this information the ideal concentration of the sweetener in the product catchup was investigated by applying an acceptance test using the just-about-right scale, according to the method used by Vickers (1988). Five different concentrations of NTM (0.0190, 0.0130; 0.0089, 0.0061 and 0.0042 g/1000g) were tested by thirty consumers of catchup (not trained judges). The five samples were presented in monadic way, in plastic cups (10 mL each) codified with three digit numbers and the judges were asked to evaluate how much the sweetness of each sample was near the ideal. A nine-points category scale was used, labeled "*not nearly sweet enough*" at the left , "*much too sweet*" at the right and "*just-right*" in the middle. In between, the following terms were used: "*less sweet than the ideal*", "*little less sweet than the ideal*" and "*very*

little less sweet than the ideal" at the left and *"very little sweeter than the ideal"*, *"little sweeter than the ideal"* and *"sweeter than the ideal"* at the right. The evaluation of the results was carried out through linear regression.

2.3. Development of prototypes

The catchup prototypes were produced in pilot scale, following the basic formulation described in table 1, in which sucrose was partially or totally replaced by NTM. Five prototypes sweetened as described bellow were developed:

- Prototype 1: 100% sucrose (control)
- Prototype 2: 75% sucrose / 25% NTM
- Prototype 3: 50% sucrose / 50% NTM
- Prototype 4: 25% sucrose / 75% NTM
- Prototype 5: 100% NTM

In the 5 prototypes, the proportion of sucrose was based on the formulation of table 1 and that of NTM was based on the ideal sweetness previously determined.

The prototypes were produced according to the following process: the dry ingredients (except the salt) were added to the water, under agitation; the salt and vinegar were then added and the resulting aqueous solution was mixed with the tomato pulp. The product was then heated in an open jacketed tank (85°C/ 1 minute), homogenized at 180 Bar, in a *Gaulin* two-stages homogenizer. The resulting product was filled in PET bottles and cooled to room temperature.

2.4. Sensory analysis

2.4.1. Difference and preference tests

The five catchup prototypes were submitted to difference and preference tests in order to verify if the substitution of sucrose by NTM could be perceived by the consumers (if so, in which level) and whether there was a preference for any of these samples. For both difference and preference tests, 30 judges not trained, but consumers of catchup, evaluated the five prototypes in balanced order. The samples were presented in plastic cups (10 mL of each sample) codified with three digit numbers.

For the difference test, the difference-from-control was used (Meilgaard *et al*, 1999) and the control sample was the prototype 1 (100% sucrose). The judges were asked to taste the control sample and then evaluate each of the other samples in terms of how different they were from the control, using a nine-points scale, where 0 meant "no difference" and 10 meant "extremely different". The results of this test were analyzed through variance analysis (ANOVA) and Dunnett's average test, comparing the control to the other samples.

For the preference test, the judges were asked to evaluate the five catchup prototypes and rank them from the most to the least preferred. The most preferred sample received a grade 5, the least preferred one received a grade 1 and the other ones received intermediate grades (2, 3 or 4). The results were analyzed through the Friedman method, using the Newell and Mac Farlane table to get the critical difference among the treatments (Stone & Sidel, 1993).

2.4.2. Time-intensity analysis

Panelists' pre-selection

To compose the time-intensity (T-I) analysis' panel, a pre-selection was performed using triangular difference tests with two commercial samples of light catchup, in relation to sweetness. These two samples were significantly different at 0.1% level, as previously determined through a paired comparison test with 20 judges. The results of the triangular tests were analysed through sequential analysis, using the following parameters: $\rho_0 = 0.45$ (maximum unacceptable ability), $\rho_1 = 0.70$ (minimum acceptable ability), $\alpha = 0.05$ (probability of selecting an unacceptable trainee) and $\beta = 0.05$ (probability of rejecting an acceptable trainee (MEILGAARD *et al*, 1999)).

From the 12 pre-selected candidates, 9 judges were selected to perform the T-I analysis, based on their ability to discriminate differences between samples, to reproduce results and also to be in agreement with the rest of the panel (Damásio & Costell, 1991). These aspects were evaluated through analysis of variance of 2 factors (sample and repetition) for each panelist and for each parameter of the T-I curve (for both sweetness and global tomato flavor). For this selection, the 12 pre-selected candidates evaluated the 5 prototypes of catchup in 3 repetitions, in relation to the pre-determined attributes. The judges were selected for each parameter, according to values of significant F_{sample} ($p < 0.30$) and not significant $F_{\text{repetition}}$ ($p > 0.05$). The agreement of the panel was also verified in this step: the judges' individual means should be similar between each other and also near the panel's means for all the attributes and the interaction sample x judge should be

not significant ($p > 0.05$). Graphs were constructed with the judge's means for each parameter of the T-I curve, for each catchup prototype, to confirm that the same trend was followed by all the judges). Another aspect considered in this selection was the ability of the participants for the interactive test with the computer. The selected panel was trained in 4 sessions, to perform the T-I trials.

Definitive tests

The data collection for the time-intensity analysis was performed using a computer, through the SCDTI program (*Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade* - Time-Intensity Data Acquisition System) (Cardello *et al*, 2003), developed in the Laboratory of Sensory Analysis of the University of Campinas (UNICAMP). For these analysis, the previously selected nine panelists evaluated the five catchup samples produced with sugar/NTM, regarding sweet taste and tomato flavor.

Initially, the data acquisition program requested basic information to each panelist, as identification, sample's code and attribute to be evaluated. Then, additional information was requested with regard to the test: time to put the sample in the mouth after the beginning of the session (10 seconds), time interval between putting the sample in the mouth and swallowing it (10 seconds) and, finally, time interval in which the panelist would evaluate the sample after its ingestion (50 seconds). The evaluation consisted in indicating the intensity of the evaluated attribute (sweetness or tomato flavor) in a structured 9 points scale, using the mouse, as it was perceived through the time. The samples were presented in plastic spoons (2 mL each) codified with three digits numbers, in monadic form

and in balanced order. Three repetitions were carried out for each sample, for both attributes.

The data generated in each sensory session were analyzed through the SCDTI program and the following parameters were provided for each attribute:

- Maximum intensity of the attribute registered by the judge (I_{max});
- Time in which the maximum intensity was perceived ($T_{I_{max}}$);
- The total duration of the stimulus (T_{tot});
- Area under the time-intensity curve (Area).

Data's analysis

The previous selection of the panelists was carried out through sequential analysis (Meilgaard *et al*, 1999). The final selection was performed through two-factor analysis of variance (sample and repetition) for each judge in relation to each attribute. The selected panelists were those with significant F_{sample} values ($p < 0.30$) and not significant $F_{repetition}$ values ($p > 0.05$). The data of the parameters obtained through time-intensity curves were evaluated through analysis of variance (ANOVA), Tukey's test of averages and principal component analysis (PCA). All the statistical analyses were submitted to the SAS program (2003).

3. Results and discussion

3.1. Ideal sweetness of NTM in catchup

The results of the just-about-right tests were analyzed through linear regression. The curve obtained is shown in figure 1. The curve's equation was determined, with a coefficient of correlation (R^2) of 0.9937, which is considered

very satisfactory. From the curve's equation (figure 1), the ideal concentration of NTM in catchup was determined as 9.33 ppm. This concentration is in agreement with the indication of the sweetener's manufacturer (The Nutrasweet Co., 2005b), which recommends for dressings and sauces concentrations in the range of 2.5 to 15.0 ppm of NTM.

The concentration determined in this test was used to formulate the prototypes containing NTM and submitted to the other sensory evaluations described in the study.

3.2. Difference and preference tests

Difference-from-control test

The results of the difference test were evaluated through analysis of variance (ANOVA) and Dunnett's average test. The results are presented in table 2. The minimum significant difference is 1.50. It can be observed that only the prototypes 4 and 5, respectively sweetened with 25:75 sucrose:NTM and 100% NTM were different from the control (100% sweetened with sucrose). The other 2 prototypes (75:25 and 50:50, sucrose:NTM) did not show significant difference from the control, at 5% level.

Preference test

The results of the preference test were analyzed through the Friedman method, using the Newell and Mac Farlane table to get the critical difference among the treatments, which was determined as 34 (5% significance). The scores

for the 5 prototypes are shown in table 3. One can conclude that prototype 1 was significantly preferred only in relation to prototypes 4 and 5, which did not differ between each other. Also, there was no significant preference among the prototypes 2 to 5, which were equally preferred.

3.3. Time - intensity analysis

Panelists' pre-selection

Through the triangular tests and sequential analysis, 12 candidates were pre-selected and, for the final T-I tests, a group of 9 judges were selected based on samples discrimination ($p < 0.30$) and repeatability ($p > 0.05$).

From the 12 pre-selected candidates, 9 were selected for the definitive tests, based on their ability to discriminate samples ($p F_{\text{sample}} < 0.30$) and repeatability ($p F_{\text{repetition}} > 0.05$). The results of this selection are shown in tables 4 (for sweetness) and 5 (for tomato flavor). Figures 2 to 5 present the evaluation of the panel's agreement (interaction sample x judge) for the parameters I_{max} and T_{tot} for sweetness and I_{max} and Area for tomato flavor. These graphs were constructed to verify possible interactions sample x judge and their importance. The judges previously approved based on the values of F_{sample} and $F_{\text{repetition}}$ were definitely selected, as no discrepancies were observed among them. The same trend was observed by all the judges and some of them just used different portions of the scale to evaluate the samples, which is not considered a serious interaction, so all the selected judges were used in the definitive tests.

Time-intensity analysis of the catchup prototypes

The time-intensity curve's parameters means of catchup prototypes are shown in figure 6 and table 6 (sweetness) and in figure 7 and table 7 (tomato flavor). In such tables, means marked with the same letters within a column indicate that there is no significant difference between the samples ($p \leq 0.05$). It can be observed that there was no significant difference among the 5 prototypes regarding T_{Imax} and T_{tot} , neither for sweetness nor for tomato flavor. For sweetness, in terms of both I_{max} and Area, prototype 1 was only significantly different from prototypes 4 and 5, which did not differ between each other. Also, there was no significant difference among the prototypes 2 to 5 regarding these parameters. The same results were observed for tomato flavor, regarding Area. In terms of I_{max} for tomato flavor, the only samples significantly different from each other were prototypes 1 and 5.

The principal component analysis (PCA) for the catchup prototypes regarding to sweetness and tomato flavor are presented in figures 8 (sweetness) and 9 (tomato flavor).

The PCA for sweetness shows that 61.3% of the variability between the samples is explained by the component 1 and 30.24% by the component 2. All the T-I curve's parameters contributed positively to the variability explained by component 1 and, in the case of component 2, I_{max} and Area contributed positively and T_{tot} and T_{Imax} negatively. The prototypes 1, 2 and 3 were explained by all the T-I curve's parameters, while the prototypes 4 and 5 were not explained by any of them. The PCA for sweetness confirms that the prototypes

formulated with combinations of sucrose and NTM are similar in terms of sweetness perception, not depending on their proportions.

The PCA for tomato flavor shows that 76.10% of the variability between the samples is explained by component 1 and 17.00% by component 2. As in the case of sweetness, all the T-I curve's parameters contributed positively to the variability explained by component 1. T_{lmax} and T_{tot} contributed positively and Area and I_{max} contributed negatively to the variability explained by component 2. The prototypes 1 and 2 were explained by all the 4 parameters of the T-I curve. Prototype 3 were explained by Area and I_{max}, while prototypes 4 and 5 were explained only by T_{lmax}.

For both sweetness and tomato flavor, the prototypes 1 to 3 showed a very similar behavior, the same for prototypes 4 and 5, but these two last ones presented a distinct behavior related to the other 3 prototypes.

4. Conclusion

As for other applications, the concentration of NTM considered as ideal for catchup was very low (9.33 ppm), which is nearly equivalent to 18% sucrose, according to the results of the present study. For catchup, the just-about-right test showed to be suitable to determine the equivalence of sweetness of NTM in comparison to sucrose.

When NTM was combined to sucrose in different proportions, the results showed that at least half of the sweetness contribution of sucrose can be replaced by this sweetener with no significant difference. This was also true regarding preference, as the prototype 100% sweetened with sucrose was not significantly

preferred in comparison to the ones presenting up to 50% of sweetness contribution from NTM.

Similar results were obtained through time-intensity analysis: samples sweetened only with sucrose or with combinations sucrose:NTM up to 50:50 did not presented any significant difference in terms of the T-I curve's parameters, both for sweetness and tomato flavor.

On the other hand, for the prototypes in which the sweetness contribution of NTM was higher than sucrose's or came just from NTM (prototypes 4 and 5, respectively), both the difference and preference tests showed no significant difference between these samples. Also, there was no significant preference among all the prototypes containing NTM, regardless its sweetness contribution. The same conclusion is true for the T-I analysis, both for sweetness and tomato flavor.

Based on all these findings, it can be concluded that NTM is a suitable sweetener for catchup, both for reduced-sugar versions, which might be designed for reductions on calories or simply in sugar intake, and for sugar-free options, as in diabetic products.

It is also important to point out the agreement observed among the different sensory methods used in this study, as the results obtained through the difference/preference tests and the T-I analysis were totally in accordance and led to the same conclusions.

References

- AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. (1965). *Principals of Sensory Evaluation of Food*. New York: Academic Press, 1965, 602p.
- BRASIL (1997). Portaria nº 540 - SVS/MS, de 27/10/97. Available from: <http://www.anvisa.gov.br>. Acessed November 2005.
- CARDELLO, H.M.A.B., DA SILVA, M.A.A.P., DAMÁSIO, M.H.; LOBÃO, F. (2003). Programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI). *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 37 (supplement): 54-60.
- CLIFF, M.; HEYMANN, H. (1993). Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: a review. *Food Research International*, 26: 375-385.
- DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.**, v.3, n.1/2, p.165-178, 1991.
- JECFA (2005). *Monographs and Evaluations. Neotame*. Available from: <http://www.inchen.org/documents/jecfa/jecmono/v52je08.htm>. Acessed December 2005.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press: New York, 281p.
- NOFRE, C.; TINTI, J-M. (2000). Neotame: discovery, properties, utility. *Food Chemistry*, 69(3): 245-257.
- PRAKASH, I.; CORLISS, G.; PONAKALA, R.; ISHIKAWA, G. (2002). Neotame: the next-generation sweetener. *Food Technology*, 56(7): 36-40.

SAS INSTITUTE (2003). *SAS User's guide: statistics*, v.8.2. Cary, USA: SAS Institute.

STARGEL, W.W.; MAYHEW, D.A.; COMER, C.P.; ANDRESS, S.E.; BUTCHKO, H.H. (2001). Neotame. In: *Alternative Sweeteners*, 3rd. edition. Marcel Dekker, Inc., pp.129-145.

STONE, H.; SIDEL, J.L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*, 2nd. Edition. Academic Press, Inc.: London, 336p.

THE NUTRASWEET Co. (2005a). *Neotame. Ingredient Overview*. Available from: <http://www.neotame.com/about.asp>. Accessed November 2005.

THE NUTRASWEET Co. (2005b). *Neotame. Sweetener Blend Matrix*. Available from: <http://www.neotame.com/about.asp>. Accessed November 2005.

VICKERS, Z. (1988). Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. *Journal of Sensory Studies*, 3(1): 1-8.

WHO (2000). Evaluation of certain food additives. *Technical Report Series* 891. Geneva.

WHO (2005). Nutrition - Controlling the global obesity epidemic. Available from: <http://www.who.int/nut/obs.htm>. Accessed December, 2005.

