UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Programa de Pós-Graduação Interunidades
em Nutrição Humana Aplicada – PRONUT
FCF/FEA/FSP

ESTIMATIVA DA INGESTÃO DE SULFITOS POR
ESCOLARES PELA ANÁLISE QUALITATIVA DA DIETA

WELLITON DONIZETI POPOLIM

Orientadora:
Profa. Dra. Marilene De Vuono Camargo Penteado

SÃO PAULO – 2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Programa de Pós-Graduação Interunidades
em Nutrição Humana Aplicada – PRONUT
FCF/FEA/FSP

ESTIMATIVA DA INGESTÃO DE SULFITOS POR
ESCOLARES PELA ANÁLISE QUALITATIVA DA DIETA

WELLITON DONIZETI POPOLIM

Dissertação apresentada ao PRONUT – Programa Interunidades em Nutrição Humana Aplicada, para obtenção de título de Mestre.

Orientadora:
Profa. Dra. Marilene De Vuono Camargo Penteado

SÃO PAULO – 2004

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marilene De Vuono Camargo Penteado
(orientadora)

Dr. Odair Zenebon
(membro titular)

Profa. Dra. Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres
(membro titular)

Profa. Dra. Ligia Bicudo de Almeida Muradian
(membro suplente)

Regina Sorrentino Minazzi-Rodrigues
(membro suplente)

São Paulo, 30 de agosto de 2004.

À minha esposa Joelma e
aos meus pais Solange e Augusto
pelo carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Marilene De Vuono Camargo Penteado, pela paciência e entendimento das dificuldades enfrentadas durante o período de realização do mestrado, pelas orientações no desenvolvimento do trabalho e pelas contribuições para a obtenção do resultado aqui apresentado.

A Profa. Dra. Ana Maria Dianezi Gambardella da Faculdade de Saúde Pública, pela indicação de local (escola particular) para a coleta de dados, juntamente com a nutricionista Alyne Alves de Souza.

A Dra. Yara Carnevalli Baxter, pelas contribuições durante a formatação do projeto.

A Fábio Tadeu Montesano e Gianni Yanaguibashi, pela revisão da análise estatística dos dados.

Aos amigos, por sempre ouvirem as minhas necessidades e anseios.

Aos professores do PRONUT, pelas oportunidades de apresentação e aperfeiçoamento do projeto.

Aos integrantes do Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, pelo convívio, mesmo que por tempo muito curto.

À bibliotecária Leila Aparecida Bonadio, da Biblioteca do Conjunto das Químicas, pela revisão das referências bibliográficas.

Às secretárias Mônica Dealis Perussi e Tânia Cacheiro do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, pela paciência e atenção.

A Jorge Alves de Lima, da secretaria do SPG/PRONUT, pela atenção às informações solicitadas.

À coordenadora Maria de Fátima do Nascimento pela colaboração na coleta de dados na escola pública.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo geral.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1. Considerações sobre o consumo de alimentos no Brasil.....	18
3.2. Definição e aspectos legais relacionados aos aditivos.....	20
3.3. Considerações sobre a utilização dos aditivos.....	23
3.4. Avaliação da segurança dos aditivos.....	24
3.5. Considerações sobre os métodos de avaliação do consumo de aditivos.....	30
3.6. Considerações sobre os sulfitos.....	39
3.6.1. Usos e funções.....	39
3.6.2. Metabolismo.....	45
3.6.3. Aspectos nutricionais e tecnológicos.....	46
3.6.4. Sensibilidade.....	50
3.6.5. Pesquisas sobre consumo e MPL's.....	56
4. MATERIAIS e MÉTODOS.....	73
4.1. Amostragem da população.....	73
4.2. Coleta dos dados.....	74
4.3. Definição dos parâmetros e variáveis.....	75
4.4. Análise dos dados.....	77

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	78
5.1. Caracterização da amostra.....	78
5.2. Valor nutritivo das refeições de um dia alimentar e do consumo do lanche escolar.....	81
5.3. Fontes e quantidades consumidas de sulfitos.....	85
6. CONCLUSÕES.....	94
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
Apêndice 1 – Questionário e Recordatório Alimentar.....	114

