

AVALIAÇÃO DA INGESTÃO DIÁRIA POTENCIAL
DE EDULCORANTES NO BRASIL

40/92

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

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

CAMPINAS - 1992

Parecer

AVALIAÇÃO DA INGESTÃO DIÁRIA POTENCIAL
DE EDULCORANTES NO BRASIL

*Este exemplar corresponde a redação final
da tese defendida por Suely Harumi Ioshii
e aprovada pela comissão julgadora em 14.12.92*

SUELY HARUMI IOSHII

Farmacêutica

Orientadora: *m. cecília de F. Toledo*

Profª. Dra. Maria Cecília de Figueiredo Toledo†

BANCA EXAMINADORA

m. maria de F. Toledo

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

Eidiomar Angelucci

Prof. Dr. Eidiomar Angelucci
(membro)

Heloisa M. Cecchi

Prof. Dra. Heloisa Máscia Cecchi
(membro)

Suplente

Prof. Dra. Florinda Orsatti Bobbio
(membro)

Campinas, 14 de dezembro de 1992

Ao Paulo e ao nosso
filho Leonardo

AGRADECIMENTOS

A Profª Dra. Maria Cecília de Figueiredo Toledo, pela orientação segura, dedicação, amizade e exemplo de persistência e dinamismo no decorrer do presente trabalho.

Ao Prof. Sidnei Ragazzi, professor do Departamento de Estatística - IMECC/UNICAMP, pela valiosa contribuição prestada na análise estatística.

Aos Professores Florinda Orsatti Bobbio, Eidiomar Angelucci e Heloisa Máscia Cecchi, pelas sugestões apresentadas para a redação final da tese.

Ao Laboratório Central do Paraná (LACEN) - Instituto de Saúde do Paraná pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho.

A Faculdade de Engenharia de Alimentos, pela boa acolhida e pelas facilidades oferecidas.

Ao Centro de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícola (CPQBA) da UNICAMP, que possibilitou a utilização de suas instalações. A Nádia Rodrigues pela cooperação, amizade e pelo trabalho dispendido na determinação dos edulcorantes por cromatografia líquida de alta eficiência e, a todos os colegas do CPQBA que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Paulo, Isa e Denize pela doce convivência, amizade e incentivo nas horas difíceis durante o desenvolvimento da tese.

Aos amigos do Laboratório de Toxicologia pelo apoio e companherismo.

Ao Adriano e Luciane, da Associação dos Diabéticos Juvenis do Paraná e às meninas do Bom Regime, pela atenção dispensada no trabalho de entrevista com os consumidores de produtos

dietéticos.

Aos meus familiares que sempre estiveram presentes e prontos para me ajudar.

A CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante a realização do presente trabalho.

A ABIA, Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos, pelas cópias do trabalho.

CONTEUDO

	Página
Resumo.....	i
Summary.....	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. Avaliação da segurança dos aditivos.....	4
2.1.1. Ingestão diária aceitável - IDA.....	5
2.1.2. Ingestão potencial.....	7
2.2. Dados sobre consumo.....	8
2.2.1. Métodos para coleta de dados sobre consumo..	9
2.3. Edulcorantes.....	13
2.3.1. Decisões científicas e regulatórias.....	15
2.3.2. Legislação brasileira sobre edulcorantes...	15
2.3.3. Alimentos dietéticos - informações gerais e conceitos.....	19
2.3.4. Principais edulcorantes sintéticos utilizados no Brasil.....	23
2.3.4.1. Aspartame.....	23
2.3.4.2. Ciclamato.....	25
2.3.4.3. Sacarina.....	26
2.3.5. Segurança no uso dos edulcorantes.....	27
2.3.5.1. Aspartame.....	27
2.3.5.2. Ciclamato.....	31
2.3.5.3. Sacarina.....	32
2.3.6. Métodos de análise.....	34
2.3.6.1. Aspartame.....	34
2.3.6.2. Ciclamato.....	41
2.3.6.3. Sacarina.....	48
2.3.7. Dados sobre consumo de edulcorantes.....	53
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.1. Material.....	59
3.2. Reagentes.....	59

3.3. Equipamentos.....	59
3.4. Métodos.....	60
3.4.1. Determinação de aspartame e/ou sacarina por cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE/UV.....	60
3.4.2. Determinação do ciclamato por titulometria em adoçantes de mesa.....	63
3.4.3. Determinação do ciclamato por espectrofotometria de absorção UV-Visível.....	64
3.5. Pesquisa de consumo dos alimentos adoçados artificialmente.....	64
3.5.1. Amostragem da população e coleta de dados..	64
3.5.2. Ingestão diária potencial (IDP).....	66
3.5.3. Análise estatística.....	67
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4.1. Amostragem dos produtos dietéticos para análise quantitativa.....	68
4.2. Metodologia de análise.....	70
4.3. Determinação de edulcorantes em adoçantes de mesa e em bebidas dietéticas. Comparação com a declaração da rotulagem.....	72
4.3.1. Aspartame.....	72
4.3.2. Ciclamato.....	75
4.3.3. Sacarina.....	77
4.4. Avaliação Estatística.....	79
4.4.1. Amostragem da população consumidora de produtos dietéticos.....	79
4.4.2. Perfil do consumidor de produtos dietéticos	81
4.4.3. Consumo de edulcorantes.....	85
4.4.3.1. Influência sazonal e regional no consumo de edulcorantes.....	89
4.4.4. Motivo do consumo de edulcorantes.....	90
4.4.5. Consumo de edulcorantes através de diversos produtos dietéticos.....	92
4.4.6. Ingestão diária potencial	98
4.4.7. Identificação dos consumidores que ultrapassaram a IDA.....	105

4.5. Considerações Finais.....	108
5. Conclusões.....	111
6. Referências Bibliográficas.....	113

ÍNDICE DE TABELAS

1. Métodos recomendados pela OMS para coleta de dados do consumo de alimentos.....	12
2. Edulcorantes nutritivos.....	14
3. Edulcorantes não nutritivos.....	14
4. Alguns países que permitem o uso de edulcorantes em bebidas de baixa caloria.....	16
5. Limites máximos dos edulcorantes permitidos em alimentos e bebidas dietéticas.....	19
6. Valores de IDA de edulcorantes.....	28
7. Ingestão média diária de edulcorantes na Alemanha.....	57
8. Ingestão média diária entre os grandes consumidores....	57
9. Nº de consumidores entrevistados nas estações de verão e inverno em Campinas e Curitiba.....	65
10. Formas comercializadas de adoçantes de mesa e seus respectivos edulcorantes.....	69
11. Refrigerantes dietéticos em seus diversos sabores e os respectivos edulcorantes.....	70
12. Concentração de aspartame em adoçantes de mesa.....	73
13. Concentração de aspartame em refrigerantes dietéticos.	74
14. Concentração de ciclamato em adoçantes de mesa.....	76
15. Concentração de ciclamato em refrigerantes dietéticos.	77
16. Concentração de sacarina em adoçantes de mesa.....	78
17. Concentração de sacarina sódica em refrigerantes dietéticos.....	79
18. Valores de erros médios e média máxima calculados para o tamanho da amostra	81
19. Consumidores de edulcorantes conforme a faixa etária..	86

20. Consumo diário total de edulcorantes pela população de Campinas e Curitiba.....	88
21. Consumo diário total de edulcorantes pela população de Campinas.....	88
22. Consumo diário total de edulcorantes pela população de Curitiba.....	88
23. População total consumidora de edulcorantes por diferentes motivos.....	91
24. Consumo de edulcorantes através de diferentes produtos dietéticos pela população geral em Campinas.....	93
25. Consumo de edulcorantes através de diferentes produtos dietéticos pela população geral em Curitiba.....	93
26. Consumo de edulcorantes através de diferentes produtos dietéticos pela população diabética em Campinas.....	94
27. Consumo de edulcorantes através de diferentes produtos dietéticos pela população diabética em Curitiba.....	94
28. Consumo de edulcorantes através de diferentes produtos dietéticos pelo grupo controle em Campinas.....	95
29. Consumo de edulcorantes através de diferentes produtos dietéticos pelo grupo controle em Curitiba.....	95
30. Consumo mediano de edulcorantes através de diferentes produtos no Brasil em Inglaterra.....	97
31. IDP de edulcorantes através de diferentes produtos pela população geral de Campinas.....	99
32. IDP de edulcorantes através de diferentes produtos pela população geral de Curitiba.....	99
33. IDP de edulcorantes através de diferentes produtos pela população diabética de Campinas.....	100
34. IDP de edulcorantes através de diferentes produtos pela população diabética de Curitiba.....	100
35. IDP de edulcorantes através de diferentes produtos pelo grupo controle de Campinas.....	101
36. IDP de edulcorantes através de diferentes produtos pelo grupo controle de Curitiba.....	101
37. Ingestão Diária Potencial de edulcorantes pela população total estudada, grupos de diabéticos e controle...	102
38. IDP de edulcorantes em diferentes países.....	104

39. IDP de edulcorantes por diabéticos em diferentes países.....	104
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Aspartame.....	23
2. Ciclamato.....	25
3. Sacarina.....	26
4. Cromatogramas obtidos pelo método CLAE-UV, utilizando os solventes acetonitrila e metanol.....	71
5. Perfil dos consumidores quanto ao sexo.....	82
6. Perfil dos consumidores quanto ao peso.....	82
7. Perfil dos consumidores quanto à idade.....	83
8. Perfil dos consumidores quanto ao grau de escolaridade.....	83
9. Perfil dos consumidores quanto à profissão.....	84
10. Porcentagem da população que consome edulcorantes.....	85
11. Distribuição do número de indivíduos por intervalos de consumo de edulcorantes.....	87
12. Níveis de consumo médio de edulcorantes no verão e no inverno em Campinas e Curitiba.....	89
13. Porcentagem da população que consome edulcorantes no verão e no inverno em Campinas e Curitiba.....	90
14. Motivo do consumo de edulcorantes.....	91
15. Sexo dos consumidores que ultrapassaram a IDA.....	105
16. Faixa etária dos consumidores que ultrapassaram a IDA.....	106
17. Níveis de escolaridade dos consumidores que excederam a IDA.....	107
18. Motivos que levaram ao consumo elevado de edulcorante.....	108

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Modelo de questionário utilizado para as entrevistas junto aos consumidores.....	131
---	-----

RESUMO

Uma pesquisa sobre hábitos alimentares relativos ao consumo de produtos dietéticos foi conduzida no Brasil, no inverno de 1990 e no verão de 1991. Através de entrevistas realizadas junto a 673 consumidores de produtos dietéticos nas cidades de Campinas e Curitiba foram obtidas informações sobre a Ingestão Diária Potencial dos edulcorantes artificiais aspartame, ciclamato e sacarina. Ingestões individuais foram calculadas para cada edulcorante, através dos dados de consumo de adoçantes de mesa, refrigerantes dietéticos e outros alimentos, e das determinações analíticas da concentração dos edulcorantes presentes nesses produtos.

Os resultados obtidos indicam que cerca de 72 % dos entrevistados consomem sacarina, 67 % ciclamato e 40 % aspartame. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas de consumo de edulcorantes entre as cidades de Campinas e Curitiba, e entre as estações de verão e inverno.

Os principais motivos alegados para o consumo de edulcorantes foram: controle de peso (36 %), diabetes (35 %) e regime (23 %). Adoçantes de mesa são a principal fonte para exposição a aspartame, ciclamato e sacarina, seguidos pelos refrigerantes dietéticos. A maioria dos consumidores apresentou níveis baixos de ingestão, sendo que poucos indivíduos ingeriram quantidades elevadas de edulcorantes.

Embora cerca de 3 % dos consumidores de ciclamato e 8,8 % dos consumidores de sacarina tenham apresentado ingestões acima de valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) recomendados pelo JECFA, os valores medianos de Ingestão Diária Potencial da população estudada representam aproximadamente 2,9, 15,5 e 32,8 % dos valores de IDA do aspartame, ciclamato e sacarina, respectivamente. Diabéticos, em geral, apresentaram níveis mais altos de consumo de edulcorantes, dentro da população estudada.

SUMMARY

A survey of intense sweetener intakes was carried out in Brazil, which took place in the winter of 1990 and summer of 1991. Data on the potencial intake of the intense sweeteners aspartame, cyclamate and saccharin were generated based on a representative sample of 673 individuals, who completed a questionnaire designed to collect information on demographic details and habitual usage of sweetener-containing foods and drinks. The respondents were ramdonly chosen among intense sweeteners consumers living in the cities of Campinas, SP and Curitiba, PR.

Potencial daily intakes by individuals were calculated for each sweetener by combining each person's consumption of sweetener-containing food and carbonated drinks, with informations generated by the determination of the concentrations of the sweeteners used in these products.

The results showed that 72 % of the studied population consume saccharin, 67 % cyclamate and 40 % aspartame. No significant statistical differences on the consumption of sweeteners were observed between the city of Campinas and Curitiba, and between the season of summer and winter.

The main reasons for the use of intense sweeteners were weight control (36 %), diabetes (35 %) and weight loss (23 %). Table-top sweeteners accounted for most of intake of aspartame, cyclamate and saccharin, followed by diet soft drinks. Most of the consumers presented low levels of intake while relatively small proportion of the respondents consumed large quantities of intense sweeteners.

Although 3,0 % of the cyclamate consumers and 8,8 % of the saccharin consumers had intakes above the Acceptable Daily Intakes (ADI) as recommended by JECFA, the median daily

intakes of the general population represent approximately 2,9, 15,5 and 32,8 % of the ADI for aspartame, cyclamate and saccharin, respectively. Diabetics, in general, had much higher intake within the studied population.

1 - INTRODUÇÃO

Embora o prazer de ingerir substâncias doces seja indiscutível, as conseqüências de tal hábito têm sido levantadas em inúmeras ocasiões. A incidência de cáries dentárias, por exemplo, tem sido associada com a freqüência do consumo de alimentos contendo sacarose e glicose. Diabéticos, que representam cerca de 5,0 % da população brasileira, são incapazes de utilizar efetivamente a glicose, ingerida como tal ou produzida por metabolismos alternativos, podendo entrar em coma diabético caso consumam alimentos convencionalmente adoçados. A obesidade é um problema para inúmeras pessoas, principalmente nos países desenvolvidos, e a restrição ao consumo de alimentos adoçados com sacarose e glicose é uma das recomendações mais indicadas para controlar o problema. Nesses casos, o uso de adoçantes de mesa alternativos, não calóricos ou ^{com}baixas calorias, tem representado um benefício real.

Dados da literatura indicam que nos Estados Unidos, onde existe uma grande oferta de alimentos e bebidas dietéticos, o consumo de edulcorantes artificiais, como a sacarina e o aspartame, quase triplicou entre 1978 e 1986. Esses dados refletem uma mudança no hábito alimentar do americano, demonstrando uma maior preocupação com a redução e/ou a manutenção do peso corporal. Também na Europa, onde a disponibilidade de alimentos dietéticos é grande, os edulcorantes já fazem parte do moderno estilo de vida da população.

No Brasil, a partir de 1988, quando os produtos para dietas especiais e os edulcorantes passaram a ser considerados alimentos e não mais medicamentos, abriu-se um grande espaço à industrialização de novos produtos dietéticos, com perspectivas de mudanças no hábito alimentar do brasileiro.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos (ABIAD), o mercado de produtos dietéticos movimenta cerca de US\$ 200 milhões anuais, distribuídos entre os

seguintes produtos: 55 % para os refrigerantes, bebidas e refrescos; 32 % para os adoçantes de mesa e 13 % para as sobremesas, compotas, sorvetes e chocolates.

Ainda segundo dados da ABIAD, houve um crescimento no setor, de 100 % entre 1987 e 1988, e de 66 % entre 1988 e 1989. Entre 1989 e 1990, houve um decréscimo de 20 %, e entre 1990 e 1991, o crescimento foi de 25 %. Para os anos de 1991 e 1992 há uma estimativa de crescimento de 10 %.

Os edulcorantes artificiais pertencem à classe de aditivos para alimentos, cujo uso no Brasil e em outros países é limitado por uma legislação específica, apoiada em critérios restritos que levam em consideração recomendações e sugestões emitidas a nível mundial por comitês especializados da Organização Mundial da Saúde (OMS).

A legislação brasileira sobre aditivos segue as recomendações do Comitê do Codex sobre Aditivos para Alimentos (CCFA) e do Comitê Mixto FAO/OMS de Peritos em Aditivos para Alimentos (JECFA). Este último organismo avalia os dados toxicológicos disponíveis sobre os edulcorantes e outros aditivos e recomenda limites para sua ingestão, expressos como valores de ingestão diária aceitável (IDA). Esse valor numérico é recomendado quando as informações toxicológicas disponíveis sobre o composto são suficientes para garantir a segurança de seu uso pelo homem.

Embora a maioria dos edulcorantes em uso no Brasil apresente valores de IDA já estabelecidos pelo JECFA, é recomendação deste e de outros comitês que os países que os utilizam realizem periodicamente pesquisas sobre o uso real de edulcorantes pela população, de forma a gerar informações sobre os níveis de ingestão pelo homem, tanto para a população em geral como para grupos específicos, como os diabéticos e as crianças.

O objetivo deste estudo foi avaliar, junto à população, a ingestão diária potencial dos edulcorantes mais utilizados em produtos dietéticos, ou seja: sacarina, ciclamato e aspartame, e usar estes dados para verificar se, e em que extensão os consumidores de edulcorantes podem estar excedendo os limites de ingestão recomendados. A ingestão potencial diária foi estimada com base em dados de consumo médio de alimentos e bebidas dietéticos, e em determinações analíticas dos edulcorantes presentes nesses produtos.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. Avaliação da Segurança dos Aditivos

Avaliação da segurança é o procedimento pelo qual os dados obtidos de vários estudos toxicológicos e de outros estudos são analisados, com a finalidade de verificar se uma substância é segura para o consumo humano.

O Programa FAO/OMS para aditivos em alimentos tem como objetivo avaliá-los sistematicamente e fornecer subsídios para que os países membros da FAO e OMS possam controlar o emprego desses compostos em alimentos, levando em conta os aspectos relacionados com a saúde humana. Os dois grupos responsáveis pela implementação do programa são: Comitê Misto FAO/OMS de Peritos em Aditivos para Alimentos (JECFA) e Comitê do Codex sobre Aditivos para Alimentos (TOLEDO, 1990).

O JECFA é formado por um grupo internacional de peritos que são selecionados principalmente pela sua capacidade e experiência técnica, levando em conta uma distribuição geográfica adequada. Esses especialistas se reúnem periodicamente e discutem sobre assuntos técnicos e científicos, estabelecem especificações para a identidade e pureza dos aditivos, avaliam dados toxicológicos e recomendam, quando apropriado, ingestões diárias aceitáveis (IDA) para o homem, sujeitas a revisões regulares (TOLEDO, 1990).

Desde 1963, o JECFA tem mantido uma estreita relação com a Comissão Mista FAO/OMS do Codex Alimentarius, formada por representantes do governo de países membros da FAO e da OMS. Seu objetivo é buscar a concordância entre os países membros com relação à aceitabilidade e utilização dos aditivos, a fim de facilitar o comércio internacional dos alimentos e garantir a segurança de seu uso pelo consumidor.

A Comissão Mista FAO/OMS do Codex Alimentarius criou, como um de seus corpos subsidiários, o Comitê de Aditivos para Alimentos e Contaminantes (CCFA), cujas operações administrativas estão sob a responsabilidade do governo da Holanda. O CCFA utiliza as recomendações do JECFA para solucionar os problemas práticos envolvendo aditivos e contaminantes de alimentos, em vários países membros. As informações fornecidas pelo CCFA são publicadas no Codex Alimentarius, que contém as principais especificações sobre cada aditivo. Para diferenciar as responsabilidades entre o JECFA e o CCFA, no que se refere à segurança de aditivos em alimentos, cabe mencionar que o JECFA se preocupa principalmente com a avaliação do risco, enquanto que o CCFA, com a administração do risco (VETTORAZZI, 1987).

Outros organismos nacionais e internacionais têm adotado abordagens similares ao JECFA, em particular o Comitê Científico para Alimentos (SCF), da Comunidade Econômica Européia (CCE), cujas funções são praticamente idênticas às do JECFA (RUBERY *et al.*, 1990).

As atividades da OMS relacionadas com a disseminação e avaliação do risco da presença de produtos químicos em alimentos foram incorporadas ao Programa Internacional de Segurança Química (IPCS), um programa cooperativo patrocinado pela Organização Internacional do Trabalho (ILO), pelo Programa de Ambiente das Nações Unidas (UNEP) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

2.1.1. Ingestão diária aceitável - IDA

A IDA é uma estimativa da quantidade de um aditivo que pode ser ingerida diariamente, e por toda a vida, pelo homem, sem risco apreciável à saúde. É expressa em mg de aditivo por kg de peso corpóreo (mg/kg p.c.) (WHO, 1987).

O processo de se estabelecer um valor para a IDA requer uma extensa avaliação toxicológica, envolvendo principalmente a tarefa de se determinar um nível sem efeito

adverso observável (NOAEL), em animais experimentais. O NOAEL corresponde à quantidade máxima do aditivo que pode ser consumida diariamente pelos animais experimentais, sem o desenvolvimento de qualquer efeito adverso, preferivelmente em estudos por longo prazo.

Os valores de IDA são obtidos dividindo-se os valores do NOAEL por um fator de segurança arbitrário, com uma margem que permite a extrapolação dos resultados de estudos em animais para o homem.

O conceito da IDA está baseado na opinião amplamente aceita de que todas as substâncias químicas são tóxicas, mas que sua toxicidade varia, não somente em natureza, mas também na quantidade necessária para produzir sinais e sintomas de toxicidade (VETTORAZZI, 1980). A IDA não representa um limiar para a toxicidade: se um indivíduo ou grupo de indivíduos excede a IDA, isto simplesmente significa que existe uma margem ou fator de segurança reduzido entre o que foi ingerido por aqueles indivíduos e o nível sem efeito em animais. Apesar de não corresponder a um risco real, recomenda-se que não se ultrapasse a IDA (RENEWICK, 1990).

Informações relacionadas com a provável ingestão diária são necessárias, especialmente nos casos de: a) aditivos com valores baixos de IDA; b) níveis altos do aditivo em alimentos muito consumidos; c) uso de aditivos por grupos especiais da população (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1989b).

Quanto ao valor de IDA, deve-se assegurar que a quantidade ingerida pelos consumidores não exceda esse valor. Os níveis de uso necessários para a eficácia do aditivo devem ser distribuídos e ajustados em diversos alimentos, de modo que o consumo total desses alimentos exclua a possibilidade de que a IDA seja excedida por um consumidor normal. Portanto, uma relação entre o efeito tecnológico desejado de um aditivo em alimentos e a IDA deve ser seguida (VETTORAZZI, 1987).

2.1.2. Ingestão potencial

O único modo possível de averiguar se um consumidor está exposto a um risco, seria medir precisamente a quantidade do aditivo presente no alimento consumido e comparar com a IDA. Medidas e cálculos desse tipo teriam de ser feitos para cada alimento, em cada refeição, e em todos os dias da vida. Isto seria uma tarefa praticamente impossível (VETTORAZZI, 1987).

Tentativas para buscar uma resposta a este problema fundamental levaram ao desenvolvimento de cálculos de ingestão potencial de aditivos, através do uso de dados de consumo médio dos mesmos (FAO/OMS, 1971). A importância e a necessidade desses cálculos não podem ser super enfatizados, se uma solução menos pragmática para a relação entre IDA e níveis tecnológicos for encontrada (VETTORAZZI, 1987).

Para se calcular a ingestão potencial diária de um produto químico, são necessárias informações relacionadas com a concentração do aditivo na dieta, ou a concentração potencial provável a ser encontrada na dieta e a quantidade consumida do alimento que contém o aditivo. Para se obter essas informações, algumas dificuldades são encontradas: a quantificação de baixos níveis de aditivos em uma dieta complexa pode apresentar alguns problemas analíticos, os dados dos fabricantes sobre os níveis de aditivos presentes em alimentos nem sempre estão disponíveis e a dieta deve ser representativa em relação à dieta consumida pelos indivíduos. A grande quantidade de alimentos fabricados e os produtos com marcas individualizadas, podem tornar arbitrária a seleção de uma amostragem representativa. Poucos dados sobre hábitos de consumo de alimentos estão disponíveis entre os indivíduos, especialmente para produtos individuais. A maioria dos dados disponíveis relaciona categorias de alimentos (LINSLEY, 1986).

2.2. Dados sobre Consumo

As estimativas de ingestão de um aditivo, ou contaminante, na dieta, possibilitam determinar se existe uma relação entre a ingestão de uma determinada substância química e efeitos observados nos seres humanos. São também igualmente indispensáveis para adotar decisões corretas, em matéria de regulamentação de produtos químicos e inocuidade de alimentos.

Os estudos sobre ingestão na dieta fornecem as informações necessárias para determinar se é preciso revisar os limites fixados para os aditivos e contaminantes presentes nos alimentos. As autoridades deverão avaliar se é necessário restringir ou eliminar o uso de uma substância química quando a ingestão real está próxima da IDA. Se os resultados são muito inferiores à IDA, as autoridades e os consumidores poderão ter a segurança de que os alimentos do mercado são inócuos com relação a esta substância (OMS, 1985).

Existem diferentes abordagens com relação à estimativa da ingestão diária provável e estas estimativas geralmente são dispendiosas e consomem tempo. Portanto, alguns países têm dificuldades em iniciar estudos sobre a ingestão de aditivos para alimentos (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1989b).

Os Estados Unidos possuem um programa anual, o "Estudo da Dieta Total", que permite à Administração de Drogas e Alimentos (FDA) avaliar a exposição dietária de grupos sexo-idade selecionados frente a resíduos de pesticidas, contaminantes, e nutrientes essenciais. As informações deste estudo auxiliam na identificação dos problemas potenciais de saúde pública e promovem mudanças nas práticas agrícolas ou de fabricação, ou em políticas regulatórias relacionados aos aditivos em alimentos (PENNINGTON, 1983; PENNINGTON & GUNDERSON, 1987).

2.2.1. Métodos para coleta de dados sobre consumo

Para se realizar uma avaliação da ingestão de aditivos em alimentos, deve-se primeiro identificar e coletar todos os dados disponíveis no país e verificar se estes dados fornecem suficientes informações sobre o consumo dos aditivos sob avaliação.

A coleta de dados de consumo é parte essencial nas pesquisas de consumo de alimentos, pois fornece informações nutricionais, médicas e econômicas. O objetivo destas pesquisas é avaliar constantemente a dieta de populações, grupos populacionais ou indivíduos e suas possíveis deficiências e falhas. Além disso, as pesquisas de consumo de alimentos também têm grande importância prática no âmbito nacional e internacional, já que os estudos realizados em diferentes países tornam possível comparar os níveis de vida dos mesmos (PEKKARINEN, 1970).

A COMISSÃO DO CODEX ALIMENTARIUS (1989b), no "Guidelines for Sample Evaluation of Food Additive Intake", recomenda também que durante a avaliação dos dados de consumo dos alimentos, possíveis variações nos hábitos alimentares de grupos dentro da população não devem ser esquecidos, pois alguns grupos apresentam padrões de consumo de alimentos que são amplamente diferentes da população como um todo, o que inclui, por exemplo, grupos étnicos e minorias culturais dentro da comunidade, pessoas que utilizam algum aditivo em casa (glutamatos, edulcorantes), grandes consumidores e doentes (p.e. diabéticos).

Pesquisas realizadas, constantemente revelam tendências de consumo e possibilitam a previsão dos padrões de consumo futuros. Diferentes métodos são empregados na coleta de dados sobre consumo de alimentos. A escolha do método depende principalmente do objetivo da pesquisa, do tamanho da amostra necessária, dos recursos e do pessoal disponível. Os métodos devem ser modificados de acordo com as condições locais e o

objetivo de cada pesquisa. Vários métodos tem sido mencionados, incluindo: relatório sobre o balanço dos alimentos, diário detalhado sobre o consumo dos alimentos, pesagem de todo o alimento consumido, entrevistas e questionários (PEKKARINEN, 1970).

Com o objetivo de avaliar os problemas de saúde decorrentes do consumo de alimentos contendo substâncias de interesse, sejam eles elementos tóxicos, micotoxinas ou aditivos em alimentos, GUNNER & KIRKPATRICK (1979) consideram que é necessário dispor de detalhes sobre a ingestão das substâncias em questão e relacionar esses dados com a ingestão diária aceitável (IDA) dos compostos. Conforme estes autores, existem basicamente três abordagens possíveis para a estimativa da ingestão, a saber:

- exame analítico da dieta total: análise química dos alimentos que são representativos da dieta de toda população;
- técnica da pesquisa dietária: obtêm-se os dados sobre o consumo real de determinada população, através de entrevistas cuidadosamente conduzidas;
- técnicas baseadas em parâmetros fisiológicos: com as informações referentes às ingestões máximas de líquidos e sólidos que atendam às necessidades fisiológicas de um indivíduo, e dos níveis máximos de uso permitido de um determinado aditivo, pode-se estimar a ingestão dos aditivos nos alimentos.

Segundo os mesmos autores, cada uma das três abordagens citadas apresenta méritos e defeitos que podem ser detectados durante a interpretação dos dados. Basicamente, cada método fornece estimativas de três parâmetros diferentes: ingestão média, distribuição da ingestão e ingestão máxima. Uma avaliação mais segura dos riscos associados com o consumo, de alimentos contendo substâncias químicas de interesse, pode ser obtida pela combinação das abordagens, isto é, através do exame analítico, com dados de ingestão real de um grande número de alimentos.

BLOCK (1982) considera que é importante observar o grau de precisão da informação necessária para conduzir uma pesquisa sobre nutrição e doença. Segundo o autor, ao invés de escolher um método que proporcione resultados precisos de miligramas de nutrientes, pode ser mais importante aquele método que possa simplesmente classificar os indivíduos em categorias de ingestão baixa, média ou alta. Essas informações serão consideradas suficientes para se verificar a relação entre dieta-doença e a avaliação da relação dose-resposta.

A OMS (1985) recomenda que as limitações de cada método escolhido sejam levadas em conta na hora de utilizar os dados e que uma interpretação muito rígida nos dados referentes à ingestão real de um contaminante durante um período de tempo prolongado, por um indivíduo ou grupo de populações, não é justificada, pois é difícil determinar os hábitos de consumo a longo prazo. Ainda conforme a OMS, são dois os procedimentos gerais para se obter informações de hábitos alimentares de uma população, ou de indivíduos. Esses podem ser baseadas em coletas de:

- a) dados sobre os movimentos e desaparecimento de produtos alimentícios em uma região ou local,
- b) dados pessoais sobre as quantidades realmente consumidas por um indivíduo, ou em um local.