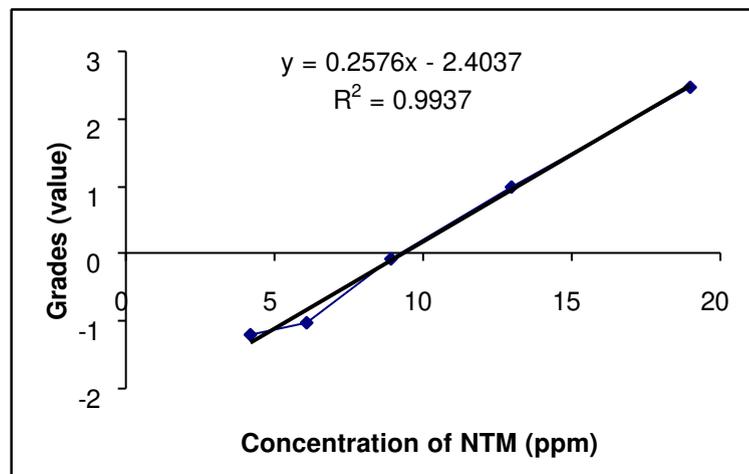


Figure 1 - Ideal sweetness of NTM in catchup

Table 1 - Basic catchup formulation

Ingredient	%
Tomato pulp 29? Brix	35.000
Vinegar (10% acetic acid)	9.000
Sucrose	18.000
Refined salt	2.500
Natural Identical catchup flavor 139802*	0.100
Xanthan gum	0.075
Sorbic acid	0.10
Water	35.225

* Supplier: *Symrise*

Table 2 - Results of difference-from-control test with catchup prototypes

Sample	Average
1	2.08
2	2.13
3	3.57
4	4.70***
5	5.70***

*** Samples different from control, at 5% level
(Minimum significant difference: 1.50)

Table 3 - Results of preference test with catchup prototypes

Sample	Score
1	109 ^a
2	92 ^{ab}
3	103 ^{ab}
4	74 ^b
5	72 ^b

Obs.: Same letters mean that there is no significant difference at 5% level
(Minimum significant difference: 34)

Table 4 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for sweetness

Judge	F_{sample}				$F_{\text{repetition}}$			
	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$
1	0.0273	0.1840	0.0249	0.1877	0.7907	0.9061	0.1995	0.3245
2	0.2275	0.2258	0.1848	0.0959	0.2005	0.3794	0.2008	0.5127
3	0.0045	0.1696	0.0117	0.2152	0.3502	0.6815	0.8692	0.9644
4	0.1836	0.1553	0.2145	0.2346	0.3454	0.4105	0.8054	0.8340
5	0.0008	0.1277	0.0003	0.0104	0.3294	0.1888	0.2235	0.1702
6	0.1747	0.2594	0.1875	0.0879	0.2093	0.2524	0.2261	0.3493
7	0.0181	0.2399	0.1694	0.2268	0.2266	0.2098	0.8636	0.2495
8	0.0005	0.0674	0.0781	0.1865	0.3212	0.2691	0.8688	0.5471
9	0.1047	0.1839	0.1361	0.1642	0.8793	0.2009	0.1926	0.2231
10*	0.3998	0.4257	0.6009	0.9807	0.0003	0.0024	0.0001	0.0150
11*	0.2574	0.9616	0.7451	0.3999	0.0002	<0.0001	0.0017	0.0109
12*	0.3997	0.7700	0.5542	0.2987	0.0697	0.0478	0.0011	0.0378

Judges with values of $p F_{\text{sample}} < 0.30$ and $p F_{\text{repetition}} > 0.05$ were selected

* Judges that were not selected

Table 5 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample}) and repeatability ($F_{\text{repetition}}$) for tomato flavor

Judge	F_{sample}				$F_{\text{repetition}}$			
	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$	I_{max}	T_{tot}	Area	$T I_{\text{max}}$
1	0.2845	0.2808	0.2317	0.0787	0.5038	0.4381	0.1886	0.2710
2	0.2367	0.2149	0.2857	0.0630	0.1900	0.6098	0.1828	0.9799
3	0.0778	0.0070	0.0250	0.2199	0.1549	0.2393	0.3445	0.9536
4	0.2492	0.0359	0.0134	0.2482	0.2232	0.9503	0.4101	0.2793
5	0.1392	0.2988	0.1546	0.0952	0.2650	0.2806	0.2260	0.4055
6	0.2678	0.2663	0.0584	0.0780	0.3129	0.8782	0.6077	0.4044
7	0.0789	0.2780	0.0856	0.2783	0.3174	0.2371	0.1989	0.3824
8	0.2396	0.2980	0.0461	0.1944	0.7879	0.2008	0.1894	0.3299
9	0.2508	0.1716	0.1218	0.0413	0.2734	0.4809	0.4109	0.5005
10*	0.4550	0.6743	0.9874	0.9969	0.0013	0.0004	0.0001	0.1028
11*	0.4716	0.4999	0.6850	0.2896	0.0017	0.0011	0.0009	0.0020
12*	0.9123	0.8563	0.7787	0.7439	0.1096	0.0135	0.0001	0.0001

Judges with values of $p F_{\text{sample}} < 0.30$ and $p F_{\text{repetition}} > 0.05$ were selected

* Judges that were not selected

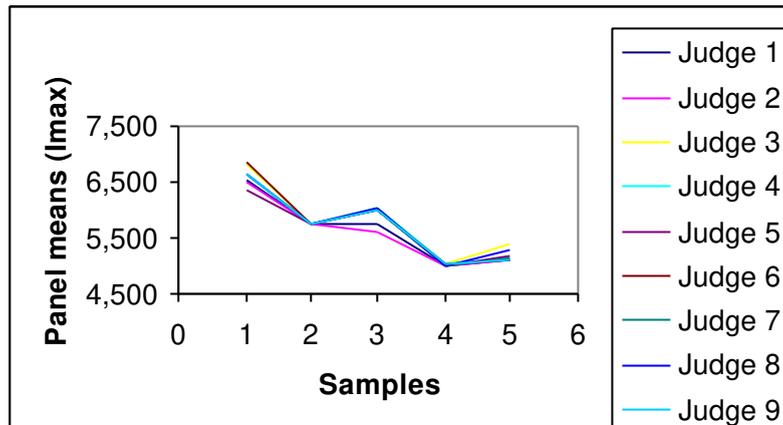


Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter maximum intensity (**I_{max}**) of the stimulus sweetness in catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

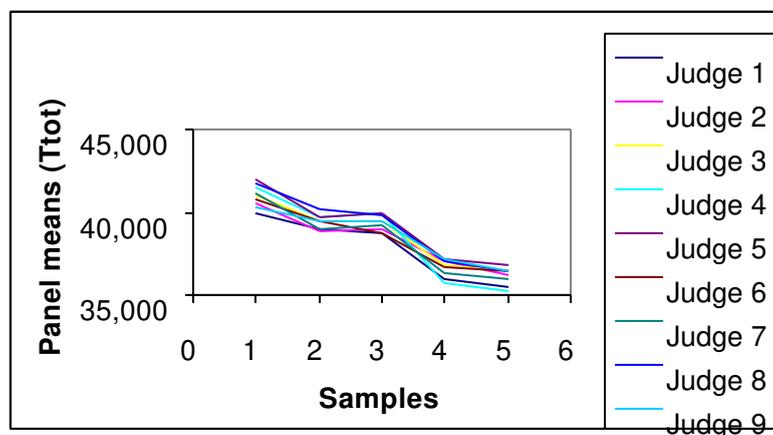


Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter total duration of the stimulus (**T_{tot}**) of the stimulus sweetness in catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

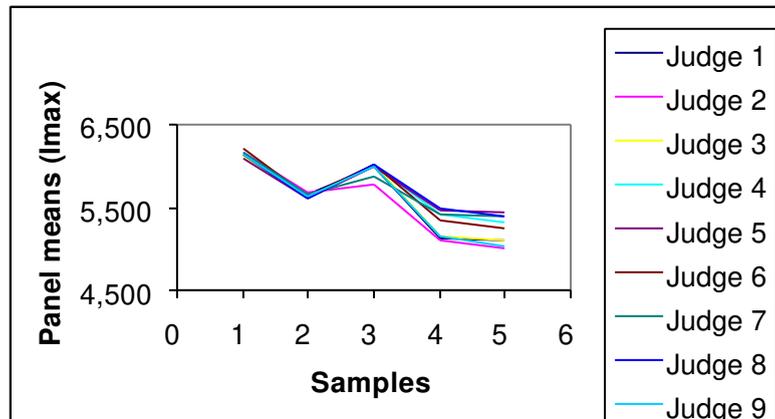


Figure 4 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter maximum intensity (**Imax**) of the stimulus tomato flavor in catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

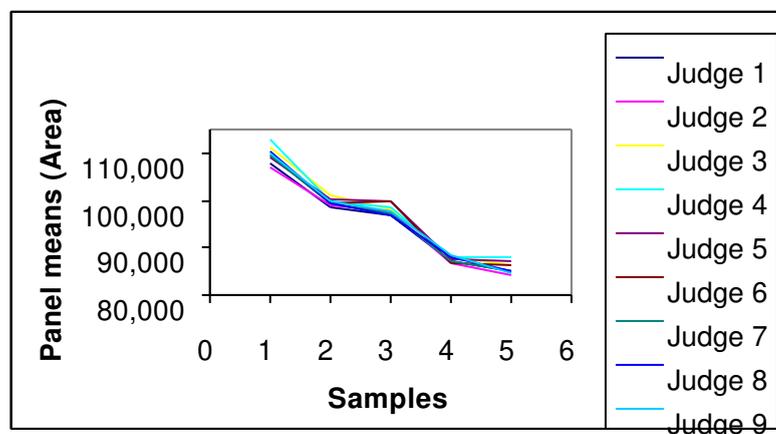


Figure 5 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the parameter area (**Area**) of the stimulus tomato flavor in catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

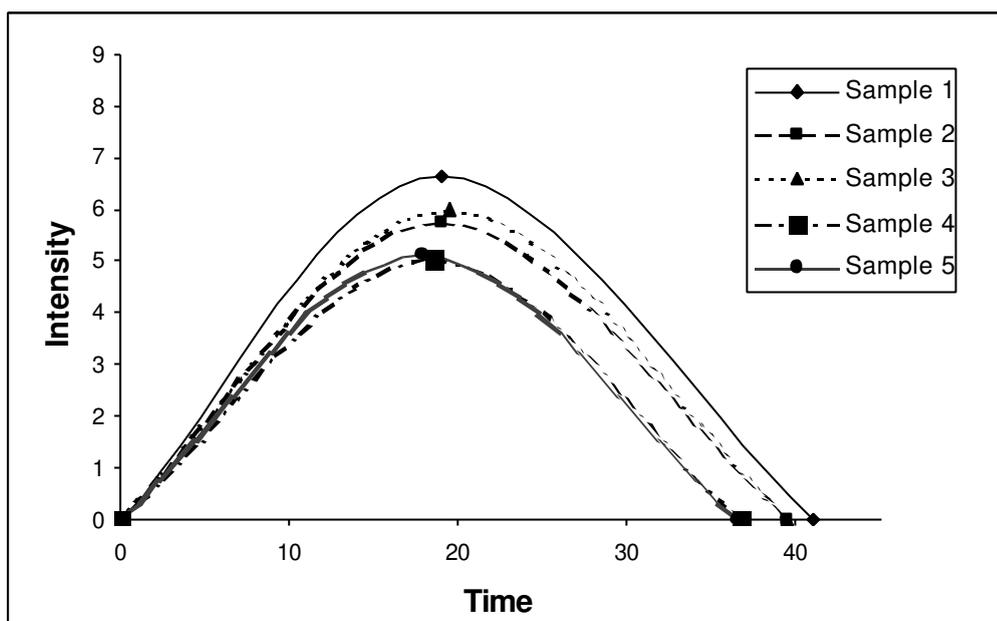


Figure 6 - Time - Intensity curve for catchup sweetness

Table 6 - Time - intensity curve's parameters means of catchup sweetness

Sample	Tlmax (s)	Area	Ttot (s)	Imax
1	18.936 ^a	128.02 ^a	41.000 ^a	6.624 ^a
2	18.930 ^a	111.46 ^{ab}	39.474 ^a	5.775 ^{ab}
3	19.419 ^a	113.34 ^{ab}	39.463 ^a	6.003 ^{ab}
4	18.494 ^a	90.67 ^b	36.740 ^a	5.022 ^b
5	17.925 ^a	94.67 ^b	36.531 ^a	5.136 ^b
MSD	1.613	22.98	4.982	1.382

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages)

* Means with same letters through a same column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

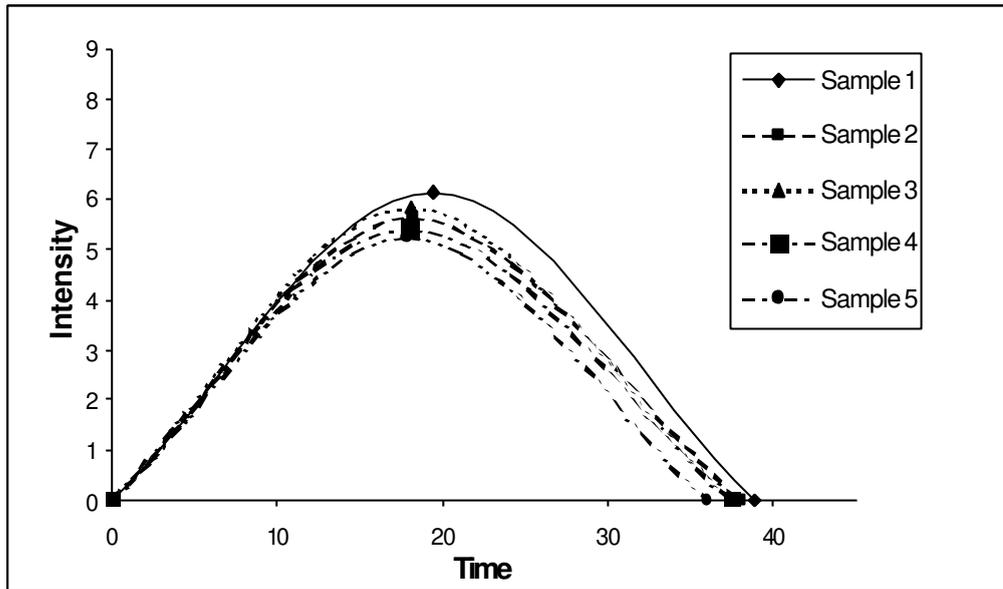


Figure 7 - Time - Intensity curve for catchup tomato flavor

Table 7 - Time - intensity curve's parameters means of catchup tomato flavor

Sample	Tlmax (s)	Area	Ttot (s)	lmax
1	19.471 ^a	109.44 ^a	38.862 ^a	6.148 ^a
2	18.254 ^a	99.38 ^{ab}	38.032 ^a	5.627 ^{ab}
3	18.099 ^a	98.34 ^{ab}	37.451 ^a	5.849 ^{ab}
4	18.039 ^a	87.22 ^b	37.426 ^a	5.416 ^{ab}
5	17.918 ^a	85.33 ^b	36.028 ^a	5.254 ^b
MSD	1.714	14.42	2.911	0.803

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages)

* Means with same letters through a same column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

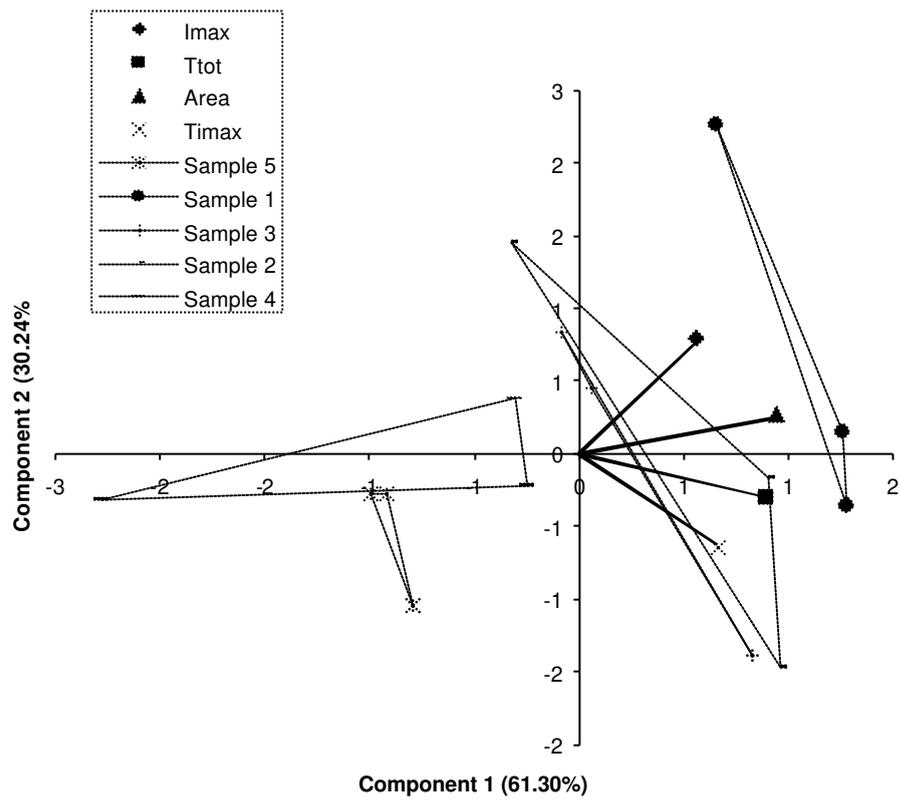


Figure 8 - Principal components analysis for sweetness of commercial catchup samples