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Consumo alimentar domiciliar per capita anual (kg) — Brasil, 1987-1996.....	5
Tabela 2 – Categorias de alimentos para efeito de avaliação do emprego de aditivos — Brasil, 1998.....	8
Tabela 3 – Reclamações de consumidores e número de reações sérias ao uso de sulfitos por tipo de alimento — Estados Unidos, 1982-1985.....	40
Tabela 4 – Limites máximos de dióxido de enxofre (metabissulfito, sulfito e bissulfito de cálcio, sódio e potássio) nos alimentos em que podem ser adicionados, de acordo com a legislação brasileira — Brasil, 2001.....	45
Tabela 5 – Limites máximos permitidos (MPL's) de dióxido de enxofre (SO ₂) em alimentos — Austrália/Nova Zelândia (1996).....	46
Tabela 6 – Alimentos e bebidas de consumo geral nos quais os sulfitos são permitidos e atualmente usados: seus níveis máximos permitidos (MPL's) e a modalidade de consumo — França (1995).....	48
Tabela 7 – Resultados da determinação de sulfitos em alimentos prontos para consumo — França.....	49
Tabela 8 – Estimativa das quantidades de SO ₂ ingeridas pela alimentação — França (1988/1989).....	51
Tabela 9 – Conteúdo de sulfitos em uma dieta hipotética com alto teor de sulfitos — Estados Unidos (1986/1987).....	53
Tabela 10 – Quantidade total estimada de SO ₂ , como consumida, em alimentos adicionados de sulfitos — Estados Unidos (1985). ..	54
Tabela 11 – Limites máximos (MPL's) de sulfitos em alimentos (de acordo com o Codex Alimentarius, Estados Unidos, 1990)...	55

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao sexo, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.....	64
Figura 2 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação à idade (anos), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.....	65
Figura 3 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao IMC (kg/m^2), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.....	66
Figura 4 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao valor calórico total (VCT) das refeições de um dia alimentar (kcal), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.....	67
Figura 5 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao consumo do lanche e sua origem, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.....	69
Figura 6 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao valor calórico do lanche (kcal), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.....	70

- Figura 7 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao número de fontes de sulfitos, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004..... 71
- Figura 8 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao tipo de fonte de sulfitos, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004..... 72
- Figura 9 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao consumo de sulfitos (mg SO₂) de um dia alimentar, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004..... 73
- Figura 10 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao consumo de sulfitos (mg SO₂/kg peso corpóreo/dia), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004..... 76
- Figura 11 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao tipo de alergia declarado pelo próprio escolar, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004..... 78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC –	<i>Association Official Analytical Chemistry</i>
BSES –	<i>Bi-national Surveillance and Enforcement Strategy</i>
BPF's ou GMP's –	Boas Práticas de Fabricação ou Good Manufactory Practices
CCFAC –	Comitê Codex sobre Aditivos Alimentares e Contaminantes
CFR –	<i>Code of Federal Regulations</i>
CMTDI –	<i>Corrected Maximum Theoretical Daily Intake</i> ou Ingestão Diária Teórica Máxima Corrigida
CNS –	Conselho Nacional de Saúde
DL ₅₀ –	Dose Letal 50%
FAO –	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FASEB –	<i>Federation of American Societies for Experimental Biology</i>
FDA –	<i>Food and Drug Administration</i>
FEV ₁ –	<i>Forced Expiratory Volume in 1 second</i> ou Volume Expiratório Forçado em 1 segundo
GRAS –	<i>Generally Recognised as Safe</i> ou geralmente reconhecido como seguro
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDA ou ADI –	Ingestão Diária Aceitável ou <i>Acceptable Daily Intake</i>
IDP –	Ingestão Diária Potencial
IMC –	Índice de Massa Corporal
INFID –	<i>Irish National Food Ingredient Database</i>
INNS –	<i>Irish National Nutrition Survey</i>
JECFA –	<i>Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive</i>
LOAEL –	<i>Lowest Observed Adverse Effect Level</i> ou nível mais baixo no qual um efeito adverso é observado

MPL –	<i>Maximum Permitted Level</i> ou Nível Máximo Permitido
MRCA –	<i>Marketing Research Corporation of America</i>
MS –	Ministério da Saúde
NOAEL –	<i>No Observed Adverse Effect Level</i> ou nível no qual nenhum efeito adverso é observado
NRA –	<i>National Restaurant Association</i>
pc –	Peso corpóreo
POF's –	Pesquisas de Orçamento Familiar
PPO –	<i>Polyphenol oxidase</i>
PTWI –	<i>Provisional Tolerable Weekly Intake</i> ou Ingestão Semanal Tolerável Provisória
PUFA's –	<i>Poly Unsaturated Fatty Acids</i> ou Ácidos Graxos Polinsaturados
QFA –	Questionário de Frequência Alimentar
R24 –	Recordatório 24 horas
RDA –	<i>Recommended Dietary Allowance</i> ou Ingestão Dietética Recomendada
RfD –	<i>Reference Dose</i> ou dose de referência
RTMDI –	<i>Reduced Theoretical Maximum Daily Intake</i> ou Ingestão Diária Máxima Teórica Reduzida
SOD –	Sulfito oxidase
TDI –	<i>Tolerable Daily Intake</i> ou Ingestão Diária Tolerável
TMDI –	<i>Theoretical Maximum Daily Intake</i> ou Ingestão Diária Máxima Teórica
VCT –	Valor Calórico Total
WHO ou OMS –	<i>World Health Organization</i> ou Organização Mundial de Saúde