A escolha de um ou outro método dependerá de fatores tais como a idade, grau de escolaridade e interesse da população alvo, assim como dos custos e dos recursos disponíveis. Os métodos de coleta de dados do consumo de alimentos, recomendados pela OMS, estão dirigidos para indivíduos e para grupos da população, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - Métodos recomendados pela OMS para coleta de dados do consumo de alimentos

Avaliação	Método
Indivíduo	Diário de alimentos e pesagem das ingestas Duplicação das rações Lembrança da dieta Frequência dos alimentos
População	Diário dos alimentos e pesagem das ingestas Lembrança da dieta Frequência dos alimentos Desaparecimento dos alimentos: local e país

Na avaliação de risco, deve-se distinguir entre consumidores médios e consumidores cujos hábitos são amplamente diferentes da média. Tais consumidores são aqueles que consomem quantidades extremas de alimentos em geral e aqueles, como as crianças, que consomem uma quantidade restrita de certos alimentos (LINSLEY, 1986).

GRAHAM *et al.* (1990) propuseram uma nova abordagem para a avaliação da exposição dietária aos aditivos presentes em alimentos, através do "Método de Avaliação da Exposição Dietária", que procura fornecer a estimativa do consumo *per capita* de aditivos pela população americana. O fundamento do método é medir diretamente os níveis de aditivos em alimentos para aquelas amostras que apresentam um nível de consumo conhecido. O método envolve as seguintes etapas:

- selecionar diversos aditivos para análise;
- selecionar uma dieta contendo alimentos com dados de mercado disponíveis;
- comprar e preparar os produtos de diversas marcas, representativos da dieta;

- d) combinar as porções para obter uma amostra composta que represente a ingestão de alimentos por um dia;
- e) analisar os níveis dos aditivos nas amostras.

A metodologia é baseada em análise laboratorial dos alimentos, em detrimento das pesquisas realizadas pelas indústrias, obtendo-se assim resultados mais precisos na estimativa da ingestão de aditivos em alimentos.

2.3. Edulcorantes

Edulcorantes são substâncias adicionadas a alimentos para conferir sabor doce. Um edulcorante ideal deve ter doçura igual ou maior que a sacarose, gosto agradável (sem sabor residual), ser incolor, inodoro, facilmente solúvel em água, estável, funcional e economicamente viável. Deve contribuir com reduzida ou nenhuma caloria para a dieta, ser normalmente metabolizado ou resistente à digestão e não ser tóxico e nem promotor de cárie dental (LINDLEY, 1983; BAKAL, 1986; O'BRIEN NABORS & GELARDI, 1986; GELARDI, 1987).

A sensação do sabor doce chega ao cérebro proveniente dos receptores que se encontram na língua e possuem uma disposição espacial adequada para o encaixe dos grupos funcionais dos edulcorantes (CANDEBAT & ROCHÉ, 1989). Existem fatores ou condições que podem influir sobre a ação dos grupos atômicos responsáveis pelo maior ou menor grau do sabor doce; exemplo deles são a polaridade, a lipo afinidade, a forma e as dimensões. Uma estrutura aromática cíclica, geralmente contribui para intensificar notavelmente o sabor doce (BIRCH citado por CANDEBAT & ROCHÉ, 1989).

Para medir o poder edulcorante, considera-se a percepção do sabor doce em soluções com concentrações decrescentes. É mais doce uma solução cujo sabor se percebe numa concentração menor. O poder edulcorante se expressa mediante uma escala arbitrária, na qual a sacarose é a unidade

(CANDEBAT & ROCHE, 1989). Os edulcorantes apresentam diversas estruturas e características variadas, motivando classificações de diferentes pontos de vista. O mesmo autor classifica em nutritivos e não nutritivos (Tabelas 2 e 3):

TABELA 2 - Edulcorantes nutritivos

=====	
Sacarídeos	Não Sacarídeos

Glicose	Sorbitol
Frutose	Xilitol
Sacarose	Licasina
Lactose	Palatinita
Galactose	
Maltose	
=====	

Fonte: CANDEBAT & ROCHE (1989)

TABELA 3 - Edulcorantes não nutritivos

=====	
Sintéticos	Não Sintéticos

Ciclamato	Diidrochalconas
Sacarina	Taumatinas
Aspartame	Filodulcina
Acesulfame K	Esteviosídeo
Deriv. do Triptofano	Glicirricina
Oximas Terpênicas	Monelina
Deriv. Sacarose	Osladina
=====	

Fonte: CANDEBAT & ROCHE (1989)

2.3.1. Decisões científicas e regulatórias

Na avaliação dos dados científicos, alguns comitês prestam muita atenção aos perfis metabólicos e farmacocinéticos de uma substância, enquanto outras autoridades podem considerar tais informações menos importantes. Decisões científicas sobre avaliação de risco podem ser feitas por diversas agências, e variados tipos de estratégias são empregados para a administração do risco. Portanto, a aprovação do aditivo é consequência de uma decisão regulatória que considera a soma total de dados científicos e de fatores políticos, econômicos e administrativos na avaliação do risco e, ocasionalmente, outros fatores como a opinião pública (SNODIN, 1985).

Ainda, segundo o mesmo autor, embora a legislação de alimentos em diferentes países possa evoluir e operar de diversas maneiras, o principal objetivo da legislação é garantir o fornecimento de alimentos que sejam seguros, corretamente descritos, rotulados e higienicamente produzidos e manipulados. Conforme Tabela 4, observa-se que o emprego de edulcorantes em bebidas dietéticas varia de país para país.

2.3.2. Legislação brasileira sobre edulcorantes

A legislação brasileira sobre os edulcorantes se caracteriza por apresentar uma série de publicações emitidas por órgãos governamentais, através de leis, decretos, portarias, resoluções e outros. Dentre estes, os principais aspectos relacionados a definições e alterações na legislação dos edulcorantes serão descritos nesta revisão.

A legislação para os edulcorantes teve início com o Decreto 55.871, da Presidência da República, de 26/03/65, que definiu o termo "Edulcorante", e inseriu na Tabela I, anexa, os edulcorantes ciclamato de sódio ou de cálcio e sacarina ou sacarina sódica, para uso em produtos dietéticos, nos limites máximos de 0,5 % e 0,05 %, respectivamente.

TABELA 4 - Alguns países que permitem o uso de edulcorantes em bebidas de baixa caloria:

PAÍS	SACARINA	CICLAMATO	ASPARTAME
Alemanha	x	x	x
Argentina	x	x	x
Austrália	x	x	x
Brasil	x	x	x
Chile	x	x	x
Estados Unidos	x		x
Espanha	x	x	
Holanda	x	x	
Japão	x		x
Noruega	x	x	x
Paraguai	x	x	
Reino Unido	x		x
Suíça	x		x

Fonte: COSULICH (1989)

Através do Decreto-Lei Nº 986, do Ministério da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar, de 21/10/69, "Alimento Dietético" ficou definido como: *todo alimento elaborado para regimes alimentares especiais destinado a ser ingerido por pessoas sãs*. Posteriormente, a Lei Nº 6.360, da Presidência da República, de 23/09/76, definiu "Produto Dietético" como: *produto tecnicamente elaborado para atender às necessidades dietéticas de pessoas em condições fisiológicas especiais*.

Em 1969, o emprego do ciclamato foi proibido em alimentos e bebidas (Resolução Nº 1/69 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos - CNNPA). Mais tarde, em 1978, através da Resolução Normativa Nº 7/78 da Câmara Técnica de Medicamentos - CTM, de 29/11/78, foi mantida a autorização do uso do ciclamato e da sacarina, e seus sais de sódio e cálcio, em produtos dietéticos nos limites máximos de 3,5 g e 150 mg, respectivamente, por porção máxima do produto a ser ingerido em 24 h.

Em 1981 (Comunicado Nº 8/81 da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos/Ministério da Saúde - DINAL/MS de 13/10/81) foi liberado o uso de aspartame como aditivo edulcorante, como emprego restrito para alimentos dietéticos, sendo que a rotulagem, tanto para o aditivo aspartame quanto para os alimentos adicionados de aspartame, deveria trazer as advertências: a) *não recomendado às gestantes - contém fenilalanina*, e b) *aos diabéticos e obesos - contém carboidratos e calorias*.

A DINAL/MS, através da Portaria nº 14, de 10/9/86, autorizou o emprego do esteviosídeo para ser usado como edulcorante natural em alimentos e bebidas.

Em 1988, os produtos para dietas especiais e os edulcorantes registrados na Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Medicamentos/Ministério da Saúde - DIMED/MS, passaram a ser registrados na DINAL/MS, dentro da classe dos Alimentos Dietéticos, pois não constituíam grupos terapêuticos (Portaria Nº

01 da SNVS/MS de 07/01/88).

Através da Portaria Nº 24 da SNVS/MS de 04/4/88, os alimentos registrados como "Produtos Dietéticos" passaram para a denominação genérica de "Alimentos Dietéticos". Quanto à rotulagem, os produtos contendo edulcorantes deveriam trazer a informação no rótulo: "Contém edulcorante natural....", "Contém edulcorante artificial..." e os que contêm aspartame, a advertência: "Fenilcetonúricos: contém fenilalanina". O valor energético, calculado em quilocalorias por porção servida, por unidade ou por 100 g, também deveria ser colocado no rótulo, assim como os dizeres: "Baixa Caloria" para os alimentos que não tivessem mais que 40 % do valor calórico dos alimentos convencionais. Os produtos que fossem adicionados de açúcares deveriam trazer no rótulo a indicação desta adição, sua quantidade e advertência para os diabéticos.

A Portaria Nº 25 da SNVS/MS, desta mesma data, normatizou o uso dos "Adoçantes Dietéticos" quanto à denominação e rotulagem. De acordo com a portaria, adoçantes dietéticos são *produtos à base de edulcorantes, com ou sem adição de açúcar, apresentando-se na forma sólida ou em solução.*

A Resolução Nº 04 do Conselho Nacional de Saúde - CNS, de 24/11/88 revisou a Tabela I anexa ao Decreto 55.871 e incluiu a classe dos Edulcorantes, fixando os limites máximos, conforme Tabela 5.

A Portaria Nº 32 da DINAL, de 17/10/89 autorizou a inclusão do Acesulfame K na Tabela I da Resolução Nº 04 do CNS (24/11/88), na classe dos edulcorantes para alimentos e bebidas dietéticos, a ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito desejado.

Em 1990, a Portaria Nº 08 da DINAL, de 20/2/90, aprovou as normas e os padrões de identidade e qualidade para bebidas dietéticas, estendendo-os também às misturas sólidas ou líquidas que, por diluição, forneçam bebidas dentro dos padrões

fixados para as mesmas. As "Bebidas Dietéticas" foram definidas como *bebidas não alcoólicas, hipocalóricas, destinadas a complementar dietas especiais.*

TABELA 5 - Limites máximos dos edulcorantes permitidos em alimentos e bebidas dietéticos

=====		
ARTIFICIAIS	ALIMENTOS DIETÉTICOS	BEBIDAS DIETÉTICAS
	mg/100 g	mg/100 mL

Aspartame	75	75
Ciclamato	130	130
Sacarina	30	30
=====		
NATURAIS		

Esteviosídeo	60	60
Sorbitol	sem limite	sem limite
Manitol	sem limite	sem limite
=====		

2.3.3. Alimentos dietéticos - Informações gerais e conceitos

A moda "Diet" e a intensa divulgação de produtos dietéticos têm induzido a população a algumas generalizações de conceitos e de informações veiculadas pelos meios de comunicação, propiciando o uso indiscriminado de edulcorantes, principalmente pelos diabéticos e obesos. Uma maneira de informar corretamente a população é através da rotulagem, de acordo com a legislação vigente, e através do esclarecimento das informações que suscitam dúvidas e confusões. É bastante disseminado, por exemplo, o conhecimento errôneo de que alimento "Diet" seja sinônimo de "Light" e que seja específico para diabéticos e para dietas de emagrecimento.

Para a legislação brasileira, "Alimentos Dietéticos" são os alimentos e bebidas especialmente elaborados e formulados, quer pela escolha adequada de seus ingredientes, quer pela substituição, adição ou supressão parcial ou total de um ou mais de seus componentes, de forma que sua composição atenda às necessidades dietéticas específicas de pessoas com exigências metabólicas, fisiológicas ou físicas particulares. (Portaria nº 23 - SNVS 04/04/88).

O Código Alimentar Argentino, no capítulo referente a "Alimentos Dietéticos", cuja definição é similar à da legislação brasileira, recomenda que todo alimento dietético deverá conter no rótulo as indicações do seu uso, considerando a exigência de cada caso em particular. Ainda conforme o Código Argentino, o "Alimento Dietético de Baixo Valor Energético" não deverá apresentar mais de 15 calorias por porção e o total, a ser ingerido em um dia não deverá ser superior a 30 calorias; o "Alimento Dietético com Baixo Teor Glicídico" deverá apresentar a redução no teor de glicídeos de 70%, quando se tratar de produtos de panificação e em outros alimentos, uma redução superior a 50 % em relação ao seu convencional (CÓDIGO ALIMENTARIO).

No entanto, os conceitos de "Diet" e "Light" ainda não estão perfeitamente estabelecidos. Para OLIVEIRA (citado por ALMEIDA, 1991), o alimento "Diet" deve ter uma redução calórica de, no mínimo, 40 % em relação ao seu similar convencional e o açúcar deve ser totalmente substituído por edulcorantes, enquanto o alimento "Light" se refere a qualquer redução de um dos itens principais de sua composição, em qualquer quantidade. Um produto pode ser ao mesmo tempo "Diet" e de "Baixa Caloria"; para isto, além do registro básico como dietético, deve respeitar os seguintes limites legais: os alimentos e bebidas devem conter até 20 kcal/100 ml do produto a ser consumido, e os alimentos sólidos ou pastosos e alimentos líquidos de base láctea, até 50 kcal/100 g do produto a ser consumido.

Conforme recomendações da ABIA e ABIAD (1992), é considerado "Diet", o alimento ou bebida hipocalórica cujo açúcar

tenha sido substituído por edulcorantes artificiais ou por frutose. São considerados "Light" os alimentos hipocalóricos cuja redução calórica seja por diminuição do conteúdo de carboidratos, proteínas ou gorduras, podendo ser adoçado ou não com sacarose. Tanto no caso de "Light" como no "Diet", a redução calórica deve ser, no mínimo, de 34 % do valor calórico total quando comparado ao alimento similar convencional. Portanto, ambos devem ter, no máximo, 66 % da quantidade de calorias, do alimento convencional não dietético.

A maioria dos países europeus não possui uma regulamentação específica para o que é "Light". Conforme a Associação Internacional de Edulcorantes (ISA, 1992), a Comunidade Européia e outros países estão mais interessados em diferenciar "Calorias Reduzidas" de "Baixa Calorias", do que tentar regulamentar um termo que é resultado de modismo momentâneo. A legislação Suíça considera que o termo "Light" deve ser aplicado somente para os alimentos com "Calorias Reduzidas" (redução calórica de no mínimo um terço). Também na Bélgica, que já possui regulamentação específica para edulcorantes, o alimento "Light" deve conter, no mínimo, 30 % menos calorias que o similar convencional.

Nos Estados Unidos, a FDA recomenda que o termo "Light/Lite" seja utilizado para aqueles alimentos que apresentam redução calórica de um terço. Naqueles com mais de 50 % de suas calorias provenientes de gorduras, o termo acima poderá ser usado somente quando a gordura for reduzida em, no mínimo, 50 % (ISA, 1992).

O CODEX ALIMENTARIUS (1989a) define "Alimento de Baixo Conteúdo Energético" como sendo o alimento manufaturado que fornece no máximo 40 kcal por porção. Os alimentos sólidos não devem apresentar mais de 40 kcal por 100g e os alimentos líquidos não mais de 20 kcal por 100 ml do produto acabado. O "Alimento de Conteúdo Energético Reduzido" fornece não mais que 75 % do valor calórico, em relação ao seu similar convencional.

A legislação federal americana (UNITED STATES OF AMERICA, 1985) denomina "Alimentos de Baixa Caloria" *os alimentos que não apresentam mais que 40 kcal por porção servida*. Os alimentos são considerados de "Caloria Reduzida" quando há uma redução calórica de, no mínimo, 1/3 em relação ao seu similar convencional, podendo ser rotulado como "Diet", "Dietético", "Artificially Sweetened" ou "Sweetened with non Nutritive Sweeteners". O uso de termos como "Sugar free", "Sugarless" e "No Sugar", indica que os alimentos não contêm açúcares ou adoçantes calóricos. Os alimentos para diabéticos devem conter a inscrição: "Diabetics: this product may be useful in your diet on the advice of a physician".

A legislação brasileira denomina "Edulcorantes", *aditivos para alimentos, definidos como substâncias orgânicas artificiais não glicídicas, capazes de conferir sabor doce aos alimentos* (Decreto 55.871, de 26/03/65).

ANGELUCCI (1990), propôs a definição de "Edulcorantes" *como substâncias com sabor extremamente doce, não necessariamente açúcares ou polióis, embora possam contê-los como parte integral de suas moléculas, não necessariamente energéticas, com poder edulcorante muito superior ao da sacarose; e, "Adoçantes" como compostos de sabor doce, como os açúcares, os derivados de açúcares, e os polióis, quase sempre energéticos, tendo a sacarose como membro principal, cujo poder adoçante é unitário.*

2.3.4. Principais edulcorantes sintéticos utilizados no Brasil

Os edulcorantes mais empregados no Brasil em adoçantes de mesa, alimentos e bebidas dietéticas são: aspartame, ciclamato e sacarina.

2.3.4.1. Aspartame

A síntese de um produto para a terapia da úlcera levou à descoberta acidental do aspartame em dezembro de 1965, por James M. Schlatter, da G.D. Searle & Co. O aspartame, (Figura 1) ou N-L-aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster é o éster metílico do dipeptídeo aspartilfenilalanina, que se apresenta como um pó cristalino branco, sem odor, com sabor doce puro, aproximadamente 180 vezes mais doce que a sacarose (OSER, 1988).

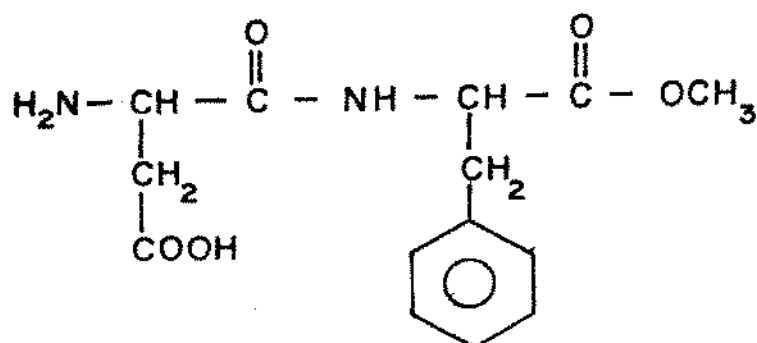


Figura 1 - Aspartame

Além de ser um agente adoçante, o aspartame intensifica e prolonga o "flavour" de alguns alimentos e bebidas, particularmente "flavours" de frutas ácidas. Em certos produtos, o aspartame pode ser usado para reduzir o volume conferido pelo açúcar, o que torna possível o aumento da quantidade de outros nutrientes mais nutritivos. O volume reduzido do açúcar contribui também para a diminuição do custo da embalagem e do transporte (HOMLER, 1984).

Muitas investigações indicam que o aminoácido L-aspartico é essencial para manter o poder edulcorante. Dentro da estrutura do aspartame, a união éster é a mais sensível (RODRIGUEZ-PALACIOS *et al.*, 1986).

Em certas condições de umidade, temperatura e pH, a ligação éster é hidrolisada, formando o dipeptídeo aspartilfenilalanina e metanol. Alternativamente, o metanol pode ser eliminado pela ciclização do aspartame, formando dicetopiperazina. Esta, por sua vez, pode ser hidrolisada para formar aspartilfenilalanina, que pode ser hidrolisada em ácido aspártico e fenilalanina. Quando estes compostos são formados em alimentos, há uma diminuição da doçura nos mesmos. Em produtos secos, a estabilidade do aspartame é similar à do composto puro. Em solução, a estabilidade do aspartame é função do tempo, pH e atividade de água. O aspartame é mais estável entre pH 3 e 5, sendo que a 25°C a estabilidade máxima ocorre aproximadamente a pH 4,3 (HOMLER, 1984).

Segundo HORWITZ & BAUER-NEHRLING (1983), a decomposição é maior nas soluções alcalinas, em pH ao redor de 4 há uma perda de 20 % da doçura em 4 meses e, em pH 7, perdem-se 50% em algumas horas.

Embora o aspartame seja similar ao açúcar na sua doçura, não apresenta algumas propriedades físicas que são frequentemente associadas com os adoçantes tipo carboidratados, a saber: textura, corpo (volume), cristalização, solubilidade, umectância, ação conservadora e caramelização (HOMLER, 1984).

O aspartame pode ter efeito sinérgico com outros edulcorantes, inclusive com outros adoçantes convencionais, como a sacarose, frutose ou glicose (RODRIGUEZ-PALACIOS *et al.*, 1986).

2.3.4.2. Ciclamato

A descoberta do ciclamato em 1937 por L. F. Audrieth, na Universidade de Illinois, foi atribuída à contaminação acidental de cigarro com um derivado da ciclohexilamina (OSER, 1988). Caracterizado por um "flavour" ácido adocicado, o ácido N-ciclohexilsulfâmico ou ácido ciclâmico, conhecido como ciclamato (Figura 2), é um pó cristalino branco, solúvel em água e álcool. Os ciclohexilsulfamatos são rapidamente clivados pelo agente redutor ácido nitroso. Podem ser aquecidos acima de 500°C sem decomposição (BECK, 1957).

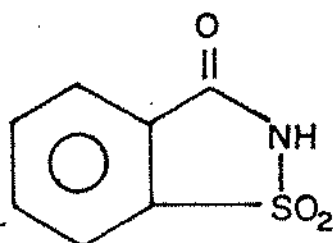


Figura 2 - Ciclamato

O ciclamato atingiu rapidamente a popularidade durante a década de 50 e se tornou um edulcorante artificial dominante, apesar do seu alto custo comparado com o da sacarina. Embora seja somente 30 vezes mais doce que o açúcar, apresenta uma particular vantagem de ser mais doce quando misturado com a sacarina, geralmente na combinação de 10 partes de ciclamato para uma de sacarina, além de reduzir o sabor amargo residual da mesma (HIGGINBOTHAM, 1983).

Proibido nos Estados Unidos a partir de 1970, o ciclamato está em vias de ser reaprovaado pelo FDA, após intensos estudos toxicológicos que demonstraram sua inocuidade para o consumo.

O Brasil é o maior produtor mundial de ciclamato, suprimdo o mercado internacional com cerca de 40 % da demanda (CAETANO, 1990).

2.3.4.3. Sacarina

A sacarina, ou 2,3-dihidro-3-oxobenzilsulfonazol (Figura 3), é o mais antigo dos edulcorantes artificiais. Foi descoberta acidentalmente em 1879 por Constantin Fahlberg, enquanto trabalhava no laboratório de Ira Remsen na Universidade Johns Hopkins (Remsen & Fahlberg in ARNOLD & BOYES, 1989). O seu uso difundiu-se rapidamente devido a inúmeras qualidades que incluem alto poder adoçante (400 a 500 vezes mais doce que a sacarose), boa estabilidade, ser acalórica e barata. Como inconveniente, a sacarina apresenta um sabor residual levemente desagradável, amargo, metálico ou adstringente, que tende a se intensificar com o aumento da concentração (FRANTA *et al.*, 1986; CANDEBAT & ROCHE, 1989).

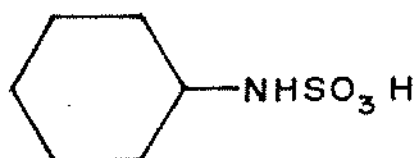


Figura 3 - Sacarina

Devido à importância da sacarina, muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de minimizar o seu sabor residual. Alguns ingredientes são citados como efetivos, tais como creme tártaro, gluconato de sódio, glicina, ácido adípico, cloreto de sódio, pectina, maltol, ciclamato e aspartame (BAKAL, 1987).

Muito da notoriedade da sacarina é atribuída ao seu uso como edulcorante não calórico. Também tem sido usada como anti-séptico e conservador para retardar a fermentação em alimentos, para estimar o tempo de circulação entre as veias anti-cubitais e capilares da língua e como polidor de chapas de níquel em para-choques. (ARNOLD *et al.*, 1983).

2.3.5. Segurança no uso dos edulcorantes

A Associação Dietética Americana (1987) recomenda que haja moderação na ingestão de edulcorantes nutritivos e não nutritivos, e que o consumidor minimize o risco potencial pelo uso de uma variedade de adoçantes disponíveis, ingerindo desta forma uma menor quantidade de cada edulcorante. A Associação recomenda, ainda, que as pesquisas referentes aos possíveis riscos do uso, a longo prazo, de adoçantes individuais ou em combinação sejam estimuladas (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 1987).

Durante as últimas reuniões do CCFA, tem sido também salientada a importância da avaliação da ingestão dos edulcorantes, não só através dos alimentos, mas também de adoçantes e medicamentos (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - 1990). Alguns países desenvolvidos, como Inglaterra, Alemanha e Finlândia, onde o consumo de adoçantes é elevado, já apresentam dados relativos à ingestão diária dos edulcorantes sacarina, ciclamato e aspartame (INTERNATIONAL SWEETENERS ASSOCIATION, 1990b). Na Inglaterra, por exemplo, a última pesquisa sobre consumo de edulcorantes evidenciou uma preferência maior por produtos contendo sacarina.

No Brasil, os edulcorantes mais utilizados em alimentos ou seja, sacarina, ciclamato e o aspartame, apresentam IDA já estabelecida pelo JECFA, conforme Tabela 6 (TOLEDO, 1990).

2.3.5.1. Aspartame

A segurança do aspartame tem sido questionada em relação aos seus metabólitos aspartato, fenilalanina e metanol. Altos níveis sanguíneos de cada um destes componentes estão associados com algum tipo de toxicidade. A administração de altas doses de aspartato em ratos resulta em uma elevada concentração plasmática e necrose neuronal hipotalâmica. A elevada concentração de fenilalanina no sangue em crianças com

fenilcetonúria está associada com retardo mental. A ingestão de grandes quantidades de metanol resulta em elevada concentração de ácido fórmico no sangue, o que provoca a elevação da acidose metabólica e cegueira (FILER *et al.*, 1984).

TABELA 6 - Valores de IDA de edulcorantes

Edulcorante	IDA	Última Avaliação
	(mg/kg p.c.)	(JECFA)
Sacarina	0 - 2,5 (T)*	1984
Ciclamato	0 - 11	1982
Aspartame	0 - 40	1981
Acesulfame K	0 - 15	1990
Sorbitol	não especificada	1982
Manitol	não especificada	1986
Esteviosídeo	não avaliado	

* IDA temporária

Além dos conhecimentos de farmacologia e toxicologia do aspartame, informações relacionadas com a exposição são também necessárias a fim de verificar se a provável ingestão do aspartame representa algum risco para o homem.

Com relação aos dados de exposição ao aspartame, o FDA e a Corporação Americana de Pesquisa de Mercado (MRCA) apresentaram alguns níveis projetados de ingestão. Se o aspartame substituir totalmente a ingestão média diária estimada da sacarose, a ingestão deve variar entre 3 e 11 mg/kg p.c. Para uma pessoa de 58 kg, 11 mg/kg equivalem a 3 latas de "diet" soda por dia. A ingestão mais alta do aspartame varia entre 22 e 34 mg/kg p.c., o que equivale a 12-19 mg/kg p.c. para fenilalanina ($\pm 50\%$), 9,8-15,2 mg/kg p.c. para aspartato ($\pm 40\%$) e 2,4-3,7 mg/kg p.c. para metanol ($\pm 10\%$). Conforme o MRCA, a dose de 34 mg/kg p.c. representa 99th percentil da ingestão

projetada para um dia inteiro quando o aspartame substitui a sacarose. Os estudos indicam que o aspartame, neste nível, não representa risco para o homem. Com base neste nível de consumo, o FDA estabeleceu uma IDA de 50 mg/kg p.c. (STEGINK, 1984; NEWSOME, 1986).

Em 1980, o JECFA revisou os dados toxicológicos relativos ao aspartame e seu produto de decomposição dicetopiperazina e recomendou uma IDA de 40 mg/kg p.c., baseado em um nível sem efeito observado de 4000 mg/kg p.c. (SNODIN & DANIEL, 1983).

STEGINK (1984) comparou medidas de ingestão do aspartame sob condições anormais de uso, utilizando a dose de 100 mg/kg p.c., equivalente a 10 litros de refrigerante adoçado com aspartame. Esta dose é aproximadamente 3 vezes a ingestão diária total do aspartame estimada para 99th percentil e é 10-12 vezes a ingestão diária média quando o aspartame substitui a sacarose. Apesar da grande quantidade de aspartame, nenhuma mudança significativa foi observada nos níveis de aspartato.

Preocupações com relação a efeitos neurotóxicos por ingestão de ácido aspártico, sozinho ou combinado com a ingestão de glutamato, têm sido manifestadas. Pesquisas realizadas nesta área tem demonstrado que, mesmo para ingestões acima da IDA, as concentrações de aspartame e glutamato no plasma, tanto para adultos como para crianças, permanecem bem abaixo do limite tóxico determinado em camundongos. Resultados negativos, em estudos de neurotoxicidade com macacos recém-nascidos, forneceram evidência adicional de que o consumo de aspartame não representa um risco de indução de necrose neuronal no cérebro, por efeito do aspartato (REYNOLDS *et al.*, 1984).

Quanto à fenilalanina, considerou-se que o consumo de aspartame elevaria o nível deste aminoácido no sangue, provocando retardamento mental em crianças ou em fetos, efeito este característico de fenilcetonúria, que é uma doença hereditária rara, associada a uma quantidade inadequada de enzima

necessária para o metabolismo da fenilalanina. Crianças que nascem com esta doença são identificadas logo após o nascimento, devendo seguir uma dieta com restrição de fenilalanina, até a idade adulta (TOLEDO, 1990).