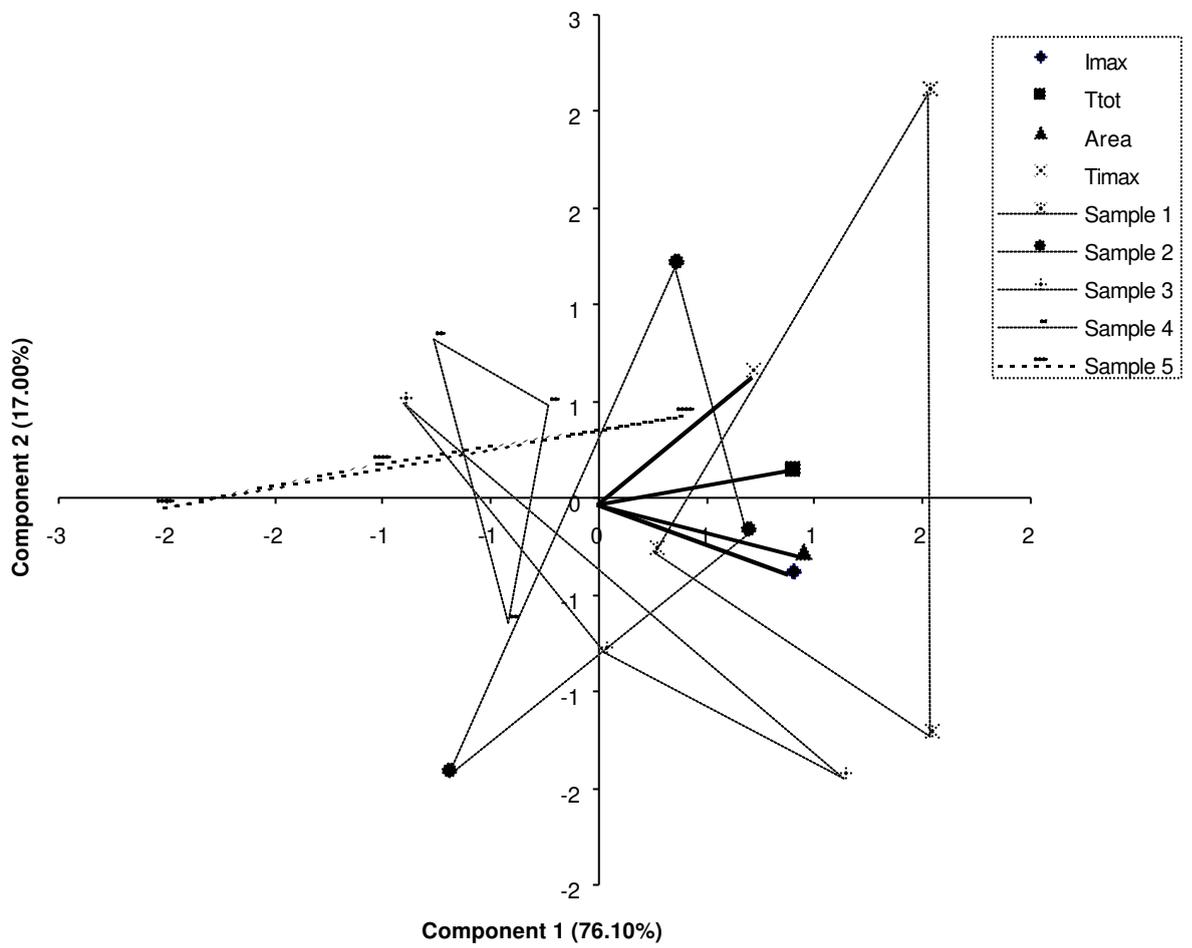


Figure 9 - Principal components analysis for tomato flavor of catchup prototypes

CAPÍTULO 6

Application of neotame in catchup: Quantitative descriptive and physicochemical analysis

Application of neotame in catchup: quantitative descriptive and physicochemical analysis

Abstract

In this study, five prototypes of catchup were developed by replacing partially or totally the sucrose in the formulation by the sweetener Neotame (NTM). These prototypes were evaluated for their physicochemical characteristics and sensory profile (Quantitative Descriptive Analysis). The main sensory differences observed among the prototypes were regarding to color, consistency, mouthfeel, sweet taste and tomato taste, for which lower means were obtained as the sugar level was decreased, and also in terms of salty taste, that had higher means with the decrease of sugar. In terms of bitter and sweetener after-tastes, the prototype 100% sweetened with NTM presented the higher mean score, but with no significant difference when compared to other prototypes containing sucrose, for bitter taste, however, it had the highest mean score, statistically different from all the other prototypes. In terms of physicochemical characteristics, the differences were mainly in terms of consistency, solids and color. Despite the differences observed among the prototypes as the sugar level was reduced, it was concluded that NTM is a suitable sweetener for catchup, both for use in reduced calories and no sugar versions.

Key words: Neotame, catchup, sweeteners, light, diet, QDA, physicochemical

1. Introduction

Catchup or Ketchup is defined by the Brazilian legislation as a product made from mature fruits of *Lycopersicum esculentum L.* which can be added of other ingredients that do not interfere with the product characteristics (Brazil, 2005). Catchup has been defined by several authors (Bigelow, Smith & Greenleaf, 1950; Sarli, 1953; Lamb, 1977; Gould, 1992; Wu & Nelson, 1997) as the product manufactured from the combination of tomatoes (which can be fresh or in the form of juice, tomato pulp or concentrated pulp), organic acids, salt, sugar (mainly cane sugar, in the solid or liquid form, and glucose/ fructose, as syrups or dried products), vinegar, organic acids, herbs and spices (cinnamon, cassia, cloves, allspice, pepper, ginger, mustard, paprika and others). According to Marsh, Leonard & Buhlert (1979), catchup is a colloidal serum containing a large proportion of suspended particulates and a large amount of dissolved sugar, in which tomato pulp forms the basis of this biphasic suspension.

The manufacture of catchup in industrial scale can be started from fresh tomatoes, aseptically bulk stored tomato juice or tomato concentrates. When tomato concentrates are used as starting material, they need to be diluted to the proper specific gravity to be ready for the cooking of catchup, which generally takes place together with the required amounts of salt, sugars and/ or syrups, vinegar, flavorings, spices and seasonings. Due to the wide range of such ingredients that are possible to be added to catchup, the formulation of such product varies considerably among different producers (Luh & Kean, 1988). After cooking, the catchup is usually deaerated and homogenized, before filling. The deaeration process helps to remove the oxygen from the product, in order to avoid

or reduce its oxidation during shelf-life. The homogenization effects are mainly the increase in the product's consistency and reduction of serum separation (Thakur, Singh & Handa, 1995; Wu & Nelson, 1997).

Catchup is a dressing widely consumed in Brazil, where this study was performed. The product is consumed together with a wide range of fast food, as a complement for sandwiches and dishes and also as an ingredient for culinary preparations. According to AC Nielsen data (2004), sales of catchup in Brazil were 31,662 tons in 2003, equivalent to US\$ 52,727.00 or R\$ 161.382,00.

Catchup's sensory profile varies considerably among different countries and also according to the manufacturer, but in general this dressing is typically added of high amounts of sugars, mainly sucrose and glucose. According to the World Health Organization, high intakes of free sugars (all monosaccharide and disaccharide added to foods, plus sugars naturally present in honey, syrups and fruit juices) threaten the nutrient quality of diets by providing significant energy without specific nutrients. Moreover, free sugars contribute to the overall energy density of diets and, consequently, to weight gain. The Organization recommends that less than 10% of total energy of a diet come from free sugars (WHO, 2003).

As observed by Bannwart *et al* (2005b), aspartame has been the most suitable sweetener for this kind of product, compared to acesulfame-K, cyclamate, saccharin and stevia. However, at present there are only a few brands that produce reduced sugar versions of catchup in Brazil so there are many opportunities for the development of new versions and the application of other sweeteners, alone or in combination, both for dietetic purposes and for calories reduction.

Neotame (NTM) is the sweetener most recently launched in the market worldwide. Approved by the FDA (US Food and Drug Administration) in 2002 and evaluated by JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants) in 2003, NTM is in average 8,000 times sweeter than sucrose and still lacks studies of application in different foodstuffs, by different countries. In a recent study performed by Bannwart *et al* (2005a), 5 prototypes of catchup containing different concentration of sucrose and NTM were developed and evaluated regarding difference and preference tests and also through time-intensity analysis. The authors concluded that this sweetener is suitable for this application, both for light and diet versions.

In the present study, the 5 catchup prototypes evaluated in the previous study were evaluated through quantitative descriptive analysis (QDA) and physicochemical analysis, in order to confirm the suitability of NTM for this kind of applications, both with and without sugar addition.

2. Materials and methods

2.1. Samples

The sample of Neotame was provided by *The Nutrasweet Co.* and the flavor used in the catchup prototypes (Natural Identical Catchup 139802) was supplied by *Symrise, Brazil*. All the other ingredients used in the development of the prototypes (tomato pulp, vinegar, xanthan gum, sorbic acid) were kindly provided by *Unilever Foods Brazil*.

2.2. Development of prototypes

The catchup prototypes were produced in pilot scale, following the formulation described in table 1, previously evaluated and adjusted in laboratory. Based on this formulation, sucrose was partially or totally substituted by NTM. Five prototypes were developed, with sucrose and NTM sweetness contribution as described below:

- Prototype 1: 100% sucrose (control)
- Prototype 2: 75% sucrose / 25% NTM
- Prototype 3: 50% sucrose / 50% NTM
- Prototype 4: 25% sucrose / 75% NTM
- Prototype 5: 100% NTM

In all prototypes the amount of sucrose added was based on the formulation of table 1 and that of NTM was based on the ideal sweetness of the compound in this kind of application, determined in a previous study as being 9.33 ppm (Bannwart *et al*, 2005a).

The prototypes were produced according to the following steps:

- addition of dry ingredients (except the salt) to the water, under agitation;
- addition of salt and vinegar;
- mixing of the obtained aqueous solution and tomato pulp;
- heat treatment in an open jacketed tank (85°C/ 1 minut);
- homogenization at 180 Bar, in a *Gaulin* two-stages homogenizer;
- filling in PET bottles;
- cooling (at room temperature).

2.3. Sensory evaluation

2.3.1. Pre-selection of panelists

A group of eleven women were pre-selected for the descriptive analysis, based on their previous experience in evaluating catchup and their ability to discriminate sensory differences in this kind of product. All of them have been used to evaluating tomato products through QDA analysis from several years, so no pre-selection analysis were performed, because of this experience.

2.3.2. Development of descriptive terminology

The pre-selected judges met 4 times to develop the sensory describing terms to be used in the definitive tests. For this purpose, the Repertory Grid Kelly's Method (Moskowitz, 1983) was used in an open discussion. Samples of regular and light catchups were evaluated in pairs and their similarities and differences were reported in a form.

After the development of the describing terms, an evaluation form was elaborated, containing one non-structuralized scale of 10cm for each descriptive sensory term. Through consensus, the group defined reference materials to help in the identification of all sensory attributes of the products and to anchor the extreme points of the intensity scales.

2.3.3. Selection and training of definitive panel

The pre-selected panel was trained to perform the final quantitative descriptive analysis (Stone & Sidel, 1993). Three training sessions were

conducted, when the judges reviewed the definitions of the sensory describing terms and the references developed, and then evaluated the different catchup prototypes developed in the study, to fix the sensory memory and to practice using the developed form.

In order select the definitive panel for the quantitative descriptive analysis, tests were applied to all the judges using the form with the intensity scales for the sensory terms developed in the previous step. For this selection, the 11 pre-selected candidates evaluated the 5 catchup prototypes in 3 repetitions, in relation to the pre-determined attributes. The final judges were selected based on their capacity to discriminate among different samples, repeatability and agreement with the group (DAMÁSIO & COSTEL, 1991). Analysis of variance of 2 factors (sample and repetition) were performed for each panelist in relation to each attribute. The judges were selected according to values of significant F_{sample} ($p < 0.30$) and not significant $F_{\text{repetition}}$ ($p > 0.05$). The agreement of the panel was also verified in this step: the judges' individual means should be similar between each other and also near the panel's means for all the evaluated attributes and the interaction sample x judge should be not significant ($p > 0.05$). Graphs were constructed with the judge's means for each attribute, for each sample of commercial catchup, to confirm that the same trend was followed by all the judges.

2.3.4. Sensory analysis

The selected and trained panelists participated in the definitive sensory tests of the five prototypes under study, when the products were assessed in individual booths. The samples (5mL each) were served in plastic cups codified with 3 digit

numbers. All the products were evaluated in monadic presentations, in 4 balanced repetitions.

2.3.5. Data analysis

The selection of panelists for the quantitative descriptive analysis was through two-factor analysis of variance (sample and repetition) for each person in relation to each attribute (Meilgaard, Civille & Carr, 1999). The judges with significant F_{sample} values ($p < 0.30$) and $F_{\text{repetition}}$ not significant ($p > 0.05$) were selected. The data obtained through QDA were evaluated using analysis of variance (ANOVA), Tukey's Test of averages and principal component analysis (PCA). All the statistical analysis were submitted to the SAS program (2003).

2.4. Physicochemical characterization

Samples of the five prototypes of catchup developed were also submitted to physicochemical analysis, regarding the following parameters:

- **pH:** measured using a Model B474 (Micronal) digital pHmeter, according to the AOAC method 981.12 (1996);
- **Acidity:** determined as acetic acid, by titration, following the method AOAC 935.57 (1996);
- **Salt:** determined by direct titration (Mohr) method, as described by Goose & Binsted (1964);
- **Consistency:** using a Bostwick consistometer, by measuring the flow of undiluted product in 30 seconds, at room temperature, as described by Goose & Binsted (1964);

- **Hunter Color:** measured using a Model D25 A Optical Sensor Hunterlab colorimeter (Hunter Associated Laboratories, USA), in terms of **L**, **a**, **b** and **TCS** (Total Catchup Score) (Goose & Binsted, 1964);
- **Soluble solids (Brix):** measured using a Model 10460 (American Optical, USA) ABBE refractometer, according to the AOAC 970.59 method (1996);
- **Total solids:** determined using a Smart System 5 (CEM) equipment, according to the AOAC method 985.226 (1996).

3. Results and discussion

Sensory analysis

A group of eleven women, pre-selected for the sensory analysis, composed the sensory panel for the definitive tests. None of them was excluded due to the satisfactory results obtained in the selection step.

The 11 pre-selected candidates were selected for the definitive tests, based on their ability to discriminate samples ($p F_{\text{sample}} < 0.30$) and repeatability ($p F_{\text{repetition}} > 0.05$). The results of this selection are shown in tables 2 (F_{sample}) and 3 ($F_{\text{repetition}}$). Figures 1 to 3 present the evaluation of the panel's agreement (interaction sample x judge) for the attributes sweetener after-taste, consistency (oral) and tomato taste. These graphs were constructed to verify possible interactions sample x judge and their importance. The judges previously approved based on the values of F_{sample} and $F_{\text{repetition}}$ were definitely selected, as no discrepancies were observed among them. The same trend was followed by all the judges and some of them just used different portions of the scale to evaluate the samples, which is not considered a serious interaction, so none of the 11 pre-selected judges had to be excluded from the definitive tests.

Thirty sensory describing terms were developed by the panel and used for the final assessment of the catchup prototypes (see table 4). These terms were divided in 4 big groups, together with the references established for each term. The mean scores for the evaluated sensory attributes are shown in table 5, where same letters means that there is no significant difference between the samples ($p < 0.05$). These results are shown in the form of spider graphs in Figures 4 (appearance and oral texture) and 5 (aroma and taste).

Regarding the attributes related to appearance and oral texture, the five prototypes did not present significant difference in terms of brightness, particles and astringency, and none of them presented any syneresis. The means for sandiness (visual) were not statistically different for any of the prototypes, except for number 4, which had the lowest mean for this attribute. In the attributes color, consistency (visual and oral), gumminess and mouthfeel, the means decreased from prototype 1 to 5, except by consistency visual (in which prototype 5 showed a higher mean than prototype 4) and mouthfeel (in this case, the mean for prototype 3 was almost the same as for prototype 2).

In the case of sweetener and bitter after-tastes, frequently related to the presence of sweeteners, prototypes 1 to 4 were not significantly different for both these attributes. In terms of sweetener after-taste, prototypes 2, 4 and 5 were statistically similar and, for bitter after-taste, this occurred for prototypes 1, 4 and 5. The highest means for these two attributes, however, were exhibited by prototype 5. No significant difference was observed among the prototypes 1, 2 and 3 for several attributes: sandiness (visual), gumminess, brightness, particles, sweetener and bitter after-tastes, consistency (oral) and adstringency.

Considering the attributes related to aroma and taste, no significant difference among the 5 prototypes was observed, for the following attributes: cinnamon aroma, acid taste, pepper, cloves taste and nutmeg taste. None of them presented any overripened tomato perception.

The mean scores for vinegar, cloves and nutmeg aromas and bitter taste were statistically equivalent for prototypes 1 to 4, and different for 5 compared to the four other samples. For both the attributes spices and cinnamon taste, no significant difference was observed among the prototypes 1, 2, 3 and 5, what was also true for prototypes 3, 4 and 5.