RESUMO

Estimativa da ingestão de sulfitos por escolares pela análise qualitativa da dieta. Os sulfitos, representados pelo SO_2 , fazem parte de um importante grupo de aditivos utilizados, há séculos, como conservantes em frutas secas, sucos de frutas, vinhos. No Brasil não existem dados sobre sua utilização pelas indústrias de alimentos e pesquisas sobre o seu consumo pela população. Assim, o objetivo desta pesquisa foi estimar a ingestão de sulfitos em dois grupos de alunos do ensino médio, respectivamente de escola particular e pública. Os dados foram coletados por meio de R24, que permitiu relacionar as fontes de sulfitos presentes na dieta. Para o cálculo do consumo deste aditivo foi utilizado o MPL, definido pela legislação brasileira para cada uma das fontes. Nenhum dos escolares ultrapassou a IDA de 0,70 mg $\text{SO}_2/\text{kg pc/dia}$, com média de consumo de 0,07 mg $\text{SO}_2/\text{kg pc/dia}$ ($p < 0,001$), sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,643$) entre as escolas particular e pública. Os grandes consumidores (consumo de mais de 50% da IDA, ou seja, 0,35 mg $\text{SO}_2/\text{kg pc/dia}$, até o limite 0,52 mg $\text{SO}_2/\text{kg pc/dia}$) representaram 4,5% da amostra pesquisada e alcançaram estes níveis de ingestão devido ao consumo acima de 500 mL/dia de sucos industrializados e similares, e, na escola particular, por associar ao seu consumo bebidas alcoólicas, como cerveja e vinho.

Palavras-chave: sulfitos, escolares, dieta, sucos industrializados.

ABSTRACT

Estimate of the ingestion of sulphites for students by the qualitative analysis of diet. The sulphites, represented for the SO_2 , are part of an important group of additives, have used for centuries as preservatives in dry fruits, fruit juices, wines. In Brazil there are no data on use of sulphites by the food industry and research on their consumption by population. Thus, the objective of this research was to estimate the ingestion of sulphites in two groups of high school students, one of private school and another of public school. The data were collected through 24-hour dietary recall, that allowed to relate the sources of sulphites in the diet. For calculation of the consumption of this additive the MPL, established by the Brazilian legislation was used for each sources. None of students exceeded the ADI of 0.70 mg SO_2/kg bw/day, with average of consumption of 0.07 mg SO_2/kg bw/day ($p < 0.001$), without statistical difference ($p = 0.643$) between private and public school. Heavy consumers (consumption of more than 50% of the ADI, or either, 0.35 mg SO_2/kg bw/day, until 0.52 mg SO_2/kg bw/day) represented 4.5% of the searched sample and reached these levels of ingestion due to the consumption above 500 mL/day of fruit industrialized juices, and, in private school, for associating with its consumption alcoholic beverages, as beer and wine.

Keywords: sulphites, students, diet, industrialized juices.

1. INTRODUÇÃO

O controle de qualidade dos alimentos visa a proteger o consumidor e a facilitar o comércio dos produtos alimentícios. O sistema de vigilância, por sua vez, depende da existência de uma regulamentação que permita ações de proteção ao consumidor, já que seu raio de ação está limitado ao que é definido pela legislação.

As circunstâncias da vida contemporânea e o impacto dos instrumentos de propaganda têm feito com que se altere a forma de aquisição e de consumo dos alimentos. As crescentes preocupações quanto à adequação nutricional do consumo de certos alimentos fazem com que se questione a presença de vários produtos nos hábitos de consumo dos diferentes segmentos sociais.

Há ainda um distanciamento muito grande em relação ao que se convencionou chamar de dieta saudável e o efetivamente praticado pela população, seja pelo lado da escassez ou do excesso. Soma-se a isso o novo papel dos alimentos relacionado às suas funções ditas terapêuticas.

O Código de Defesa do Consumidor (Lei nº. 8.078/90) impõe que a informação ao consumidor seja clara, precisa, correta e ostensiva. Ao se tratar do direito à informação, os riscos associados às informações erradas ou enganosas, contidas nos rótulos dos produtos, justificam a proposição de que os rótulos devam se constituir em espaço educativo, e não apenas prestarem informações sobre os produtos com objetivos comerciais, devendo levar em conta a tênue diferença existente entre educação e propaganda. Em 2001, foi promulgada a Resolução RDC nº. 40 (revogada pela Resolução RDC nº. 360/03), que tornou obrigatória a rotulagem nutricional para todos os produtos alimentícios, sendo um importante instrumento, mesmo que indireto, de orientação ao consumidor.