Questionamentos relacionados com a segurança do aspartame tem sido explorados pela mídia sob vários aspectos, principalmente aqueles ligados a reclamações dos consumidores. Alguns sintomas, tais como náuseas, vertigens, alteração do humor, dor de cabeça, perda de memória, ataque epilético, problemas gastro-intestinais e reações alérgicas são frequentemente mencionados. Evidências deste tipo são consideradas como polêmicas, já que os incidentes provêm de reações individuais que variam e que não foram pesquisados em estudos controlados (NEWSOME, 1986; OSER, 1988).

Alguns grupos especiais da população que poderiam ter maior sensibilidade à ingestão do aspartame (com base em estado fisiológico alterado ou defeito genético) foram estudados. Os dados indicaram que crianças metabolizam bem o aspartame sob condições normais e abusivas de uso, que há um aumento insignificante nos níveis de aspartato no leite das lactentes e que nos casos de gestantes, o aspartato, assim como glutamato, diferentemente de outros aminoácidos, não se concentra em direção à circulação fetal (BAKER, 1984; FILER *et al.*, 1984; PITKIN, 1984).

Os Estados Unidos e o Canadá sugeriram que seja realizada uma vigilância "pós-marketing" a fim de monitorar a comercialização de produtos contendo aspartame e identificar se existe algum grupo particular de consumidor (HIGGINBOTHAM, 1983).

2.3.5.2. Ciclamato

A segurança do ciclamato começou a ser questionada após a observação, em 1966, por KOJIMA & ICHIBAGASE, de que alguns indivíduos e certos animais eram capazes de metabolizar ciclamato à ciclohexilamina e de que a ingestão crônica de misturas de ciclamato, sacarina e ciclohexilamina aumentava a incidência de tumores na bexiga de ratos. Esta última constatação foi a responsável pela proibição do uso de ciclamato como aditivo, nos EUA e em outros países (BOPP *et al.*, 1986).

A base para o banimento foi o estudo de PRICE *et al.* (1970), em que ratos foram alimentados com uma mistura de ciclamato e sacarina (10:1) em altas doses (acima de 5 % da dieta ou 2,5 g/kg/dia) durante a vida toda. Neste estudo, verificou-se que o ciclamato poderia ser metabolizado para ciclohexilamina, e este composto foi então adicionado à dieta de alguns ratos. Depois de dois anos, observou-se um aumento na incidência de tumores de bexiga em ratos machos alimentados com níveis dietários altos. Segundo RENWICK (1983), com base neste experimento, foi impossível concluir qual era o agente responsável.

Evidências epidemiológicas indicam que a mistura ciclamato-sacarina não resulta em um nítido aumento no risco de câncer de bexiga na maioria das categorias de usuários. Os dados são entretanto insuficientes para excluir um elevado risco associado com o uso a longo prazo, pois o ciclamato foi usado somente durante o período de 1960 até a sua proibição nos Estados Unidos em 1969. Além disso, considerou-se que a sacarina e ciclamato são frequentemente usados juntos, sendo impossível diferenciar os efeitos do ciclamato e os da sacarina em estudos epidemiológicos já realizados (NAS/NRC, 1985).

O Comitê para avaliação da carcinogenicidade do ciclamato (NAS/NRS, 1985) recomenda uma monitoração epidemiológica contínua nos países onde o ciclamato tem sido usado, a fim de determinar se o risco de câncer humano está

aumentando em grandes consumidores ou em usuários com um longo período de consumo desde a primeira exposição. Em tal monitoração, considerações devem ser dadas para outros sítios de câncer, além da bexiga.

Nos últimos anos, a pedido da FDA, as informações disponíveis sobre o ciclamato foram reavaliadas pela Academia Nacional de Ciência e pelo Conselho Nacional de Pesquisa (NAS/NRC), concluindo-se, à luz de evidências experimentais e epidemiológicas, que o ciclamato não era carcinogênico. Entretanto, considerou-se que existem algumas evidências com relação a uma atividade do ciclamato como promotor de câncer ou co-carcinógeno e que o uso da mistura ciclamato-sacarina pode estar associada a um pequeno aumento no risco de câncer de bexiga (COLLINGS, 1988).

Tanto o ciclamato quanto o seu metabólito ciclohexilamina têm sido testados em inúmeros animais quanto a possíveis efeitos tóxicos, incluindo mutagenicidade e genotoxicidade, não tendo sido demonstrada qualquer toxicidade significativa destes compostos, com exceção do fenômeno de atrofia testicular, associado à ciclohexilamina. Existem, no entanto, sérias dúvidas quanto a relevância deste efeito tóxico para a saúde humana, considerando-se as altas doses necessárias para a sua manifestação e a baixa capacidade do homem de converter ciclamato à ciclohexilamina (BOPP *et al.*, 1986; RENWICK, 1990).

2.3.5.3. Sacarina

A sacarina, por ser um dos aditivos mais testados, é também o edulcorante artificial mais polêmico, como foi eleito pelos órgãos oficiais, a mídia e organizações privadas e públicas, que contribuíram para essa controvertida história (ARNOLD & BOYES, 1989).

Inúmeros trabalhos citam a sacarina como um

carcinógeno na bexiga urinária de ratos machos de segunda geração. A evidência para isto está na grande incidência de tumores na bexiga de ratos quando submetidos a níveis dietários maiores que 5 %, equivalentes ao consumo aproximado de 1250 latas de refrigerantes dietéticos (HIGGINBOTHAM, 1983; RENWICK, 1983; OSER, 1985; SCHOENIG *et al.*, 1985; OSER, 1988). Entretanto, a sacarina não apresenta as características de um carcinógeno clássico, pois é um ácido orgânico altamente polar, não sofre metabolismo detectável no rato ou no homem, não é eletrofílica, não se liga covalentemente ao DNA, não é mutagênica e, portanto, não é um carcinógeno genotóxico clássico, o que a levaria a ser classificada como um carcinógeno epigenético (GOLBERG, 1983; RENWICK, 1983; WALTER & MITCHELL, 1986; HEATON & RENWICK, 1991).

Estudos epidemiológicos têm sido incapazes de relacionar o uso da sacarina por um indivíduo em particular, com a ocorrência ou não de câncer de bexiga. RENWICK (1983) cita algumas causas que poderiam levar à aparente discrepância entre os dados de carcinogenicidade animal positiva e evidências epidemiológicas humanas negativas, a saber: inadequada sensibilidade nos estudos epidemiológicos, insuficiente período de latência e uso de altas doses em estudos nos animais.

Quanto ao efeito promotor da sacarina de sódio sobre o desenvolvimento de câncer em bexiga de ratos (induzido por carcinógenos conhecidos), os dados existentes parecem sugerir uma relação entre altos níveis dietários deste edulcorante e grandes alterações na composição da urina (MUNRO, 1988).

De acordo com ELLWEIN & COHEN (1990), mudanças em diversos parâmetros urinários, como pH, sódio, proteína, silicatos, volume e outros, parecem influir na reação do urotélio à administração de sacarina sódica, levando à conclusão de que existe um efeito limiar em ratos machos e que o efeito no urotélio humano é improvável, mesmo para altos níveis de consumo. A formação de precipitados e/ou cristais poderia ocorrer na urina sob circunstâncias específicas, atuando como microabrasivo, um material citotóxico. ELLWEIN & COHEN ainda

considera que algumas diferenças entre a urina humana e a do rato necessitam ser avaliadas; o pH urinário próximo ao neutro e níveis extremamente altos de proteína na urina de ratos machos, componentes necessários para gerar um efeito sobre o urotélio pela administração oral da sacarina, contrasta com o pH ácido e níveis protéicos muito baixos na urina humana. Outras diferenças que poderiam afetar a resposta à proliferação urotelial pela administração da sacarina em altas doses na dieta, devem ser consideradas antes de qualquer extrapolação dos dados obtidos em animais para o homem .

2.3.6. Métodos de análise

2.3.6.1. Aspartame

Diversos métodos são citados na literatura para a determinação de aspartame, tais como a colorimetria, fluorescência, cromatografia em camada delgada, cromatografia gasosa e, ultimamente, cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

Alguns métodos colorimétricos e fluorimétricos sensíveis e precisos são empregados para aminoácidos e, consequentemente, para o aspartame. Entretanto, em muitos casos, estes métodos não são aplicáveis para análise em produtos alimentícios, já que o alimento pode conter quantidades variáveis de aminoácidos e peptídeos, que poderiam interferir na quantificação do aspartame e também representar um branco inadequado para estes métodos. Embora o aspartame possa ser separado por cromatografia em camada delgada, este procedimento é limitado, pois é somente semi-quantitativo. A determinação do aspartame por cromatografia gasosa também não é adequada, já que não são encontrados derivados voláteis estáveis (FOX *et al.*, 1976). O analisador de aminoácidos foi considerado adequado, mas seu longo tempo de análise e sua complexidade não o tornam apropriado como um método de análise de rotina.

O recente desenvolvimento da cromatografia líquida de alta eficiência, como uma ferramenta analítica para as análises de aminoácidos e peptídeos, através do uso de colunas de troca iônica, tornou-se interessante devido à rapidez das análises (Pellionex Strong Cation Exchanger, citado em FOX *et al.*, 1976). Consequentemente, a maioria dos trabalhos publicados envolvidos na análise de aspartame em alimentos utiliza a cromatografia líquida de alta eficiência (VERZELLA & MANGIA, 1985; LAWRENCE & IYENGAR, 1987; LAWRENCE & CHARBONNEAU, 1988).

Alguns autores têm proposto métodos alternativos, como os espectrofotométricos (LAU *et al.*, 1988), titulométricos (PRASAD *et al.*, 1988), eletrométricos (FATIABELLO-FILHO *et al.*, 1988; SMITH *et al.*, 1989) e outros, a fim de diminuir o custo da análise. No entanto, apesar do custo elevado, algumas vantagens da cromatografia líquida de alta eficiência devem ser consideradas, tais como: simplicidade, rapidez, conveniência, sensibilidade e precisão, fatores interessantes para análise de rotina.

Devido à limitada solubilidade do aspartame em solução aquosa, FURDA *et al.* (1975) compararam sua estabilidade com a de seu sal, cloridrato de aspartame, através da cromatografia gás - líquido, e observaram que apesar da maior solubilidade do cloridrato de aspartame, este apresentou maior grau de decomposição, provavelmente devido ao baixo pH da solução.

FOX *et al.* (1976) desenvolveram um método por cromatografia líquida, empregando como fase móvel ácido cítrico 0,1M e perclorato de sódio 0,5M, coluna de troca iônica, detector UV a 254 nm e fluxo de 0,5 mL/min. Os autores obtiveram respostas lineares para concentrações entre 2,0 e 0,05 mg/mL e volume de 25 μ L. O método foi sensível para 0,05 mg/mL. Em todas amostras, os brancos não apresentaram nenhum pico interferente. A recuperação, em todos os casos, foi maior que 92 %, com coeficiente de variação menor ou igual a 2,5 %. De acordo com os autores, a técnica descrita é altamente confiável, pois é simples, precisa e rápida.

Um procedimento por CLAE foi descrito por WEBB & BECKMAN (1984) para a determinação de aspartame em bebidas e pós para bebida. Foi utilizada coluna C₁₈, fase móvel de ácido acético, água e álcool iso-propílico, em pH 3,0 e detecção UV a 254 nm. O tempo de eluição foi de aproximadamente 7 minutos. O aspartame foi confirmado pela absorção característica em UV, na região de 275 - 240 nm, apresentando absorções máxima a 265, 257 e 252 nm.

DANIELS *et al.* (1984) descreveram a determinação do aspartame em pós para bebidas e tabletes de adoçantes, através da cromatografia líquida, com posterior confirmação por cromatografia em camada delgada. Foi utilizada água, metanol e hidróxido de amônio como fase móvel e coluna C₁₈, sendo que nos estudos de recuperação os resultados variaram entre 94 e 111 %.

Em 1985, VERZELLA & MANGIA propuseram um método por CLAE para a determinação do aspartame e seus produtos de degradação: L- α -aspartil-L-fenilalanina, aspartame, dicetopiperazina, N-formil- α -aspartame, β -aspartame e N-formil- β -aspartame. A fase móvel utilizada foi uma mistura de tampão fosfato (770 partes) em acetonitrila (230 partes). A coluna empacotada com 5 μ m Hypersil MOS foi mantida a 25°C e o fluxo da fase móvel foi de 2 mL/min. O detector utilizado foi UV com "diode array" operando a 215 nm e a resolução da mistura dos seis componentes foi conseguida em menos que 2,5 minutos. Segundo os autores, a quantidade de acetonitrila é o parâmetro crítico na separação das substâncias: pequenas mudanças na sua concentração, menores ou maiores que 23 %, tornam a separação impossível.

Um método analítico simples e rápido foi proposto para a determinação de aspartame e seus produtos de degradação em bebidas carbonatadas. Amostras estocadas a 22 $\pm$ 1°C por vários períodos, foram analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência com coluna de fase reversa e detecção UV a 214 nm, em condições isocráticas. Quatro produtos de degradação foram identificados e suas proporções relativas determinadas. Nenhum

produto de condensação, tal como benzaldeído-aspartame, foi observado. Os dados mostraram que o aspartame é relativamente instável em bebidas carbonatadas por períodos longos de estocagem, e que os produtos de degradação da hidrólise e ciclização contribuíram para a diminuição da quantidade do aspartame (TSANG *et al.*, 1985).

Em 1987, a NUTRASWEET publicou métodos analíticos, utilizando CLAE, para a determinação do aspartame e seus produtos de degradação em diversos produtos alimentícios. Em bebidas carbonatadas, a fase móvel recomendada foi acetonitrila 15 %, tampão fosfato 85 %, ácido heptanosulfônico 0,02 M e seu sal sódico, ajustada a pH 2,2 com ácido fosfórico. O fluxo proposto foi de 1,5 mL/min, volume de injeção de 25 µL e a detecção no UV a 210 nm.

Alguns autores publicaram métodos alternativos mais simples e mais baratos para quem não dispõe do cromatógrafo líquido. Um método espectrofotométrico simples foi descrito por LAU *et al.* (1988) para a determinação de aspartame em adoçantes de mesa em refrigerantes carbonatados, baseado na reação do aspartame com a ninidrina, formando um produto azul-púrpura de Ruhemann. A seletividade do método foi melhorada pela extração do aspartame com carbonato de propileno. O comprimento de onda de 585 nm foi escolhido por apresentar mínimas interferências de corantes, apesar da baixa absorvidade molar neste comprimento de onda. O teor de aspartame nas amostras foi confirmado por CLAE, demonstrando existir uma concordância muito próxima entre os resultados obtidos. Alguns autores citam que o método proposto é mais sensível que os diversos métodos espectrofotométricos que utilizam reagentes de cor, e que a precisão do método é boa quando a vida de prateleira do refrigerante está em torno de oito meses.

PRASAD *et al.* (1988) desenvolveram técnicas que utilizam indicadores internos para análises titulométricas não aquosas do aspartame, usando como soluções titulantes ácido aceto-perclórico, metóxido de sódio ou N-bromo-succinamida. Os

autores também sugeriram determinações espectrofotométricas de aspartame, através da quantificação indireta, empregando o NBS-metol-sulfanilamida, e direta, usando ácido cloranílico, ou através do p-cloranil. Segundo os mesmos autores, os métodos citados são simples, sensíveis (especialmente o NBS-metol-sulfanilamida), reprodutivos e adequados para a determinação rotineira em produtos alimentícios. Os métodos por titulometria e por espectrofotometria no visível são adequados para a micro e semi-micro determinação de aspartame, respectivamente.

A determinação do aspartame em diversos produtos dietéticos através do uso de eletrodo enzimático tem sido citada como um método simples, rápido e barato. Em 1988, FATIABELLO-FILHO *et al.* (1988) realizaram uma co-imobilização química da carboxipeptidase-A e L-aspartase sobre um eletrodo sensível ao gás amônia. A enzima carboxipeptidase-A cliva especificamente o aspartame para α -cetoglutarato e ácido aspártico. O ácido aspártico formado é então desaminado pela L-aspartase com liberação do fumarato e íon amônio. O íon amônio gerado é medido pelo eletrôdo de amônia, que avalia a concentração do aspartame na solução. Segundo o autor, o método proposto é confiável, simples e relativamente rápido, com um mínimo efeito de matriz (exceto no caso da Diet Coke) e não requer tratamentos preliminares extensivos da amostra.

Em 1989, SMITH *et al.* desenvolveram um novo método para a determinação de aspartame, através do uso de eletrodo enzimático. A α -quimiotripsina é usada para clivar o grupo éster metílico do aspartame, produzindo metanol hidroliticamente, o qual é detectado através do eletrodo álcool oxidase. A diminuição da concentração do oxigênio, que ocorre quando o metanol é enzimaticamente oxidado a formaldeído, é medida amperometricamente.

* Métodos Simultâneos

Com o crescimento da comercialização e o desenvolvimento de novos produtos dietéticos, a indústria tem procurado utilizar os edulcorantes de forma combinada, a fim de melhorar o sabor e a estabilidade desses compostos nos alimentos. Devido a isto, e ao fato de que diferentes países permitem o uso de somente certos edulcorantes, uma metodologia múltipla, que seja capaz de determinar uma variedade de edulcorantes artificiais nos produtos dietéticos torna-se necessária. Para tanto, uma das técnicas mais indicadas é a utilização da CLAE (LAWRENCE & CHARBONNEAU, 1988).

A determinação simultânea de mais de um componente por CLAE tem sido constantemente divulgada em trabalhos científicos, principalmente em alimentos que contêm mais de um aditivo, apresentando as vantagens da economia de tempo e de custo.

Um método rápido foi proposto para a determinação da sacarina sódica, cafeína, aspartame e benzoato de sódio em refrigerantes à base de cola. As amostras foram degaseificadas, diluídas em água e injetadas em uma coluna C₁₈. A fase móvel utilizada foi acetonitrila 15 % em tampão fosfato trietilamônio, ajustado a pH 4,3 com NaOH. Os compostos ativos foram determinados a 214 nm. As médias de recuperação para sacarina, cafeína, aspartame e benzoato de sódio foram 97,8, 100,7, 100 e 100,4% respectivamente. Segundo o autor, este método é indicado para determinação de níveis normais do componente e não para traços ou resíduos. Os limites reais de detecção dependerão das quantidades de interferentes na matriz da amostra e da precisão da instrumentação. Algumas bebidas podem conter corantes artificiais, cujos tempos de retenção deverão ser determinados individualmente, a fim de garantir que os corantes não co-eluem com outros componentes da amostra (TYLER, 1984).

Um método simples, sensível e rápido para a determinação simultânea de aspartame, sacarina, cafeína e ácido benzóico em refrigerantes foi proposto por ARGOUEDELIS (1984). O

sistema cromatográfico foi constituído de coluna Partisil 10 SCX, fase móvel de fosfato di-hidrogênio de amônio 0,1M, pH 4,5 e detecção a 214 nm. Os valores de recuperação encontrados para aspartame, sacarina, cafeína e ácido benzóico foram de 99,37; 109,56; 103,28 e 101,15 % respectivamente. Devido a uma pequena interferência encontrada para a determinação da sacarina e ácido benzóico, o autor utilizou o método de adição dos padrões para a quantificação dos mesmos.

Em 1987, VEERABHADRARAO *et al.* propuseram um método para a separação e determinação de edulcorantes não nutritivos, acesulfame K, aspartame, sacarina e dulcina; de conservadores, ácido benzóico e ácido p-hidroxibenzóico, e de cafeína e vanilina em bebidas prontas para servir, sorvetes, refrigerantes tipo "squash", sucos de tomate e pó para bebidas. Os aditivos foram separados em colunas μ -Bondapack C₁₈, usando como fase móvel metanol-ácido acético-água (20:5:75) e detecção por absorção no UV a 254 nm. A recuperação dos aditivos adicionados aos alimentos, e analisados pelo método direto e por extração, variou de 98 a 100,6 % e de 91,6 a 101,8%, respectivamente. O método proposto foi considerado simples, rápido e vantajoso, já que todos os aditivos foram detectados numa única etapa, o que é útil para uma análise de rotina.

LAWRENCE & CHARBONNEAU (1988) desenvolveram outro método de determinação simultânea para os edulcorantes artificiais aspartame, ciclamato, alitame, acesulfame K, sucralose e dulcina em bebidas carbonatadas em adoçantes de mesa. As amostras foram diluídas, filtradas e analisadas diretamente por cromatografia líquida, empregando coluna C₁₈ em fase reversa, com gradiente da fase móvel variando de acetonitrila a 3% em KH₂PO₄ 0,02M (pH 5) para acetonitrila a 20 % em KH₂PO₄ 0,02 M (pH 3,5). Os edulcorantes, exceto sucralose e ciclamato, foram detectados no UV a 200 ou 210 nm. A sucralose foi determinada a 200 nm ou por índice de refração. O ciclamato foi determinado simultaneamente, usando uma pós-coluna extratora, que foi conectado em série com o sistema de cromatografia líquida. Os adoçantes esteviosídeo e talina não

foram detectados, enquanto cafeína, ácido sórbico e ácido benzóico não causaram interferência.

2.3.6.2. Ciclamato

Para a determinação do ciclamato, vários métodos são citados por diferentes autores, cada um apresentando vantagens e desvantagens, como apresentado a seguir.

DETERMINAÇÃO GRAVIMÉTRICA

Embora seja um dos mais antigos métodos, geralmente seguro, a determinação gravimétrica consome muito tempo (RICHARDSON, 1967).

O método descrito na UNITED STATES PHARMACOPEIA XVI (1960), no NATIONAL FORMULARY XI (1960) e no AOAC (1990), envolve a acidificação de uma solução contendo ciclamato de sódio ou cálcio, com ácido clorídrico, na presença de cloreto de bário, seguida pela adição de nitrito de sódio, que atua na molécula do sulfamato liberando ácido sulfúrico, o qual precipita na forma de sulfato de bário.

WILSON (1955) cita um procedimento para a determinação de ciclamato de sódio em frutas enlatadas, similar ao da Farmacopéia dos Estados Unidos XVI (1960). O ciclamato é tratado com excesso de ácido nitroso, na presença de excesso de cloreto de bário, e o sulfato de bário precipitado é filtrado, seco e pesado.

GIORDANO & PENNATI, citado por RICHARDSON (1967) confirmaram que o ciclamato em vinhos pode ser identificado por cromatografia em papel, pelo procedimento descrito por MITCHELL (1955); porém, observaram que o método citado por WILSON (1955) não é recomendado, devido à interferência do dióxido de enxofre presente. Os autores sugeriram a remoção do dióxido de enxofre

pela fervura.

MÉTODOS TITULOMÉTRICOS

Em 1962, VERCILLO & MANZONE, citado por RICHARDSON (1967), trataram os sais do ácido ciclâmico com excesso de ácido nitroso e titularam o sulfato liberado com solução de bário padrão, usando a tetrahidroxiquinona como indicador, seguido da remoção do cálcio por troca iônica.

RICHARDSON (1967) cita em seu trabalho de revisão que talvez o melhor procedimento para ensaio do ciclamato seja o descrito no Formulário Nacional XII (NATIONAL FORMULARY XII, 1965). Os sais de cálcio e sódio são titulados em solução ácida com nitrito de sódio, utilizando-se um indicador externo de amido iodetado ou através de uma detecção eletrométrica do ponto final, como foi proposto por RICHARDSON & LUTON (1966b) e descrito nos Procedimentos Gerais da Farmacopéia Britânica (BRITISH PHARMACOPOEIA, 1973). Na opinião de RICHARDSON (1967), o melhor método para o ensaio de ciclamato é baseado na titulação com ácido nitroso, já que este é o único procedimento que determina diretamente os grupamentos ativos ($-NHSO_3^-$).

A Farmacopéia Britânica descreve uma variedade de procedimentos para ensaio do ciclamato. Para o ciclamato de cálcio, o cálcio é determinado por titulação com EDTA e o ciclamato, por determinação similar à descrita pela Farmacopéia dos Estados Unidos XVI. O ácido ciclâmico é determinado pela titulação com álcali padrão, e o sal sódico pela titulação não aquosa (ácido acético/ácido perclórico) do cátion (BRITISH PHARMACOPOEIA, 1973).

RAO *et al.* (1983) propuseram a utilização de indicadores internos como azul Oracet, azul Sudan GN, verde Sudan 4B (corantes amino antraquinona) e resazurina na determinação titulométrica não aquosa de conservadores como benzoato de sódio, propionato de sódio e salicilato de sódio, e de

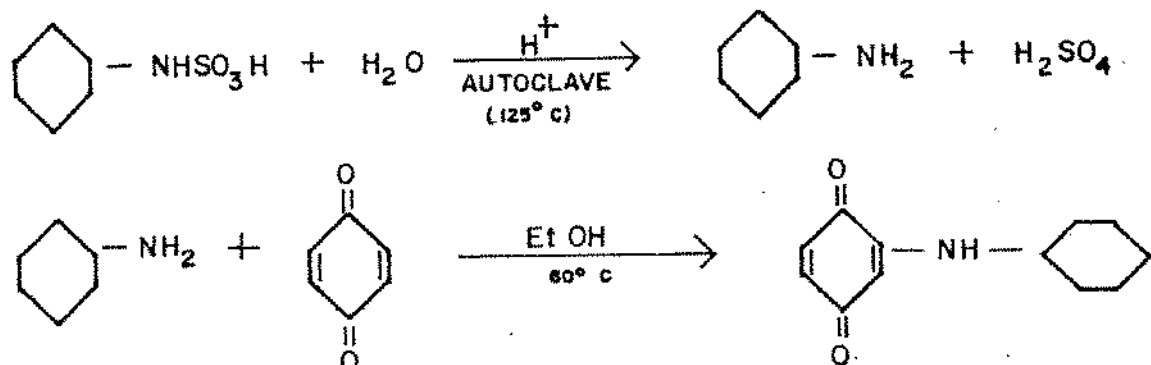
edulcorantes não calóricos como sacarina sódica e ciclamato de sódio, empregando ácido aceto perclórico como titulante. Segundo os autores, o método é simples, rápido e pode ser usado para ensaios de pureza em amostras comerciais, assim como para a determinação em alimentos.

COLORIMETRIA

Em 1961, GIANFERRARA citado por RICHARDSON (1967) extraiu ácido ciclâmico de bebidas acidificadas com éter de petróleo e evaporou o extrato até a secura. O extrato foi dissolvido em uma mistura de propilenoglicol - etanol (6:4), aquecido e uma gota de peróxido de hidrogênio foi adicionada, seguida por duas gotas de solução de cloranil benzeno 1 %. A cor violeta produzida foi medida espectrofotometricamente e a curva de calibração foi linear.

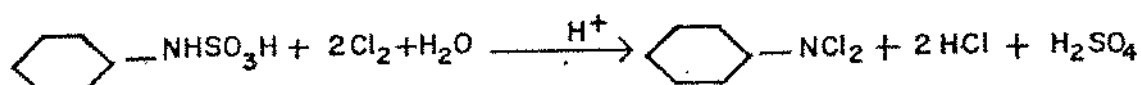
Segundo RICHARDSON (1967), os procedimentos colorimétricos são entediantes e geralmente não dão resultados precisos, especialmente para a determinação de ciclamatos em produtos alimentícios e farmacêuticos complexos.

JOHNSON & NUNN (1968) propuseram um método para a determinação de ciclamato de cálcio ou sódio em frutas enlatadas e em produtos de frutas. O método é baseado na hidrólise ácida do ciclamato em ciclohexilamina, a aproximadamente 125°C e 15 psi, em autoclave, por sete horas. A ciclohexilamina é extraída com clorofórmio e reage com p-quinona etanólica para produzir 2-ciclohexilamina-1,4-benzoquinona, que é determinada espectrofotometricamente a 493 mμ. A recuperação média do ciclamato de cálcio ou sódio foi de 98,7 %. Os resultados foram considerados bons e o método recomendado para ser adotado como oficial. O fundamento do método baseia-se na seguinte reação:



GÜVEN *et al.* (1984) propuseram a determinação espectrofotométrica da sacarina sódica e ciclamato de sódio pelo uso do corante rosa Astrazona FG, a 544 nm. A sensibilidade do método foi de 1,6-4,8 µg/mL e 0,4-2,0 µg/mL, respectivamente. A média da recuperação foi de 99,11 % ± 0,643 para ciclamato de sódio e de 100,60 % ± 0,823 para sacarina sódica.

Os pesquisadores HOO & HU (1972) verificaram que uma quantidade equivalente de N,N-diclorociclohexilamina é formada pela adição de excesso de água clorada, ou de hipoclorito de sódio, a uma solução aquosa ácida de ciclamato. O teor de ciclamato foi determinado através da capacidade de absorção do N,N-diclorociclohexilamina no UV a 314 nm. A conversão quantitativa do ciclamato para N,N-diclorociclohexilamina ocorre, conforme a seguinte equação:



Em 1987b, SJÖBERG & ALANKO realizaram um estudo colaborativo entre nove laboratórios, utilizando o método espectrofotométrico proposto por HOO & HU (1972) para alimentos comerciais contendo ciclamato. A média de recuperação do

ciclamato foi de 99,7 % em refrigerantes e de 103,8 % em geléias. A reprodutibilidade do coeficiente de variação foi de 6,7 % para refrigerantes e de 4,4% para geléias. O método proposto é melhor aplicado para análises de rotina em laboratório de controle, pois a reprodutibilidade e a repetibilidade são satisfatórias.

SJÖBERG, em 1988c, apresentou um estudo colaborativo espectrofotométrico complementar para a determinação do ciclamato em refrigerantes e em sobremesas, com a participação de quinze laboratórios oficiais de controle de qualidade. Os resultados indicaram que todos os laboratórios executaram o método de forma comparável, sem necessidade de qualquer modificação.

CROMATOGRAFIA EM PAPEL E EM CAMADA DELGADA (CCD)

Inúmeros são os métodos propostos baseados em cromatografia em papel ou em camada delgada. Basicamente, a diferença entre eles está na forma de extração dos edulcorantes, na fase móvel e na fase estacionária utilizadas, assim como os reveladores empregados para a visualização das manchas.

MITCHELL, em 1955, propôs um método de separação e identificação do ácido ciclâmico, sacarina e dulcina por cromatografia em papel. Os edulcorantes foram extraídos dos alimentos com acetato de etila, após acidificação com ácido sulfúrico. A fase móvel utilizada foi acetona-acetato de etila-amônia (8:1:1). Após a revelação com nitrato de prata 0,005M em etanol amoniacal, e depois com pirogalol 0,0005M em etanol, o ácido ciclâmico e a sacarina deram manchas brancas. Este mesmo sistema, utilizando CCD sobre celulose, forneceu resultados satisfatórios.