In this group of attributes, more relevant differences were observed for pungent aroma (no significant difference among prototypes 1 / 2 / 4 and 1 / 3 / 4, prototype 5 statistically different from all the others), salty taste (no significant difference among prototypes 2 / 4 / 5, 2 / 3 and 1 / 3) and tomato taste (prototypes 1 / 2 and 3 / 4 with no significant difference and 5 significantly different from the others). In the case of tomato and sweet tastes, the mean scores decreased in the same order of sucrose's level reduction. For sweetener taste, on the other hand, only prototypes 3 and 4 were significantly different from each other and the highest mean score was observed for prototype 4.

Based on the data collected for the five catchup prototypes, principal component analysis (PCA) was performed and the results are shown in figures 6 (attributes related to appearance and oral texture) and 7 (attributes related to aroma and taste).

In the case of appearance and oral texture, principal component 1 explained 67.6% of the variability between the prototypes, while principal component 2 explained 20.4% of it.

In terms of appearance and oral texture, prototypes 1, 2 and 3 showed a similar behavior. Prototype 1 was mainly characterized by the attributes consistency (visual), brightness and sandiness (oral). Prototype 2 was characterized by brightness and gumminess and prototype 3 by color, mouthfeel, consistency (oral) and adstringency. Prototype 5 was characterized by bitter and sweetener after-tastes, a distinct behavior compared to prototypes 1 to 3. Prototype 4 was not characterized by any of the attributes.

Regarding to aroma and taste, principal components 1 and 2 explained, respectively, 56.4% and 26.3% of the variability between the five catchup prototypes.

As for appearance and oral texture, prototypes 1 to 3 presented a very similar behavior, distinct from prototypes 4 and 5. Prototypes 1 and 3 were characterized by cinnamon, cloves, spices, tomato and sweet tastes and by cloves and cinnamon aromas. Prototype 2 was characterized by tomato taste and nutmeg aroma. Prototypes 4 and 5 were characterized by sweetener and bitter tastes, respectively.

The results of the present study are in agreement with results of time-intensity performed by Bannwart et al (2005a) for the same catchup prototypes: 1, 2 and 3 showed a similar behavior, distinct from 4 and 5.

Comparing the results obtained for the prototypes developed in the present study with the commercial samples of Brazilian catchup evaluated in the work previously

conducted by Bannwart *et al* (2005b), it is important to point out that: (a) the sweetener taste, sweetener after-taste and bitter taste were more intense in 2 out of the 3 commercial light catchups evaluated, compared to all the 5 prototypes; (b) these same commercial catchups presented higher scores for bitter after-taste compared to prototypes 4 and 5 (the ones with higher NTM levels), while prototypes 2 and 3 (both also containing NTM) were similar to the commercial sample sweetened with aspartame in this attribute; (c) the prototypes were all considered more consistent (both visually and in the mouth) than the commercial samples.

Physicochemical analysis

The results of physicochemical analysis of the five catchup prototypes are shown in table 6.

It can be observed that the results of acidity and pH were very similar for the 5 prototypes. As these two parameters are very important for the microbiological stability of the catchup, the same performance would be expected for all the prototypes. NaCl content was also very similar for all the samples, as the same amount of salt was added to each of them.

Both soluble solids and total solids were in a decreasing order, from prototype 1 to 5, in line with the fact that the sugar content also decreased in this same order. If these samples are compared to the previously evaluated commercial ones (Bannwart *et al*, 2005b), the solids content (both total and soluble) of the prototype 100% sweetened with NTM is in agreement with the commercial light catchups. This aspect is also important in terms of microbiology:

as the solids content decrease, the water activity may increase, which can reduce the product stability and more restrictive process parameters might be required.

Regarding consistency, prototypes 1 to 4 did not present considerable differences in terms of Bostwick readings, but prototype 5 presented the highest result, which means this was the least consistent (more liquid) sample. This result was expected, as this prototype contains no sugar in its composition and less solids, compared to the other ones. Prototype 1, with the highest sucrose percentage, was the most consistent one.

Although the consistency of prototype 5 was lower in relation to the other 4 samples, it is still characteristic or acceptable for this kind of product. According to the USDA Quality Standards, for example, this prototype would be classified as a Grade A catchup (Bostwick reading lower than 9 cm in 30 seconds) (Hayes *et al*, 1998). The Brazilian legislation has no specifications for catchup regarding consistency, but the results obtained for the 5 prototypes developed in this study are in agreement (or superior) with commercial catchups typically found in the Brazilian market, as shown in a previous work (Bannwart *et al*, 2005b) where the Bostwick ranged from 2.9 to 12.1cm/ 30 seconds. Even prototype 5 evaluated in the present study was more consistent than the light catchups from the market evaluated in the previous one, the same is true for the other four prototypes.

In terms of color, it can be observed from the **L** values that the prototypes were clearer from number 1 to 5, as sugar level decreased. The results obtained for parameters **a** and **b** increased from prototype 1 to 5, except for the value of **a** for prototype 2, which was lower than that for prototype 1. For the definition of **a** (redness/greenness) and **b** (yeloowness/blueness), one can conclude that the

prototypes were more redish and yellowish from 1 to 5, what means that the progressive reduction of the sugar level resulted in an orange color in the final product, more evident as the sugar level was lower.

These results suggest that this orange trend observed in the reduced-sugar and no-sugar catchups should be compensated, for example, through the use of a tomato pulp of very good color or other formulation adjustments, when a bright red color is desired in the final product. On the other hand, the **a/b** ratio indicates the relationship between redness and yellowness in a certain sample and, in the case of tomato puree or paste, **a/b** ratio equal or higher than 1.90 represents first quality products in terms of color, while **a/b** lower than 1.80 indicates unacceptable color (Goose & Binsted, 1973). The **a/b** ratios of the catchup prototypes evaluated in the present study were quite similar and ranged from 2.0 (prototype 5) to 2.14 (prototype 1), higher than that observed for 3 out of 4 catchup samples, from Brazilian market, previously evaluated by Bannwart *et al* (2005b).

4. Conclusions

In the quantitative descriptive analysis, the main sensory differences observed among the five prototypes were related to color, consistency, mouthfeel, sweet taste and tomato taste. For these attributes, lower means were obtained as the sugar level decreased (prototype 1 to 5), and also in terms of salty taste, that had higher means with the decrease of sugar. In terms of bitter and sweetener after-tastes, the prototype 100% sweetened with NTM presented the higher mean score, but with no significant difference when compared to other prototypes

containing sucrose. For bitter taste, however, this prototype had the highest mean score, statistically different from all the other prototypes.

In terms of physicochemical characteristics, the differences observed among the prototypes were mainly in terms of consistency, solids and color.

Despite the differences observed among the prototypes as the sugar level was reduced, one can conclude that NTM is a suitable sweetener for catchup, both for reduced calories and no sugar versions. This was also evidenced by Bannwart *et al* (2005a) through difference, preference and time-intensity studies performed with the same catchup prototypes.

References

- AC NIELSEN. **Tendências do Mercado Brasileiro**. Mercearia Salgada (*Salty Products*), p. 353-355. São Paulo, 2004.
- AOAC (1996). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th edition. Maryland: USA.
- BANNWART, G.C.M.C., TOLEDO, M.C.F.; BOLINI, H.M. (2005a). Application of Neotame in catchup: development of prototypes and sensory studies (submitted to *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* for publication in March, 2006).
- BANNWART, G.C.M.C., TOLEDO, M.C.F., BOLINI, H.M., KOHN, A.P.C.; CANTANHEDE, G.C. (2005b). Quantitative descriptive and physical analysis of light catchup (submitted to *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná* for publication in March, 2006).
- BIGELOW, W.D., SMITH, H.R.; GREENLEAF, C.A. (1950). *Tomato Products - Pulp, Paste, Catsup and Chili Sauce*. Bulletin L-27 Revised. National Canners Association Research Laboratory, Washington, 80p.
- BRAZIL (2005). Resolução RDC Nº. 276, 22/09/2005, available from: <http://www.anvisa.gov.br>. Accessed November, 2005.
- DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. (1991). Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.*, v.3(1/2), p.165-178.
- GOOSE, P.G.; BINSTED, R. (1973). *Tomato Paste - Pureé, Juice & Powder*. London: Food Trade Press Ltd., second edition, 151p.

- GOULD, W.A. (1992). *Tomato production, processing and technology*, 3rd. edition, chap.11, p.233-242. CTI Publications Inc., Maryland, USA, 536p.
- LAMB, F. (1977). *Tomato Products*. National Canners Association Bulletin L-27 5th edition. National Canners Association Research Laboratory, Washington, 134p.
- LUH, B.S.; KEAN, C.E. (1988). Canning of Vegetables. In: Kuh, B.S. & Woodroof, J.G. (eds.). *Commercial Vegetable Processing*, 2nd. Edition. Van Nostrand Reinhold, New York.
- MARSH, G.L., LEONARD, S.J.; BUHLERT, J.E. (1979). Yield and quality of catchup produced to a Standard solids and consistency level II. Influence of handling practices, break temperature and cultivar. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.3, p.195-212.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd. Edition. CRC Press: New York, 281p.
- MOSKOVITZ, H.R. (1983). *Product testing and sensory evaluation of foods*. Westport: Food & Nutrition Press, 605p.
- SARLI, R.J. (1953). *Conservas de Tomate*. Biblioteca de la Chacra. Editorial Atlantida, Buenos Aires, 178p.
- SAS INSTITUTE (2003). *SAS User's guide: statistics*, v.8.2. Cary, USA: SAS Institute.
- STONE, H.; SIDEL, J.L (1993). *Sensory Evaluation Practices*, 2nd. Edition. Academic Press, Inc.: London, 336p.

THAKUR, B.R., SINGH, R.K. ; HANDA, A.K. (1995). Effect of homogenization pressure on consistency of tomato juice. *Journal of Food Quality*, v.18(5), p.389-396.

WHO (2003). *Technical Report Series*, 916. Diet, nutrition and the perception of chronic diseases. Geneva.

WU, J.S-B.; NELSON, P.E. (1997). Tomato products. In: Smith, D.S., Cash, J.N., Nip, W-K and Hui, Y.H. *Processing Vegetables - Science and Technology*, chap.14, p.389-415. Technomic Publishing Co, Inc.: Lancaster.

Table 1 - Basic catchup formulation

Ingredient	%
Tomato pulp 29? Brix	035.000
Vinegar (10% acetic acid)	9.000
Sucrose	18.000
Refined salt	2.500
Natural Identical catchup flavor 139802*	0.100
Xanthan gum	0.075
Sorbic acid	0.10
Water	35.225

* Supplier: *Symrise*

Table 2 - Significance levels (p) for the judges in relation to the discrimination of samples (F_{sample})

Attributes	Judges											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Appearance	Color	0.0004	0.0003	0.0257	0.0011	0.0017	0.0208	0.1000	0.0004	0.0027	0.0050	0.1002
	Consistency (visual)	0.0013	0.0856	0.0223	0.0003	>0.0001	0.0207	0.1004	0.0055	0.0207	0.0088	0.0205
	Sandiness (visual)	0.0070	0.0001	0.0105	0.0110	0.0026	0.0687	0.0987	0.0594	0.0051	0.0002	0.0037
	Gumminess	0.0014	0.0125	0.0707	0.0009	0.0128	0.0555	0.1000	0.0964	0.0095	0.0063	0.0020
	Brightness	0.0418	0.0007	0.0039	0.0005	0.0406	0.0087	0.0001	0.0002	0.0019	0.0055	0.0067
	Particles	0.0704	0.1006	0.0482	0.0063	0.0080	0.2078	0.0177	0.0014	0.0198	0.0077	0.0196
	Syneresis	0.0007	0.0010	0.0798	0.0880	0.0236	0.0999	0.0045	0.0478	0.0001	0.0478	0.0005
Oral texture	Sandiness (oral)	0.0003	0.2147	0.0025	0.0981	0.0012	0.0073	0.0009	0.0028	0.0207	0.0558	0.0009
	Consistency (oral)	0.0001	0.0001	0.0074	0.0005	0.0999	0.0058	0.0012	0.0706	0.0088	0.0009	0.0587
	Mouthfeel	0.0015	0.0005	0.0047	0.0022	0.0096	0.0701	0.0365	0.0028	0.0093	0.0009	0.0107
	Adstringency	0.0006	0.0241	0.0008	0.0706	0.0109	0.0088	0.0096	0.0201	0.0314	0.0455	0.0099
	Sweetner after-taste	0.0685	0.0055	0.0001	0.0002	0.1008	0.0021	0.0002	0.0109	0.061	0.0023	0.0840
	Bitter after-taste	0.0067	0.0327	0.0009	0.0018	0.0506	0.0087	0.0003	0.0117	0.2006	0.0015	0.1000
Aroma	Vinegar	0.0077	0.0108	0.0056	0.0006	0.0570	0.0001	0.0001	0.0481	0.0022	0.0007	0.0108
	Pungent	0.0369	0.0444	0.0003	0.0577	0.0690	0.0012	0.0001	0.0407	0.0005	0.0108	0.0092
	Cloves	0.0007	0.0001	0.2011	0.0508	0.0035	0.0004	0.0011	0.0509	0.0118	0.0036	0.0405
	Cinnamon	0.0007	0.0180	0.0103	0.0015	0.0002	0.0109	0.1870	0.0047	0.0008	0.0029	0.0314
	Nutmeg	0.0911	0.0881	0.0322	0.1005	0.0077	0.0005	0.0001	0.0016	0.0207	0.0022	0.0509
Taste	Salty	0.1770	0.0208	0.0005	0.0021	0.0039	0.0108	0.0003	<0.0001	0.0001	0.0299	0.0051
	Sweet	0.0024	0.0003	0.0307	0.0894	0.0230	0.0335	0.1000	0.0873	0.0033	0.0005	0.0225
	Acid	0.0002	0.0587	0.0999	0.0015	0.0369	0.0009	0.0058	0.0308	0.0007	0.0002	0.0101
	Bitter	0.1070	0.0100	0.0477	0.0028	0.0973	0.0088	0.0004	0.0694	0.0036	0.0111	0.0274
	Tomato taste	0.0001	0.0001	0.0108	0.0025	0.0087	0.0001	0.0507	0.0098	0.0020	0.0907	0.0360
	Overripened tomato	0.0011	0.0230	0.0487	0.0055	0.0001	0.0020	0.0005	0.0704	0.0055	0.1006	0.0044
	Pepper	0.0003	0.0001	0.0024	0.0005	0.0042	0.0108	0.0187	0.0018	0.0014	0.0003	0.0582
	Spices	0.0999	0.0058	0.0004	0.0497	0.0047	0.0005	0.0004	0.0105	0.0396	0.0995	0.1004
	Cloves taste	0.0011	0.0574	0.0023	0.0003	0.0536	0.0022	0.0020	0.0057	0.0708	0.0056	0.0004
	Cinnamon taste	0.0007	0.0505	0.0111	0.0404	0.0006	0.0788	0.1005	0.1470	0.0022	0.0009	0.0307
	Nutmeg taste	0.0004	0.0698	0.0057	0.0005	0.0504	0.0077	0.0205	0.0006	0.0981	0.0009	0.0987
	Sweetner taste	0.0002	0.0047	0.0490	0.0058	0.0008	0.0332	0.0204	0.0066	0.0894	0.0222	0.0001

Judges with values of $p_{F_{\text{sample}}} < 0.30$ and $p_{F_{\text{repetition}}} > 0.05$ were selected

Table 3 - Significance levels (p) for the judges in relation to the repeatability(F_{repetition})