No caso específico dos aditivos, sua utilização pela indústria de alimentos, associada com o desenvolvimento de novas tecnologias, tornou possível o acesso a uma diversidade cada vez maior de alimentos,

principalmente pelas camadas populacionais de menor renda. Contudo, a utilização de aditivos em alimentos suscita uma série de dúvidas, ainda mais quando se consideram os seguintes aspectos: as quantidades utilizadas pelas indústrias obedecem às BPF's evitando, ou melhor, não colaborando para que o consumo de determinado alimento faça com que o indivíduo ultrapasse a IDA; não existe obrigatoriedade legal em declarar as quantidades presentes no alimento, mas somente a relação dos aditivos utilizados; são praticamente desconhecidos pela população a função dos aditivos nos alimentos e seus efeitos adversos no caso de consumo em excesso.

Os sulfitos, representados pelo dióxido de enxofre (SO_2), fazem parte de um importante grupo de aditivos utilizados, há séculos, como conservantes em frutas secas, sucos de frutas, vinhos. No Brasil, não existem dados significativos sobre a quantidade de sulfitos utilizada pelas indústrias de alimentos e, muito menos, pesquisas sobre seu consumo pela população.

Diante do exposto, justifica-se a realização de pesquisa para levantamento do consumo de alimentos, em uma determinada população, de forma pontual, cujos dados possam fornecer uma estimativa da quantidade de alimentos consumidos e, indiretamente, a quantidade de sulfitos ingerida diariamente e, ainda, verificar a possibilidade de a IDA para este aditivo apresentar excesso. Espera-se, com os resultados, fornecer subsídios para organismos legisladores, visando controlar a quantidade de sulfitos adicionada aos alimentos industrializados, com a verificação dos limites para cada grupo de alimentos, e também trazer contribuições à adequada rotulagem dos alimentos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Estimar a ingestão de sulfitos em dois grupos de alunos do ensino médio — um de escola particular e outro de escola pública.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar as fontes de sulfitos na dieta dos escolares.
- Estimar a ingestão média de sulfitos pelos escolares.
- Comparar a ingestão média de sulfitos entre os alunos da escola particular e os da escola pública.
- Comparar a IDA para sulfitos com a quantidade ingerida do aditivo entre os alunos da escola particular e os alunos da escola pública.
- Estimar o percentual de grandes consumidores de sulfitos entre os escolares em relação à IDA.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Considerações sobre o consumo de alimentos no Brasil

A alimentação fora do domicílio, nos grandes centros urbanos, realizada em bares, em restaurantes, nas redes de alimentação ligeira e mesmo por intermédio de vendedores ambulantes, apresenta importância crescente desde os anos 70, tendo absorvido, em média, 25,3% dos gastos totais das famílias com alimentação, em 1996 (INSTITUTO DANONE, 2000).

Com relação à alimentação no domicílio, sua composição sofreu modificações significativas entre levantamentos realizados em 1987 e 1996 (POF's), tanto na quantidade consumida per capita dos diversos grupos de produtos (Tabela 1) quanto na participação desses grupos na despesa familiar. Os grupos em que o consumo e os gastos elevaram-se, foram os de 'bebidas e infusões' e de 'alimentos preparados'. A elevação dos gastos com bebidas e infusões (notadamente refrigerantes e cervejas) esteve associada ao aumento da quantidade consumida per capita desses bens em todos os estratos de renda. O mesmo fenômeno ocorreu com os alimentos preparados, que representam uma parcela ainda pequena, porém crescente, das despesas totais com alimentação (2,2% em média, chegando a 3,3% no estrato superior de renda) e têm um significado análogo ao da alimentação fora do domicílio no tocante à forma de consumo dos alimentos pré-elaborados ou prontos (MALUF, 2000).

Outro grupo, no qual os gastos com a aquisição dos produtos foram porcentualmente maiores, foi o dos panificados, porém com uma pequena redução em seu consumo per capita. Deu-se uma redução nos pães enquanto houve um aumento da quantidade consumida de biscoitos em todos os estratos de renda (MONTEIRO, MONDINI & COSTA, 2000).