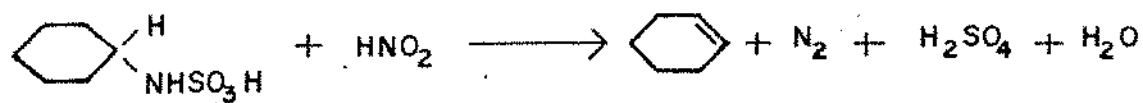
RICHARDSON (1967) obteve resultados satisfatórios utilizando placas de celulose e fase móvel n-butanol-ácido acético glacial-água (4:5:1), com azul de bromofenol 0,015 % p/v como agente revelador e uma outra fase móvel de

etanol-amônia-água (20:4:1) com verde de bromocresol 0,04 % p/v como revelador. O mesmo autor comentou que os reveladores contendo nitrato de prata não são satisfatórios e sugere que tais reagentes sejam incorporados à camada delgada. Ainda, segundo o autor, os procedimentos apresentam uma falha, pois se o cátion está presente, as manchas serão obtidas não só para o ácido ciclâmico mas também para o seu sal.

Em 1969, KORBELAK propôs a separação e a identificação de sacarina, ciclamato, dulcina e P-4000 em bebidas por CCD sobre sílica gel, usando um sistema de solventes constituído de n-butanol, etanol, amônia e água. A sacarina foi detectada como uma mancha fluorescente sob radiação UV. Com a aplicação da solução de bromo, fluoresceína e dicloridrato de N-1-naftil etilenodiamina, o ciclamato é revelado como uma mancha rósea brilhante, a dulcina marrom ou azul e o P-4000 marrom rósea. De acordo com o autor, o método é relativamente simples e rápido, e as características de detecção dos edulcorantes, assim como os valores de Rf, ajudam na identificação.

CROMATOGRAFIA GASOSA (CG)

Em 1965, REES descreveu um procedimento utilizando cromatografia gasosa para a determinação de ciclamato em refrigerantes, baseado no fato de que o ciclamato reage com o ácido nítrico da seguinte maneira:



O ciclohexeno formado é extraído e determinado por cromatografia gás-líquido. Segundo o autor, o método é rápido, específico e adequado para análise do ciclamato na faixa de 0 a 1 mg/mL. RICHARDSON & LUTON (1966a) propuseram uma modificação no procedimento descrito anteriormente, pelo uso de ácido sulfúrico ao invés de ácido clorídrico, a fim de evitar a formação de

monoclorociclohexano, ciclohexanona e ciclohexanol.

A cromatografia gasosa, embora seja uma técnica confiável para determinação de ciclamatos em sucos de frutas, comparativamente ao procedimento titulométrico, consome mais tempo e requer equipamentos mais caros e maior habilidade de manipulação (RICHARDSON, 1967).

CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE)

Muitos edulcorantes são determinados por CLAE, mas não o ciclamato, já que este não apresenta absorção na faixa do UV. A falta de absorção é um problema que ocorre para inúmeras substâncias e, para superar a dificuldade de detecção no sistema de cromatografia líquida, a fotometria indireta foi proposta por HERRMANN *et al.* (1983), utilizando o sistema de cromatografia líquida par-iônica. Para a separação par-iônica do ânion ciclamato, empregou-se o cátion tetrabutylamônio, a fim de produzir uma forte absorção de fundo. A aplicabilidade deste método é limitada pela sua sensibilidade, pois o ciclamato deve estar numa concentração de 200 - 5000 mg/kg com um volume de injeção de 30 μ L para manter a linearidade, embora a largura do pico varie levemente com a quantidade injetada. A recuperação média para iogurtes, marmeladas e chocolates foi de 95, 93 e 91 %, respectivamente.

Segundo LAWRENCE (1987), a técnica proposta por HERRMANN *et al.* não possui detecção seletiva e o limite de detecção para ciclamato foi maior que 1 μ g por injeção. O autor propõe o uso de pós-coluna e extração par-iônica usando diferentes corantes como azul de metileno, violeta de metila 2B e cristal violeta com detecção da absorbância na faixa do visível a 546 nm. A recuperação do ciclamato foi de 105% e a repetibilidade (coeficiente de variação) das análises foi de 3-6 %.

2.3.6.3. Sacarina

A literatura apresenta inúmeros trabalhos para a determinação da sacarina em alimentos e bebidas. Várias técnicas são descritas: gravimetria (OAKLEY, 1947), polarografia (PRATT & POWERS, 1954; HOLAK & KRINITZ, 1980), cromatografia em camada delgada (KORBELAK, 1969; AOAC, 1984, sec. 20210), eletrodo ion seletivo (HAZEMOTO *et al.*, 1974).

Um dos métodos quantitativos mais antigos para a determinação da sacarina (KRANTZ, 1934) baseia-se na sua hidrólise dando amônia, com posterior evaporação na presença de ácido clorídrico. A concentração de cloreto de amônio resultante é determinada por comparação com uma solução padrão de cloreto de amônio. O método está descrito na AOAC (1984, sec. 20211), e, sendo ainda hoje utilizado por laboratórios oficiais de controle de qualidade para a determinação de sacarina em refrigerantes dietéticos.

Um método colorimétrico para a determinação da sacarina foi proposto por FERNANDEZ-FLORES *et al.* (1973), onde a sacarina é extraída com clorofórmio-benzeno ou éter-benzeno, convertida a em fenolsulftaleína pelo aquecimento com fenol e ácido sulfúrico 175°C, e, então, tratada com NaOH. A recuperação do método variou de 90,3 a 121 % para níveis tão baixos como 5 mg/100g da amostra (0,005 %).

Na opinião de TANAKA *et al.* (1977), este método não é adequado para uso rotineiro devido às drásticas condições das reações. Estes autores desenvolveram uma reação simples, precisa e específica para a determinação de sacarina, que pode ser usada para a análise rotineira em refrigerantes. A sacarina reage quantitativamente com fenotiazina e acetato de cobre em etanol 50 %, a 70°C. O produto da reação com cor característica muito estável, é dissolvido em um solvente orgânico e a absorbância determinada a 510 nm. A recuperação média é de 99,5 % e o desvio padrão de 0,03 %.

HUSSEIN *et al.* (1976) propuseram um método onde a sacarina é isolada, da amostra acidificada, por extração com clorofórmio. O resíduo clorofórmico, depois da evaporação, é dissolvido em uma solução de Na_2CO_3 a 1 % e a absorbância é determinada a 235 nm e 244 nm, sendo este último comprimento de onda usado para corrigir possível interferência. As vantagens do método são: absorção característica, simplicidade, precisão, e uma preparação mínima na remoção das substâncias interferentes. A recuperação variou de 83 a 113 % e as análises dos produtos comerciais de várias marcas indicaram variações de 90 a 105 %, em relação à informação da rotulagem.

A determinação de sacarina por CLAE em gomas de mascar foi descrita por ENG *et al.* (1977). A goma foi dispersa em tolueno e a sacarina quantitativamente isolada por extração com água. A análise foi feita com fase aquosa filtrada, usando-se coluna Cs μ -Bondapack com fase móvel de água-ácido acético glacial (95:5) e fluxo de 2,0 mL/min. O procedimento apresentou uma recuperação de 101,3 %, com desvio padrão de 2,6%. Os resultados da análise de cinco diferentes "flavours", de duas marcas comerciais de gomas de mascar, indicaram uma variação de 79 a 116 % em relação à descrição do rótulo, sem evidência de degradação química.

Em 1977, TENENBAUM & MARTIN desenvolveram um método por CLAE para a determinação de sacarina em produtos alcoólicos. A fim de evitar deterioração da coluna, perda da estabilidade da linha base e picos interferentes, uma limpeza preliminar foi proposta para a remoção dos materiais que pudessem causar tais danos. Na análise de xaropes medicinais e preparações vitamínicas, a diferença entre os valores declarados e determinados foi, em média, de 5,7 %. A recuperação para os processos de extração variou de 97,8 a 101,6 %.

RAMAPPA & NAYAK (1983) desenvolveram um método espectrofotométrico simples e preciso para a determinação de sacarina em refrigerantes e preparações farmacêuticas, com recuperação variando entre 94,44 e 102,96 %, e 98,4 e 104,7 %, e

respectivamente. A sacarina reage quantitativamente com Azure B, em tampão ácido cítrico-ortofosfato dissódico, formando um produto azul que pode ser extraído com clorofórmio e medida a absorbância a 685 nm, numa faixa de 2 a 68 µg/mL de sacarina.

Métodos simultâneos de determinação da sacarina com outros edulcorantes, ou mesmo com outros aditivos, têm sido intensivamente divulgados : TYLER (1984), ARGOUDELIUS (1984), VEERABHADRARAO *et al.* (1987) e LAWRENCE & CHARBONNEAU (1988).

A separação e a quantificação simultânea de sacarina, benzoato de sódio e cafeína, em refrigerantes, sucos e café foi descrita em 1976 por SMYLY *et al.*, utilizando coluna µ-Bondapack C18 e fase móvel de água - ácido acético glacial (95:5), com detector UV a 254 nm e tempo de eluição de 35 minutos. A recuperação média da sacarina, benzoato de sódio e cafeína, para todas as análises, foi de 99,0, 99,3 e 100,2 %, respectivamente.

Utilizando o trabalho anterior como base, WOODWARD *et al.* (1979) publicaram os resultados de um estudo colaborativo para a determinação da sacarina sódica, benzoato de sódio e cafeína em bebidas, utilizando uma coluna µ-Bondapack C18 e fase móvel de água-ácido acético glacial (80:20), tamponada a pH 3,0 com solução saturada de acetato de sódio. A recuperação média para a sacarina, benzoato de sódio e cafeína foi de 98,57; 101,27 e 101,1 %, respectivamente.

Este método foi adotado como oficial pela AOAC (1984, sec. 12018), com a recomendação do uso do branco da bebida contendo o corante ou o sorbato, para evitar interferências. Na ausência do branco do refrigerante, recomenda-se a análise das amostras com duas fases móveis distintas e diferentes quantidades de isopropanol e/ou ácido acético, ou pelo método de adição dos padrões. O ajuste da fase móvel (% ácido e/ou % isopropanol) pode resolver picos interferentes.

LEUENBERGER *et al.* (1979) propuseram a análise quantitativa de ácido benzóico, sórbico, ésteres de metila, etila e propila do ácido p-hidroxibenzóico e sacarina em alimentos. Estes compostos foram extraídos quantitativamente em colunas descartáveis de limpeza (Extrelut) e determinados simultaneamente por CLAE, em coluna de fase reversa. Algumas matrizes complexas, presente em amostras de queijos, bolos, "ketchups" e chocolates foram testadas e as recuperações foram geralmente superiores a 95 %, nas concentrações normalmente utilizadas pelas indústrias de alimentos.

Preocupados com o tempo de análise como um critério de otimização numa rotina cromatográfica, principalmente para equipamentos automatizados que requerem pouca ou nenhuma ação do operador, WEYLAND *et al.* (1982) introduziram uma técnica de programação não linear, a fim de reduzir o tempo necessário para completar a separação da sacarina, cafeína e ácido benzóico.

PUTTEMANS *et al.* (1984) estudaram um método de extração par-iônica para a determinação simultânea de corantes sintéticos, ácido benzóico, ácido sórbico e sacarina em refrigerantes carbonatados, utilizando tri-n-octilamina (TnOA) 0,01 M, em pH 5,5, seguido por perclorato de sódio 0,1 M. Este método analítico permite a determinação simultânea de diferentes classes de aditivos, o que é de grande interesse para a análise rotineira de controle em laboratório.

A mesma equipe de PUTTERMANS *et al.* (1985) propôs um método de análise simultânea de ácido sórbico, ácido benzóico e sacarina em iogurtes por cromatografia líquida em fase reversa. Como o iogurte é de composição mais complexa que os refrigerantes, o método original proposto pelo autor teve que ser modificado para liberar os aditivos da matriz dos alimentos. O esquema de extração consistiu de três fases: a) extração com tampão fosfato em pH 5,5; b) extração par-iônica com TnOA (tri-n-octilamina), e, c) extração com perclorato. Para a detecção, utilizou-se um programa onde o comprimento de onda variou de 270 a 240 nm. A recuperação média da extração foi de

88% para o ácido sorbico, 70 % para o ácido benzóico e 85 % para a sacarina. Estes valores indicam que a matriz do iogurte não exerce influência significativa quando a extração par-iônica é utilizada.

O uso da cromatografia par-iônica permitiu que compostos altamente polares fossem separados como compostos fracamente polares. Com base neste artifício, TERADA & SAKABE (1985) propuseram um método para a determinação simultânea de ácido sórbico, ácido benzóico, ácido p-hidroxibenzóico e seus ésteres de metila, etila, iso-propila, n-propila, iso-butila e n-butila, e sacarina em alimentos. Para uma boa separação, foram utilizadas acetonitrila-água-tampão fosfato 0,2 M, em pH 3,6, contendo 2 mM de brometo cetiltrimetilamônio (CTA) como um reagente par-iônico.

Em 1987a, SJÖBERG & ALANKO desenvolveram um método no qual a sacarina é extraída com água e os espessantes, tais como polissacarídeos, são precipitados com etanol. Foi utilizada eluição em gradiente para completar a separação da sacarina dos conservadores. Foi feito também um estudo colaborativo entre oito laboratórios, em amostras de refrigerantes e de sucos. A recuperação média da sacarina sódica foi de 95,3 % para os refrigerantes e 98 % para os sucos.

SJÖBERG, em 1988b, realizou um estudo colaborativo que complementa as pesquisas anteriormente realizadas (SJÖBERG & ALANKO, 1987a). A sacarina foi determinada em diversas amostras de refrigerantes, sucos e sobremesas, por laboratórios oficiais finlandeses. As bebidas foram analisadas diretamente e nas sobremesas, a sacarina foi extraída com etanol. A recuperação média do método foi de 95 a 107 %. A finalidade deste novo estudo complementar foi testar o método para baixas concentrações de sacarina, já que em muitos países as concentrações permitidas de sacarina em alimentos dietéticos são menores que as usadas no estudo anterior.

2.3.7. Dados sobre o consumo de edulcorantes

Durante o período de 1979 a 1985, SÖJBERG (1988a) conduziu uma investigação sobre a ingestão de sacarina e ciclamato, a fim de averiguar o uso de edulcorantes pela indústria de alimentos e hospitais, e, também, obter dados de consumo dos edulcorantes para a avaliação da ingestão através de dietas finlandesas, e compará-los com os valores recomendados de IDA. As fontes mais importantes com relação à ingestão da sacarina e ciclamato foram os refrigerantes, tanto para crianças como para adultos, levando algumas vezes a ingestões que ultrapassaram a IDA dos edulcorantes.

Uma outra fonte importante de edulcorantes foram as sobremesas servidas em hospitais, que apresentaram concentração média de sacarina e ciclamato igual a 39 e 337 mg/kg, abaixo dos limites estabelecidos de 70 e 400 mg/kg, respectivamente. Entretanto, em algumas sobremesas, os teores de edulcorantes foram altos. Com base nestas análises, a legislação passou a limitar a quantidade destas sobremesas para pessoas que necessitavam de dietas especiais.

VIRTANEN *et al.* (1988) realizaram, em 1985, um estudo sobre a ingestão de diferentes alimentos fontes de sacarose, frutose, sorbitol, xilitol, sacarina, ciclamato e aspartame por adolescentes, dos quais 152 eram diabéticos e 74 não diabéticos. Os dados de consumo dos alimentos foram obtidos por duas entrevistas, utilizando o método da lembrança (48 horas). Foi observado que os diabéticos utilizam, em média, quatro adoçantes alternativos diferentes da sacarose, ingerindo diariamente, em média, 20 g de frutose, 4 g de sorbitol, 1 g de xilitol, 14 mg de sacarina, 22 mg de ciclamato e 60 mg de aspartame. Poucas pessoas no grupo controle utilizavam edulcorantes alternativos. Conclui-se que a ingestão de adoçantes alternativos, pelos diabéticos, era moderada e dentro dos limites recomendados.

Com base em pesquisas realizadas pela Associação Internacional de Edulcorantes (ISA), o Comitê Consultivo de Alimentos do Ministério da Agricultura, Pescados e Alimentos no Reino Unido (MAFF), considera desnecessária uma restrição ao uso da sacarina e que, exceder ocasionalmente a IDA, não é motivo de preocupação. Porém, recomenda que os diabéticos variem na escolha de produtos dietéticos, de modo a não consumirem somente produtos à base de sacarina. Recomenda também que as rotulagens dos adoçantes de mesa sejam alterados, sugerindo aos diabéticos, que são grandes consumidores, a redução na ingestão (ANON., 1990).

Conforme relatório publicado pelo Group on Food Surveillance (MAFF, 1990) sobre a ingestão de edulcorantes no Reino Unido, entre 1987 e 1988, os refrigerantes foram os principais veículos para o aspartame em todos os grupos de idade e o iogurte foi uma importante fonte para a população em geral, ao passo que os adoçantes de mesa foram importante fonte para a maioria dos diabéticos. Entre a população em geral, 62 % consumiam sacarina e 31 % consumiam aspartame, enquanto menos que 1 % consumiam acesulfame K. Dos diabéticos, 92 % consumiam aspartame, 89 % sacarina e 29 % acesulfame K. Os níveis de consumo pelos diabéticos foram superiores à média, mas abaixo da IDA.

Nessa mesma pesquisa, a ingestão diária média de cada edulcorante, para cada indivíduo, foi calculada a partir do consumo total, por quatro ou sete dias. Quando a ingestão dos edulcorantes foi relacionada ao peso corporal padrão para diferentes grupos etários, a ingestão diária média do aspartame foi de 0,25 a 1,0 mg/kg p.c. para a população em geral e 1,2 a 5,3 mg/kg p.c. para diabéticos, com valores máximos na faixa de 1,0 a 6,2 e 1,9 a 16,6 mg/kg p.c., respectivamente. Para a sacarina, a ingestão média diária variou entre 0,20 e 0,9 mg/kg p.c. para a população em geral e entre 0,6 e 2,3 mg/kg p.c. para os diabéticos, com valores máximos de 1,85 e 8,33 mg/kg p.c., respectivamente.

A pesquisa demonstrou que o aspartame tende a substituir a sacarina em refrigerantes dietéticos, nos quais pode estar em combinação com acesulfame K. Portanto, a ingestão da sacarina provavelmente estará em declínio, enquanto a de aspartame, em ascensão. No entanto, a ingestão da sacarina poderia ser maior, considerando-se sua presença em produtos não avaliados na pesquisa.

Em sua 22ª Sessão, o Comitê do Codex sobre Aditivos e Contaminantes em Alimentos (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - 1990) recomendou que para a avaliação da ingestão de edulcorantes devem ser levados em consideração o consumo de adoçantes de mesa, assim como o de produtos farmacêuticos. Foi sugerido aos governantes o uso de guias fornecidos pelo CCFA para a avaliação da ingestão de aditivos.

A Associação Internacional de Edulcorantes tem realizado pesquisas de ingestão dos edulcorantes, com o propósito de determinar a ingestão diária real dos edulcorantes permitidos nos países europeus e, através destes dados, verificar se os consumidores estão excedendo os limites de ingestão recomendados, baseados nos valores da IDA.

Em uma pesquisa realizada pela ISA (1990b), referente ao consumo de edulcorantes no Reino Unido, observou-se que a sacarina é utilizada por 56 % da população, refletindo seu longo tempo de uso, enquanto o aspartame é usado por 22 % da população, e o acesulfame K por 4 %.

Este estudo, realizado com 644 consumidores durante os meses de novembro e dezembro de 1988, demonstrou que mais da metade da população (61 %) consome edulcorantes regularmente como componente usual da dieta. Antigamente os edulcorantes eram consumidos somente por indivíduos que necessitavam perder peso, ou em regimes para dietas especiais.

O consumo de edulcorantes foi bastante alto entre crianças. Aproximadamente 78 %, com idade entre um e nove

anos, consumiam sacarina no mínimo uma vez por semana, principalmente através de refrigerantes e "squash"; 31% consumiam aspartame e 16 % acesulfame K. Os adultos com mais de 65 anos geralmente ficaram acima dos consumidores médios, particularmente nos casos de consumo dos adoçantes. Os diabéticos também estiveram acima da média: a porcentagem do aspartame utilizado foi três vezes maior, em relação ao consumido por toda a população pesquisada. No entanto, entre os adultos, houve um declínio no consumo, com a sacarina representando 50 %, o aspartame 17 % e o acesulfame K. 2 %.

Resultados de pesquisas sobre ingestão de edulcorantes na Alemanha foram também publicados pela ISA (1990a). As pesquisas de um dia (24 horas) realizadas em setembro de 1988, com 2291 participantes, constataram que:

- aproximadamente 36% de todos os alemães consumiam edulcorantes, com maior uso entre as mulheres que entre os homens, sendo maior para adultos que para crianças;
- 9% dos participantes disseram que faziam dieta e dois terços destes usavam edulcorantes;
- 2,5 % de todos participantes eram diabéticos e aproximadamente 90 % utilizavam edulcorantes;
- os adoçantes de mesa e refrigerantes foram responsáveis por mais de 80% da ingestão total dos edulcorantes, principalmente sacarina e ciclamato. Somente 4% de todos participantes e 12 % dos usuários consumiam produtos contendo aspartame, devido a sua limitada disponibilidade na época da pesquisa.

Entre os casos raros de ingestão diária elevada, um indivíduo excedeu a IDA para sacarina e dezesseis pessoas para ciclamato. Este último grupo incluiu oito crianças com menos de oito anos de idade e relativamente baixo peso corporal (9,7 a 22,3 Kg), com alta ingestão de refrigerantes.

A ingestão real, especialmente entre os grandes consumidores, é importante, principalmente sob o ponto de vista regulatório. Na pesquisa de 24 horas foram identificadas 40

pessoas com alto consumo, o que motivou a realização de um pesquisa dietária de sete dias com estes usuários, em maio de 1989 (Tabelas 7 e 8).

TABELA 7 - Ingestão média diária de edulcorantes na Alemanha^a

=====			
IMD ^b (mg/kg p.c.)			

Edulcorante	IDA (mg/kg pc)	Todos Usuários	Usuários Específicos

Aspartame	40	0,15	1,21
Ciclamato	11	2,62	3,04
Sacarina	2,5	0,25	0,28
=====			

^a - Pesquisa de um dia (24 horas)

^b - Ingestão média diária

TABELA 8 - Ingestão média diária entre os grandes consumidores^a

=====				
IMD ^b (mg/Kg p.c.)				

Edulcorante	IDA (mg/Kg p.c.)	Todos usuários	Maiores de 10 anos	Menores de 10 anos

Ciclamato	11	4,53	4,09	5,56
Sacarina	2,5	0,42	0,45	0,35
=====				

^a - Pesquisa por um período de sete dias

^b - Ingestão média diária

Como pode ser observado, os níveis de ingestão de cada edulcorante estão abaixo dos seus limites toxicológicos. Segundo os autores, isto se deve ao aumento do consumo de outros edulcorantes como aspartame e acesulfame K, possibilitando maior

escolha e, conseqüentemente, diminuição nas chances de exceder a IDA.

Estudo realizado na Suíça em 1988 (citado pela ISA em maio de 1991), com 38 diabéticos ou obesos encorajados a usar aspartame, ciclamato e sacarina, foi observado que, embora as pessoas idosas e diabéticas usassem edulcorantes mais frequentemente que a média, os níveis de ingestão estavam abaixo da IDA. Uma conclusão similar foi verificada em estudo finlandês realizado no mesmo ano com 150 diabéticos adolescentes: embora 98 % usassem edulcorantes, todos apresentaram níveis baixos de consumo.

Pesquisas para a obtenção de dados de consumo de aditivos são recentes e geralmente realizados por países desenvolvidos, devido ao longo tempo e ao alto custo envolvido.

No Brasil, um trabalho pioneiro foi realizado por SZTAJN (1988), que verificou a ingestão potencial semanal de corantes artificiais por crianças, com base em dados de consumo médio de alimentos e determinação analítica dos corantes presentes nos produtos consumidos.

Com relação aos edulcorantes, ainda não se tem qualquer estimativa dos dados de consumo no que se refere à ingestão potencial sendo, portanto, necessária a obtenção dessas informações, pois é cada vez mais intenso o interesse do consumidor em saber se a quantidade do edulcorante consumido representa algum risco para a sua saúde.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram analisados adoçantes de mesa (solução, comprimido e pó) e refrigerantes dietéticos industrializados contendo os edulcorantes aspartame, ciclamato e sacarina. Os produtos foram adquiridos em farmácias, supermercados e postos de venda de alimentos dietéticos.

Foram coletadas duas amostras de cada adoçante de mesa, em locais diferentes (quando possível). As análises foram feitas em duplicata, somando um total de 4 determinações.

Os refrigerantes dietéticos foram coletados em duplicatas, em três locais diferentes para cada marca e sabor, representando três lotes diferentes, o que totalizou seis análises para cada amostra de mesma marca e sabor.

3.2. Reagentes

Os seguintes padrões foram utilizados: aspartame (NutraSweet), ciclamato de sódio e ciclamato de cálcio (Brasfanta) e sacarina sódica USP (Pan-Americana).

Os solventes e reagentes foram de grau comercial, analítico e CLAE, conforme exigido para cada metodologia utilizada.

3.3. Equipamentos

Além dos equipamentos de uso comum em laboratório, foram também utilizados:

- sistema de cromatografia líquida:

Bomba M 6000 (Waters) operando com "loop " de 20 μ L e fluxo de 2,0 mL/min; coluna μ -Bondapack C₁₈, 30 cm x 4,6 mm (Waters); detector UV - 50 (Varian ou equivalente), operando a 210 nm; integrador HP 3388 - A.

- espectrofotômetro UV/Visível, duplo feixe, com registrador, marca CG, modelo UV-Vis. 8000.

3.4. Métodos

Para a quantificação dos edulcorantes aspartame, ciclamato e sacarina em adoçantes de mesa e em refrigerantes dietéticos, foram utilizados diferentes metodologias, a saber:

- I - Determinação de aspartame e/ou sacarina por cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE-UV
- II - Determinação de ciclamato por titulometria
- III - Determinação de ciclamato por espectrofotometria de absorção UV/VISÍVEL

O método I foi utilizado para a determinação de aspartame e/ou sacarina em adoçantes de mesa e em refrigerantes dietéticos; o método II para a determinação de ciclamato em adoçantes de mesa e o método III para ciclamato em refrigerantes dietéticos.

3.4.1. Determinação de aspartame e/ou sacarina por cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE-UV

A metodologia empregada para a separação, identificação e quantificação dos edulcorantes aspartame e/ou sacarina em adoçantes de mesa e em refrigerantes dietéticos foi definida após ensaios preliminares, cujo objetivo foi determinar as melhores condições de análise no sistema de cromatografia líquida.

Na determinação simultânea de aspartame e/ou sacarina por CLAE/UV foram utilizados:

- água livre de íons e de substâncias orgânicas, obtida utilizando-se os filtros Nanopure (Barnsted);
- metanol, grau Lichrosolv;
- fosfato monobásico de potássio (Fischer Scientific Co.).

Para preparação da fase móvel foram adicionados 15% de metanol a uma solução tampão de fosfato monobásico de potássio 0,0125M (metanol-tampão fosfato, 15 + 85). O pH foi ajustado para 3,6 com ácido fosfórico diluído. A solução foi filtrada através de uma membrana de 0,45 μ m (Millipore) e degaseificada em ultra-som.

Com base nos resultados obtidos e em metodologias disponíveis na literatura (TYLER, 1984 e VEERABHADRARAO *et al.* 1987), as seguintes condições de análise foram estabelecidas:

- coluna..... μ -Bondapack C₁₈, 30 cm x 4,6 mm de diâmetro;
- fase móvel.....15 % de metanol + 85 % de tampão - pH 3,6;
- fluxo.....2,0 mL/min;
- volume de injeção...20 μ L;
- detector.....UV, 210 nm;
- tempo de análise...aproximadamente 18 minutos

A confirmação dos resultados obtidos foi feita utilizando-se, para a mesma determinação diferentes condições de análise, a saber:

- coluna..... μ -Bondapack C₁₈, 30 cm x 4,6 mm de diâmetro;
- fase móvel.....10 % de acetonitrila + 90 % de tampão - pH 3,5;
- fluxo.....1,5 mL/min;
- volume de injeção...20 μ L;
- detector.....UV, 210 nm;
- tempo de análise....aproximadamente 18 minutos

A fim de confirmar a ausência de interferentes com o mesmo tempo de retenção do aspartame e sacarina, foram analisados refrigerantes não dietéticos da mesma marca e sabor que as amostras, os quais foram considerados como o branco dos refrigerantes dietéticos. Conforme informações obtidas através dos fabricantes das bebidas, os refrigerantes dietéticos e não dietéticos apresentam a mesma formulação, com exceção do edulcorante e a sacarose.

Obtenção da curva padrão

Foi necessária a verificação da linearidade da resposta do detector em relação à concentração dos edulcorantes. Para tanto, foram preparados os seguintes padrões, a partir da solução estoque:

- solução padrão de aspartame: 50, 100, 150 e 200 mg/ L
- solução padrão de sacarina: 10, 20, 40 e 60 mg/ L

Demonstrada a linearidade na faixa das concentrações dos edulcorantes, por regressão linear obteve-se a equação da reta relacionando os parâmetros concentração (mg/mL) e altura (cm) para cada edulcorante.

Preparação da amostra

Os adoçantes de mesa apresentados na forma de comprimidos foram primeiramente triturados e, em seguida, diluídos com a fase móvel metanol-tampão fosfato (15 + 85). As amostras na forma de pó ou em solução foram diluídas diretamente. Tanto os adoçantes como os refrigerantes foram homogeneizados e degaseificados em ultra-som, seguida da filtração em membrana Millipore 0,2 μ m.

Análise cromatográfica

As amostras foram injetadas em duplicata, intercalando-se com injeções em duplicata dos padrões. A identificação se fez através da comparação dos seus tempos de retenção com os dos padrões injetados nas mesmas condições. A quantificação foi feita por comparação das alturas dos picos das amostras com as alturas dos picos dos padrões.