Attributes	Judges											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Appearance	Color	0.8396	0.7500	0.1625	0.3305	0.4226	0.4168	0.3022	0.2570	0.2338	0.1851	0.1784
	Consistency (visual)	0.9707	0.4218	0.7348	0.3728	0.2870	0.5255	0.1659	0.4872	0.5997	0.7439	0.5887
	Sandiness (visual)	0.5179	0.7516	0.6554	0.5354	0.7074	0.3274	0.4035	0.5798	0.4050	0.4879	0.4036
	Gumminess	0.2361	0.3267	0.1987	0.5022	0.1219	0.8362	0.3728	0.5315	0.6410	0.4612	0.3558
	Brightness	0.1683	0.1757	0.7703	0.7664	0.3467	0.7552	0.6226	0.4975	0.3105	0.1556	0.5850
	Particles	0.1249	0.4269	0.4369	0.8231	0.5540	0.9387	0.3842	0.4812	0.7058	0.3769	0.5550
	Syneresis	0.3929	0.0696	0.3448	0.4375	0.4782	0.1954	0.3569	0.4161	0.2314	0.6185	0.2356
Oral texture	Sandiness (oral)	0.5023	0.4205	0.9367	0.9980	0.5767	0.3381	0.7496	0.6366	0.4833	0.2175	0.1474
	Consistency (oral)	0.3148	0.3226	0.7781	0.1896	0.9006	0.4807	0.4285	0.4170	0.1559	0.3556	0.1896
	Mouthfeel	0.5927	0.3438	0.6401	0.6362	0.7524	0.4713	0.5260	0.9007	0.4022	0.2822	0.4458
	Adstringency	0.6120	0.8521	0.1112	0.6240	0.3226	0.6027	0.2878	0.5213	0.6087	0.5874	0.4898
	Sweetner after-taste	0.9113	0.4947	0.3008	0.3556	0.2678	0.4793	0.6987	0.1997	0.1121	0.7336	0.3285
	Bitter after-taste	0.1733	0.5296	0.1547	0.9749	0.1478	0.6300	0.5614	0.4008	0.9810	0.1553	0.7410
Aroma	Vinegar	0.0830	0.2217	0.4006	0.5415	0.2369	0.2048	0.5770	0.1005	0.3586	0.2008	0.1483
	Pungent	0.6156	0.7254	0.2041	0.1678	0.3200	0.3171	0.2004	0.4158	0.3207	0.2779	0.4882
	Cloves	0.4030	0.1817	0.3852	0.3718	0.1008	0.4189	0.7115	0.7856	0.7590	0.1505	0.5689
	Cinnamon	0.3994	0.2211	0.8504	0.8496	0.3255	0.2678	0.7400	0.2814	0.3504	0.1003	0.6669
	Nutmeg	0.2350	0.4119	0.3647	0.4324	0.6712	0.3557	0.4678	0.5416	0.2526	0.2999	0.4287
Taste	Salty	0.3757	0.3897	0.5287	0.6871	0.4231	0.0998	0.1897	0.4097	0.3006	0.3707	0.5697
	Sweet	0.8852	0.6501	0.3699	0.3852	0.6120	0.3915	0.5566	0.2207	0.6574	0.4651	0.2310
	Acid	0.5828	0.6330	0.5700	0.6355	0.8022	0.2210	0.4116	0.2029	0.4377	0.6368	0.2227
	Bitter	0.7498	0.2797	0.3215	0.6807	0.7141	0.7896	0.1310	0.3559	0.4452	0.4007	0.2006
	Tomato taste	0.4471	0.1308	0.3399	0.4800	0.1116	0.3341	0.1987	0.7388	0.4679	0.3587	0.3224
	Overripened tomato	0.7715	0.2954	0.2974	0.6047	0.4580	0.6450	0.2309	0.1394	0.5098	0.6669	0.4118
	Pepper	0.2354	0.3669	0.5990	0.4812	0.3226	0.3958	0.2177	0.6097	0.7091	0.3770	0.1119
	Spices	0.5213	0.0803	0.6654	0.2778	0.3991	0.7390	0.6030	0.7386	0.8607	0.0997	0.2387
	Cloves taste	0.7497	0.1967	0.5487	0.2755	0.4769	0.1961	0.8741	0.5304	0.3266	0.1185	0.8979
	Cinnamon taste	0.8471	0.3664	0.5556	0.4337	0.5887	0.8074	0.3005	0.3104	0.2720	0.4890	0.2584
	Nutmeg taste	0.1965	0.1468	0.9074	0.3255	0.3170	0.1879	0.1007	0.2410	0.3789	0.1008	0.3647
	Sweetner taste	0.7648	0.4573	0.4156	0.4841	0.5547	0.1725	0.4845	0.6367	0.2410	0.2624	0.1218

Judges with values of p F_{sample} < 0.30 and p F_{repetition} > 0.05 were selected

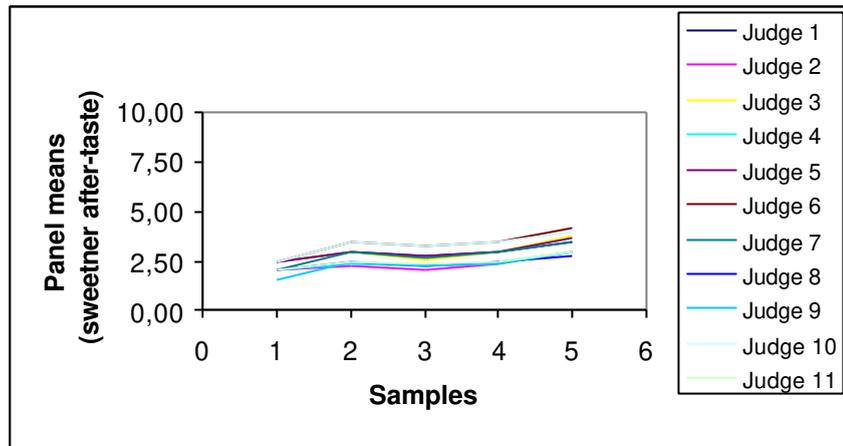


Figure 1 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the attribute sweetener after-taste in commercial catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

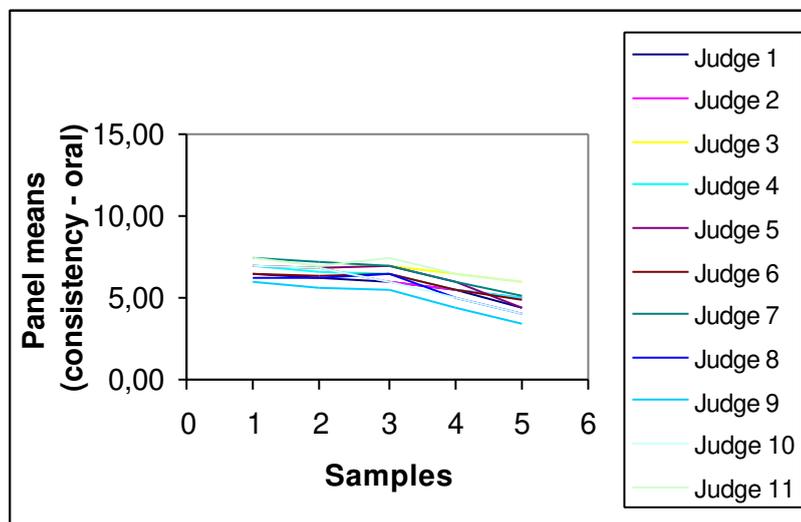


Figure 2 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the attribute consistency (oral) in commercial catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

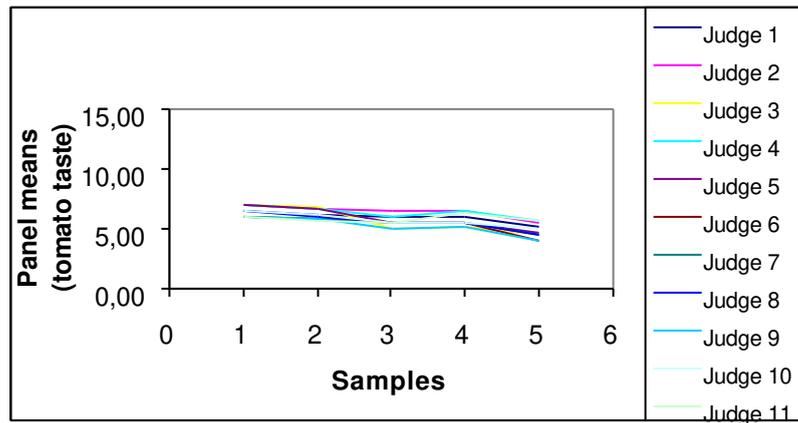


Figure 3 - Evaluation of the panel agreement (interaction sample x judge) for the attribute tomato taste in commercial catchup prototypes (**1** = 100% sucrose, **2** = 25:75 sucrose:NTM, **3** = 50:50 sucrose:NTM, **4** = 25:75 sucrose:NTM, **5** = 100% NTM)

Table 4 - Sensory describing terms developed for the evaluation of catchup prototypes

Sensory Describing terms	Description of Terms	References
<i>Appearance</i>	Color	Scale from orange to brown 0 - Diluted tomato pulp (2? Brix) 10 - Tomato pulp (29? Brix) + 0.2% caramel color
	Consistency (visual)	Sensation of soft/ consistent while mixing with a spoon 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (18? Brix) + 2% water
	Sandiness (visual)	Amount of lumps that can be seen in the sample 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (18? Brix) + 2% water
	Gumminess	Cream aspect in the product 0 - Tomato pulp (18? Brix) + 15% water 10 - Diluted tomato pulp (2? Brix) + 2,5% native starch
	Brightness	Shine aspect seen while mixing the product 0 - Tomato pulp (14? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized
	Particles	Amount of particles seen when the product is spreaded in a plate 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.15% black pepper
	Syneresis	Liquid phase that is formed around a portion of catchup in a plate 0 - Diluted tomato pulp (2? Brix) + 0.2% caramel color 10 - Tomato pulp (8? Brix) + mashed tomatoes (1:1)
<i>Aroma</i>	Vinegar	Flavor characteristic of pure vinegar 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 20% vinegar (9% acetic acid)
	Pungent	Sensation of burning in the nose, reminds acid 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 30% vinegar (9% acetic acid)
	Clove	Perception of clove flavor 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% clove essential oil (10% concentration)
	Cinnamon	Perception of cinnamon flavor 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% cinnamon essential oil (10% concentration)
	Nutmeg	Perception of nutmeg flavor 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% nutmeg essential oil (10% concentration)
<i>Oral Texture</i>	Sandiness (oral)	Sensation of sandy particles in the tongue 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (18? Brix)
	Consistency (oral)	Sensation of heavy/ light or hard/ soft when pressing the tongue against the roof of the mouth 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (18? Brix)
	Mouthfeel	Sensation of filling the mouth; related to disappearing fast or slowly from the mouth 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 1,5% modified starch

Table 4 (cont.) - Sensory describing terms developed for catchup samples

Sensory Describing terms	Description of Terms	References
<i>Oral Texture (cont.)</i>	Astringency	Sensation of tie the mouth up 0 - Tomato pulp (10g Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 1,0% salt + 0.02% nutmeg essential oil (10% concentration)
	Sweetener after-taste	Sweet/artificial taste that remains in the mouth after rinsing with water 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized + 0.2% sucralose
	Bitter after-taste	Bitter taste that remains in the mouth after rinsing with water 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized + 0.175% sacharyn + 0.25% caffeine
<i>Taste</i>	Salty	Intensity of salt taste 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 2,5% salt
	Sweet	Intensity of sweet taste 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 10% refined sugar
	Acid	Intensity of acid taste 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 2% citric acid
	Bitter	Bitter taste that remains in the mouth 0 - Pure water 10 - Caffein (aquous solution, 0.04%)
	Tomato	Intensity of tomato taste 0 - Diluted tomato pulp (2? Brix) 10 - Tomato pulp (24? Brix)
	Overripen tomato	Taste of fermented/ not fresh tomatoes 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Grinded over ripen tomatoes (passed through a sieve)
	Pepper	Characteristic taste or red pepper/ burning 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 0.2% black pepper
	Spices	Intensity of spices taste, mainly onion and garlic 0 - Tomato pulp (10? Brix) 10 - Tomato pulp (10? Brix) + 0.15% Ketchup Flavor (Symrise 139802)
	Clove	Intensity of clove taste 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% clove essential oil (10% concentration)
	Cinnamon	Intensity of cinnamon taste 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% cinnamon essential oil (10% concentration)
	Nutmeg	Intensity of nutmeg taste 0 - Tomato pulp (8? Brix) 10 - Tomato pulp (8? Brix) + 0.02% nutmeg essential oil (10% concentration)
	Sweetener	Artificial sweet taste that reminds tabletop sweeteners and medicines 0 - Tomato pulp (8? Brix), homogenized 10 - 0.002% Neotame

Table 5 - Mean QDA scores for catchup prototypes

	Attributes	Prototypes					MSD
		1	2	3	4	5	
<i>Appearance</i>	Color	6.25 A	6.18 A	5.23 B	4.80 C	3.82 D	0.42
	Consistency (visual)	7.55 A	7.27 AB	6.84 B	6.05 C	6.20 C	0.49
	Sandiness (visual)	3.55 A	3.59 A	2.95 A	2.02 B	3.36 A	0.77
	Gumminess	6.45 A	6.14 A	5.95 A	5.20 B	4.89 B	0.71
	Brightness	6.59 A	6.50 A	6.14 A	6.23 A	6.14 A	0.63
	Particles	1.68 A	1.68 A	1.25 A	1.14 A	1.41 A	0.69
	Syneresis	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.00 A	-
<i>Oral Texture</i>	Sweetener after-taste	2.18 B	2.82 AB	2.59 B	2.77 AB	3.41 A	0.74
	Bitter after-taste	0.86 AB	0.55 B	0.55 B	0.82 AB	1.18 A	0.46
	Sandiness (oral)	1.64 AB	1.82 A	1.32 AB	0.82 C	1.14 BC	0.54
	Consistency (oral)	6.84 A	6.48 A	6.50 A	5.59 B	4.77 C	0.48
	Mouthfeel	6.91 A	6.34 B	6.36 B	5.50 C	4.95 D	0.45
	Astringency	3.50 A	3.80 A	3.55 A	3.77 A	3.27 A	0.74
<i>Aroma</i>	Vinegar	4.45 A	4.57 A	4.36 A	4.68 A	3.36 B	0.76
	Pungent	5.82 AB	6.11 A	5.50 B	5.91 AB	4.86 C	0.61
	Cloves	2.27 A	1.77 AB	2.36 A	1.95 AB	1.59 B	0.67
	Cinnamon	1.91 A	1.82 A	1.68 A	1.68 A	1.75 A	0.47
	Nutmeg	3.05 A	3.14 A	3.05 A	2.95 A	2.34 B	0.59
<i>Taste</i>	Salty	3.68 C	4.18 AB	3.82 BC	4.27 A	4.38 A	0.44
	Sweet	5.84 A	5.34 A	4.52 B	4.02 B	3.09 C	0.57
	Acid	5.91 A	5.93 A	5.86 A	6.16 A	5.66 A	0.68
	Bitter	0.68 B	0.55 B	0.73 B	0.77 B	1.27 A	0.38
	Tomato	6.50 A	6.18 A	5.77 B	5.73 B	4.80 C	0.40
	Overripened tomato	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.00 A	-
	Pepper	0.36 A	0.14 A	0.27 A	0.45 A	0.50 A	0.49
	Spices	6.18 A	6.14 A	5.86 AB	5.18 B	5.57 AB	0.77
	Cloves taste	2.77 A	2.23 A	2.77 A	2.14 A	2.20 A	0.81
	Cinnamon taste	2.68 A	2.55 A	2.23 AB	1.73 B	2.14 AB	0.56
	Nutmeg taste	2.91 A	3.05 A	2.93 A	3.02 A	2.64 A	0.51
	Sweetener	3.41 AB	3.77 AB	3.34 B	4.09 A	3.82 AB	0.70

MSD = minimum significant difference (Tukey test of averages) - means with same letters through a same line are not significantly different ($p \leq 0.05$)