Tabela 1 – Consumo alimentar domiciliar per capita anual (kg) — Brasil, 1987-1996

Grupos de produtos	Anos		Variação (%)
	1987	1996	1987-1996
Cereais e leguminosas	43,82	38,97	- 11,07
Frutas	47,98	40,4	- 15,81
Frutas tropicais	43,88	33,66	-23,29
Frutas temperadas	4,11	6,74	64,02
Hortaliças	45,53	34,44	- 24,41
Cocos, castanhas e nozes	0,77	0,64	- 16,65
Farinhas, féculas e massas	17,74	14,69	- 17,22
Farinhas	9,15	7,22	-21,11
Massas	4,83	4,5	- 6,69
Panificados	27,04	25,37	- 6,17
Pães	23,33	21	- 9,95
Biscoitos	3,13	3,93	24,47
Carnes	25,55	28,09	9,97
Bovina	19,79	21,76	9,96
Suína	4,75	4,49	- 5,6
Outros animais	1	1,84	84
Vísceras	1,64	1,15	- 29,82
Pescados	3,56	3,02	- 15,16
Aves e ovos	22,17	21,82	- 1,6
Aves	15,16	17,5	15,43
Ovos	7,01	4,32	- 38,43
Laticínios	70,42	59,24	- 15,88
Leite fluido	66,36	55,19	- 16,83
Queijos e requeijões	2,3	2,61	13,76
Açúcares e produtos confeitados	25,82	22,48	- 12,94
Sais e condimentos	6,8	4,94	- 27,41
Óleos e gorduras	11,88	9,07	23,69
Bebidas e infusões	25,05	32,56	29,99
Alimentos preparados e outros	1,7	2,88	69,67

Fonte: IBGE (adaptado por Maluf, 2000)

No grupo das carnes também houve aumento da quantidade consumida per capita. O grupo 'leite e derivados' apresentou redução do consumo per capita e da participação porcentual nas despesas das famílias com alimentação. Houve diminuição no consumo e no gasto porcentual com leite fluido e aumento no consumo de queijos e requeijão em quase todos os estratos de renda (MALUF, 2000).

O caso das frutas e hortaliças apresenta uma situação de decréscimo do consumo per capita de frutas tropicais (principalmente no estrato inferior de renda), ao mesmo tempo em que se elevou o consumo de frutas de clima temperado em praticamente todos os estratos de renda — o que se explica pelo preço relativamente caro de bens que não preenchem as necessidades de alimento, em especial nas camadas de menor renda. Os casos mais notórios de produtos em que ocorreu a redução tanto da quantidade consumida per capita quanto da participação porcentual nas despesas com alimentação são os do arroz e do feijão (no grupo dos cereais) pela importância de ambos na dieta alimentar dos brasileiros (MONTEIRO, MONDINI & COSTA, 2000).

As farinhas e as massas apresentaram pequena redução do consumo per capita e da sua participação nas despesas das famílias (MALUF, 2000).

Fica evidente a configuração de um padrão de alimentação em que a refeição fora do domicílio e a utilização de alimentos preparados têm grande ou crescente importância. Outra tendência se expressa no consumo crescente de refrigerantes e biscoitos. Note-se que, para os segmentos de baixa renda, essa alternativa pode encontrar estímulo pelo custo relativamente mais baixo dos biscoitos em relação a uma refeição regular (INSTITUTO DANONE, 2000; MALUF, 2000; MONTEIRO, MONDINI & COSTA, 2000; COITINHO et al. 1991).

3.2 Definição e aspectos legais relacionados aos aditivos

O emprego de aditivos em alimentos está regulamentado, no Brasil, desde 1965, por meio do Decreto nº. 55.871. A Resolução CNS/MS nº.04/88 revisa as tabelas anexas a esse Decreto. Desde então, foram feitas diversas atualizações na legislação brasileira, como autorizações para extensão de uso e inclusão de aditivos.

Segundo a Portaria SVS/MS nº. 540/97, aditivo alimentar é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenamento, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se, poderá fazer com que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento, como quando ocorre com os sulfitos que podem reagir com açúcares ou proteínas. Essa definição não inclui os contaminantes ou as substâncias nutritivas que são incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais, tais como as vitaminas ou sais minerais.

A Portaria MS nº. 1.003/98 relaciona e enumera as categorias de alimentos para efeito de avaliação do emprego de aditivos, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Categorias de alimentos para efeito de avaliação do emprego de aditivos — Brasil, 1998

CATEGORIA	ALIMENTOS
1	LEITE
2	ÓLEOS E GORDURAS
3	GELADOS COMESTÍVEIS
4	FRUTAS E HORTALIÇAS
5	BALAS, CONFEITOS, BOMBONS, CHOCOLATES E SIMILARES
6	CEREAIS E PRODUTOS DE OU À BASE DE CEREAIS
7	PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO E BISCOITOS
8	CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS
9	PESCADOS E PRODUTOS DA PESCA
10	OVOS E DERIVADOS
11	AÇÚCARES E MEL
12	CALDOS, SOPAS E PRODUTOS CULINÁRIOS
13	MOLHOS E CONDIMENTOS
14	PRODUTOS PROTÉICOS E LEVEDURAS
15	ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS
16	BEBIDAS
17	CAFÉ, CHÁ, ERVA-MATE E OUTRAS ERVAS E SIMILARES
18	SNACKS (PETISCOS)
19	SOBREMESAS E PÓS PARA SOBREMESAS
20	ALIMENTOS ENRIQUECIDOS OU FORTIFICADOS
21	SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS
22	PREPARADOS PARA ADICIONAR AO LEITE
23	OUTROS