Considerando-se que a metodologia de análise não envolveu etapas de extração e "clean-up", não foram conduzidos testes de recuperação.

3.4.2. Determinação de ciclamato por titulometria em adoçantes de mesa

Foi adotado o procedimento descrito no NATIONAL FORMULARY XII (1965).

Foram utilizados os seguintes reagentes:

- ácido clorídrico concentrado, p.a. (Merck);
- nitrito de sódio, p.a. (Merck);
- amido comercial (Merck);
- iodeto de potássio, p.a. (Merck).

Os adoçantes de mesa foram dissolvidos em 50mL de água destilada e acidificados com 5mL de ácido clorídrico concentrado, seguido de titulação, à temperatura ambiente, com nitrito de sódio 0,1 M. O ponto de viragem foi visualizado com papel indicador amido iodetado.

Para o cálculo da concentração foi considerada a seguinte relação: 1 mL da solução de nitrito de sódio 0,1 M corresponde a 0,0396 g de ciclamato de cálcio e a 0,0201 g de ciclamato de sódio.

3.4.3. Determinação do ciclamato por espectrofotometria de absorção UV-Visível

A técnica empregada para a determinação quantitativa de ciclamato de sódio em refrigerantes dietéticos foi a espectrofotometria de absorção UV/Visível, segundo HOO & HU (1972).

O método baseia-se na extração ácida do ciclamato com posterior conversão a N,N-diclorociclohexilamina e leitura espectrofotométrica no UV, a 314 nm.

3.5. Pesquisa de Consumo dos Alimentos Adoçados Artificialmente

Para se obter a quantidade total de cada edulcorante artificial (aspartame, ciclamato e sacarina) ingerido diariamente pela população alvo, foi necessária uma pesquisa de campo junto aos consumidores de alimentos e produtos dietéticos.

Um levantamento inicial foi realizado a fim de verificar quais eram os produtos dietéticos disponíveis no mercado. Para cada produto foram registrados as seguintes informações:

- marca,
- quantidade do produto dietético,
- edulcorante(s) veiculado(s) no produto dietético,
- quantidade do(s) edulcorantes(s) veiculado(s).

3.5.1. Amostragem da população e coleta de dados

A população alvo do presente estudo foram consumidores de produtos dietéticos residentes em Campinas e Curitiba. A pesquisa de consumo foi realizada nos meses de junho a setembro de 1990 (inverno) e dezembro a março de 1991 (verão), tendo sido conduzidas entrevistas em locais de venda de produtos

dietéticos como farmácias, supermercados, lojas especializadas e pontos de encontro como hospitais, associações de diabéticos e academias de estética.

Como o número de consumidores de produtos dietéticos dentro de uma população é desconhecido e difícil de ser determinado, adotou-se o método da amostragem aleatória simples. Com base em estudos anteriores, e com o auxílio do Departamento de Estatística da UNICAMP, definiu-se a amostragem em 673 indivíduos, distribuídos conforme Tabela 9.

TABELA 9 - Nº de consumidores entrevistados nas estações de verão e inverno em Campinas e Curitiba

nº de consumidores	estação do ano	local
172	inverno - 1990	Campinas
165	inverno - 1990	Curitiba
167	verão - 1991	Campinas
169	verão - 1991	Curitiba

Constatou-se, posteriormente, que os tamanhos amostrais corresponderam a um erro aceitável dentro da confiança estabelecida (5 %).

A coleta de dados procedeu-se através de entrevistas nas quais os consumidores de produtos dietéticos responderam a um questionário (anexo I) que continha perguntas referentes a:

- detalhes demográficos: sexo, idade, peso, grau de escolaridade e profissão,
- motivo de consumo: diabetes, controle, regime e outros,
- quantidade e frequência de consumo de diferentes marcas dos produtos dietéticos.

Para tanto, utilizou-se o método da frequência e da lembrança.

3.5.2. Ingestão diária potencial (IDP) dos edulcorantes

A IDP de um edulcorante através da dieta é função do consumo individual de um alimento e da concentração do edulcorante veiculado. Se o edulcorante estiver presente em diferentes alimentos, a contribuição de cada alimento deverá ser somada para se obter a ingestão potencial total.

A IDP dos edulcorantes foi calculada para cada consumidor, levando-se em consideração a ingestão diária de cada edulcorante através das diferentes marcas de adoçantes de mesa, alimentos e bebidas dietéticos consumidos e o peso do indivíduo, conforme a seguinte relação:

$$IDP = \frac{\text{consumo diário de edulcorante (mg)}}{\text{peso corpóreo (Kg)}}$$

Levando-se em consideração as informações fornecidas pelo consumidor quanto à quantidade de produtos dietéticos consumidos, a ingestão de edulcorantes através de cada alimento foi calculada assumindo-se a seguinte equivalência de medidas: uma gota = 0,05 mL; uma colher (pó) = 1,5 g e uma garrafa de refrigerante = 250 mL.

Após a obtenção da IDP de aspartame, ciclamato e sacarina para cada consumidor, calculou-se a IDP média, IDP mediana e IDP máxima para a população total entrevistada. O mesmo estudo foi feito separadamente para grupos especiais da população, identificados como grupo controle e diabéticos.

Foram também identificados os grupos de maior consumo dentro da população amostrada, analisando-se o perfil daqueles que ultrapassaram a IDA levando-se em consideração sexo, idade,

grau de escolaridade, profissão e motivo de consumo.

3.5.3. Análise estatística

A análise estatística foi desenvolvida em colaboração com o Departamento de Estatística da UNICAMP. Para a tabulação e o cruzamento dos dados referentes aos perfis e aos hábitos dos consumidores de alimentos dietéticos, foram utilizados os programas estatísticos Statistical Analysis System - SAS e STATIGRAPHICS.

O teste t de "Student" foi aplicado para verificar a igualdade de médias de consumo e ingestão potencial de cada edulcorante entre duas amostras independentes, com o nível de significância de 5 %. Para testar a dependência entre variáveis foi aplicado o teste qui-quadrado. O teste não paramétrico de Mann-Whitney foi usado para verificar a igualdade de medianas entre duas amostras independentes, baseado em pares com nível de significância de 5 %.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi conduzida para gerar informações sobre os hábitos alimentares da população brasileira com relação à ingestão real dos edulcorantes aspartame, ciclamato e sacarina.

É possível determinar ingestões diretamente através de análises químicas de replicatas exatas dos alimentos ingeridos por indivíduos. Entretanto, este método é muito dispendioso e também pode alterar o hábito alimentar dos participantes, levando a uma sub-estimativa da ingestão dos edulcorantes. É mais satisfatório, portanto, coletar dados sobre o consumo de alimentos e determinar as concentrações dos edulcorantes presentes nestes alimentos separadamente.

4.1. Amostragem de Produtos Dietéticos Para Análise Quantitativa

Dentre os produtos dietéticos comercializados e evidenciados nas entrevistas realizadas, os adoçantes de mesa e os refrigerantes dietéticos foram os mais frequentes, representando a principal fonte de exposição do consumidor ao aspartame, ciclamato e sacarina. Estes produtos foram, portanto, selecionados para a análise quantitativa de edulcorantes.

Na Tabela 10 são apresentados os edulcorantes veiculados nas diversas formas, para cada marca de adoçante de mesa identificado na pesquisa.

Os refrigerantes dietéticos evidenciados na pesquisa e seus respectivos edulcorantes estão apresentados na Tabela 11.

Os demais produtos dietéticos identificados nas entrevistas foram, em ordem decrescente, gelatinas, iogurtes, sorvetes e geléias, que representaram menos de 10 % do total dos alimentos dietéticos consumidos. Considerando-se a baixa contribuição destes produtos para a ingestão diária de aspartame,

ciclamato e sacarina, os mesmos não foram analisados quanto ao nível de edulcorantes presentes, tendo sido utilizados no cálculo da ingestão potencial diária, os valores de concentração especificados no rótulo. Cabe mencionar que devido à diversidade de matrizes, a análise desses produtos implicaria no desenvolvimento de diferentes procedimentos de extração e "clean-up", o que não foi objetivo do nosso trabalho.

TABELA 10 - Formas comercializadas de adoçantes de mesa e seus respectivos edulcorantes

Marca	Edulcorantes ^a	Solução	Pó	Comprimido
A	Sac/Cicl	x	-	x
B	Apm	-	x	x
C	Sac/Cicl	x	x	-
D	Sac/Cicl	x	x	-
E	Sac/Cicl	x	-	-
F	Apm	x	x	x
G	Apm	-	x	-
H	Sac/Cicl	x	-	-
I	Sac/Cicl	x	-	x
J	Sac/Cicl	x	-	-
K	Apm	-	x	-

^a Sac/Cicl = sacarina e ciclamato

Apm = aspartame

- = não apresentado nesta forma

TABELA 11 - Refrigerantes dietéticos em seus diversos sabores e os respectivos edulcorantes

Marca	Edulcorantes ^a	Sabor
L	Sac/Cicl	água tônica
L	Sac/Cicl	guaraná
L	Sac/Cicl	laranja
L	Sac/Cicl	soda limonada
M	Sac/Cicl/Apm	guaraná
N	Sac/Cicl	framboesa
N	Sac/Cicl	guaraná
N	Sac/Cicl	limão
O	Sac/Apm	cola
P	Apm	guaraná
P	Apm	limão
Q	Sac/Cicl/Apm	cola

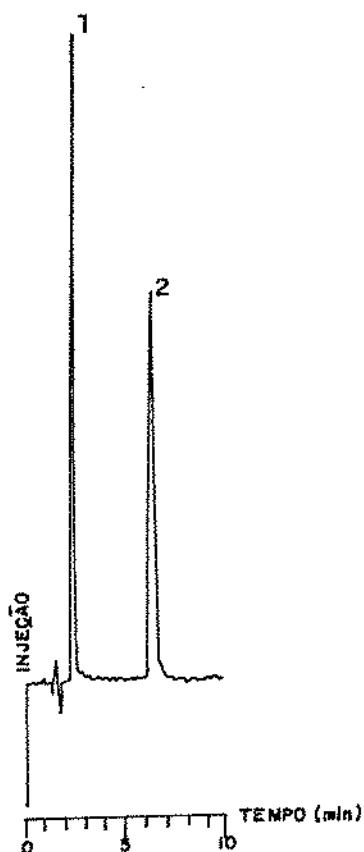
^a Sac/Cicl = sacarina e ciclamato

Sac/Cicl/Apm = sacarina, ciclamato e aspartame

4.2. Metodologia de Análise

Em testes preliminares, realizados para a determinação por CLAE/UV de aspartame e/ou sacarina em adoçantes de mesa e refrigerantes dietéticos, foi constatado que tanto o solvente acetonitrila, como o metanol, forneceram cromatogramas com resoluções satisfatórias (Figura 4). Como o custo do metanol é menor, empregou-se o uso deste solvente.

Figura 4 - Cromatogramas obtidos pelo método CLAE/UV utilizando o solvente acetonitrila (a) e metanol (b)



a) - Acetonitrila

Coluna: μ Bondapak C₁₈

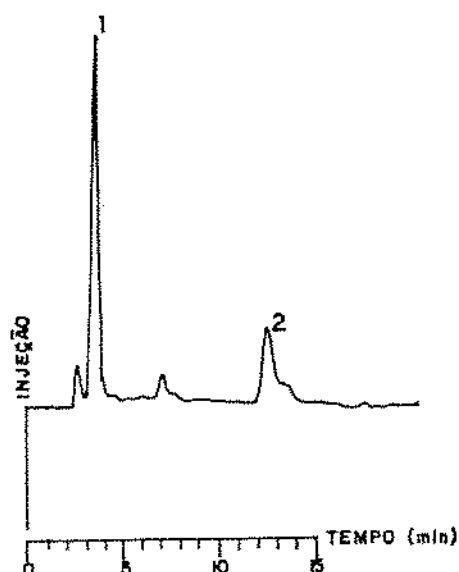
Solvente: 10% de acetonitrila +
90% de tampão fosfato

Fluxo: 1,5 mL/min

Detector: UV: 210 nm

1) Sacarina

2) Aspartame



b) - Metanol

Coluna: μ Bondapak C₁₈

Solvente: 15 % de metanol +
85% de tampão fosfato

Fluxo: 2,0 mL/min

Detector: UV: 210 nm

1) Sacarina

2) Aspartame

Quanto à possibilidade da presença de interferentes, no mesmo tempo de retenção dos edulcorantes, foram realizados testes comparativos entre refrigerantes dietéticos e não dietéticos (branco). Os resultados obtidos indicaram a ausência de interferentes no tempo de retenção do aspartame e da sacarina.

Como o ciclamato não absorve na região ultra - violeta do espectro de absorção (HERRMANN *et al.*, 1983; LAWRENCE, 1987; SJOBERG, 1988c), não foi possível a sua determinação com a mesma metodologia utilizada para a análise de aspartame e/ou sacarina.

O método titulométrico escolhido para a quantificação do ciclamato em adoçantes de mesa, considerado o mais eficiente por RICHARDSON (1967), apresentou uma recuperação de 98,6 % para o ciclamato de sódio e de 96,4 % para o ciclamato de cálcio.

Para a determinação quantitativa de ciclamato em refrigerantes dietéticos, utilizou-se o método espectrofotométrico sugerido por HOO & HU (1972). Apesar das muitas etapas envolvidas na extração do edulcorante, obteve-se 99,9 % de recuperação, bastante próxima daquela obtida pelo autor (102,2 %). Estudos colaborativos realizados por SJÖBERG & ALANKO (1987b) confirmaram que a metodologia proposta é adequada para análise de rotina em laboratório, com recuperação de 99,7 %. A titulometria não foi utilizada devido à dificuldade de se visualizar o ponto final da viragem, através do papel amido-iodetado, em amostras coloridas.

4.3. Determinação de edulcorantes em adoçantes de mesa em bebidas dietéticas. Comparação com a declaração da rotulagem.

4.3.1. Aspartame

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 12, observa-se que as concentrações determinadas para o aspartame em adoçantes de mesa variaram entre 91 % e 106 %, em relação às

informações da rotulagem. No Canadá, LAWRENCE & CHARBONNEAU, (1988) em trabalho de determinação múltipla de edulcorantes em adoçantes de mesa, constataram para aspartame uma diferença de até 12 % menor entre o valor determinado e aquele descrito no rótulo.

TABELA 12 - Concentração de aspartame em adoçantes de mesa

Marca/Apresentação	Declarada	Determinada ^a	% em relação ao rótulo
B/comprimidos	22,35 %	20,78 ± 0,03 %	93,0
B/envelopes	4,75 %	5,05 ± 0,21 %	106,3
F/comprimidos	38 %	35,23 ± 2,79 %	92,7
F/envelopes	3,8 %	3,56 ± 0,10 %	93,7
F/solução	8 %	7,28 ± 0,28 %	91,0
G/envelopes	4,75 %	4,34 ± 0,01 %	91,4
K/envelopes	38 mg	36,1 ± 2,18 mg	95,0

^a cada valor representa a média ± desvio padrão de 4 determinações (n = 4)

A Tabela 13 apresenta os resultados das determinações de aspartame em refrigerantes dietéticos. Observa-se que a maior diferença entre o valor declarado no rótulo e o valor determinado para o aspartame foi de 45,1 %. Considerando-se que o valor declarado foi realmente aquele adicionado ao produto, pode-se assumir que em todos os refrigerantes ocorreu decomposição do aspartame, sendo que em refrigerantes dietéticos à base de cola, a decomposição foi maior. Resultados similares foram obtidos por LAWRENCE & CHARBONNEAU (1988).

TABELA 13 - Concentração de aspartame (mg/100mL) em refrigerantes dietéticos

Marca/Sabor	Declarada	Determinada ^a	% em relação ao rótulo
M/guaraná	17,5	12,41 ± 1,15	70,9
O/cola	16	8,78 ± 0,16	54,9
P/guaraná	57,0	43,27 ± 0,13	75,9
P/limão	57,0	48,94 ± 3,33	85,9
Q/cola	14,0	8,33 ± 0,47	59,5

^a cada valor representa a média ± desvio padrão de 6 determinações (n = 6)

Tempo e temperatura de estocagem têm sido considerados fatores determinantes na estabilidade do aspartame durante a estocagem de refrigerantes dietéticos que os contêm. TSANG *et al.* (1985) verificaram que refrigerantes dietéticos estocados por um mês, seis meses e 36 meses, a 22°C, apresentam decomposição ao redor de 10 %, 60 % e 90 %, respectivamente, em relação à quantidade original de aspartame. Apesar disso, conforme observações dos autores, como o tempo médio entre a fabricação dos produtos adoçados com aspartame e a reciclagem dos recipientes é de 4 - 5 semanas, provavelmente a maioria das bebidas adoçadas com aspartame é consumida antes que a perda da doçura se torne um sério problema na qualidade dos refrigerantes.

Considerando-se a extensão do Brasil, sua grande oscilação climática e o hábito do consumidor e comerciantes de manterem gêneros alimentícios em estoque, os refrigerantes dietéticos a base de aspartame são mais suscetíveis à degradação. Em nosso estudo podemos considerar que, além dos fatores tempo e temperatura de estocagem, o pH também pode ter sido responsável pela provável decomposição do aspartame observada nos refrigerantes à base de cola. Estes produtos apresentaram pH

médio de 3,0 e, segundo HOMLER (1984), a estabilidade máxima do aspartame ocorre em pH 4,3.

Estudos realizados pela G.D. Searle, relacionados com a estabilidade do aspartame, indicaram que 50 % do aspartame inicial se degradam, nos refrigerantes a base de cola, após estocagem por seis meses a 30°C. Em xaropes de cola (pH 2,4), 75 % do aspartame inicial permaneceram depois de aproximadamente duas semanas de armazenamento a 30°C (BAKAL, 1986).

Este mesmo autor verificou em testes sensoriais que as colas comerciais armazenadas a 27°C perdem a maior parte do dulçor depois de duas semanas, uma perda que o consumidor provavelmente pode reproduzir após a compra, se o produto for estocado por um período prolongado. A falta de estabilidade de refrigerantes adoçados com aspartame pode, portanto, ser um problema para o fabricante e para o consumidor, principalmente durante o verão, caso sejam armazenados à temperatura ambiente.

Comparando-se as Tabelas 12 e 13, verifica-se que o aspartame é mais estável em adoçantes de mesa que em refrigerantes dietéticos. Os adoçantes de mesa a base de aspartame são ideais quando dispensados na forma de envelopes (sachês), pois estes atuam evitando a higroscopicidade por conterem os anti-umectantes lactose e sílica (HIGGINBOTHAM, 1983), o que contribui para uma maior estabilidade do edulcorante.

4.3.2. Ciclamato

Os resultados da determinação de ciclamato em adoçantes de mesa estão apresentados na Tabela 14. Os dados obtidos indicam que 20 % das amostras analisadas continham o edulcorante em concentração inferior a 80 % do especificado no rótulo e, as demais amostras, concentrações que variaram entre 87,5 e 99,5 % do valor nominal.

TABELA 14 - Concentração de ciclamato em adoçantes de mesa

Marca/ Apresentação	Declarada	Determinada ^a	% em relação ao rótulo
A/solução	150 mg/mL	114,48 ± 5,02 mg/mL	76,3
A/solução	120 mg/mL	116,18 ± 0,01 mg/mL	96,8
C/pó	3,5 %	3,48 ± 0,01 %	99,4
D/solução	160 mg/mL	139,93 ± 1,18 mg/mL	87,5
E/enveles	42 mg	39,30 ± 0,69 mg	93,6
E/solução	83 mg/mL	81,24 ± 0,51 mg/mL	97,9
H/solução	130 mg/mL	101,49 ± 2,37 mg/mL	78,0
I/comprimidos	25 mg	24,26 ± 0,48 mg	97,0
I/solução	140 mg/mL	127,32 ± 4,35 mg/mL	90,9
J/solução	120 mg/mL	112,76 ± 0,01 mg/mL	93,7

^a cada valor representa a média ± desvio padrão de 4 determinações (n = 4)

Quanto aos níveis de ciclamato em refrigerantes, as concentrações determinadas (Tabela 15) variaram entre 82 e 123 % da especificada no rótulo. Dentre os refrigerantes que apresentaram concentração do edulcorante superior ao valor mencionado no rótulo, tres foram do mesmo fabricante e os valores encontrados não ultrapassaram o limite permitido pela legislação brasileira (130 mg/100 mL).

Conforme dados disponíveis na literatura, o ciclamato é um edulcorante quimicamente estável, embora menos estável que a sacarina. Em solução aquosa, o ciclamato é hidrolizado lentamente a ácido sulfúrico e ciclohexilamina. A meia vida do ciclamato em solução, a 125°C e pH 2,0, foi calculada em 60 anos (LINDLEY, 1983).

TABELA 15 - Concentração de ciclamato (mg/100mL) em refrigerantes dietéticos

Marca/Sabor	Declarada	Determinada ^a	% em relação ao rótulo
A/água tônica	56,78	51,35 ± 3,77	90,4
A/guaraná	67,66	62,38 ± 7,57	92,2
A/laranja	74,7	68,40 ± 3,53	91,6
A/soda limonada	66,4	70,95 ± 2,31	106,4
B/guaraná	37,5	30,74 ± 3,59	82,0
C/framboesa	30,0	33,49 ± 2,52	111,6
C/guaraná	29,30	32,0 ± 2,45	109,2
C/limão	30,0	36,88 ± 5,52	122,9
F/cola	19,4	17,73 ± 0,64	91,4

^a cada valor representa a média ± desvio padrão de 6 determinações (n = 6))

4.3.3. Sacarina

Os resultados da determinação da sacarina em adoçantes de mesa estão apresentados na Tabela 16.

Para 90 % dos produtos analisados, os resultados corresponderam a concentrações inferiores àquelas especificadas no rótulo, sendo que em um único adoçante a concentração foi superior ao valor nominal.

Quanto aos refrigerantes dietéticos (Tabela 17), 40 % deles apresentaram teor de sacarina superior ao valor declarado no rótulo, sendo que a menor concentração encontrada correspondeu a 83,3 % do que seria esperado. Em nenhum refrigerante foi encontrada concentração de sacarina superior à tolerada pela legislação (30 mg/100 mL).

brasileira

TABELA 16 - Concentração de sacarina em adoçantes de mesa

Marca/ Apresentação	Declarada	Determinada ^a	% em relação ao rótulo
A/solução	50 mg/mL	51,66 ± 2,64 mg/mL	103,3
C/solução	60 mg/mL	51,63 ± 3,00 mg/mL	86,2
C/pó	1,8 %	1,34 ± 0,01 %	74,4
D/solução	50 mg/mL	44,52 ± 2,81 mg/mL	89,0
E/envelope	21 mg	18,1 ± 0,06 mg	86,2
E/solução	83 mg/mL	70,23 ± 0,33 mg/mL	84,6
H/solução	130 mg/mL	83,14 ± 7,16 mg/mL	64,0
I/comprimido	7,5 mg	6,93 ± 0,48 mg	92,4
I/solução	60 mg/mL	49,54 ± 2,18 mg/mL	82,6
J/solução	60 mg/mL	53,83 ± 0,89 mg/mL	89,7

^a cada valor representa a média ± desvio padrão de 4 determinações (n = 4))

Levando-se em conta os dados obtidos neste estudo, podemos considerar que a presença de menor ou maior quantidade de edulcorante, relativamente ao especificado no rótulo dos refrigerantes contendo sacarina e ciclamato, se deve mais a variações em diferentes lotes do que à degradação dos edulcorantes, já que, de acordo com a literatura, ambos são considerados estáveis.

TABELA 17 - Concentração (mg/100 mL) de sacarina sódica em refrigerantes dietéticos :

Marca/Sabor	Declarada	Determinada ^a	% em relação ao rótulo
A/água Tônica	14,76	13,71 ± 1,15	92,9
A/guaraná	17,91	16,80 ± 0,56	93,8
A/laranja	19,83	16,51 ± 0,56	83,3
A/soda limonada	17,88	17,25 ± 0,29	96,5
B/guaraná	2,30	3,04 ± 0,47	132,2
C/framboesa	15,30	15,88 ± 1,35	103,8
C/guaraná	15,0	16,71 ± 1,52	111,4
C/limão	15,30	19,09 ± 2,29	124,8
D /cola	14,40 ^b	14,41 ± 0,73	100,1
F /cola	11,20 ^b	10,35 ± 0,19	92,4

^a cada valor representa a média ± desvio padrão de 6 determinações (n = 6)

^b Forma imida

4.4. Avaliação Estatística

4.4.1. Amostragem da população consumidora de produtos dietéticos

As cidades de Campinas e Curitiba foram escolhidas para este estudo devido a suas diferentes características. Campinas é constituída por migrantes provenientes de várias regiões do país, o clima é quente, próximo ao do das regiões norte, nordeste, centro oeste e sudeste. A população de Curitiba, por sua vez, é constituída por descendentes e imigrantes de várias raças, que preferem o clima temperado e frio, comumente encontrado na região sul do Brasil. Estes contrastes determinam diferentes perfís do consumidor, cujo hábito alimentar poderá influenciar o padrão de consumo de alimentos dietéticos.

Estas considerações, e também o fato do consumo de alimentos e bebidas ser influenciado pela estação do ano, determinaram a escolha das cidades e também dos meses mais apropriados para a realização das entrevistas.

O tamanho aproximado da amostra da população alvo foi definido em conjunto com o Departamento de Estatística, a partir de experiências anteriores nesse tipo de pesquisa. Posteriormente, após a aplicação dos questionários e a obtenção dos dados de ingestão diária potencial, procurou-se verificar qual foi o erro da média (ϵ) cometido para a amostragem empregada, considerando um nível de confiança de 95 % ($z = 1,96$). Uma vez que a média de cada amostra possui um erro (ϵ), a determinação deste é feita em relação ao desvio padrão (s) da amostra, já que a variação das médias está relacionada a variações das variáveis de cada amostra. As seguintes fórmulas foram empregadas:

$$\epsilon = \frac{s \cdot z}{n} \quad \epsilon = \mu - y \quad y_{\max} = y + \epsilon, \text{ onde}$$

ϵ = erro da média
 s = desvio padrão
 n = tamanho da amostra
 μ = média da população
 y = média amostral

A Tabela 18 apresenta os valores de (ϵ) e $y_{\max}$.

Analisando-se a Tabela 18, verifica-se que para cada edulcorante, na pior situação possível, ou seja, para valores de (ϵ) iguais a 0,76; 0,61 e 0,31 respectivamente para aspartame, ciclamato e sacarina, os valores máximos da estimativa da média ($y_{\max}$) não ultrapassam os valores de IDA recomendados para estes edulcorantes, ou seja, 0 - 40, 0 - 11 e 0 - 2,5 mg/kg p.c., respectivamente.

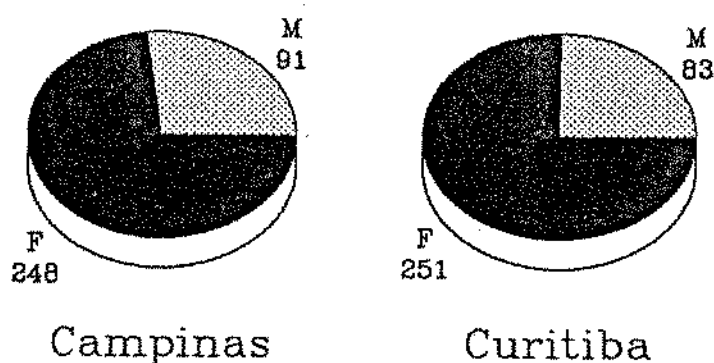
Desta forma, levando-se em conta a proposta do presente estudo e, com base na verificação de que os erros cometidos são plenamente aceitáveis, constatou-se que o tamanho da amostra utilizada foi suficiente.

TABELA 18 - Valores de erros da média (ϵ) e média máxima ($y_{\max}$) calculados para o tamanho da amostra (n)

Cidade (estação)	Edulcorante	n	y	ϵ	$y_{\max}$
Campinas (verão)	Aspartame	59	1,31	0,33	1,64
	Ciclamato	112	2,34	0,45	2,80
	Sacarina	115	1,38	0,31	1,69
Campinas (inverno)	Aspartame	56	1,78	0,46	2,24
	Ciclamato	123	2,29	0,30	2,60
	Sacarina	127	1,31	0,24	1,55
Curitiba (verão)	Aspartame	92	1,58	0,37	1,95
	Ciclamato	106	2,52	0,61	3,12
	Sacarina	122	0,94	0,18	1,12
Curitiba (inverno)	Aspartame	59	2,19	0,76	2,95
	Ciclamato	121	2,59	0,53	3,12
	Sacarina	125	1,14	0,21	1,36

4.4.2. Perfil do consumidor de produtos dietéticos

No total, foram entrevistados 673 indivíduos, 339 de Campinas e 334 de Curitiba. A Figura 5 apresenta a distribuição dos consumidores de acordo com a variável sexo, para as cidades de Campinas e Curitiba.



M = masculino F = feminino

Figura 5 - Perfil dos consumidores quanto ao sexo

As informações obtidas através das entrevistas também possibilitaram a identificação do perfil dos consumidores de Campinas e Curitiba, considerando-se as seguintes variáveis: peso, idade, grau de escolaridade e profissão (Figuras 6, 7, 8, e 9, respectivamente).