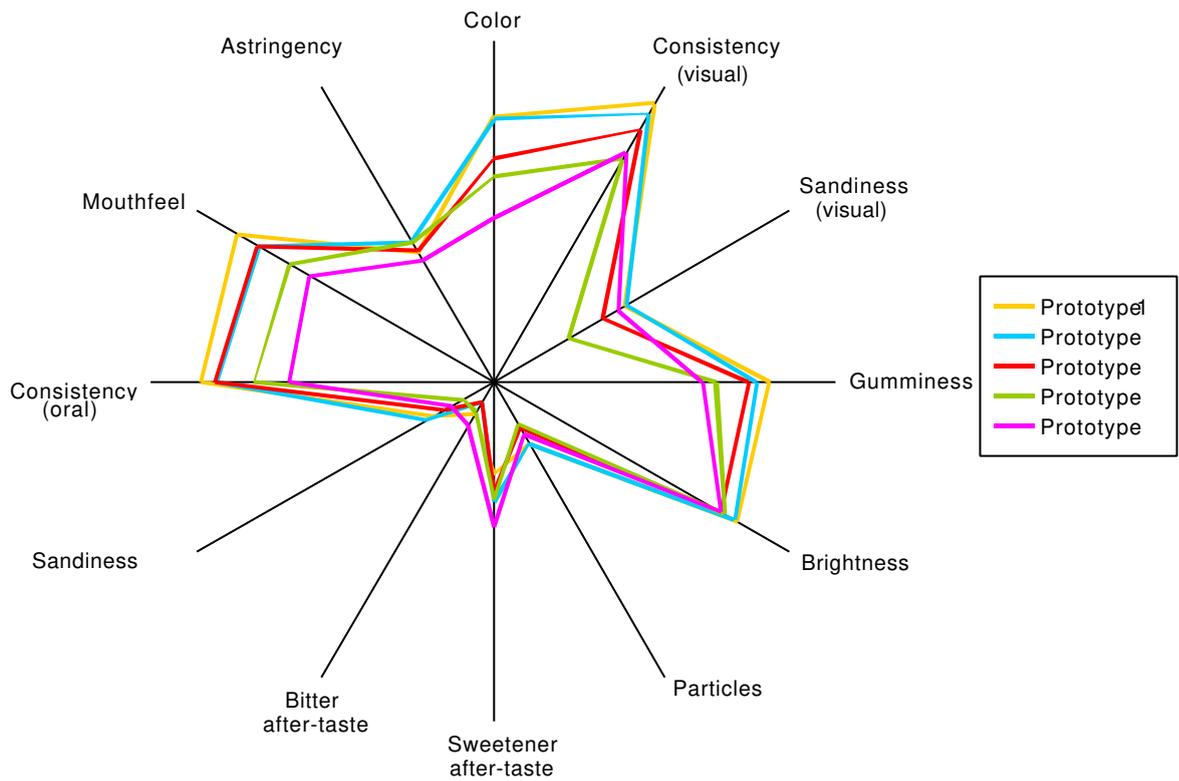


Figure 4 - Spider graph for appearance and oral texture for catchup prototypes

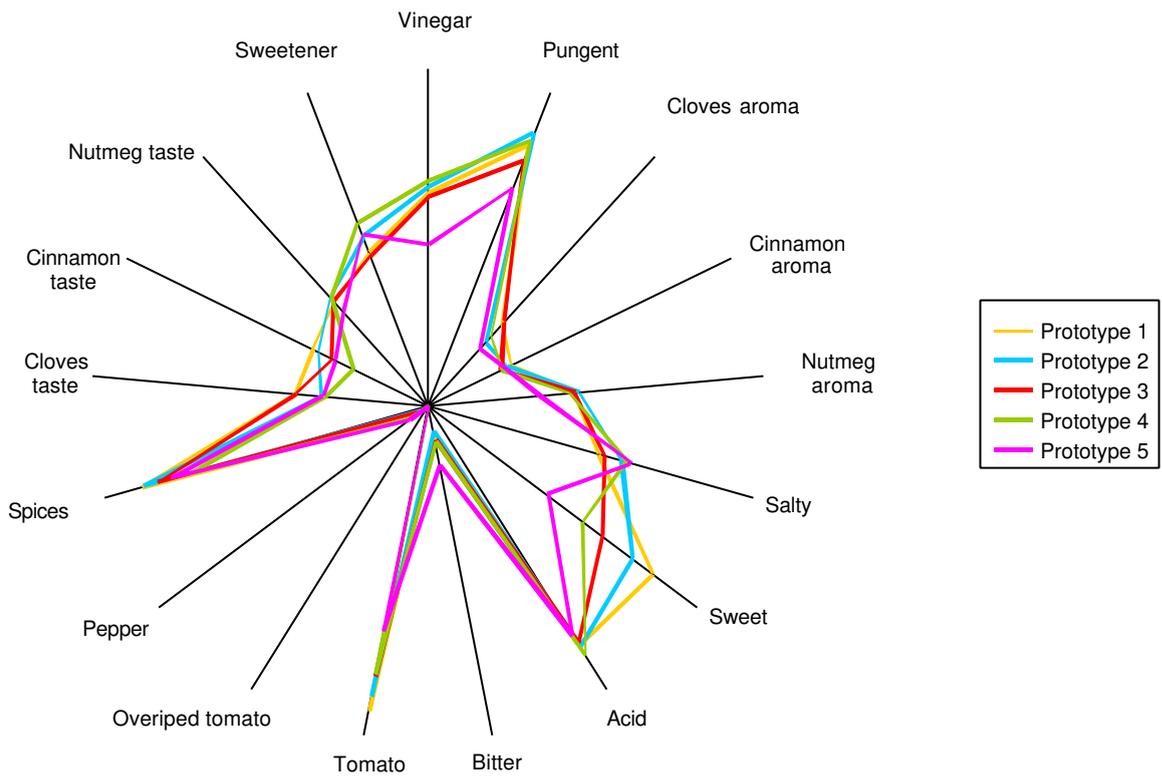


Figure 5 - Spider graph for aroma and taste for catchup prototypes

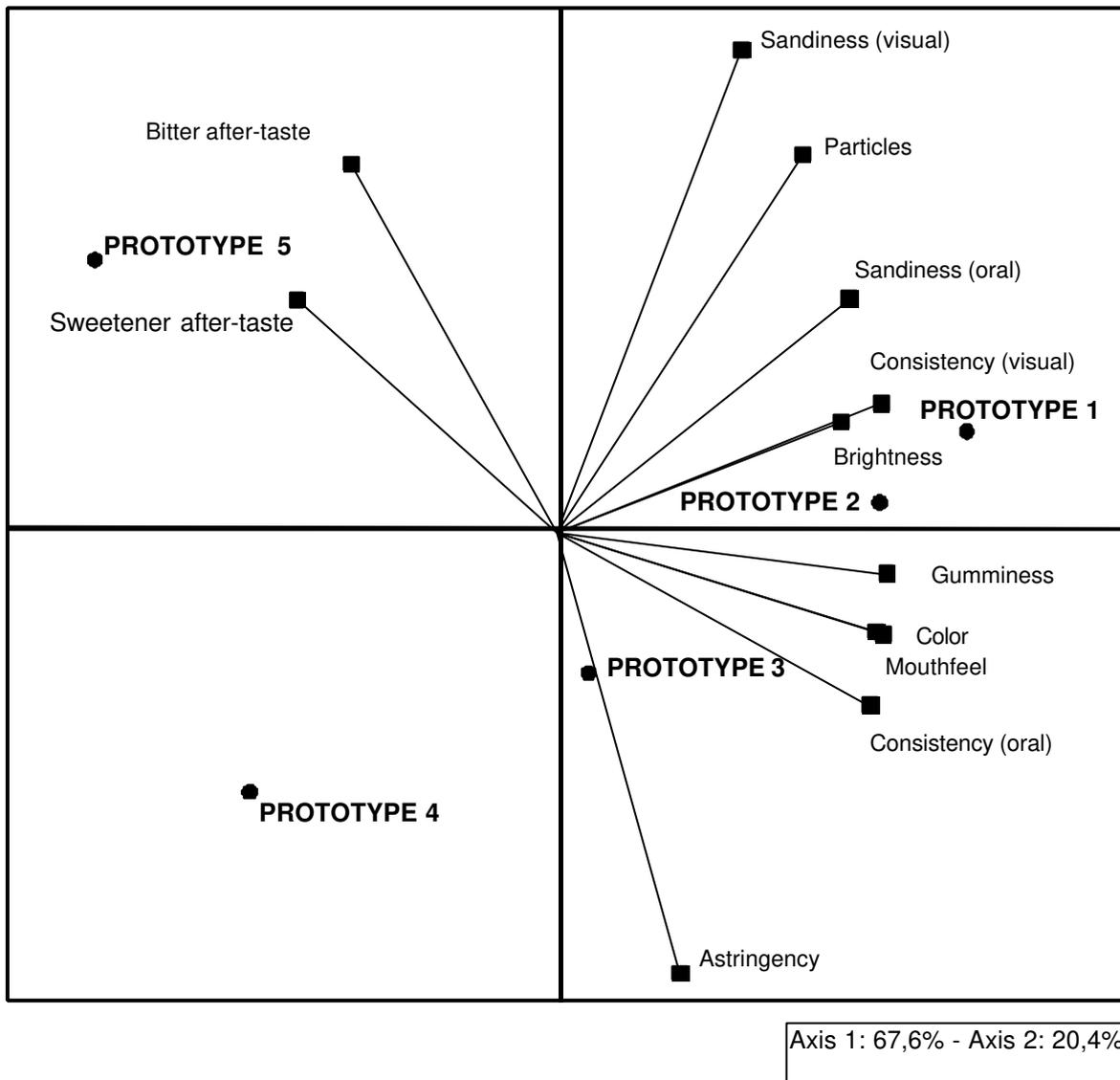


Figure 6 - Principal component analysis for appearance and oral texture for catchup prototypes

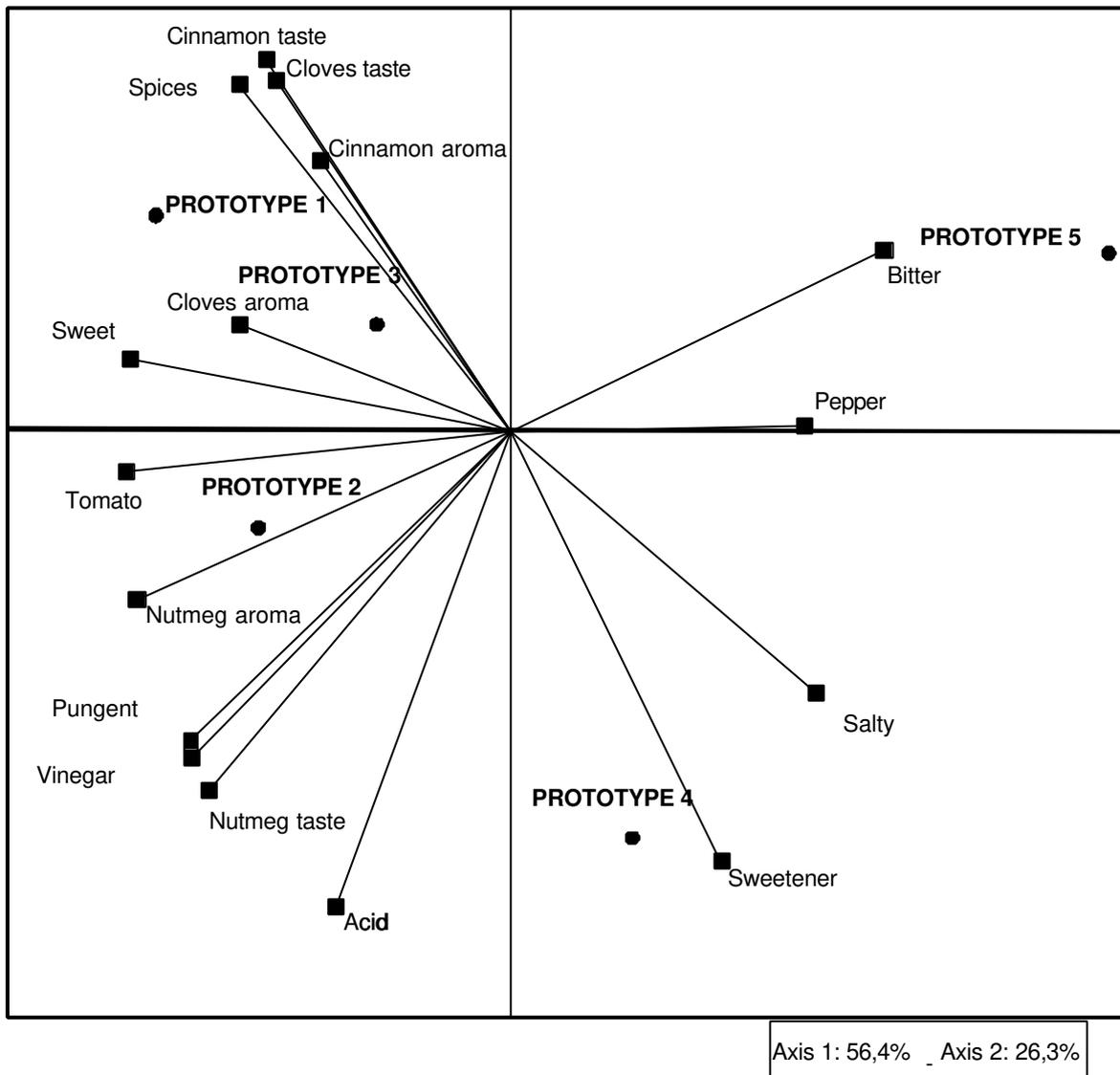


Figure 7 - Principal component analysis for aroma and taste for catchup prototypes

Table 6 - Physicochemical characteristics of catchup prototypes

Sample	Acidity (% acetic acid)	pH	Salt (%)	Soluble Solids (%)	Total Solids (%)	Bostwick Consistency (cm/30s)	Color			
							L	a (+)	b (+)	TCS
1	1.33±0.10	3.76±0.05	2.90±0.12	31.33±0.22	32.46±0.39	2.1±0.4	19.9±0.2	21.2±0.1	9.9±0.4	19.0±0.1
2	1.33±0.11	3.75±0.07	2.95±0.12	26.51±0.25	26.95±0.36	2.8±0.5	20.5±0.2	20.8±0.2	10.2±0.1	18.0±0.2
3	1.35±0.08	3.76±0.05	2.90±0.15	22.08±0.20	22.38±0.35	2.5±0.5	22.3±0.4	23.2±0.2	11.2±0.1	21.7±0.4
4	1.31±0.10	3.77±0.08	2.98±0.10	17.06±0.25	17.15±0.33	2.4±0.8	22.9±0.3	23.4±0.4	11.3±0.2	21.5±0.3
5	1.28±0.12	3.78±0.05	2.95±0.10	11.49±0.20	11.60±0.36	3.8±0.3	24.2±0.2	24.0±0.3	12.0±0.2	22.0±0.3

(*) TCS = - 74,937 + 7,5172a - 0,1278a² - 0,8051b

Obs.: the values are means of three repetitions (± standard deviation)

CAPÍTULO 7

Avaliação da ingestão potencial do edulcorante neotame no Brasil

AVALIAÇÃO DA INGESTÃO PROVÁVEL DO EDULCORANTE NEOTAME NO BRASIL

Resumo

A ingestão provável do neotame (NTM) pela população brasileira foi estimada por meio de cálculo teórico, com base em limites máximos de uso e em dados de consumo de alimentos no país. Os cálculos foram efetuados considerando-se dois cenários distintos: (a) limites máximos de uso do NTM em discussão no âmbito do Codex Alimentarius, (b) limites máximos de uso derivados a partir dos limites autorizados no Brasil para aspartame, corrigidos com base no dulçor do NTM. Os resultados dos cálculos mostraram que os limites em discussão no âmbito do Codex não resultam em consumo acima da Ingestão Diária Aceitável (IDA) quando se considera o hábito alimentar da população brasileira. O mesmo se aplica quando se consideram usos derivados daqueles presentemente autorizados para o aspartame no país, aplicando-se um fator de correção para a doçura relativa dos dois edulcorantes.

1. Introdução

O uso de aditivos alimentares em diferentes países é regulamentado por legislação específica, estabelecida nacionalmente, com base em aspectos de segurança de uso e necessidade tecnológica (Brasil, 1997). No Brasil, as tomadas de decisões têm por base as recomendações do Codex Alimentarius, código internacional de normas para alimentos. A regulamentação de um determinado

aditivo pelo Codex requer estudos toxicológicos que comprovem sua segurança de uso. Os dados destes estudos são avaliados pelo JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives), comitê conjunto FAO/ OMS, que estabelece, quando possível, um valor de IDA (ingestão diária aceitável) para o composto.

A IDA corresponde à quantidade de uma determinada substância que pode ser ingerida diariamente durante toda a vida de um indivíduo, sem riscos apreciáveis à sua saúde, sendo expressa em miligramas da substância por quilograma de peso corpóreo (pc). O peso corpóreo médio da população é normalmente considerado como 60 kg, embora nos países asiáticos e países em desenvolvimento um valor de 50 kg possa representar melhor a média de peso da população (CAC, 1989). Entende-se pela expressão “sem riscos apreciáveis à saúde” a garantia prática de que o consumo da substância em questão não resultará em nenhum dano à saúde da população, mesmo após a exposição à mesma durante toda a vida (Vetorazzi, 1987). Apesar de todo o intervalo de aceitabilidade da IDA de uma determinada substância, que vai de zero até um limite superior, poder ser utilizado sem riscos à saúde pública, quanto menor a quantidade consumida, maior a segurança (Thruhaut, 1991).

A ingestão potencial de um aditivo se refere à sua ingestão provável, resultante dos limites máximos permitidos para o seu uso em diferentes alimentos e bebidas e dos hábitos alimentares da população em estudo. Estimativas da ingestão diária de um determinado aditivo são, portanto, calculadas com o objetivo de verificar se existe possibilidade de exposição excessiva dos consumidores à substância, sob as condições de uso propostas (Bar & Wurtzen, 1990). Estimativas de ingestão de aditivos alimentares são consideradas parte

integrante do processo de avaliação de risco adotado no âmbito de Codex Alimentarius e, para este tipo de estudo, são necessárias informações sobre os níveis da substância de interesse presente nos alimentos que fazem parte da dieta e sobre a quantidade destes alimentos consumidos pela população (Lindsay, 1986; Renwick, 1999; WHO, 2000).

Estimativas de ingestão dos diferentes edulcorantes disponíveis para uso em alimentos foram efetuadas em diversos países: Alemanha (Bar & Biermann, 1992), Austrália (National Food Authority, 1995), Brasil (Toledo & Ioshii, 1995), Canadá (Heybach & Ross, 1989), Dinamarca (Renwick, 1999), Espanha (Serra-Majem *et al*, 1996), Estados Unidos (Morgan *et al*, 1982; Butchko *et al*, 1994), Finlândia (Pentilla *et al*, 1988; Virtanen *et al*, 1988), Itália (Leclercq *et al*, 1999; Arcella *et al*, 2004) e Reino Unido (Ministry of Agriculture Fisheries and Food, 1990, 1995; Hinson & Nicol, 1992).