Fonte: Portaria MS nº. 1.003/98

No Brasil, cabe ao Ministério da Saúde, em particular à Comissão Permanente de Aditivos para Alimentos (considerar também o Grupo de Trabalho de Aditivos definido pela Portaria MS nº. 1007/98), estabelecer a legislação nacional para esse assunto. Tomando como base o resultado de pesquisas internacionais e as recomendações do CCFAC do JECFA, a Comissão define e fiscaliza o emprego de aditivos pela indústria nacional.

Os aditivos podem ser classificados em diretos, quando são adicionados ao alimento com um propósito específico. Muitos deles são identificados no rótulo dos produtos. Os aditivos indiretos, normalmente, convertem-se em parte do alimento, mesmo em quantidades insignificantes (CALIL & AGUIAR, 1999;

DOUGLASS & TENNANT, 1997; HUGHES, 1994; SIMÃO, 1989; MULTON, 1988).

3.3 Considerações sobre a utilização dos aditivos

Segundo a Portaria SVS/MS nº. 540/97, quanto à restrição do uso dos aditivos deve-se observar:

a) o uso dos aditivos deve ser limitado a alimentos específicos, em condições específicas e ao menor nível para alcançar o efeito desejado;

b) a necessidade tecnológica do uso de um aditivo deve ser justificada sempre que proporcionar vantagens de ordem tecnológica e não quando puderem ser alcançadas por operações de fabricação mais adequadas ou por maiores precauções de ordem higiênica ou operacional.

Já o emprego de aditivos justifica-se por razões tecnológicas, sanitárias, nutricionais ou sensoriais sempre que:

a) forem utilizados aditivos autorizados em concentrações tais que sua ingestão diária não supere os valores de IDA recomendados.

b) atendam às exigências de pureza estabelecidas pela FAO-WHO ou pelo *Food Chemicals Codex*.

Ademais, é proibido o uso de aditivos em alimentos quando:

a) houver evidências ou suspeita de que eles não sejam seguros para consumo humano;

b) interferir sensível e desfavoravelmente no valor nutritivo do alimento;

c) servir para encobrir falhas no processamento e/ou nas técnicas de manipulação;

d) encobrir alteração ou adulteração da matéria-prima ou do produto já elaborado;

e) induzir o consumidor a erro, engano ou confusão.

3.4 Avaliação da segurança dos aditivos

A exposição a um composto químico alimentar é função do consumo de alimentos e dos níveis do composto no alimento. Ambos dependem de uma série de fatores. Para o consumo de alimentos, esses fatores podem ser categorizados em componentes de variação dentro ou entre os indivíduos, sendo a variação intraindividual dependente do tempo, por definição. O consumo de alimentos modifica-se ao longo do tempo como resultado de fatores como sazonalidade, dias da semana e de final de semana, alimentação fora de casa e feriados. A variação interindividual, como resultado de fatores como idade, sexo, região e nível educacional. O nível (incluindo ausência) de um composto químico no alimento depende de fatores biológicos (nutrientes), da legislação (por exemplo, presença de pesticidas, aditivos e enriquecimento com nutrientes) e de fatores relacionados à manipulação dos alimentos (incluindo armazenamento e transporte) e ao preparo (CHEN et al. 2001; TORRES & MACHADO, 2001; CAMARGO, 2000; COLLINS et al. 1999a; COLLINS et al. 1999b; LÖWIK et al. 1999; PROUDLOVE, 1996; WHO, 1994; OLIVEIRA, 1989; SZTAJN, 1988).

A investigação da toxicidade dos aditivos requer a realização dos seguintes estudos. Bioquímico: engloba os fatores que vão influenciar tanto na absorção como na distribuição do agente químico no organismo, assim como seu metabolismo e vias de excreção. Toxicidade aguda: estabelecimento da DL_{50} por via oral. Estudos de curto prazo: realizados durante um período curto da vida do animal, utilizando espécies animais e obtendo a concentração na qual se observam os efeitos nocivos, o tempo necessário para sua manifestação e sua natureza. Estudos de longo prazo: estabelece-se fundamentalmente o perigo existente quanto ao aparecimento de carcinogenicidade. São importantes também para avaliar, no caso do uso de um aditivo por longo período, as doses permitidas (GANDARA, LOZANO & LOSADA, 1989).