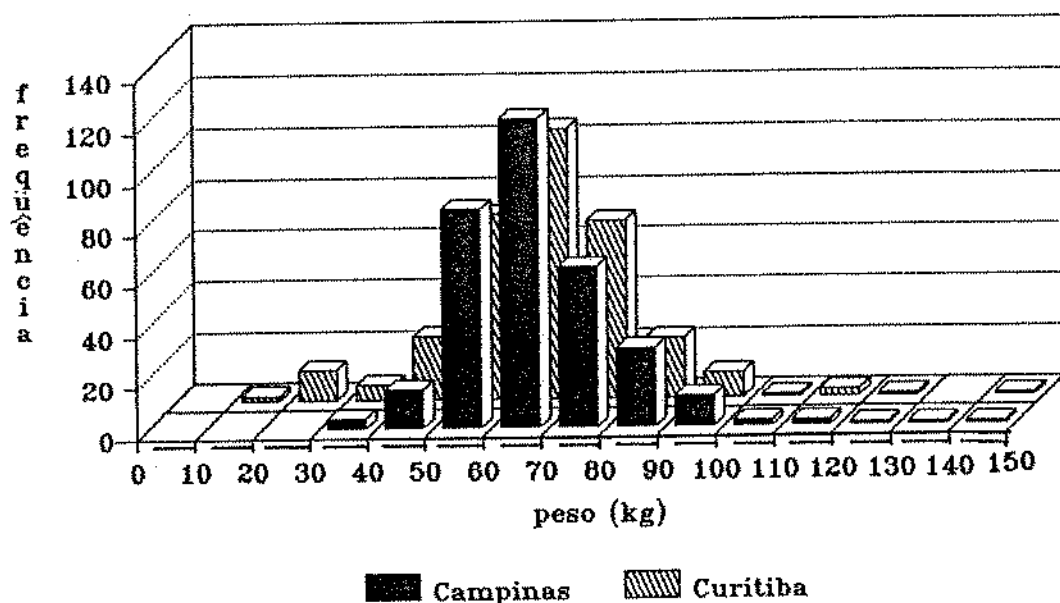


Figura 6 - Perfil dos consumidores quanto ao peso

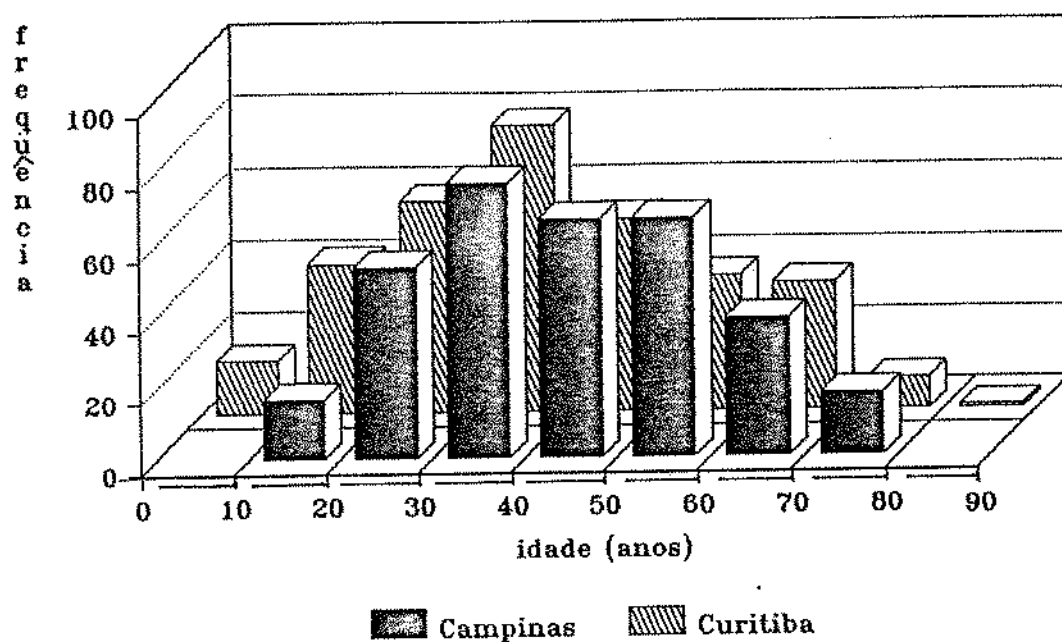


Figura 7 - Perfil dos consumidores quanto à idade

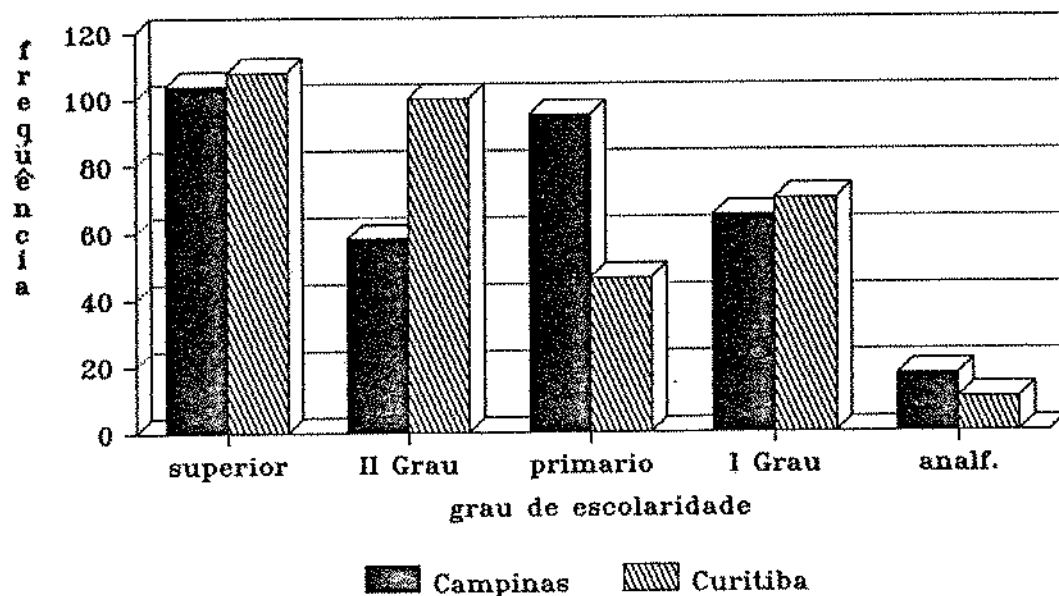


Figura 8 - Perfil dos consumidores quanto ao grau de escolaridade

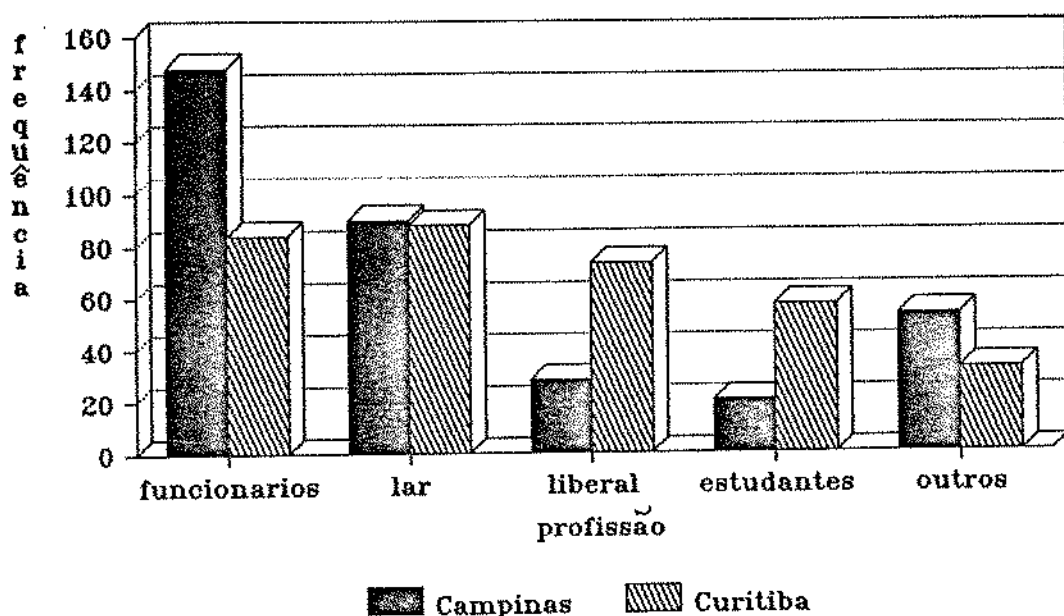


Figura 9 - Perfil dos consumidores quanto à profissão

Os dados mostrados nas Figuras 6 e 7 indicam que a maioria dos entrevistados era adulta, com peso corpóreo variando entre 50 e 80 kg (77 %) e faixa etária entre 20 e 60 anos (74 %). Apenas em Curitiba a pesquisa incluiu crianças com idade inferior a 10 anos (5 %) e peso corpóreo entre 10 e 30 Kg (4 %). A participação de indivíduos com pesos extremos foi baixa para ambas as cidades.

Com relação ao grau de escolaridade (Figura 8), cerca de 30 % dos entrevistados nas duas cidades eram de nível superior. Em Campinas, o número de analfabetos e indivíduos com escolaridade de grau primário foi o dobro daquele observado em Curitiba, correspondendo a 33 % dos entrevistados.

Quanto à profissão do consumidor de edulcorantes, constatou-se que em Campinas houve uma concentração maior no grupo dos funcionários públicos (43,5 %), enquanto que em Curitiba, verificou-se uma distribuição mais homogênea dos entrevistados entre os diferentes grupos (Figura 9).

4.4.3. Consumo de edulcorantes

Os edulcorantes de maior preferência, tanto em Campinas como em Curitiba foram, em ordem decrescente, sacarina, ciclamato e aspartame (Figura 10).

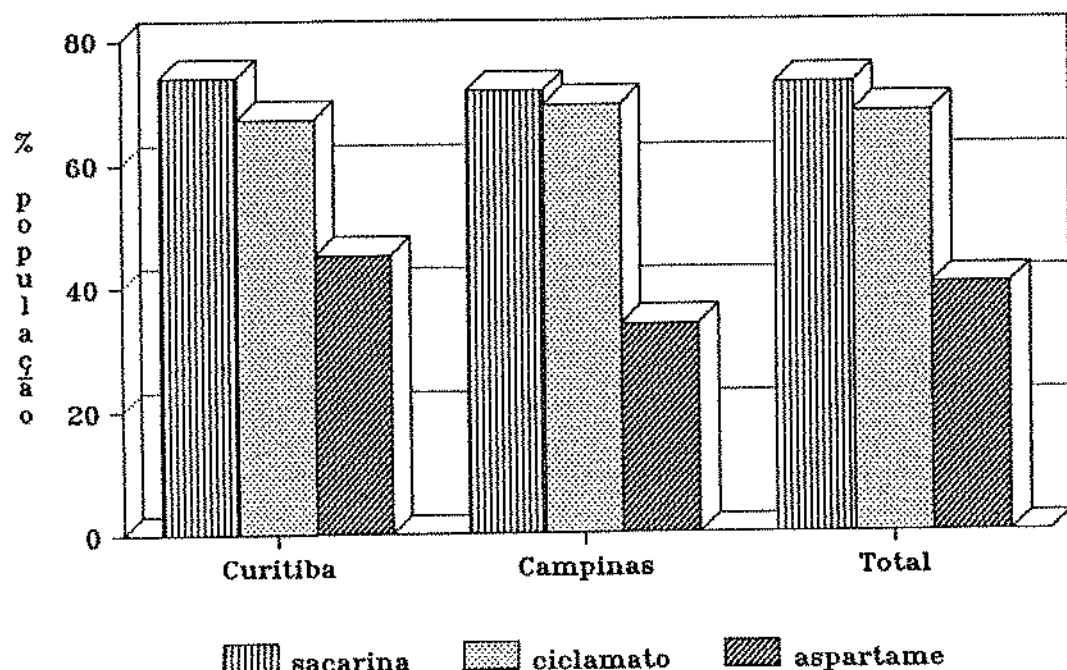


Figura 10 - Porcentagem da população que consome edulcorantes

De acordo com os resultados da entrevista, 72 % da população alvo consomem sacarina, 67 % ciclamato e 40 % aspartame.

Como pode ser observado, sacarina e ciclamato são consumidos por porcentagens praticamente iguais da população. A explicação para este perfil de consumo está associada ao uso conjunto destes edulcorantes na maioria das formulações, já que um sabor residual amargo pode se evidenciar quando a sacarina é utilizada como único edulcorante.

A exposição relativamente maior da população à sacarina/ciclamato é decorrente de vários fatores. Sacarina e ciclamato, além de terem surgido há mais tempo e, portanto, apresentarem tradição de uso, são os edulcorantes mais econômicos

disponíveis no mercado. Além disso, a expansão da comercialização de produtos dietéticos têm resultado no aumento de uso de sacarina/ciclamato, pois o aspartame, devido a sua estabilidade limitada em condições ácidas e de processamento térmico, não é tecnologicamente adequado para alguns produtos.

Entretanto, os dados da Tabela 19 indicam uma certa preferência dos consumidores com menor faixa etária pelo aspartame, o que sugere que o quadro atual pode ser revertido nos próximos anos, ou seja, a utilização de aspartame por indivíduos com maior faixa etária poderá, no futuro ultrapassar a de sacarina e ciclamato.

TABELA 19 - Consumidores de edulcorantes (%) conforme a faixa etária

=====			
% de consumidores			

Faixa etária	Aspartame	Ciclamato	Sacarina

0 - 20	15	11	12
21 - 40	50	38	39
41 - 60	27	35	34
+ 60	12	16	16
=====			

Considerando-se a exposição da população alvo a cada um dos edulcorantes presentes nos produtos dietéticos, foram feitas distribuições do número de indivíduos (frequência) por intervalos discretos de níveis de consumo, conforme Figura 11.

Para todos os edulcorantes, o número de consumidores é mais elevado em faixas de consumo menores, ou seja, um número grande de indivíduos consome edulcorantes em quantidades baixas, enquanto poucos consumidores apresentam níveis altos de ingestão.

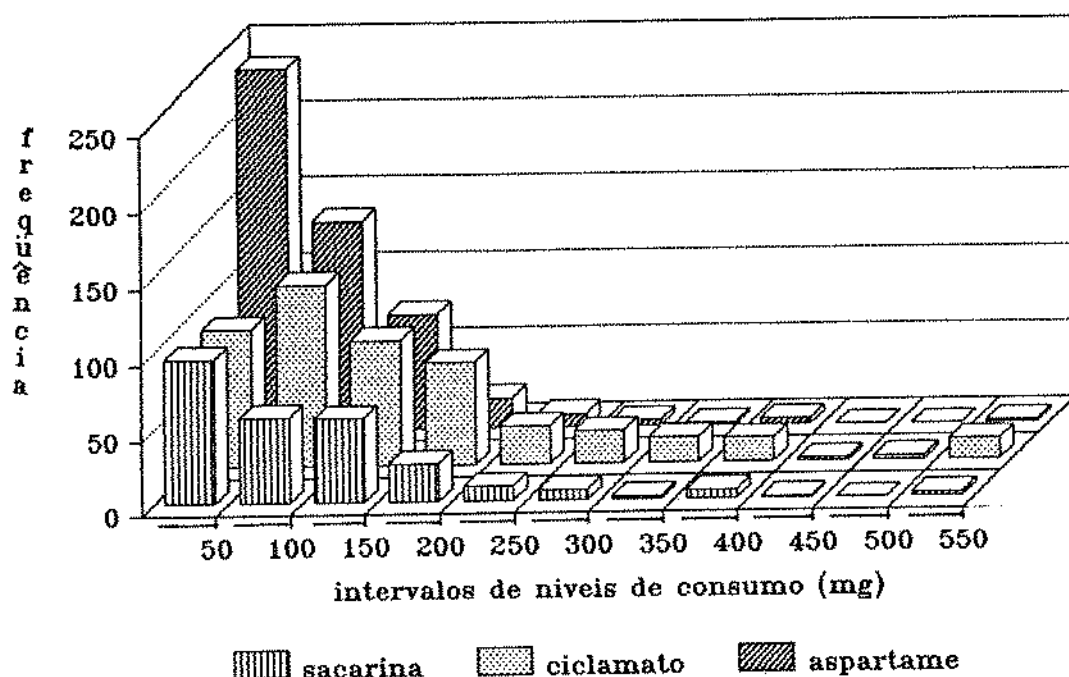


Figura 11 - Distribuição do número de indivíduos por intervalo de níveis de consumo de edulcorante

As Tabelas 20, 21 e 22 apresentam os resultados relativos ao consumo de cada edulcorante pela população total entrevistada e pela de Campinas e de Curitiba, em termos de valores mediano, médio e máximo.

Alguns entrevistados apresentaram um consumo bastante elevado de alimentos dietéticos, deslocando a média para valores maiores e não representativos de consumo médio. Portanto, para fins de comparação, foram também considerados os valores de mediana.

TABELA 20 - Consumo diário total de edulcorantes (mg/dia) pela população de Campinas e Curitiba

Edulcorantes	Mediana	Média	Máxima	n ^a
Aspartame	72,22	100,42	602,86	266
Ciclamato	114,76	150,34	890,36	462
Sacarina	51,60	71,90	702,00	490

n^a = número de consumidores

TABELA 21 - Consumo diário total de edulcorantes (mg/dia) pela população de Campinas

Edulcorantes	Mediana	Média	Máxima	n ^a
Aspartame	72,22	98,96	541,65	115
Ciclamato	116,10	152,24	847,83	235
Sacarina	55,75	82,78	702,00	243

n^a = número de consumidores

TABELA 22 - Consumo diário total de edulcorantes (mg/dia) pela população de Curitiba

Edulcorantes	Mediana	Média	Máxima	n ^a
Aspartame	72,22	101,53	602,86	151
Ciclamato	103,28	148,37	890,36	227
Sacarina	46,31	61,19	361,60	247

n^a = número de consumidores

4.4.3.1. Influência sazonal e regional no consumo dos edulcorantes

O consumo de alimentos e bebidas é, em geral, influenciado pelo clima: não somente as pessoas comem e bebem mais de acordo com a temperatura, como também a escolha do alimento pode variar.

Os resultados obtidos neste estudo não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas (5 % de significância) entre os níveis de consumo de aspartame, ciclamato e sacarina nas estações de verão e inverno, tanto para Campinas como para Curitiba (Figura 12).

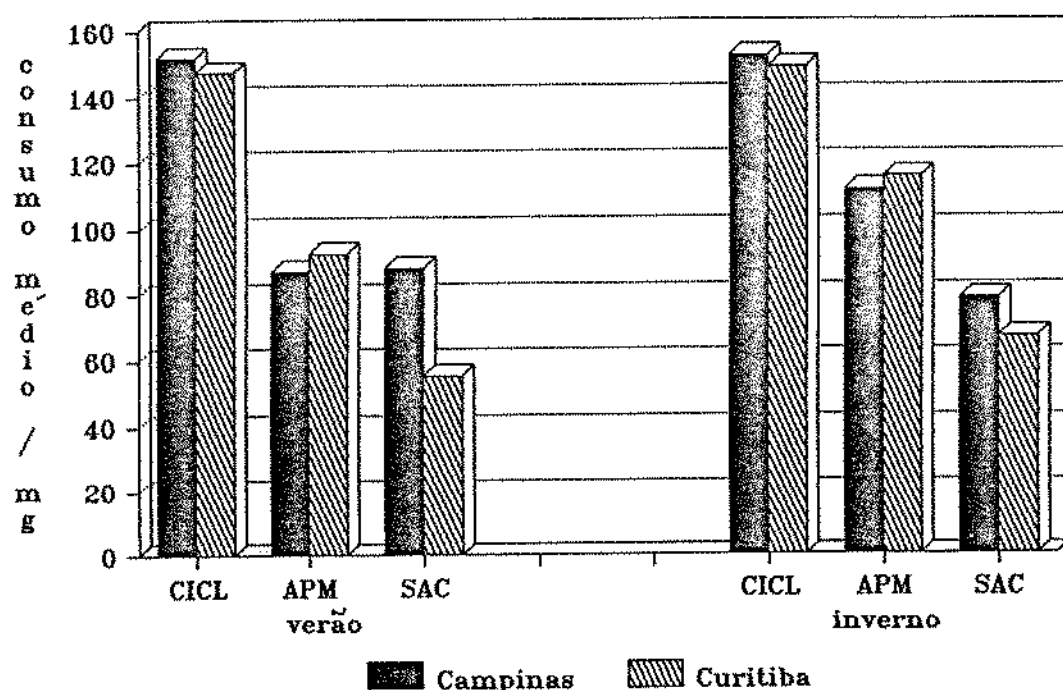


Figura 12 - Níveis de consumo médio de edulcorantes no verão e no inverno, para Campinas e Curitiba

Quanto a diferenças regionais, tanto no inverno como no verão o consumo de sacarina foi significativamente maior em Campinas, comparativamente a Curitiba.

Embora os consumidores de Curitiba tenham demonstrado no verão uma preferência maior por produtos que veiculam

aspartame (Figura 13), as diferenças em níveis de consumo não são significativas devido à grande variabilidade entre consumos individuais, refletida em valores de desvio padrão iguais ou mesmo superiores à média.

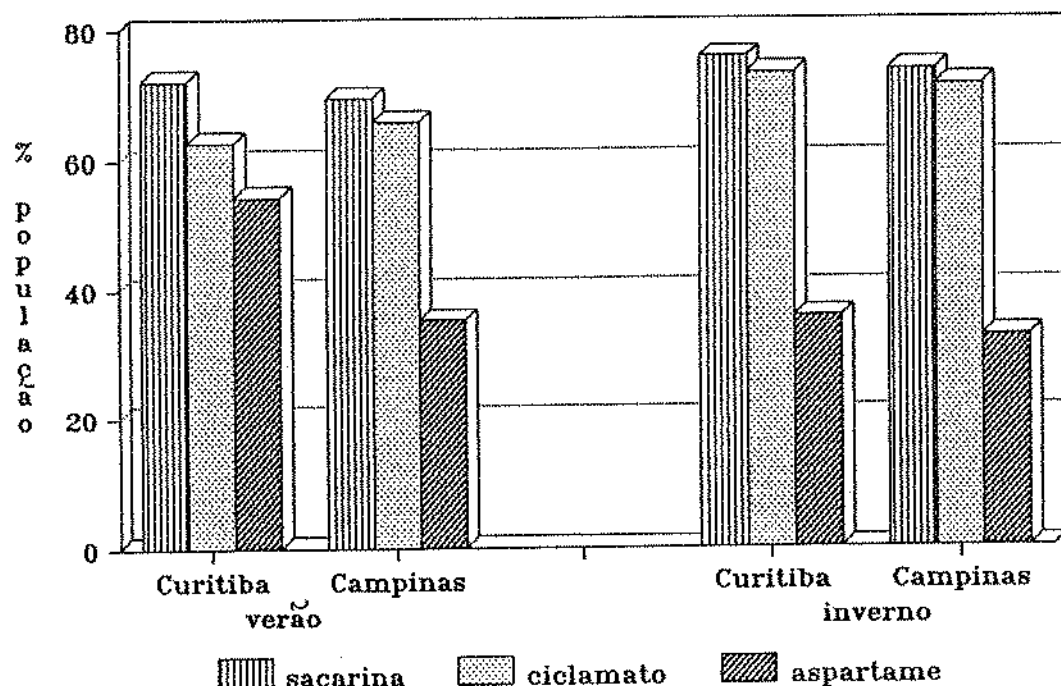


Figura 13 - Porcentagem da população que consome edulcorantes no verão e inverno em Campinas e Curitiba

Considerando-se toda a população entrevistada nas cidades, não foram observadas diferenças significativas de consumo médio entre as estações de inverno e verão. Assim, os dados de consumo registrados nas entrevistas podem ser considerados como representativos de hábitos normais de consumo durante todo o ano.

4.4.4. Motivo do consumo de edulcorantes

Várias foram as razões alegadas pelos participantes para justificar o consumo de edulcorantes (Figura 14). Em ordem decrescente, os principais motivos foram: controle de peso (36 %), diabetes (35 %) e regime (23 %). Problemas de triglicerídeos,

colesterol e incompatibilidade com açúcares foram razões alegadas por 6 % dos entrevistados.

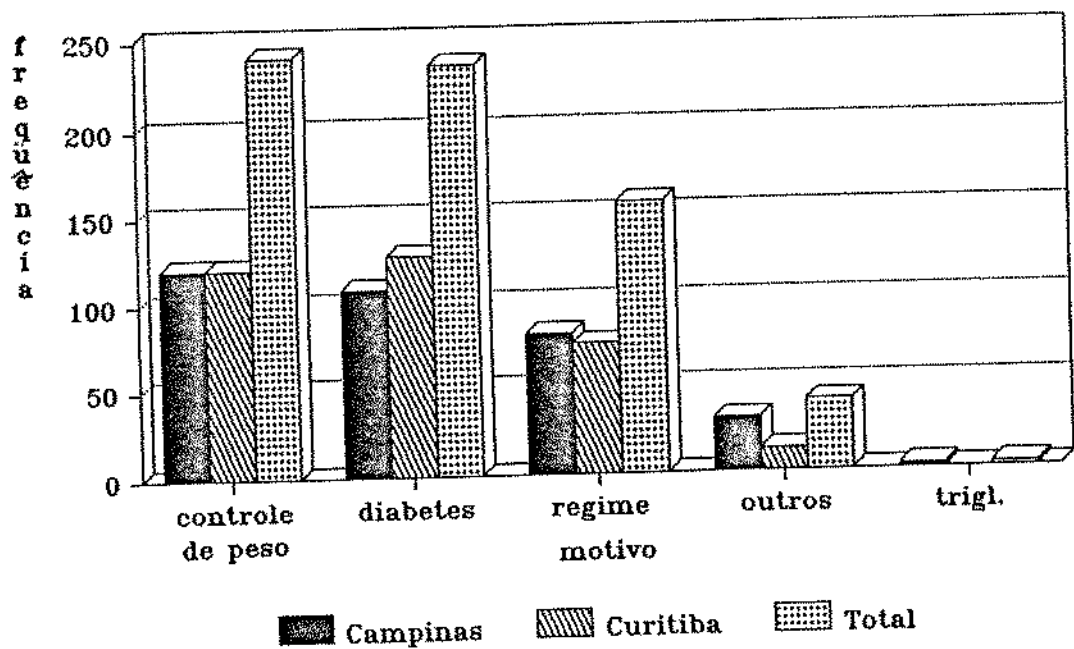


Figura 14 - Motivo do consumo de edulcorantes

Para cada edulcorante, individualmente, foram identificados os diferentes motivos de consumo, conforme apresentado na Tabela 23.

TABELA 23 - População total consumidora de edulcorantes (%) por diferentes motivos

% população				
Edulcorantes				
	Regime	Diabetes	Controle de peso	Outros
Aspartame	25	29	39	7
Ciclamato	22	39	33	6
Sacarina	22	39	33	6

A principal razão para a ingestão de sacarina e ciclamato foi o diabetes (39 %), seguido pelo motivo controle de peso (33 %). Os produtos que continham aspartame foram os preferidos pelos consumidores que faziam algum tipo de controle de peso (39 %), seguido do grupo dos diabéticos (29 %).

4.4.5. Consumo de edulcorantes através de diversos produtos dietéticos

A fim de se avaliar apropriadamente os dados gerados pela pesquisa, foi necessário obterem-se informações sobre quais alimentos e bebidas são as fontes mais importantes de edulcorantes na dieta da população e que produtos apresentam um significado maior para setores específicos da população, como os diabéticos e aqueles que controlam o peso. Também foram obtidas informações quanto ao consumo de edulcorantes não somente pelo consumidor médio, mas também por aqueles que consomem um produto em quantidade superior à média, os chamados "consumidores extremos".

A importância relativa de diferentes produtos dietéticos como veículos para ingestão de edulcorantes pode ser observada nas Tabelas 24 a 29. Os dados se referem somente aos consumidores de cada edulcorante. A soma dos consumos médios, medianos ou máximos de um edulcorante em particular, a partir de cada categoria de alimento, não representa o valor de consumo total daquele edulcorante, uma vez que um mesmo indivíduo raramente consome produtos de todas as categorias.

De acordo com os resultados obtidos nas entrevistas, ficou constatado que os adoçantes de mesa são a principal fonte de exposição a edulcorantes, tanto em Campinas quanto em Curitiba, seguidos pelos refrigerantes dietéticos.

Padrões de consumo diferentes destes foram observados na Inglaterra, onde os refrigerantes dietéticos e os "squash" (refrigerante a base de suco de fruta) são os produtos mais

TABELA 24 - Consumo de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos dietéticos pela população geral de Campinas

Produto	Aspartame				Ciclamato				Sacarina			
	% (a)	média	mediana	máxima	% (a)	média	mediana	máxima	% (a)	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	70	128	107	542	99	144	113	848	96	81	54	702
Refrigerantes Diet.	30	17	12	44	5	61	32	257	17	25	15	72
Doutros (b)	5	69	49	129	3	165	142	285	3	20	20	41

(a) - % da população que consome o edulcorante
(b) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

TABELA 25 - Consumo de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos dietéticos pela população geral de Curitiba

Produto	Aspartame				Ciclamato				Sacarina			
	% (a)	média	mediana	máxima	% (a)	média	mediana	máxima	% (a)	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	68	124	108	404	93	127	92	787	85	60	43	362
Refrigerantes Diet.	46	23	13	300	13	65	45	223	35	25	21	108
Doutros (b)	4	117	36	560	8	253	180	630	6	34	29	72

(a) - % da população que consome o edulcorante
(b) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

TABELA 26 - Consumo de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos dietéticos por diabéticos em Campinas

Produto	Aspartame				Ciclamato				Sacarina			
	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	42	119	107	289	97	153	122	848	94	78	60	331
Refrigerantes Diet.	54	18	9	44	2	22	22	22	14	30	15	72
Outros (b)	8	82	86	129	2	186	186	285	3	16	19	21

(a) - % da população que consome edulcorante

(b) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

TABELA 27 - Consumo de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos dietéticos por diabéticos em Curitiba

Produto	Aspartame				Ciclamato				Sacarina			
	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	62	132	108	356	97	156	105	787	88	70	50	362
Refrigerantes Diet.	65	27	16	300	15	71	45	223	44	29	21	108
Outros (b)	8	170	44	560	7	231	270	398	7	30	28	58

(a) - % da população que consome edulcorante

(b) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

TABELA 28 - Consumo de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos dietéticos pelo grupo "controle" em Campinas

Produto	Aspartame				Ciclamato				Sacarina			
	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	73	129	106	542	100	142	101	812	98	81	53	702
Refrigerantes Diet.	25	11	9	22	6	32	25	45	16	17	15	36
Outros (b)	4	71	71	100	4	91	89	142	4	24	21	41

(a) - % da população que consome edulcorante
(b) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

TABELA 29 - Consumo de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos dietéticos pelo grupo "controle" em Curitiba

Produto	Aspartame				Ciclamato				Sacarina			
	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima	%(a)	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	84	110	107	289	89	108	80	626	85	54	40	335
Refrigerantes Diet.	26	11	9	22	11	62	57	134	24	27	24	105
Outros (b)	1,75	DI	DI	DI	3	115	115	180	3	45	45	72

(a) - % da população que consome edulcorante
(b) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes
DI - dados insuficientes

populares, contribuindo para a alta ingestão de sacarina, seguida de aspartame e acesulfame. Os adoçantes de mesa contendo sacarina são utilizados somente por 11 % da população e os que contêm aspartame, por 2 % (ISA, 1990).