O Neotame (NTM), edulcorante mais recentemente lançado no mercado pela *Nutrasweet Company*, possui estrutura e propriedades bastante similares às do aspartame, porém com algumas diferenças importantes: o dulçor do NTM é cerca de 30 - 60 vezes maior que o do aspartame e 7000 a 13000 vezes maior que o da sacarose, apresenta maior estabilidade em comparação ao aspartame em determinadas aplicações (produtos forneados, por exemplo) e não libera fenilalanina em seu metabolismo, o que dispensa a exigência de declaração deste aminoácido na rotulagem (Witt, 1999). Na figura 1, são apresentadas as fórmulas estruturais do APM e do NTM, em que o grupo 3,3-dimetilbutil é o que diferencia estas duas moléculas. O NTM foi avaliado pelo JECFA em seu 61^o encontro,

quando uma IDA de 0-2 mg/kg peso corpóreo foi atribuída à substância (JECFA, 2004).



Figura 1 - Fórmulas estruturais do Aspartame (a) e do Neotame (b)

O uso do NTM é atualmente permitido nos seguintes países: Estados Unidos, Austrália, China, Costa Rica, República Tcheca, Equador, México, Nova Zelândia, Peru, Polônia, Romênia, Trinidad e Tobago e Eslováquia (WHO, 2006). No presente, a inclusão do NTM na lista de aditivos autorizados para uso em alimentos já foi aprovada no âmbito do Mercosul, devendo este aditivo ser incluído em breve na legislação brasileira. Na 38^a reunião do CCFAC (Codex Committee of Food Additives and Contaminants), prevista para ocorrer em Abril de 2006, deverão ser discutidos os limites máximos propostos pelos Países Membros para o uso de NTM em diferentes alimentos e bebidas (CAC, 2006).

Quando um aditivo ainda não é aprovado para uso em alimentos, ou está sendo avaliado pela primeira vez, somente previsões de ingestão podem ser feitas, com base no uso proposto pela indústria e em dados de consumo dos alimentos convencionais aos quais se pretende adicionar o aditivo. Neste trabalho, a ingestão provável do NTM pela população brasileira foi estimada por

meio de cálculo teórico, com base em limites máximos de uso e em dados de consumo de alimentos no país. Os cálculos foram efetuados considerando-se dois cenários distintos: (a) limites máximos de uso do NTM em discussão no âmbito do Codex Alimentarius, (b) limites máximos de uso calculados a partir dos limites autorizados para aspartame (APM) corrigidos com base na relação de dulçor dos dois edulcorantes.

As categorias de alimentos para as quais está autorizado o uso do APM são as seguintes:

- Alimentos e bebidas para controle de peso (Portaria Nº 30/98)
- Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares (Portaria Nº 29/98)
- Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares (Portaria Nº 29/98)
- Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar (Portaria Nº 27/98)
 - *Baixo valor energético*
 - *Não contém valor energético*
 - *Baixo teor de açúcares*
 - *Não contém açúcares*
 - *Sem adição de açúcares*
 - *Reduzido valor energético*
 - *Reduzido teor de açúcares:*
- Alimentos e bebidas com reduzido teor de açúcares (Portaria Nº 27/98)

2. Materiais e métodos

2.1. Limites de uso propostos para o NTM

Os limites máximos de uso do NTM em diferentes alimentos ou categorias de alimentos, utilizados para o cálculo da ingestão provável do edulcorante no Brasil, foram os seguintes:

Cenário I: limites máximos de uso do NTM em discussão no âmbito do *Codex Committee on Food Additives and Contaminants*, conforme descritos na tabela 1 - CCFAC (CAC, 2006);

Cenário II: limites máximos de uso permitidos para o edulcorante aspartame (APM) no Brasil, conforme descritos na tabela 2 (GAIA, 2005), corrigidos em função do dulçor relativo. Muito embora a literatura mencione valores de dulçor do NTM na faixa de 30 a 60 vezes maior que o do APM, para um cenário mais conservador considerou-se nos cálculos o menor valor.

2.2. Dados de consumo de alimentos

Os dados de consumo dos alimentos para os quais limites de uso foram propostos, conforme os dois cenários citados no item 2.1, foram obtidos da *Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2002-2003)*, efetuada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006). Esta pesquisa teve por objetivo fornecer informações sobre a composição dos orçamentos domésticos, a partir da investigação dos hábitos de consumo, da alocação de gastos e da distribuição dos rendimentos, segundo as características dos domicílios e das pessoas, tendo como um dos resultados informações referentes às quantidades

de alimentos e bebidas adquiridas por ano pelas famílias para consumo no domicílio.

2.3. Estimativa de ingestão do NTM

De acordo com a Alinorm 89/12A-apêndice 4 (CAC, 1989), a ingestão diária máxima teórica (IDMT) de um aditivo é calculada multiplicando-se a ingestão diária média de alimentos ou categorias de alimentos em que o uso do aditivo é permitido pelo seu limite máximo de uso, somando-se então os resultados obtidos para cada alimento ou categoria de alimentos considerada. Este mesmo procedimento foi adotado no presente trabalho para o cálculo da ingestão provável do NTM no Brasil, nos diferentes cenários considerados. A ingestão provável calculada em cada um dos três cenários foi comparada com a IDA do NTM (0-2 mg/kg peso corpóreo), verificando-se se existe a possibilidade desta ser ultrapassada caso os limites avaliados sejam futuramente adotados no Brasil.

No caso do Cenário I, cumpre salientar que muito embora o uso do edulcorante esteja sendo proposto para determinada categoria de alimento, isto não implica que ele venha a ser usado em todas as subcategorias e/ou que os níveis de usos nas subcategorias serão os mesmos, já que o sistema de categorização da Norma é hierárquico. Desta forma, os limites propostos pelo Codex poderão ainda sofrer alguma restrição de uso nas respectivas categorias, conforme seu uso venha a ser regulamentado pelos Países Membros, o que torna o cálculo efetuado neste trabalho ainda mais conservador.

No caso do cenário II, os cálculos foram feitos considerando-se o uso do APM nas funções de edulcorante e realçador de sabor. Na função edulcorante os usos previstos são bastante amplos, já que não se aplicam a alimentos específicos mas sim a categorias de alimentos, as quais englobam qualquer produto que se enquadre nas definições legais adotadas, conforme apresentado na introdução. Isto impossibilitou a utilização direta de fontes de dados de consumo de alimentos no cálculo da ingestão do aditivo, como a pesquisa do IBGE, uma vez que os dados de consumo são disponibilizados por produtos individualmente. Por esta razão, o cálculo da ingestão provável do NTM no cenário II foi efetuado supondo-se que nos alimentos e bebidas convencionais possivelmente adicionados de sacarose, conforme constam na Pesquisa do IBGE (vide tabela 3), todo o açúcar foi substituído pelo edulcorante, e assumindo-se o maior limite de uso proposto. No caso do uso como realçador de sabor, foram consideradas as categorias de alimentos como tal.

Uma vez que a Pesquisa IBGE não disponibiliza dados de consumo de gomas de mascar, a informação sobre o consumo deste alimento foi obtida da Pesquisa AC Nielsen (2005). Como esta pesquisa disponibiliza dados de consumo em unidades, considerou-se que 1 unidade de goma de mascar corresponde a 3 g do produto, conforme a Resolução RDC 359 (Brasil, 2003). A mesma pesquisa (AC Nielsen, 2005) foi utilizada para obtenção de dados de consumo de bebidas de soja, que também não foram contempladas pela Pesquisa IBGE.

Tabela 1 – Limites máximos de uso para NTM em discussão no âmbito do Codex Alimentarius (CAC, 2006)

Alimentos ou categorias de alimentos	Limite máximo de uso para NTM (mg/kg)*
Bebidas lácteas, aromatizadas e/ou fermentadas, incluindo achocolatados, iogurtes para beber e bebidas a base de soro	20
Produtos lácteos fermentados	65
Análogos de queijo	33
Sobremesas lácteas (iogurtes aromatizados ou com frutas, pudins)	100
Sobremesas a base de gordura, não lácteas	100
Sorvetes	100
Frutas desidratadas	100
Frutas enlatadas	33
Geléias e marmeladas	70
Leite de coco	100
Sobremesas à base de frutas, incluindo aquelas à base de água	100
Misturas em pó à base de cacau/ misturas para bolos	100
Produtos à base de cacau e chocolate	80
Confeitos	1000
Gomas de mascar [#]	1000
Cereais matinais	160
Outros produtos à base de açúcar, xaropes	100
Molhos emulsionados (maionese, molhos para salada)	65
Molhos não emulsionados (catchup, molhos de queijo, molhos escuros)	70
Bebidas aromatizadas à base de água, incluindo bebidas "esportivas", energéticas e repositores hidroeletrólíticos	33
Cafés e chás	50
Cervejas e bebidas maltadas	20
Bebidas alcoólicas aromatizadas (vinhos, coolers, etc.) e refrescos de baixo teor alcoólico	33

* Fonte: CAC (2006)

Tabela 2 - Limites máximos de uso permitidos para o edulcorante aspartame (APM) no Brasil, (GAIA, 2005)

Alimento	Limite (g/100g ou 100mL)	Função
Alimentos e bebidas para controle de peso	0,075	EDU
Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,075	EDU
Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,075	EDU
Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	0,075	EDU
Alimentos e bebidas com reduzido teor de açúcares	0,056	EDU
Goma de mascar	0,4	EDU
Suplementos vitamínicos e/ou minerais (líquidos)	0,60	EDU
Suplementos vitamínicos e/ou minerais (sólidos)	2,0	EDU
Bebida à base de soja pronta para o consumo	0,03	EXA
Creme vegetal	0,075	EXA
Goma de mascar	0,25	EXA
Margarinas	0,075	EXA
Pós para o preparo de bebidas à base de soja	0,03	EXA
Preparado líquido para bebidas com soja	0,03	EXA

EDU: função edulcorante

EXA: função realçador de sabor

Tabela 3 - Aquisição domiciliar per capita anual de alimentos possivelmente adicionados de açúcar, por Grandes Regiões, segundo os produtos - período 2002-2003 (IBGE, 2006)

Produtos	Aquisição alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual (kg)					
	Grandes Regiões					
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Pão doce	0,648	0,282	0,615	0,691	0,914	0,366
Bolos	0,697	0,229	0,449	0,814	1,225	0,379
Biscoito doce	2,449	1,132	2,429	2,669	2,924	1,648
Rosca doce	0,088	0,091	0,021	0,130	0,042	0,188
Rosca não-especificada	0,103	0,008	0,069	0,036	0,432	0,058
Biscoitos, rosas - Outros	0,017	0,001	0,005	0,015	0,063	0,005
Leite condensado	0,530	0,289	0,228	0,752	0,649	0,398
Leite e creme de leite - outros	0,515	0,081	0,397	0,732	0,483	0,208
iogurte	1,967	0,690	1,088	2,644	2,648	1,338
Leite fermentado	0,278	0,009	0,103	0,485	0,251	0,070
Outros laticínios	0,083	0,010	0,030	0,041	0,371	0,020
Açúcares, doces e produtos de confeitaria - outros	0,041	0,012	0,031	0,059	0,037	0,016
Doces e produtos de confeitaria*	2,108	0,841	1,561	2,429	3,104	1,645
Chocolate em pó	0,642	0,358	0,292	0,867	0,866	0,509
Gelatina	0,085	0,013	0,005	0,118	0,188	0,063
Polpa de fruta	0,099	0,0204	0,164	0,070	0,026	0,050
Outros açúcares, doces e produtos de confeitaria	0,036	0,009	0,009	0,010	0,191	0,009

inclui: bombom, chocolate em tablete, doce a base de leite, doce de fruta cristalizado, doce de fruta em calda, doce de fruta em pasta, rapadura, sorvete, outros

Tabela 3 (cont.) - Aquisição domiciliar per capita anual de alimentos possivelmente adicionados de açúcar, por Grandes Regiões, segundo os produtos - período 2002-2003 (IBGE, 2006)

Produtos	Aquisição alimentar domiciliar <i>per capita</i> anual (kg)					
	Grandes Regiões					
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Bebidas não alcoólicas**	25,461	15,753	12,849	32,964	33,848	23,210
Cafés – outros	0,069	0,122	0,039	0,081	0,026	0,149
Chás – outros	0,057	0,006	0,020	0,078	0,107	0,031
Alimento congelado	0,045	0,001	0,020	0,064	0,075	0,022
Massa	0,318	0,026	0,025	0,477	0,631	0,183
Alimentos preparados - outros	0,251	0,270	0,142	0,244	0,504	0,174
Misturas industriais	0,195	0,129	0,083	0,305	0,133	0,175
Outros produtos	0,006	0,001	0,010	0,002	0,014	0,005
TOTAL	36,788	20,3834	20,684	46,777	49,752	30,919

** inclui: refrigerantes de cola, guaraná, laranja, limão, maçã e uva, bebida energética, outros refrigerantes, suco de fruta em pó, suco de fruta envasado, outras

3. Resultados e discussão

Os resultados dos cálculos da ingestão provável do NTM nos dois cenários abordados neste trabalho encontram-se nas tabelas 4 (Cenário I) e 5 (Cenário II).

Conforme apresentado na tabela 4, que corresponde ao cenário I (limites de uso NTM - Codex), a ingestão diária estimada para o NTM é de $0,14 \text{ mg kg}^{-1}$ peso corpóreo, equivalente a 7% da IDA do edulcorante (2 mg kg^{-1} peso corpóreo). Considerando-se o cenário II (limites de uso do APM corrigidos para NTM), a ingestão diária estimada é de $0,04 \text{ mg kg}^{-1}$ peso corpóreo, correspondendo a 2% da IDA do NTM, conforme mostra a tabela 5. Quando se comparam os resultados dos cálculos de ingestão efetuados considerando-se os cenários I e II, nota-se que este último resultou em ingestão diária estimada consideravelmente menor que no outro cenário. Esta diferença pode ser justificada principalmente pelo fato de que um menor número de categorias está previsto no segundo cenário e, além disto, os limites permitidos para o APM, quando corrigidos em função do dulçor relativo entre este edulcorante e o NTM, resultam em valores consideravelmente menores que os previstos no cenário I.

No cenário II, em que a ingestão de alimentos possivelmente adicionados de sacarose foi considerada para os cálculos de ingestão do NTM na função edulcorante, pode-se observar que os alimentos que apresentaram maior contribuição foram: biscoitos, doces e produtos de confeitaria e iogurtes, conforme mostra a tabela 3.

Para se estimar a ingestão provável do NTM por grandes consumidores de edulcorantes no Brasil, a ingestão provável média calculada nos 2 cenários considerados neste trabalho foi multiplicada por 3, conforme recomendação da

OMS (Organização Mundial de Saúde), na publicação *Guidelines for the Study of Dietary Intake of Chemicals Contaminants* (WHO, 1985). Adotando-se esta metodologia, as ingestões diárias prováveis estimadas para grandes consumidores são: 0,42 mg kg⁻¹ peso corpóreo (21% da IDA) e 0,12 mg kg⁻¹ peso corpóreo (6% da IDA), para os cenários I e II, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que os limites de uso do NTM em discussão no âmbito do Codex Alimentarius não resultam em consumo acima da Ingestão Diária Aceitável (IDA) do edulcorante, quando se considera o hábito alimentar da população brasileira, mesmo no caso de grandes consumidores. O mesmo se pode afirmar ao se considerarem usos decorrentes dos limites presentemente autorizados para APM, corrigidos conforme o dulçor relativo entre os dois edulcorantes.