A avaliação da toxicidade é realizada levando-se em conta dois aspectos: a) a dose com efeito tóxico para os animais: considera-se a dose máxima que, em estudos de longa duração, não causou efeito tóxico significativo; b) a IDA para o homem. A IDA, por sua vez, pode ser dividida em três categorias. IDA incondicional: aquela em que se pode assegurar a inocuidade absoluta do produto na quantidade expressa. IDA condicional: sob determinadas circunstâncias, deve-se admitir certa margem de risco. (Assim, pode-se usar uma dose superior à IDA incondicional em situações climáticas e econômicas de países em desenvolvimento para garantir a conservação do produto.) IDA temporária: quando os dados biológicos, químicos e toxicológicos são insuficientes, permite-se o uso de determinado aditivo, estabelecendo um período de tempo, normalmente de 3 a 5 anos, durante o qual deverão ser ampliadas as informações, decidindo-se, assim, pelo seu uso ou não (SZTAJN, 1988; WHO, 1987).

A IDA é uma estimativa da quantidade de aditivo alimentar que pode ser ingerida diariamente durante toda a vida sem risco considerável à saúde (WHO, 1987). Esse conceito baseia-se na premissa de que a toxicidade é limitada, pois o organismo tem uma capacidade limitante para se adaptar às mudanças químicas e somente quando essa capacidade é excedida os efeitos tóxicos se manifestam — ou seja, o chamado Princípio de Paracelso segundo o qual somente a dose determina a condição de veneno. Isso fica claro na definição da IDA que preconiza a exposição diária por toda a vida (WALKER, 1998). As pesquisas de estimativa de ingestão devem se concentrar nos consumidores com potencial de exceder a IDA, incluindo os grandes consumidores do aditivo em questão (RENEWICK, 1996).

Embora o conceito de IDA tenha sido desenvolvido originalmente para os aditivos alimentares, atualmente ele é mais aplicado aos pesticidas e aos resíduos veterinários; já o TDI, conceito similar, é aplicado a contaminantes com meia vida biológica curta (WALKER, 1998).

A origem da IDA envolve duas etapas principais: a caracterização do perigo (qualitativo ou quantitativo) e a determinação do NOAEL, além da aplicação de fatores de segurança empíricos ou científicos para obter a IDA. Não há um padrão único de testes que pode cobrir adequadamente a avaliação da toxicidade, ainda mais quando se consideram os seguintes aspectos quanto aos aditivos alimentares: a toxicidade esperada, os níveis de exposição, a ocorrência natural nos alimentos, a ocorrência como um componente normal do organismo, o uso tradicional dos alimentos e o conhecimento dos efeitos no homem (WHO, 2000; OSTERGAARD & KNUDSEN, 1998; WALKER, 1998; WHO, 1996; WHO, 1991).

A avaliação segura dos aditivos alimentares e contaminantes envolve uma revisão dos dados que apresentam um ou mais efeitos (os efeitos críticos), observados na dose mais baixa que produz efeitos adversos (LOAEL). A IDA, a TDI, a PTWI e a RfD são baseadas na ingestão sem efeito relacionada a um efeito crítico (NOAEL). Independente disso, deve-se considerar que o efeito (ao LOAEL) é relevante aos humanos e que a ordem das relações da dose-resposta para efeitos adversos diferentes, no LOAEL ou acima, em animais, pode ocorrer da mesma forma em humanos. Nos casos em que a administração do LOAEL produzisse mais de um efeito adverso, cada efeito seria considerado e o risco total de exceder a ingestão estimada consideraria fatores como severidade, reversibilidade e a duração da ingestão necessária para demonstrar efeito em animais (RENEWICK, 1999; SPEIJERS, 1999; SULLIVAN, 1999).

A IDA é calculada pela divisão do NOAEL por um fator de segurança que, normalmente, é 100 quando o NOAEL é derivado de estudos com animais (devido à diferença entre humanos e animais) e 10 quando é derivado de estudos com humanos (devido à variabilidade da sensibilidade). Todos os valores de IDA podem ser considerados equivalentes desde que sejam baseados no NOAEL. Se, por um lado, a ingestão por período curto acima da IDA pode não apresentar um padrão toxicológico, por outro, a ingestão