Na época da pesquisa junto à população alvo, os refrigerantes marca "O", à base de cola, eram adoçados com uma mistura de aspartame e sacarina. Atualmente, este marca de bebida passou a utilizar também o ciclamato em sua formulação, diminuindo os níveis de sacarina e aspartame anteriormente utilizados. Portanto, pode-se esperar que essa alteração venha a resultar em maior participação dos refrigerantes dietéticos como fonte de exposição ao ciclamato.

Comparando-se as Tabelas 24 e 25, observa-se que a participação de refrigerantes dietéticos no consumo de aspartame, ciclamato e sacarina é relativamente maior em Curitiba que em Campinas, refletindo um maior consumo destes produtos pelos curitibanos. Outros alimentos como pudins, gelatinas, geléias, iogurtes, chocolates, embora consumidos por uma pequena parcela da população (menos que 10 %), foram responsáveis pelos maiores consumos (mg/dia) de ciclamato em ambas as cidades e também são o segundo produto que mais contribuiu para o consumo total de aspartame, tanto em Campinas como em Curitiba.

Considerando-se grupos isolados da população, os dados da entrevista revelam que mais da metade do grupo dos diabéticos de Campinas e de Curitiba consomem refrigerantes dietéticos que contêm aspartame, e que adoçantes de mesa à base de sacarina e ciclamato são os preferidos por este grupo da população. Constatou-se também que em Curitiba, a porcentagem da população de diabéticos (Tabela 27) que consome refrigerantes dietéticos, assim como a quantidade consumida, são maiores que em Campinas (Tabela 26).

Através dos valores de consumo máximo, podem-se observar os níveis de consumo de edulcorantes dos grandes consumidores. Estes, na maioria das vezes, são representados

pelos diabéticos, o que era esperado, haja vista sua limitação metabólica e a conseqüente necessidade da substituição do açúcar na dieta.

A população representada pelo grupo "controle de peso" de Curitiba, quando comparada com a de Campinas, demonstrou maior preferência pelos adoçantes de mesa à base de aspartame e, conseqüentemente, menor consumo de adoçantes contendo ciclamato e sacarina (Tabelas 28 e 29).

Tanto para Campinas como para Curitiba, a participação de gelatina, geléias, pudins e outros como fonte de edulcorantes foi menor para o grupo controle, relativamente ao grupo de diabéticos. Esta situação reflete mais uma vez a necessidade dos diabéticos de consumirem produtos alternativos que não contêm açúcares.

Com a finalidade de comparar os níveis de consumo de edulcorantes através de diferentes produtos no Brasil e em países europeus, estão apresentados na Tabela 30 os dados de consumo gerados no presente estudo e aqueles obtidos em pesquisa semelhante, realizada na Inglaterra, pelo Grupo de Vigilância em Alimentos do Ministério da Agricultura, Pescados e Alimentos (MAFF), no período de 1987 a 1988 (MAFF, 1990).

TABELA 30 - Consumo mediano de edulcorantes (mg/dia) através de diferentes produtos no Brasil e na Inglaterra

País	Aspartame		Sacarina	
	adoçantes	refrigerantes	adoçantes	refrigerantes
Brasil	108	12	49	18
Inglaterra	18	14	51	12

Cabe ressaltar que não foi possível a comparação dos níveis de consumo do ciclamato pelo fato do uso deste edulcorante não ser permitido na Inglaterra.

Os dados indicam que os brasileiros consomem mais aspartame através de adoçantes de mesa do que os ingleses. Este quadro reflete preferências individuais do consumidor, já que na Inglaterra, apenas 2 % dos consumidores usam adoçantes de mesa a base de aspartame, enquanto que no Brasil, cerca de 70 % dos consumidores utilizam este produto. Também o consumo de sacarina, através de refrigerantes dietéticos, é maior no Brasil que na Inglaterra.

4.4.6. Ingestão diária potencial (IDP)

Nos parágrafos anteriores, a ingestão de edulcorantes foi apresentada como mg/dia. No entanto, uma forma mais comumente utilizada nos trabalhos de avaliação de risco é em termos de exposição diária em relação ao peso corpóreo, ou seja, miligramas do edulcorante consumido por quilograma de peso corpóreo por dia (mg/kg/dia). Este procedimento permite a comparação de valores de ingestão diária potencial (IDP) com os limites toxicológicos recomendados para cada edulcorante.

Os valores da ingestão média, mediana e máxima para a população geral, diabéticos e grupo controle das cidades de Campinas e Curitiba a partir de diversos produtos dietéticos estão apresentados de forma comparativa nas Tabelas 31 a 36. Novamente, os valores de ingestões médias, medianas ou máximas de um edulcorante em particular a partir de cada categoria de alimentos não representa o valor de ingestão total daquele edulcorante, uma vez que um mesmo indivíduo raramente consome produtos de todas as categorias.

Comparando-se os dados apresentados com valores de IDA estabelecidos pelo JECFA, observa-se que os valores de ingestão de aspartame estiveram sempre abaixo de sua IDA (0 - 40 mg/kg

TABELA 31 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) através de diferentes produtos dietéticos pela população geral de Campinas

Produto	Aspartame			Ciclamato			Sacarina		
	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	1,90	1,42	8,33	2,2	1,76	14,13	1,27	0,91	10,80
Refrigerantes Diet.	0,31	0,2	2,9	0,92	0,41	3,78	0,46	0,31	3,6
Outros (a)	1,13	0,81	2,08	2,69	2,22	5,47	0,34	0,29	0,79

(a) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes
IDP - ingestão diária potencial

TABELA 32 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) através de diferentes produtos dietéticos pela população geral de Curitiba

Produto	Aspartame			Ciclamato			Sacarina		
	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	2,35	1,71	21,24	2,16	1,49	17,88	0,96	0,67	8,22
Refrigerantes Diet.	0,42	0,18	6,38	1,3	0,81	5,57	0,43	0,31	1,61
Outros (a)	4,09	0,62	10,3	5,66	4,28	11,94	0,66	0,51	1,25

(a) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes
IDP - ingestão diária potencial

TABELA 33 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) através de diferentes produtos dietéticos pelos diabéticos em Campinas

Produto	Aspartame			Ciclamato			Sacarina		
	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	1,27	0,96	3,10	2,52	1,97	14,13	1,36	0,93	10,80
Refrigerantes Diet.	0,43	0,23	2,19	0,38	0,30	0,56	0,46	0,25	1,64
Outros (a)	1,21	1,21	1,86	2,37	1,89	3,55	0,22	0,27	0,27

(a) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes
IDP - ingestão diária potencial

TABELA 34 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) através de diferentes produtos dietéticos em Curitiba

Produto	Aspartame			Ciclamato			Sacarina		
	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	3,79	2,27	21,24	2,98	1,79	17,88	1,32	0,76	8,22
Refrigerantes Diet.	0,55	0,27	6,38	1,45	0,66	5,57	0,52	0,42	1,61
Outros (a)	DI	DI	DI	5,80	5,00	11,25	0,68	0,54	1,18

(a) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes
DI - dados insuficientes
IDP - ingestão diária potencial

TABELA 35 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) através de diferentes produtos dietéticos pelo grupo "controle" em Campinas

Produto	Aspartame			Ciclamato			Sacarina		
	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	2,10	1,51	8,33	1,95	1,46	11,88	1,12	0,88	5,28
Refrigerantes Diet.	0,24	0,17	0,76	0,68	0,41	1,78	0,36	0,23	1,24
Outros (a)	1,13	0,66	2,08	3,06	2,41	5,47	0,57	0,57	0,79

(a) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

IDP - ingestão diária potencial

TABELA 36 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) através de diferentes produtos dietéticos pelo grupo "controle" em Curitiba

Produto	Aspartame			Ciclamato			Sacarina		
	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima	média	mediana	máxima
Adoçantes de Mesa	1,79	1,68	4,81	1,64	1,20	10,10	0,75	0,62	3,89
Refrigerantes Diet.	0,19	0,13	0,63	0,88	0,34	2,57	0,35	0,25	1,14
Outros (a)	4,99	4,55	10,58	4,63	2,90	8,44	0,72	0,68	1,22

(a) - gelatinas, geleias, pudins, iogurtes

IDP - ingestão diária potencial

p.c.). Já para a sacarina e ciclamato, cujos valores de IDA são relativamente menores (0 - 2,5 e 0 - 11 mg/kg p.c., respectivamente), foram registradas ingestões acima dos limites recomendados, tanto em Curitiba como em Campinas, principalmente através do consumo de adoçantes de mesa à base de ciclamato e sacarina e, particularmente, pelos diabéticos.

Entretanto, em termos de ingestão mediana, a IDP dos edulcorantes através de todos os produtos, não excedeu aos limites toxicológicos recomendados pelo JECFA (Tabela 37). Os valores de IDP para os edulcorantes aspartame, ciclamato e sacarina representaram, respectivamente, 2,9, 15,5 e 32,8 % de suas IDAs para a população total estudada; 2,6, 18,0 e 37,6 % para os diabéticos e 3,2, 13,2 e 30 % para o grupo controle.

TABELA 37 - Ingestão diária potencial - IDP (mg/kg p.c.) de edulcorantes pela população total estudada, grupo de diabéticos e grupo controle de peso

Edulcorante	IDA ^a	População total	Diabéticos	Controle
Aspartame	0 - 40	1,17	1,02	1,28
Ciclamato	0 - 11	1,70	1,98	1,45
Sacarina	0 - 2,5	0,82	0,94	0,75

^a IDA - Ingestão diária aceitável (mg/kg p.c.) recomendada pelo JECFA

As ingestões observadas neste estudo revelam que os consumidores brasileiros de produtos dietéticos ingerem mais sacarina e aspartame que os ingleses e alemães, e menos ciclamato que os alemães (Tabela 38). Já os finlandeses apresentam maior IDP para todos os edulcorantes, relativamente aos alemães, brasileiros e finlandeses. Os diabéticos brasileiros apresentaram IDP de aspartame e de sacarina menor que os diabéticos ingleses e

IDP de ciclamato e aspartame maior que os diabéticos da Finlândia (Tabela 39).

O aspartame tem sido um dos edulcorantes mais estudados em termos de avaliação da ingestão através de alimentos dietéticos. Estudos realizados no Canadá indicam ingestões diárias médias de aspartame iguais a 1,3 mg/kg e 2,9 mg/kg, para os consumidores em geral e para os diabéticos, respectivamente, quantidade superior portanto, as ingeridas pelos brasileiros (INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL, 1990).

O FDA e a Corporação de Pesquisa de Mercado dos Estados Unidos apresentaram alguns dados de ingestão para o aspartame calculados de acordo com níveis de ingestão projetados. Se o aspartame, substituir totalmente a ingestão média diária da sacarose, os valores de ingestão do aspartame estariam em torno de 3 a 11 mg/kg p.c. e a ingestão mais alta seria de 22 a 34 mg/kg p.c., valores abaixo dos limites toxicológicos recomendados tanto pela FDA como pelo JECFA (STEGINK, 1984).

Ainda, de acordo com dados da FDA, estimados com base na utilização real de edulcorante em alimentos nos EUA, a ingestão diária *per capita* de aspartame e sacarina tem se mantido relativamente constante nos últimos anos, em níveis aproximados de 1mg/kg p.c.e 7 mg por pessoa, respectivamente (Codex Alimentarius, 1990).

Considerando-se os níveis de ingestão média/mediana verificados em nossa pesquisa e aqueles disponíveis para diferentes países, podemos considerar que existe uma ampla margem de segurança entre o consumo real de aspartame, ciclamato e sacarina e o limite de ingestão recomendado pelo JECFA, para cada um dos tres edulcorantes.

TABELA 38 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) em diferentes países

País	Aspartame		Ciclamato		Sacarina		Referência
	mediana	máxima	mediana	máxima	mediana	máxima	
Alemanha (a)	0,15	ND	2,62	ND	0,25	ND	ISA (1990a)
Brasil	1,17	18,80	1,70	17,90	0,82	10,80	
Finlândia (a)	2,20	ND	4,40	ND	1,90	ND	CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (1990)
Inglaterra (b)	0,30	1,76	NP	NP	0,30	3,43	HAFF (1990)

(a) - os dados se referem a média de consumo

(b) - os dados se referem a faixa etária entre 25 - 34 anos

IDP - ingestão diária potencial

ND - dado não disponível

NP - edulcorante não permitido na Inglaterra

TABELA 39 - IDP de edulcorantes (mg/kg p.c.) por diabéticos em diferentes países

País	Aspartame		Ciclamato		Sacarina		Referência
	média	mediana	média	mediana	média	mediana	
Brasil	1.91	1.02	2.96	1.98	1.42	0.94	
Finlândia	1.15	ND	0.41	ND	0.28	ND	VIRTANEN et al. (1988)
Inglaterra (a)	ND	3.20	NP	NP	ND	1.60	HAFF (1990)

(a) - ingestão para faixa etária entre 21 - 34 anos

IDP - ingestão diária potencial

ND - dado não disponível

NP - edulcorante não permitido na Inglaterra

4.4.7. Identificação dos consumidores que ultrapassaram a IDA

Nenhum dos consumidores de aspartame apresentou ingestão acima da IDA. Portanto, foram analisados apenas os perfis dos consumidores de ciclamato e sacarina, levando-se em consideração as seguintes características: sexo, idade, grau de escolaridade e motivo de consumo.

De 462 consumidores de ciclamato, 14 ultrapassaram a IDA (3 %), sendo 10 do sexo feminino e 4 do sexo masculino. Entre os 490 consumidores de sacarina, dos 43 que ultrapassaram a IDA (8,8 %), 27 eram mulheres e 16 homens (Figura 15)

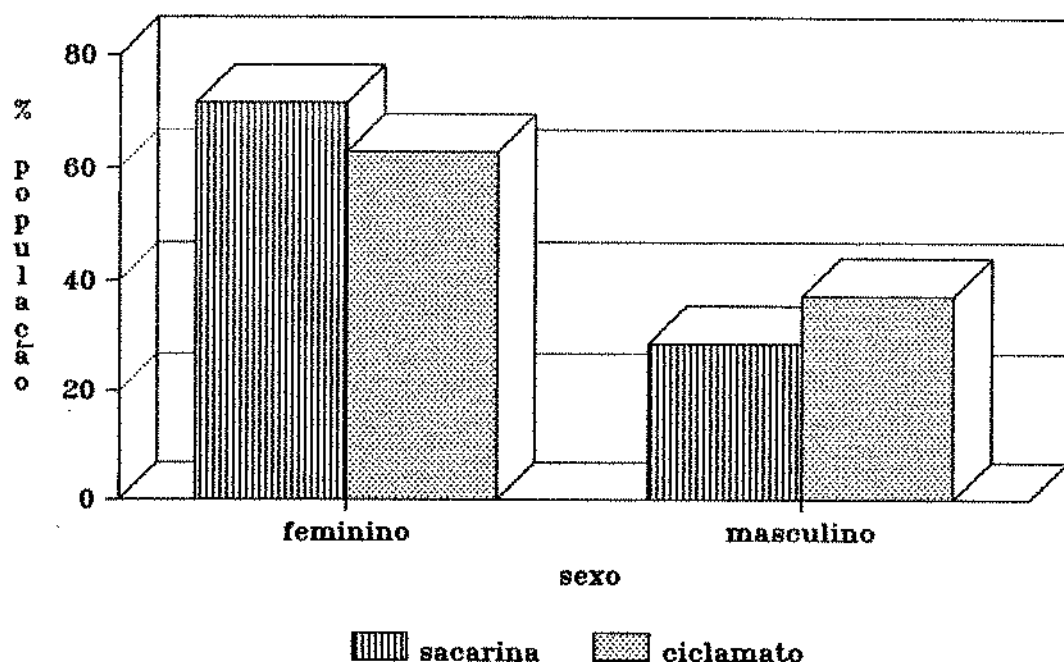


Figura 15 - Sexo dos consumidores que ultrapassaram a IDA

A Figura 16 identifica, por faixa etária, os consumidores que excederam a IDA. Conforme se pode notar, houve uma maior concentração de consumidores com idade inferior a 40 anos, o que se deve provavelmente a diferentes padrões de consumo e preferências para determinados produtos dietéticos. Através desta pesquisa pode ser constatado que, à medida que a idade aumenta, há uma diminuição do número de consumidores de

refrigerantes dietéticos, segundo veículo mais importante para o consumo de sacarina. Como consequência, o número de indivíduos em idade mais avançada que poderia ultrapassar a IDA deste edulcorante também diminui.

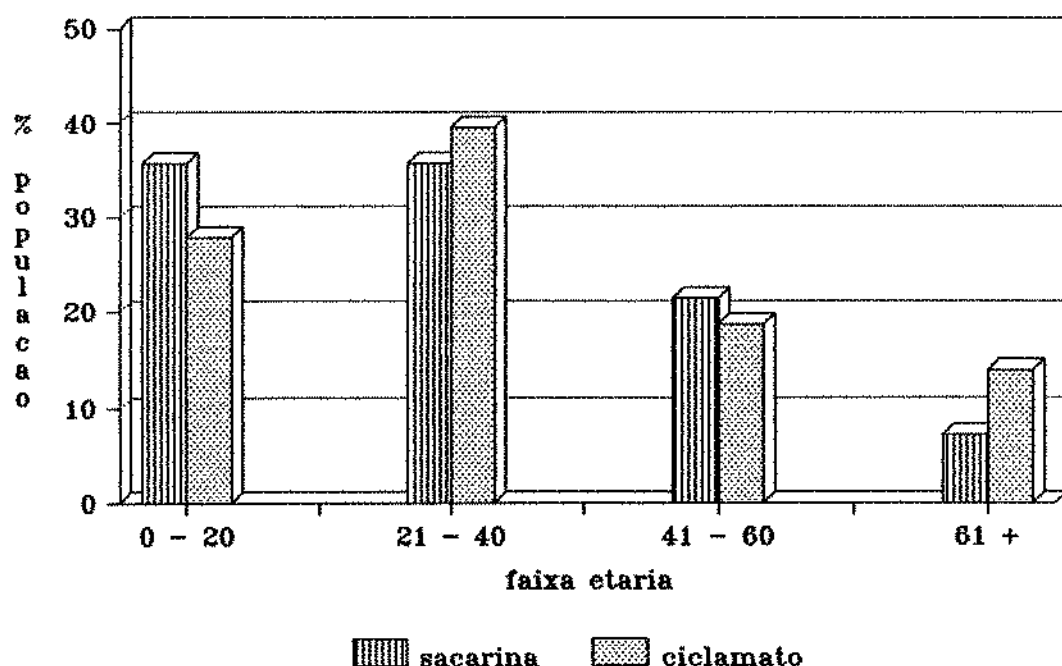


Figura 16 - Faixa etária dos consumidores que ultrapassaram a IDA

O grau de escolaridade pode influenciar no padrão de consumo dentro de uma população, principalmente quando se considera os diferentes níveis de informação. Portanto, é uma variável que deve ser considerada e que pode auxiliar na análise dos resultados. A Figura 17 apresenta os diferentes níveis de escolaridade para os consumidores que ultrapassaram a IDA para ciclamato e sacarina.

Conforme os dados apresentados, verifica-se que em todos os níveis de escolaridade existiram consumidores que ultrapassaram a IDA de ciclamato e sacarina. O ciclamato foi mais consumido entre os consumidores do nível primário e o consumo da sacarina foi maior entre os indivíduos com nível superior.

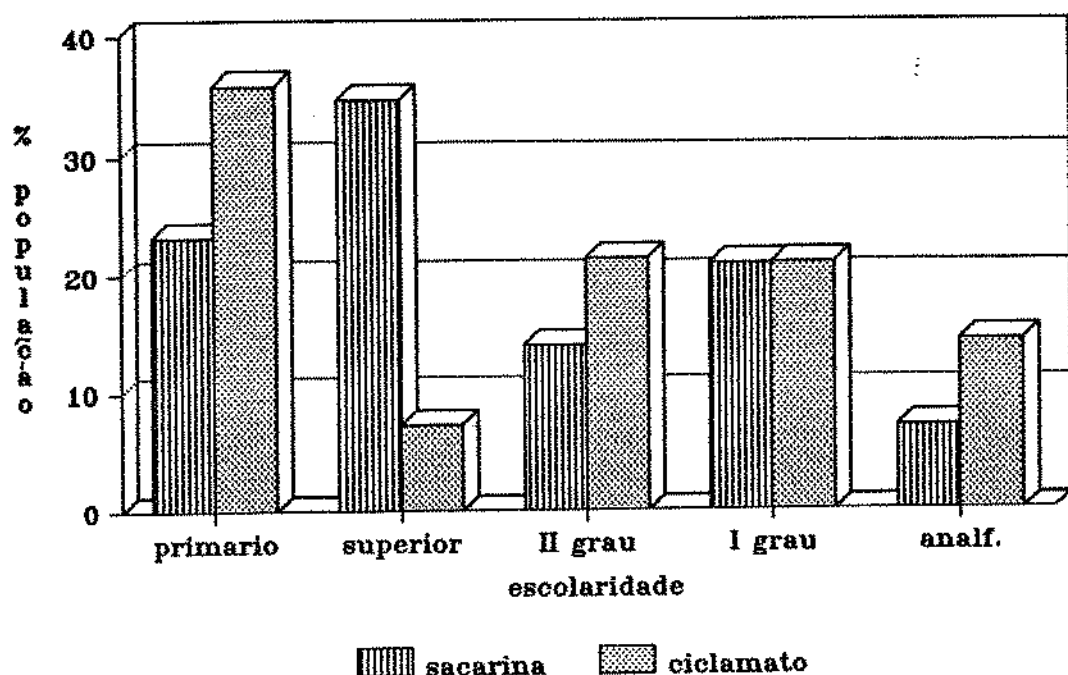


Figura 17 - Níveis de escolaridade dos consumidores que excederam a IDA

A Figura 18 identifica os indivíduos que ultrapassaram a IDA de ciclamato e sacarina quanto aos motivos alegados para o seu consumo.

Estes dados evidenciam que, entre 43 indivíduos que ultrapassaram a IDA para sacarina, 27 eram diabéticos (63 %). Para o ciclamato, entre 14 consumidores, 10 eram diabéticos (71 %). Portanto, comprova-se que os consumidores diabéticos constituem um grupo potencialmente suscetível de ultrapassar a IDA desses edulcorantes.

O segundo grupo de consumidores potencialmente vulnerável para exceder a IDA inclui os indivíduos que, embora não sejam obesos, utilizam os edulcorantes para controlar o peso, ou apenas por opção. Estes consumidores são menos disciplinados e englobam principalmente indivíduos jovens, muitos dos quais, ao mesmo tempo que ingerem quantidades exageradas de diferentes alimentos, consomem edulcorantes como forma de compensação para os excessos cometidos. Atualmente, verifica-se também entre os

jovens um comportamento mais receptivo em relação a alimentos "diet", principalmente refrigerantes, cujo consumo tem sido estimulado através de propagandas que os associam a um estilo de vida mais saudável.

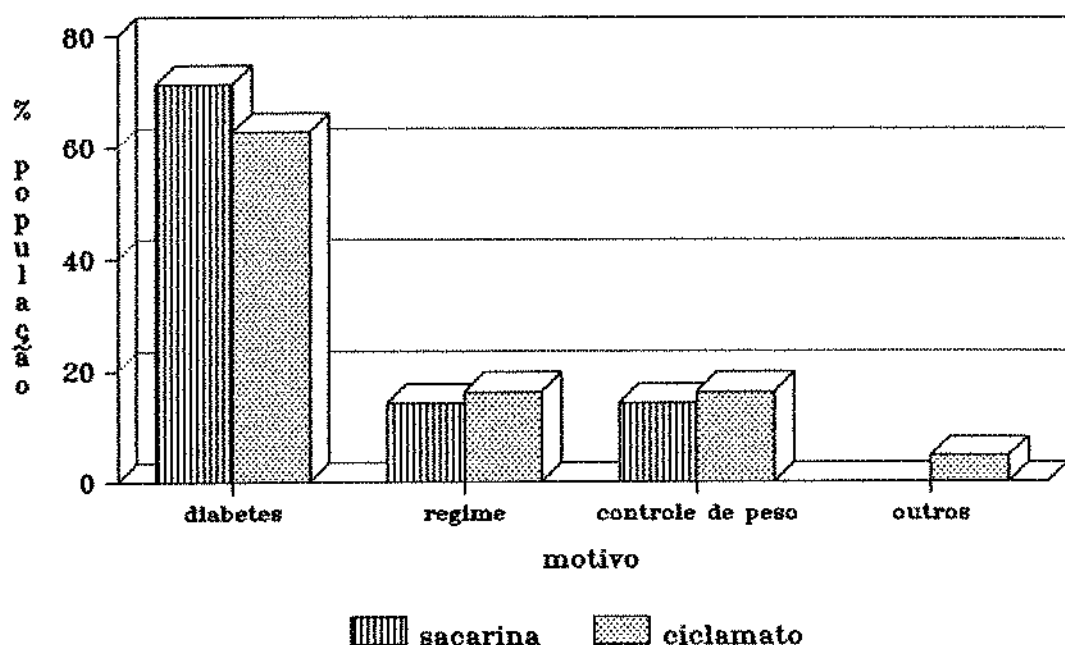


Figura 18 - Motivos que levaram ao consumo elevado de edulcorantes

4.5. Considerações Finais

Os consumidores de adoçantes de mesa, alimentos e bebidas dietéticos deveriam ter conhecimento dos limites de ingestão diária aceitável (IDA) dos edulcorantes que consomem, de forma a poder controlar sua exposição a estes aditivos.

Conforme cálculos de ingestão potencial teórica realizados, considerando-se o consumo de diferentes alimentos dietéticos (formulações de 1990), um adulto de 60 kg poderá ultrapassar o limite diário de ingestão do aspartame através de adoçantes de mesa disponíveis no mercado, caso consuma mais de 600 gotas ou 63 envelopes ou 12 comprimidos do produto. Para os refrigerantes dietéticos, seria necessário o consumo de mais de 60 garrafas de Diet Coca de 250 mL ou 68,5 garrafas de Diet Pepsi

de 250 mL.

Quanto à sacarina, cujo valor de IDA é menor, o consumo de alimentos que a contém também deve ser menor. Para ultrapassar a IDA de 2,5 mg, seria necessário para um indivíduo de 60 kg consumir mais de 50 gotas de adoçante de mesa que contém 60 mg/mL de sacarina ou então, mais de 7,5 envelopes que contém 20 mg de sacarina. No caso dos refrigerantes dietéticos, seria necessário um consumo superior a quatro garrafas de 250 mL de Diet Coca ou mais de 5,5 de Diet Pepsi de 250mL.

Para crianças, que apresentam menor peso corpóreo, há necessidade de maior controle na ingestão dos produtos dietéticos, a fim de evitar que a ingestão dos edulcorantes, através de diversos alimentos ultrapasse os limites recomendados como seguros para a saúde humana.

Infelizmente, o número de crianças que participaram da presente pesquisa não foi suficiente para uma avaliação mais completa dos níveis de ingestão potencial média de edulcorantes para este grupo da população.

As informações obtidas através do presente estudo indicam que as ingestões de aspartame, ciclamato e sacarina, através do consumo de produtos dietéticos, estão dentro dos limites considerados seguros por organismos internacionais. Entretanto, é difícil afirmar se estes dados são representativos de hábitos alimentares por longo tempo.

Embora esta pesquisa tenha sido conduzida em duas cidades desenvolvidas, acredita-se que os resultados sejam representativos dos níveis de ingestão de consumidores brasileiros de edulcorantes, uma vez que o desconhecimento, a falta de informações, bem como restrições econômicas, certamente limitam o consumo desses compostos em regiões menos desenvolvidas do país.

Hábitos alimentares individuais mudam , sem dúvida, durante a vida, tanto como resultado de mudanças em preferências pessoais como de mudanças na disponibilidade de alimentos. É, portanto, recomendável que, em vista do crescimento do mercado de alimentos e produtos dietéticos no Brasil, este tipo de pesquisa se faça periodicamente.

5 - CONCLUSÕES

Em vista dos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que:

1. Os edulcorantes aspartame, ciclamato, e sacarina são utilizados em adoçantes de mesa e em refrigerantes dietéticos em quantidade inferior aos limites de tolerância estabelecidos pela legislação brasileira.
2. Os edulcorantes mais consumidos pela população são, em ordem decrescente, sacarina, ciclamato e aspartame. Aproximadamente 72 % dos consumidores de produtos dietéticos ingerem sacarina, 67 % ciclamato e 40 % aspartame.
3. A maioria dos consumidores brasileiros de edulcorantes tem idade entre 20 e 60 anos, peso corpóreo entre 50 e 80 kg, enquadrando-se em variados graus de escolaridade e profissão.
4. Os principais motivos para o consumo de edulcorantes são, em ordem decrescente, controle de peso (36 %), diabetes (35 %) e regime (23 %).
5. Adoçantes de mesa são a principal fonte de exposição a edulcorantes, seguidos por refrigerantes dietéticos.
6. Um grande número de indivíduos consome edulcorantes em quantidades baixas, enquanto poucos consumidores apresentam níveis elevados de ingestão.
7. Indivíduos que controlam o peso preferem adoçantes de mesa a base de aspartame, enquanto diabéticos preferem adoçantes a base de sacarina.
8. Os níveis de consumo de aspartame e ciclamato são semelhantes nas cidades de Campinas e Curitiba, enquanto que sacarina apresenta maior nível de consumo em Campinas.