Tabela 4 - Ingestão diária provável do NTM no Brasil, considerando-se os limites máximos de uso do NTM em discussão (trâmite 3 ou 6) no âmbito do Codex Alimentarius (**Cenário I**)

Alimentos ou categorias de alimentos	Limite máximo de uso para NTM (mg/kg)*	Consumo anual <i>per capita</i> médio (kg)**	Ingestão diária provável do NTM*** (mg/kg pc)
Bebidas lácteas, aromatizadas e/ou fermentadas, incluindo achocolatados, iogurtes para beber e bebidas a base de soro	20	27,055	0,02471
Produtos lácteos fermentados	65	0,278	0,00083
Análogos de queijo	33	0,34	0,00051
Sobremesas lácteas (iogurtes aromatizados ou com frutas, pudins)	100	2,228	0,01017
Sobremesas a base de gordura, não lácteas	100	0,583	0,00266
Sorvetes	100	0,524	0,00239
Frutas desidratadas	100	0,020	0,00009
Frutas enlatadas	33	0,073	0,00011
Geléias e marmeladas	70	0,297	0,00095
Leite de coco	100	0,042	0,00019
Sobremesas à base de frutas, incluindo aquelas à base de água	100	0,085	0,00039
Misturas em pó à base de cacau/ misturas para bolos	100	1,339	0,006114
Produtos à base de cacau e chocolate	80	0,28	0,00102
Confeitos	1000	0,619	0,02826
Gomas de mascar [#]	1000	0,134	0,00612
Cereais matinais	160	0,249	0,00182
Outros produtos à base de açúcar, xaropes	100	0,583	0,00266

* Fonte: CAC (2006)

** Fonte: IBGE (2006)

*** Peso corpóreo médio considerado: 60 kg (CAC, 1989)

Fonte: Ac Nielsen (2005)

Tabela 4 (cont.) - Ingestão diária provável do NTM no Brasil, considerando-se os limites máximos de uso do NTM em discussão (trâmite 3 ou 6) no âmbito do Codex Alimentarius (**Cenário I**)

Alimentos ou categorias de alimentos	Limite máximo de uso para NTM (mg/kg)*	Consumo anual <i>per capita</i> médio (kg)**	Ingestão diária provável do NTM*** (mg/kg pc)
Molhos emulsionados (maionese, molhos para salada)	65	0,388	0,00115
Molhos não emulsionados (catchup, molhos de queijo, molhos escuros)	70	0,597	0,00191
Bebidas aromatizadas à base de água, incluindo bebidas "esportivas", energéticas e repositores hidroeletrólíticos	33	25,461	0,03837
Cafés e chás	50	0,611	0,00139
Cervejas e bebidas maltadas	20	4,572	0,00418
Bebidas alcoólicas aromatizadas (vinhos, coolers, etc.) e refrescos de baixo teor alcoólico	33	0,876	0,00132
TOTAL			0,14

* Fonte: CAC (2006)

** Fonte: IBGE (2006)

*** Peso corpóreo médio considerado: 60 kg (CAC, 1989)

Fonte: Ac Nielsen (2005)

Tabela 5 - Ingestão diária provável do NTM no Brasil, considerando-se os limites máximos de uso permitidos para o edulcorante aspartame no Brasil (**Cenário II**)

Função	Alimentos ou categorias de alimentos	Limite máximo de uso para NTM (mg/kg)*	Consumo anual <i>per capita</i> médio (kg)**	Ingestão diária provável do NTM*** (mg/kg pc)
Edulcorante	Alimentos para fins especiais ⁽¹⁾	25	36,788	0,041995
	Goma de mascar [#]	133	0,133	0,00081
	Suplementos vitamínicos e ou minerais (líquidos)	200	n.d.	-
	Suplementos vitamínicos e ou minerais (sólidos)	667	n.d.	-
Realçador de Sabor	Bebida a base de soja pronta para o consumo [#]	10	0,452	0,00021
	Creme vegetal/ margarinas	25	0,324	0,00037
	Goma de mascar [#]	83	0,133	0,00049
	Pós para o preparo de bebidas à base de soja	10	n.d.	-
	Preparado líquido para bebidas com soja	10	n.d.	-
TOTAL				0,04

(1) conforme descritos na tabela 1

* Fonte: GAIA (2005) - limites corrigidos considerando-se NTM 30 vezes mais doce que APM

** Fonte: IBGE (2006)

*** Peso corpóreo médio considerado: 60 kg (CAC, 1989)

[#] Fonte: Ac Nielsen (2005)

n.d. = informação não disponível

4. Conclusão

Os cálculos efetuados neste trabalho, com os dois diferentes cenários considerados, levam à conclusão de que os limites de uso de NTM que estão em discussão no âmbito do Codex Alimentarius são seguros para o Brasil, uma vez que, apesar das considerações bastante conservadoras adotadas nos cálculos, incluindo a ingestão por grandes consumidores, a ingestão diária provável estimada para NTM encontra-se abaixo da IDA do edulcorante. O mesmo pode ser afirmado no segundo cenário, caso os limites permitidos para APM no Brasil fossem extrapolados para o NTM.

O limite de uso proposto para o NTM em catchup, identificado em etapa anterior a este trabalho, associado aos resultados dos cálculos efetuados, poderão fornecer subsídio aos órgãos regulatórios brasileiros para o estabelecimento de tolerância para o NTM nesta aplicação. Recomenda-se que o mesmo tipo de estudo seja conduzido com outros alimentos e bebidas, principalmente aqueles tipicamente ricos em sacarose, de forma a gerar informações práticas sobre o âmbito de uso deste novo edulcorante, o que permitirá que sejam estabelecidos limites que sejam ao mesmo tempo seguros e tecnologicamente necessários, respeitando-se as particularidades de cada alimento e os hábitos de consumo do país. Adicionalmente, recomenda-se a realização de estudos complementares quando o uso deste edulcorante for regulamentado no Brasil, de forma a que a IDMT do NTM seja estimada no cenário regulatório vigente.

Referências

- AC NIELSEN. **Tendências do Mercado Brasileiro**. Mercearia Salgada (*Salty Products*): bebida a base de soja, p.56-57; gomas de mascar, p. 240-241. São Paulo, 2005.
- ARCELLA, D.; LE DONNE, C.; PICCINELLI, R.; LECLERQ, C. Dietary estimated intake of intense sweeteners by italian teenagers. Present levels and projections derived from the INRAN-RM-2001 food survey. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, n.4, p.677-685, 2004.
- BAR, A.; BIERMANN, CH. Intake of intense sweeteners in Germany. **Z. Ernährungswissenschaft**, v.31, p.25-39, 1992.
- BAR, A.; WURTZEN, G. Assessing the use of additives in food: a reappraisal of the Danish Budget Method. **Food Science and Technology**, v.23, n.3, p.193-202, 1990.
- BRASIL. **Portaria nº 540 SVS/MS**, de 27/10/1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos alimentares - definições, classificação e emprego. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Outubro de 2005.
- BRASIL. **Portaria SVS/ MS Nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Março de 2005.
- BRASIL. **Portaria SVS/ MS Nº 29, de 13 de janeiro de 1998 (Versão Republicada - 30.03.1998)**. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Março de 2005.

BRASIL. **Portaria Nº 30, de 1998.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Março de 2005.

BRASIL. **Resolução RDC 359, de 23 de dezembro de 2003.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Março de 2005.

BRASIL. **Portaria Nº 540, publicada no Diário Oficial da União em 28 de outubro de 1997.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em Dezembro de 2005.

BUTCHKO, H.H.; TSCHANZ, C.; KOTSONIS, F.N. Postmarketing surveillance of food additives. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.20, p.105-118, 1994.

CAC. **Report of the twenty-first session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants.** Codex Alimentarius Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, ALINORM 89/12A, Roma, 1989.

CAC. **Report of the thirty-eighth session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants.** Codex Alimentarius Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, CX/FAC 06/38/10, The Hague - The Netherlands, January 2006.

GAIA (Guia de Aditivos para Indústria de Alimentos). Luiz Grossman (ed.). Optionline: São Paulo, volume 2 - listagem por alimentos, p.85, 2005.

HEYBACH, J.P.; ROSS, C. Aspartame consumption in a representative sample of Canadians. **Revue de L'Association Cadienne Des Diététistes**, v.50, n.3, p.166-170, 1989.

HINSON, A.L.; NICOL, W.M. Monitoring sweetener consumption in Great Britain. **Food Additives and Contaminants**, v.9, n.6, p.669-681, 1992.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2002-2003**. Aquisição domiciliar *per capita* - Brasil e Grandes Regiões. Disponível em: <http://ibge.com.br/home/estatística/população/condicaodevida/pof/2002aquisicao/default.shtm>. Acesso em 14/02/2006.

JECFA, 2004. **Monographs and evaluations**. Disponível em <http://www.inchen.org/pages/jecfa.html>. Acesso em Dezembro de 2005.

LECLERCQ, C.; BERARTDI, D.; SORBILLO, M.R.; LAMBE, J. Intake of saccharin, aspartame, acesulfame-K and cyclamate in Italian teenagers: present levels and projections. **Food Additives and Contaminants**, v.16, n.3, p.99-109, 1999.

LINDSAY, D.G. Estimation of the dietary intake of chemicals in food. **Food Additives and Contaminants**, v.3, n.1, p.71-88, 1986.

MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (MAFF). Intake of intense and bulk sweeteners in the UK 1987-1988. **Food Surveillance Paper nº 29**. London. Published by HMSO, 1990, 48p.

MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (MAFF). National Diet and Nutrition Survey of Young Children. **Food Surveillance Information Sheet**, 1995.

MORGAN, K.J.; STULTS, V.J.; ZABIK, M.E. Amount and dietary sources of caffeine and saccharin intake by individuals ages 5 to 18 years. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.2, p.296-307, 1982.

NATIONAL FOOD AUTHORITY. **Survey of intense sweetener consumption in Australia**. Australian Government Publishing Service, Canberra: NFA, 1995, 91p.

PENTILLA, P.L.; SALMINEN, S.; NIEMI, E. Estimates on the intake of food additives in Finland. **Z. Lebensm Unters Forsch**, v.186, p.11-15, 1988.

RENWICK, A.G. Intake of intense sweeteners. **World Reviews Nutrition Diet**, v.85, p.178-200, 1999.

SERRA-MAJEM, L.; RIBAS, L.; INGLÉS, C.; FUENTES, M.; LLOVERAS, G.; SALLERAS, L. Cyclamate consumption in Catalonia, Spain (1992): relationship with the body mass index. **Food Additives and Contaminants**, v. 13, n.6, p.695-703, 1996.

TOLEDO, M.C.F.; IOSHII, S. H. Potential intake of intense sweeteners in Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v.12, n.6, p.799-808, 1995.

THRUHAUT, R. The concept of acceptable daily intake: an historical review. **Food Additives and Contaminants**, v.8, n.2, p.151-162, 1991.

VETORAZZI, G. Advances in the safety evaluation of food additives - a conceptual and historical overview of the acceptable daily intake (ADI) and acceptable daily intake 'not specified'. **Food Additives and Contaminants**, v.4, n.4, p.331-356, 1987.

VIRTANEN, S.M.; RASANEN, L.; PAGANUS, A.; VARO, P.; AKERBLUM, H.K. Intake of sugars and artificial sweeteners by adolescent diabetics. **Nutrition Reports International**, v.38, n.6, p.1211-1218, 1988.

WHO (World Health Organization). Evaluation of Certain Food Additives. **Technical Report Series 891**, Geneva, 2000.

WHO (World Health Organization). **Food Additives Series 52**. Disponível em :
<http://www.inchen.org/pages/jecfa.html>. Acesso em Janeiro de 2006.

WITT, J. Discovery and development of neotame. Em: Corti, A. (ed.). **Low calory sweeteners: present and future**, p.52-57. Karger: Basel, 1999, 244p.

Conclusão Final

Os resultados do presente estudo mostraram que o Neotame (NTM) é um edulcorante adequado para uso em catchup, tanto no que se refere ao seu desempenho nesta aplicação, quanto em termos da segurança de uso do nível proposto. Além disto, verificou-se que existem oportunidades para o desenvolvimento de versões do produto isentas de sacarose ou com conteúdos de sacarose reduzidos, com aceitação pelos consumidores e, ao mesmo tempo, que possibilitem reduzir o consumo do açúcar, conforme as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS).

O limite de uso proposto para o NTM em catchup, associado aos resultados dos cálculos de ingestão, poderão fornecer subsídio aos órgãos regulatórios brasileiros para o estabelecimento de tolerância para o NTM nesta aplicação. Recomenda-se que o mesmo tipo de estudo seja conduzido com outros alimentos e bebidas, principalmente aqueles tipicamente ricos em sacarose, de forma a gerar informações práticas sobre o âmbito de uso deste novo edulcorante, o que permitirá que sejam estabelecidos limites seguros e tecnologicamente necessários, respeitando-se as particularidades de cada alimento e os hábitos de consumo do país. Adicionalmente, recomenda-se a realização de estudos complementares quando o uso deste edulcorante for regulamentado no Brasil, de forma a que a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) do NTM seja estimada no cenário regulatório vigente.

ANEXOS

Anexo 1 - Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo seus limites máximos para a categoria de alimentos 13 - Molhos e condimentos/ 13.5 - Ketchup ou Catchup (Resolução Nº 382 de 05/08/1999).

Função	Nome do composto	INS	Limite Máximo (g/ 100 g)
Acidulante	Todos os autorizados como BPF	-	<i>quantum satis</i>
	Ácido tartárico	334	0,5
Regulador de acidez	Todos os autorizados como BPF	-	<i>quantum satis</i>
	Tartarato monopotássico	336i	0,5
	Tartarato dipotássico	336ii	0,5
Antioxidante	Todos os autorizados como BPF	-	<i>quantum satis</i>
Aromatizante	Todos os autorizados como BPF	-	<i>quantum satis</i>
Conservador	Ácido sórbico	200	0,1
	Sorbato de sódio	201	0,1 (como ácido sórbico)
	Sorbato de potássio	202	0,1 (como ácido sórbico)
	Sorbato de cálcio	203	0,1 (como ácido sórbico)
Espessante	Todos os autorizados como BPF	-	<i>quantum satis</i>
Realçador de sabor	Todos os autorizados como BPF	-	<i>quantum satis</i>
Sequestrante	EDTA cálcio dissódico	385	0,0075
	(etilenodiaminotetraacetato de cálcio e dissódico)		

Anexo 2 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 1)



Anexo 3 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 2)



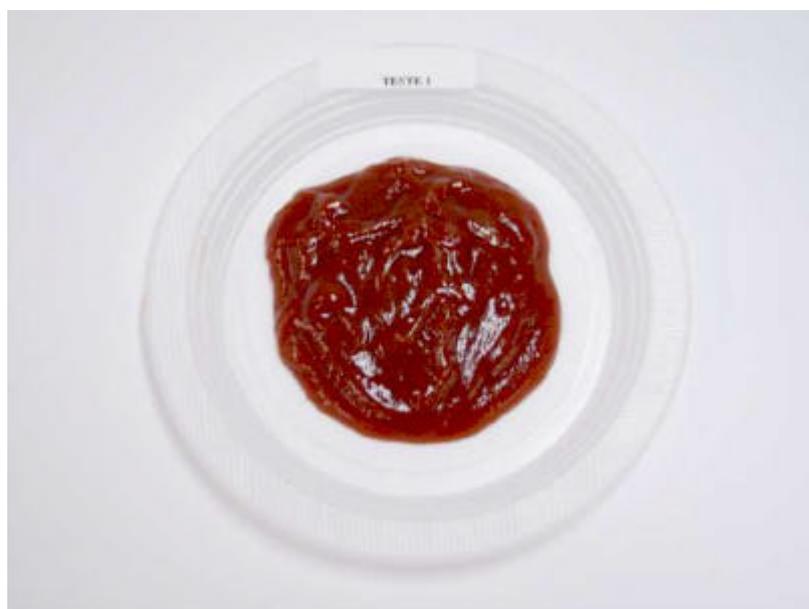
Anexo 4 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 3)



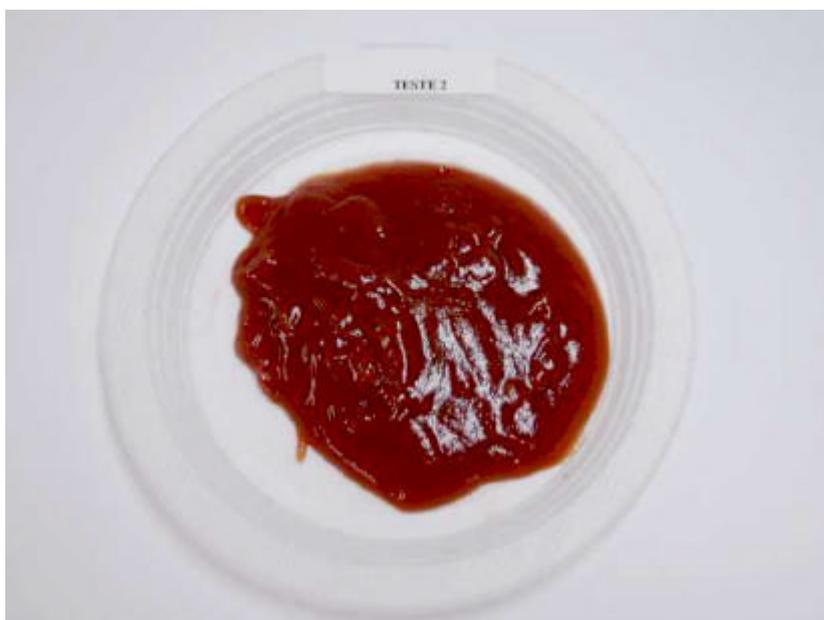
Anexo 5 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 3 e 4 (marca 4)



Anexo 6 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 1)



Anexo 7 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 2)



Anexo 8 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 3)



Anexo 9 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 4)



Anexo 10 - Amostra de catchup analisada nos Capítulos 5 e 6 (protótipo 5)