9. A estação do ano/clima não exerce influência estatisticamente significativa nos níveis de consumo de edulcorantes.
10. Consumidores com faixa etária menor demonstram maior preferência pelo edulcorante aspartame.
11. A importância relativa de refrigerantes dietéticos para a ingestão de edulcorantes diminui para indivíduos com maior faixa etária.
12. Os diabéticos apresentam os níveis mais elevados de consumo de edulcorantes, constituindo-se em grupo suscetível de ultrapassar os limites toxicológicos recomendados, principalmente sacarina..
13. O padrão de consumo de edulcorantes no Brasil difere daquele observado na Inglaterra. Brasileiros consomem cerca de 40 vezes mais aspartame, através de adoçantes de mesa, e aproximadamente 50 % mais sacarina através de refrigerantes dietéticos, comparativamente aos ingleses.
14. Os valores medianos de ingestão diária potencial (IDP), evidenciados na pesquisa, estão abaixo dos limites toxicológicos estabelecidos para cada um dos edulcorantes, representando, aproximadamente, 2,9, 15,5 e 32,8 % dos valores de IDA para aspartame, ciclamato e sacarina, respectivamente.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, L.G. - A responsabilidade dos dietéticos.
Superhiper, mar., 1991. p. 1-14.
2. AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. - Position of the American Dietetic Association: Appropriate use of nutritive and non nutritive sweeteners. Journal of the American Dietetic Association, (12): 1689-1693, 1987.
3. ANGELUCCI, E. - Legislação sobre edulcorantes no Brasil.
In: ANGELUCCI, E. (Coord.). Ciclo de Debates: Edulcorantes e Adoçantes em Alimentos. Campinas, ITAL / SBCTA, 1990. p. 1-9.
4. ANON. - Sweet harmony regulations in the UK and EC on sweeteners. Food Engineering INT'L, 9(15): 19-22, 1990.
5. ARGENTINA. Código Alimentário. Alimentos de regimen o dietéticos. Código Alimentário Argentino. Buenos Aires, (S.N.) p. 234 -238.
6. ARGOUDELIS, C.J. - Isocratic liquid chromatography method for the simultaneous determination of aspartame and others additives in soft drinks. Journal of Chromatography, 303: 256- 262, 1984.
7. ARNOLD, D.L.; KREWSKI, D.; MUNRO, I.C. - Saccharin: a toxicological and historical perspective. Toxicology, 27: 179- 256, 1983.
8. ARNOLD, D.L. & BOYES, B.G. - The toxicological effects of saccharin in short-term genotoxicity assays. Mutation Research, 221: 69-132, 1989.

9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS - ABIA & ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DIETÉTICOS - ABIAD. (1992). Comunicação oral.
10. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC.
Official methods of analysis, 14th ed., sec. 12018, 20180, 20210, 21211. AOAC, Inc. Arlington, Virginia, 1984.
11. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC.
Official methods of analysis, 15th ed., vol. II, sec. 934.04. AOAC, Inc. Arlington, Virginia, 1990.
12. BAKAL, A.I. Mixed sweetener functionality. - In: O'BRIEN, N. & GELARDI, R.C. Alternative Sweeteners. New York, Marcel Dekker Inc., 1986. p. 325-346.
13. BAKAL, A.I. Saccharin functionality and safety. - Food Technology, 41(1): 117-118, 1987.
14. BAKER, G.L. - Aspartame ingestion during lactation. In: STEGINK, L.D. & FILER Jr., L.J. Aspartame: Physiology and Biochemistry. New York, Marcel Dekker, Inc., 1984. p. 565-577.
15. BECK, K.M. - Properties of the synthetic sweetening agent, cyclamate. Food Technology, 11: 156-158, 1957.
16. BIRCH, G. E. - Chemical structure and gustatory perception. Proceeding of the Sixth International Congress of Food Science and Technology. Dublin, September 18-23. p. 223. Citado por CANDEBAT, Z.E.V. & ROCHE, M.O.G. - Acción, uso, análisis y toxicidad de los edulcorantes sintéticos de empleo actual y potencial de Cuba. Alimentaria, 204: 47-52, jul-ago., 1989.
17. BLOCK, G. - A review of validations of dietary assessment methods. The American Journal of Epidemiology, 115(4): 492-505, 1982.

18. BRASIL. PRESIDENCIA DA REPUBLICA. Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965. Diário Oficial, Brasília, 29 de maio de 1965.
19. BRASIL. MINISTERIO DA MARINHA DE GUERRA, DO EXERCITO E DA AERONAUTICA MILITAR. Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Diário Oficial, Brasília, 21 de outubro de 1969.
21. BRASIL. COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS - CNNPA. Resolução nº 1/69. Diário Oficial, Brasília, 16 de setembro de 1976.
22. BRASIL. PRESIDENCIA DA REPUBLICA. Lei Nº 6360, de 23 de setembro de 1976. Diário Oficial, Brasília, 24 de setembro de 1976.
23. BRASIL. CAMARA TECNICA DE MEDICAMENTOS - CTM. Resolução Normativa nº 7/78, de 29 de novembro de 1978. Diário Oficial, Brasília, 21 de dezembro de 1978.
24. BRASIL. DIVISÃO NACIONAL DE ALIMENTOS - DINAL. Comunicado nº 8/81, de 13 de outubro de 1981. Diário Oficial, Brasília.
25. BRASIL. DIVISÃO NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA DE ALIMENTOS - DINAL. Portaria nº 14, de 10 de setembro de 1986. Diário Oficial, Brasília, 12 de setembro de 1986.
26. BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA - SNVS. Portaria nº 1, de 7 de janeiro de 1988. Diário Oficial, Brasília, 8 de janeiro de 1988.
27. BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA - SNVS. Portaria nº 23, de 4 de abril de 1988. Diário Oficial, Brasília, 7 de abril de 1988.
28. BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA - SNVS. Portaria nº 24, de 4 de abril de 1988. Diário Oficial, Brasília, 7 de abril de 1988.

29. BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA - SNVS.
Portaria nº 25, de 4 de abril de 1988. Diário Oficial,
Brasília, 7 de abril de 1988.
30. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 4, de 24
de novembro de 1988. Diário Oficial, Brasília, 19 de
dezembro de 1988.
31. BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA - SNVS
Portaria nº 32, de 17 de outubro de 1989. Diário Oficial,
Brasília, 19 de outubro de 1989.
32. BRASIL. DIVISÃO NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA - DINAL.
Portaria nº 8 de 20 de fevereiro de 1990. Diário Oficial,
Brasília, 22 de fevereiro de 1990.
33. BRITISH PHARMACOPOEIA. London: Her Majesty's Stationery
Office, 1973. Addendum 1, p. 13, 16 e 22.
34. BOPP, B.A.; SONDEERS, R.C.; KESTERSON, J.W. - Toxicological
aspects of cyclamate and cyclohexylamine. CRC Critical
Reviews in Toxicology, 16(3): 213-306, 1986.
35. CAETANO, M. - Ciclamato. In: ANGELUCCI, E. (Coord.). Ciclo
de Debates: Edulcorantes e Adoçantes em Alimentos.
Campinas, ITAL-SBCTA, 1990. 19p.
36. CANDEBAT, Z.E.V. & ROCHE, M.O.G. - Acción, uso, análisis y
toxicidad de los edulcorantes sintéticos de empleo actual
y potencial de Cuba. Alimentaria, 204: 47-52, jul-ago.,
1989.
37. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION^M. Federal Republic of Germany.
Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Code Committee on
Nutrition and Food for Special Dietary Uses. 16^a session,
1989a.

38. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. [^] Rome. Guidelines for simple evaluation of food additive intake. Supplement 2 to Codex Alimentarius, volume XIV. 1989b.
39. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. [^] The Hague. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Food Additives and Contaminants. 22^a session, 1990.
40. COLLINGS, A.J. - The metabolism of cyclamates. In: WILLIAMS, G.M. Sweeteners: Health Effects. Proceedings of an International Conference. New Jersey, Princeton Scientific Publishing Co., Inc., 1988. p. 67-77.
41. COSULICH, S. - Sacarina - Produção, controle de qualidade e mercado. In: ANGELUCCI, E. (Coord.). Seminário: Edulcorantes em Alimentos. Campinas, ITAL, 1989. p. 57-62.
42. DANIELS, D.H.; JOE Jr., F.L.; WARNER, C.R.; FAZIO, T. - Liquid chromatographic determination of aspartame in dry beverage bases and sweetener tablets with confirmation by thin layer chromatography. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 67(3): 513-515, 1984.
43. ELLWEIN, L.B. & COHEN, S.M. - The health risks of saccharin revisited. CRC Critical Reviews in Toxicology, 20(5): 311-326, 1990.
44. ENG, M-Y; CALAYAN, C. & TALMAGE, J.M. - Determination of sodium saccharin in chewing gum by high pressure liquid chromatography. Journal of Food Science, 42(4): 1060-1061, 1977.
45. FATIABELLO-FILHO, O.; SULEIMAN, A.A.; GUILBAULT, G.G.; LUBRANO, G.J. - Enzymatic electrode for determination of aspartame in dietary products. Analytical Chemistry, 60: 2397-2399, 1988.

46. FERNANDEZ-FLORES, E.; JOHNSON, A.R.; AEBER, B.; LARRY, D.; LEKNER, S. - Colorimetric determination of saccharin in foods. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 56(6):1411-1414, 1973. ^{of}
47. FILER Jr., L.J.; BAKER, L.G.; STEGINK, L.D. - Aspartame ingestion by human infants. In: STEGINK, L.D. & FILER Jr., L.J. Aspartame: Physiology and and Biochemistry. New York, Marcel Dekker, Inc., 1984. p. 579-591.
48. FOX, L.; ANTONY, G. D.; LAU, E.P.K. - High-performance liquid chromatographic determination of L-aspartyl-L-phenyl-alanine methyl ester in various food products and formulations. Journal of the Association Official of Analytical Chemists, 59(5): 1048-1058, 1976.
49. FRANTA, R.; KATZ; F.; PRIMAK, N.; VARVIL, R.D.; VOIROL, F.A. Sweeteners. 3. Alternatives to cane and beet sugar. Food Technology, (1): 116-128, 1986.
50. FURDA, I.; MALIZIA, P.D.; KOLOR, M.G.; VERNIERI, P.J. - Decomposition products of L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester and their identification by gas-liquid chromatography. Journal Agricultural and Food Chemistry, 23(2):340-343, 1975. ^{of}
51. GELARDI, R.C. - The multiple sweetener approach and new sweeteners on the horizon. Food Technology, 41(1) 123-124, 1987.
52. GIANFERRARA, S. Rass. chim., 11(5):17, 1961. Citado por RICHARDSON, M.L. - Analytical chemistry of ciclamates: a review. Talanta, 14: 385-391, 1967.
53. GIORDANO, M.T. & PENNATI, V. Riv. Viticol. Enol., 18:357, 1965. Citado por RICHARDSON, M.L. - Analytical chemistry of ciclamates: a review. Talanta, 14: 385-391, 1967.

54. GOLBERG, L. - Saccharin - Current Status. Report of an expert panel. Food Chemical Toxicology, 23(4/5): 543-546, 1983.
55. GRAHAM, D.M.; FILER Jr., L.J.; BIGELOW, S.W. - Assessing dietary exposure to food additives: a new approach. Food Technology, 44(7): 94-96, 1990.
56. GUNNER, S.W. & KIRKPATRICK, D.C. - Approaches for estimating human intakes of chemical substances. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 12(1): 27-31, 1979.
57. GUVEN, K. C.; ÖZOL, T.; EKİZ, N.; GÜNERİ, T. - Spectrophotometric determination of sodium cyclamate and saccharin sodium with astrazone pink FG. Analyst, 109: 969-970, 1984.
58. HAZEMOTO, N.; KAMO, N.; KOBATAKE, Y. - Ion-selective electrodes sensitive to organic ions. I. The saccharin electrode. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 57(5): 1205-1208, 1974. ⁰³
59. HEATON, G.D. & RENWICK, A.G. - The effects of high dietary concentrations of saccharin on *in vitro* metabolism of xenobiotics in rats. Food Chemical Toxicology, 29(5): 297-303, 1991.
60. HERRMANN, A; DAMAWANDI, E; WAGMANN, M. - Determination of cyclamate by high-performance liquid chromatography with indirect photometry. Journal of Chromatography, 280: 91-98, 1983.
61. HIGGINBOTHAM, J.D. - Recent developments in non-nutritive sweeteners. In: GRENEY, T.H.; PARKER, K.J.; LINDLEY, M.G. Developments in sweeteners - 2. London, Applied Science Publishers, 1983. p. 119-155.

62. HOLAK, W. & KRINITZ, B. - Differential pulse polarographic determination of saccharin in foods. A collaborative study. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 63(2): 163-167, 1980. ^{of}
63. HOMLER, B.E. - Aspartame: Implications for the food scientist. In: STEGINK, L. D. & FILER Jr., L. J. Aspartame: Physiology and Biochemistry. New York, Marcel Dekker, Inc., 1984. p. 247-262.
64. HOO, D. & HU, C. - Quantitative conversion of cyclamate to N,N-dichlorocyclohexylamine and ultraviolet spectrophotometric assay of cyclamate in food. Analytical Chemistry, 44(12): 2111-2113, 1972.
65. HORWITZ, D.L. & BAUER-NEHRLING, J.K. - Can aspartame meet our expectations? Journal of the American Dietetic Association, 83(2): 142, 1983.
66. HUSSEIN, M.; JACIN, H.; RODRIGUEZ, F.B. - Quantitative determination of saccharin in food products by ultraviolet spectrophotometry. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 24(1): 36-40, 1976. ^{of}
67. INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL. - Aspartame consume found safe in new studies. Food Insight, (s.l.), (s.ed.). 1990. 8p.
68. INTERNATIONAL SWEETENERS ASSOCIATION - ISA. - Sweetener intake in German is within recommended limits. Sweetener Update. Belgium, 1990a. p. 1-6.
69. INTERNATIONAL SWEETENERS ASSOCIATION - ISA. - Britain's sweet taste. Sweetener Update. Belgium, 1990b. p. 1-8.
70. INTERNATIONAL SWEETENERS ASSOCIATION - ISA. - Uses of intense sweeteners. Sweetener Update. Belgium, 1991. p. 1-6.

71. INTERNATIONAL SWEETENERS ASSOCIATION - ISA - "Light" - What is in a name? Sweetener Update. Belgium, 1992. p. 1-8.
72. JOHNSON, D.E. & NUNN, H.B. - Determination of cyclamates (sodium and calcium salts) in canned fruits. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 51(6): 1274-1277, 1968.)
73. KOJIMA, S. & ICHIBAGASE, H. - Studies on synthetic sweetening agents. VIII. Cyclohexylamine, a metabolite of sodium cyclamate. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 14(9): 971-974, 1966.
74. KORBELAK, T. - TLC. Identification of four artificial sweeteners in beverages : collaborative study. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 52(3): 487-491, 1969.)
75. KRANTZ Jr., J.C. Preservatives on coloring matters in foods. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 17: 193-195, 1934.)
76. LAU, O.; LUK, S; CHAN, W. - Spectrophotometric determination of aspartame in soft drinks with nihydrin as reagent. Analyst, 113: 765-768, 1988.
77. LAWRENCE, J.F. - Use of post-column ion-pair extraction with absorbance detection for the liquid chromatographic determination of cyclamate and other artificial sweeteners in diet beverages. Analyst, 112: 879-881, 1987.
78. LAWRENCE, J.F. & IYENGAR, J.R. - Liquid chromatographic determination of beta-aspartame in diet soft drinks, beverages powders and pudding mixes. Journal of Chromatography, 404: 261-266, 1987.

79. LAWRENCE, J.F. & CHARBONNEAU, C. F. - Determination of seven artificial sweeteners in diet food preparations by reverse-phase liquid chromatography with absorbance detection. Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, Chemists, 71(5): 934-937, 1988.
80. LEUENBERGER, U.; GAUCH, R.; BAUMGARTNER, E. - Determination of food preservatives and saccharin by high-performance liquid chromatography. Journal of Chromatography, 173: 343-348, 1979.
81. LINDLEY, M.G. - Non-nutritive sweeteners in food systems. In: GRENBAY, T.H.; PARKER, K.J.; LINDLEY, M.G. Developments in Sweeteners - 2. London, Applied Science Publishers, 1983. p. 225-246
82. LINSDAY, D.G. - Estimation of the dietary intake of chemicals in food. Food Additives and Contaminants, 3(1): 71-88, 1986.
83. MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD - MAFF. - London. Intakes of intense and bulk sweeteners in the UK, 1987 - 1988. twenty-ninth report of the steering group on food surveillance. Food Surveillance Paper n^o 29. Published by HMSO, 1990. 48p.
84. MITCHELL, L.C. - Separation and identification of cyclohexyl sulfamate, dulcin and saccharin by paper chromatography. Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, 38(4): 943-946, 1955.
85. MUNRO, I.C. - Sweeteners: Health effects - neoplasm promotion. In: WILLIAMS, G.M. Sweeteners: Health Effects. Proceedings of an International Conference. New Jersey, Princeton Scientific Publishing Co., Inc., 1988. p. 25-37.

86. NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCES. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NAS/NRC). Committee on the evaluation of cyclamate for carcinogenicity. - Evaluation of cyclamates for : carcinogenicity. Washington, D.C., National Academic Press, 1985.
87. NATIONAL FORMULARY XI - Washington, D. C. Published American Pharmaceutical Association, 1960. p.62
88. NATIONAL FORMULARY XII - Washington, D. C. Published American Pharmaceutical Association, 1965. p. 68 e 362.
89. NEWSOME, R.L. - Sweeteners: Nutritive and non-nutritive. Food Technology, (8): 195-206, 1986.
90. NUTRASWEET - Analytical method for the determination of aspartame and degradation products in carbonated soft drinks. (s.l.), (s.ed.), 1987.
91. OAKLEY, M.S. - Report on saccharin. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 30(3):494, 1947.
of
92. O'BRIEN NABORS, L. & GELARDI, R.C. - In: O'BRIEN NABORS, L. & GELARDI, R.C. Alternative Sweeteners. New York, Marcel Dekker, Inc., 1986. p. 1-14.
93. OLIVEIRA, I. Citado em ALMEIDA, L.G. - A responsabilidade dos dietéticos. Superhiper, mar., 1991. p. 1-14.
94. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Ginebra. Orientaciones para el estudio de las ingestas alimentarias de contaminantes químicos. Publicacion en offset, Nº 87, 1985. 114p.
95. OSER, B.L. - Highlights in the history of saccharin toxicology. Food Chemical Toxicology, 23(4/5): 535-542. 1985.

96. OSER, B.L. - The saga of man-made sweeteners. In: WILLIAMS, G.M. Sweeteners: Health Effects. Proceedings of an International Conference. New Jersey, Princeton Scientific Publishing Co., Inc., 1988. p. 25-37.
97. PEKKARINEN, M. - Methodology in the collection of food consumption data. World Review of Nutrition of Dietetics, 12: 145-171, 1970.
98. PELLIONEX STRONG CATION EXCHANGER. Product Bulletin 35M. Whatman Inc., Clifton, NJ, 1972. Citado por FOX, L.; ANTONY, G. D.; LAU, E.P.K. - High-performance liquid chromatographic determination of L-aspartyl-L-phenyl-alanine methyl ester in various food products and formulations. Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, 59(5): 1048-1058, 1976.
99. PENNINGTON, J.A.T. - Revision of the total diet study food list and diets. Journal of the American Dietetic Association, 82(20): 166-173, 1983.
100. PENNINGTON, J.A.T. & GUNDERSON, E.L. - History of the Food and Drug Administration's total diet study - 1961 to 1987. Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, 70(5): 772-782, 1987.
101. PITKIN, R.M. - Aspartame ingestion during pregnancy. In: STEGINK, L.D. & FILER Jr., L.J. Aspartame: Physiology and Biochemistry. New York, Marcel Dekker, Inc., 1984. p. 555-563.
102. PRASAD, U V.; DIVAKAR, T.E.; SASTRY, C.S.P. - New methods for the determination of aspartame. Food Chemistry, 28: 269-278, 1988.

103. PRATT, D.E. & POWERS, J.J. - A polarographic method for the quantitative determination of saccharin in foods. Journal of the Official Association of Analytical Chemists, 37(2): 486-488, 1954.
104. PRICE, J.M.; BIAVA, C.G.; OSER, B.L.; VOGIN, E.E.; STEINFELD, J., LEY, H. L. - Bladder tumors in rats fed cyclohexylamine on high doses of a mixture of cyclamate and saccharin. Science, 167: 1131-1132, 1970.
105. PUTTEMANS, M.L.; DRYON, L.; MASSART, D.L. - Simultaneous determination of synthetic dyes, benzoic acid, sorbic acid and saccharin in soft drinks and lemonade syrups. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 67(5): 880-885, 1984.
106. PUTTEMANS, M.L.; DYRON, L.; BRANDERS, C.; MASSART, D. - Extraction of organic acids by ion-pair formation with Tri-n-octylamine. Part 6. Determination of sorbic acid, benzoic acid and saccharin in yogurt. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 68(1): 80-82, 1985.
107. RAMAPPA, P.G. & NAYAK, A.N. - Rapid spectrophotometric determination of saccharin in soft drinks and pharmaceuticals using Azure B as reagent. Analyst, 108: 966-970, 1983.
108. RAO, V.M.; KRISHNAMACHARYULU, A.G.; KAPUR, O.P.; SASTRY, C.S.P. - Non-aqueous titrimetric determination of food preservatives and non-nutritive sweeteners using internal indicators. Journal of Food Science and Technology, 20: 202-205, 1983.
109. REES, D.I. - Determination of cyclamates in soft drinks. Analyst, 90: 568-569, 1965.

110. RENWICK, A.G. - The fate of non-nutritive sweeteners in the body. In: GRENEY, T.H. *et al.* Developments in Sweeteners 2. London, Applied Science Publishers, 1983. p. 179-223.
111. RENWICK, A.G. - Acceptable daily intake and the regulation of intense sweeteners. Food Additives and Contaminants, 7(4): 463-475, 1990.
112. REYNOLDS, W.N.; PARSONS, L.; STENGINK, L.D. - Neuropathology studies following aspartame ingestion by infant nonhuman primates. In: STENGINK, L.D. & FILER Jr., L.J. Aspartame: Physiology and Biochemistry. New York, Marcel Dekker, Inc., 1984. p. 363-378.
113. RICHARDSON, M.L. - Analytical chemistry of ciclamates: a review. Talanta, 14: 385-391, 1967.
114. RICHARDSON, M.L. & LUTON, P.E. - Determination of cyclamate in soft drinks y gas chromatography. Analyst, 91: 520-521, 1966a.
115. RICHARDSON, M.L. & LUTON, P.E. - The determination of cyclamate in soft drinks by titration with sodium nitrate. Analyst, 91: 522-523, 1966b.
116. RODRIGUEZ-PALACIOS, F.J.; ITURBE-CHIÑAS, F.A.; VALLE-VEGA, P. - Edulcorantes. Tecnologia de Alimentos, (4): 12-18, 1986.
117. RUBERY, E.; BARLOW, S.M.; STEADMAN, J.H. - Criteria for setting quantitative estimates of acceptable intakes of chemicals in food in the U.K. Food Additives and Contaminants, 7(3): 287-302, 1990.
118. SCHOENIG, G.P.; GOLDENTHAL, E.I.; GEIL, R.G.; FRITH, C.H.; RICHTER, W.R.; CARLBORG, F.W. - Evaluation of the dose response and *in utero* exposure to saccharin in the rat. Food Chemical Toxicology, 23(4/5): 475-490, 1985.

119. SJÖBERG, A-M.K. & ALANKO, T.A. - Artificial sweeteners. Liquid chromatographic determination of saccharin in beverages and sweets: NMKL collaborative study. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 70(1): 58-60, 1987a. ^{of}
120. SJÖBERG, A-M.K. & ALANKO, T.A. - Spectrophotometric determination of cyclamate in foods: NMKL collaborative study. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 70(3): 588-590, 1987b. ^{of}
121. SJÖBERG, A-M.K. - Analysis of artificial sweeteners: development and supervision of methods. Applications to intake evaluations. Finland, University of Helsinki, 1988a. 41p. (Academic dissertation).
122. SJÖBERG, A-M.K. - Liquid chromatographic determination of saccharin in beverages and desserts: complementary collaborative study. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 71(6): 1210-1212, 1988b.
123. SJÖBERG, A-M.K. - Spectrophotometric determination of cyclamate in soft drinks and desserts: complementary collaborative study. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 71(6): 1212-1214, 1988c.
124. SMITH, V.J.; GREEN, R.A.; SASTRY, C.S.P. - Determination of aspartame in beverages using an alcohol oxidase enzyme eletrode. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 72(1): 30-33, 1989. ^{of}
125. SMYLY, D.S.; WOODWARD, B.B.; CONRAD, E.C. - Determination of saccharin, sodium benzoate and caffein in beverages by reversed phase high-pressure liquid chromatography. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 59(1): 14-19, 1976. ^{of}

126. SNODIN, D.J. & DANIEL, J.W. - The toxicology and safety evaluation of non-nutritive sweeteners. In: GRENBY, T.H.; PARKER, K.J.; LINDLEY, M.G. Developmenmts in Sweeteners - 2. London, Applied Science Publishers, 1983. p. 157-178.
127. SNODIN, D.J. - Regulatory procedures in securing approval for new sweeteners. Food Chemistry, 16:303-320, 1985.
128. STEGINK, L.D. - Aspartame metabolism in humans: acute dosing studies. In: STEGINK, L.D. & FILER, Jr., L.J. Aspartame: Physiology and Biochemistry. New York, Marcel Dekker, Inc., 1984. p. 509-553.
129. SZTAJN, M. - Avaliação da ingestão potencial de corantes artificiais por crianças em idade escolar. Campinas, 1988. 169p. Tese (Mestre em Ciência de Alimentos). Fac. Eng. Alim. - Universidade Estadual de Campinas.
130. TANAKA, A.; NOSE, N. ; SUZUKI, T.; KOBAYASHI, S.; WATANABE, A. Determination of saccharin in soft drinks by a spectrophotometric method. Analyst, 102: 367-370, 1977.
131. TENENBAUM, M. & MARTIN, G.E. - High pressure liquid chromatographic determination of saccharin in alcoholic products. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 60(6): 13231-1323, 1977. *of*
132. TERADA, H. & SAKABE, Y. - Studies on the analysis of food additives by high-performance liquid chromatograph. V. Simultaneous determination of preservatives and saccharin in foods by ion-pair chromatography. Journal of Chromatography, 346: 333-340, 1985.
133. TOLEDO, M.C.F. - Qualidade de alimentos dietéticos contendo edulcorantes - aspectos toxicológicos. In: ANGELUCCI, E. (Coord.). Ciclo de Debates: Edulcorantes e Adoçantes em Alimentos. Campinas, ITAL/SBCTA, 1990. p. 68-76.

134. TSANG, T.; CLARKE, M.A.; PARRISH, F.W. - Determination of aspartame and its breakdown products in soft drinks by reverse-phase chromatography with UV detection. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 33(4): 734-738, 1985.
135. TYLER, T.A. - Liquid chromatographic of sodium saccharin, caffeine, aspartame, and sodium benzoate in cola beverage. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 67(4): 742-743, 1984. ^{of}
136. UNITED STATES PHARMACOPEIA XVI. - Rockville: United Pharmacopeial Convention, 1960. p. 115-118
137. UNITED STATES OF AMERICA. - Label Statements. Food Drug Cosmetic Law Reports. Code of Federal Regulations. Title 21, Sections 105.66 d,e, f. Government Printing Office, 1985.
138. VEERABHADRARAO, M.; NARAYAN, M.S.; KAPUR, O. - Reversed phase liquid chromatographic determination of some food additives. Journal of the Association Official Analytical Chemists, 76(3): 548-582, 1987. ^{of}
139. VERCILLO, A. & MANZONE, A. - Rend. Ist. Super. Sanita, 24:644, 1961. Citado por RICHARDSON, M.L. - Analytical chemistry of ciclamates: a review. Talanta, 14: 385-391, 1967.
140. VERZELLA, G. & MANGIA, A. - High-performance liquid chromatographic analysis of aspartame. Journal of Chromatography, 346: 417-422, 1985.
141. VETTORAZZI, G. - Evaluation and toxicological decisions. In: The Principles and Methods in Modern Toxicology. C.L. Gally, S. D. Murphy and R. Paoletti, editors, 1980.

142. VETTORAZZI, G. - Advances in the safety evaluation of food additives. Food Additives and Contaminants, 4(4): 331-356, 1987.
143. VIRTANEN, S.M.; RÄSÄNEN, L.; PAGANUS, A. - Intake of sugars and artificial sweeteners by adolescent diabetics. Nutrition Reports International, 38(6): 1211-1218, 1988.
144. WALTER, G.J. & MITCHELL, M.L. - Saccharin. In: O'BRIEN, N.L. & GELARDI, R.C. Alternative Sweeteners. New York, Marcel Dekker Inc., 1986. p. 15-41.
145. WEBB, N.G. & BECKMAN, D.D. - Reverse phase liquid chromatographic determination of aspartame in beverages and beverage mixes. Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, 67(3): 510-513, 1984.
146. WEYLAND, J.W.; ROLINK, H.; DOORNBOS, D.A. - Reverse phase high-performance liquid chromatographic separation of saccharin, caffeine and using non-linear programming. Journal of Chromatography, 247: 221- 229, 1982.
147. WILSON, J. B. - Report on Sucaryl (Cyclamates of Calcium and Sodium). Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, 49(3): 583-584, 1955.
148. WHO - Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food. Environmental Health Criteria 70 (Geneva: WHO), 1987.
149. WOODWARD, B.B.; HEFFELFINGER, G.P. ; RUGGLES, D.I. - High pressure liquid chromatographic determination of sodium saccharin, sodium benzoate and caffeine in soda beverages: collaborative study. Journal of the Association^{of} Official Analytical Chemists, 62(5): 1011-1019, 1979.

ANEXO 1

PESQUISA: CONSUMO DIÁRIO DE ADOÇANTES E ALIMENTOS DIETÉTICOS

=====

DATA: LOCAL:

SEXO: IDADE:

PESO: PROFISSÃO:

GRAU DE ESCOLARIDADE:

1º GRAU INCOMPLETO () 2º GRAU INCOMPLETO ()
1º GRAU COMPLETO () 2º GRAU COMPLETO ()
SUPERIOR INCOMPLETO ()
SUPERIOR COMPLETO ()

MOTIVO DE CONSUMO:

CONTROLE ()
REGIME ()
DIABETE DEPENDENTE DE INSULINA ()
DIABETE NÃO DEPENDENTE DE INSULINA ()
OUTROS ()

QUE MARCA DE ADOÇANTE CONSOME E QUAL A FREQUÊNCIA DIÁRIA
(Nº DE GÔTAS, COMPRIMIDOS OU ENVELOPES)

OBSERVAÇÕES:

SE CONSUMIR QUALQUER ALIMENTO OU BEBIDA DIETÉTICA,
ESPECIFICAR AS MARCAS, QUANTIDADES E, SE O CONSUMO É
DIÁRIO, SEMANAL OU MENSAL.

ERRATA

pág. 25 - onde se lê Figura 2 - Ciclamato, leia-se Figura 3 - sacarina.

pág. 26 - onde se lê Figura 3 - Sacarina, leia-se Figura 2 - ciclamato.