prolongada acima da IDA não pode apresentar risco considerável à saúde e a natureza e a magnitude de qualquer risco podem ser determinadas somente por meio da natureza dos efeitos detectados em estudos com animais com ingestão acima do NOAEL. Mesmo que a ingestão de todos os aditivos acima da IDA seja equivalente, os possíveis riscos não o são. Se o objetivo das pesquisas de consumo for permitir o levantamento dos impactos potenciais do uso do aditivo à saúde, os possíveis riscos acima da IDA podem ser usados como parte da prioridade das pesquisas de consumo com atenção especial àqueles aditivos que excedem a IDA. A maior prioridade pode ser dada aos aditivos que mostram efeitos histopatológicos adversos em animais por meio de ingestão acima do NOAEL e para aqueles cujos cálculos teóricos indiquem a probabilidade de exceder a IDA, tanto pelos grandes consumidores (para uma única categoria de aditivo) quanto pelos consumidores médios (para múltiplas categorias de aditivos). Baixa prioridade pode ser dada aos aditivos cujas estimativas simples de consumo indiquem baixa probabilidade de exceder a IDA e/ou quando não há toxicidade orgânica detectada em estudos animais com ingestão acima do NOAEL (RENEWICK, 1999; LARSEN & PASCAL, 1998; WALKER, 1998; RENEWICK, 1996).

As crianças apresentam uma quantidade circulante do composto químico no corpo menor em relação ao adulto, quando expressa com base no peso corpóreo. Assim, os fatores de segurança estarão adequados para a prevenção de reações de sensibilidade nessa população. Contudo, as crianças apresentam uma ingestão de alimentos maior que os adultos, expressa em kg de peso corpóreo, e outras preferências alimentares. Em estudo realizado na Inglaterra, as necessidades de energia e proteína e a ingestão de água foram, respectivamente, 3, 2,5 e 5 vezes maiores em relação aos adultos, também com base no peso corpóreo. A média de consumo dos principais grupos de alimentos, como frutas e hortaliças, pão e cereais, carne, peixe e ovos, derivados de leite, açúcar e produtos de confeitaria era cerca de 2,5 vezes maior. A média de consumo de bebidas não-alcoólicas era cerca de 2 vezes

maior, mas 10 vezes maior quando consideradas as bebidas carbonatadas (LARSEN & PASCAL, 1998; OSTERGAARD & KNUDSEN, 1998). Contudo, a IDA não pode ser aplicada em crianças com idade inferior a 12 semanas devido à adaptação do metabolismo e ao fato de que se preconiza a alimentação somente por meio do aleitamento materno, sendo proibida a adição de aditivos às fórmulas infantis (LAWRIE, 1998; OSTERGAARD & KNUDSEN, 1998; WALKER, 1998).

Ao se estabelecer o risco, deve-se fazer distinção entre os consumidores médios e os consumidores que têm ingestão de alimentos específicos ou, quantitativamente, acima da média de consumo (CHAMBOLLE, 1999). Normalmente, essa ingestão está disponível para alimentos ou grupos de alimentos e não para os componentes dos alimentos (como os contaminantes, os aditivos alimentares, os nutrientes etc.). Quando a distribuição da ingestão está disponível (tanto pela determinação direta por meio de pesquisas individuais quanto pelo cálculo por meio de pesquisas domiciliares), os percentis são utilizados para caracterizar o consumo dos grandes consumidores. O percentil x é o valor de consumo levantado em n indivíduos em uma ordem consecutiva de consumidores entrevistados p , sendo $n/p = x/100$ (VERGER, GARNIER-SAGNE & LEBLANC, 1999).

Para determinar os níveis máximos para os aditivos utilizados em alimentos, Hansen (1966) partiu da suposição de que quando a criança começar a ingerir alimentos que contenham aditivos, a ingestão energética não excederá 100 kcal/kg pc/dia. Essa suposição foi possível por meio da análise de dados que demonstraram uma relação inversa entre a idade e as necessidades energéticas por unidade de peso corporal. Hansen usou um fator de conversão de 2 kcal/g para os alimentos, incluindo leite e excluindo as outras bebidas, para estimar a quantidade máxima de alimentos que contêm aditivo, ou seja, 50 g de alimento/kg pc/dia. Os limites máximos de aditivos podem então ser calculados como sendo iguais a IDA por 50 g de alimento ou $(IDA \times 20)$ mg/kg de alimento. Considerando que os fatores de segurança da IDA cobrem

diferenças entre adultos e crianças, mas levando em conta a incerteza quanto aos cálculos para crianças muito jovens, Hansen estabeleceu um fator 2, ajustando os limites máximos dos aditivos para (IDA x 40) mg/kg de alimento. Ele também propôs ajuste dos limites máximos para os níveis tecnológicos, por meio da restrição do uso de aditivos relevantes a metade ou a um quarto dos alimentos, usando suposições relacionadas às proporções dos alimentos processados. Essas suposições são interpretadas levando em conta que os alimentos processados não representam mais de 50% da ingestão total de alimentos e que metade dos alimentos é representada por leite, carne, peixe, aves, legumes e cereais, que contêm menos aditivos. Os níveis máximos de aditivos alimentares podem ser então (IDA x 80) mg/kg de alimento ou (IDA x 160) mg/kg de alimento.

Para determinar os limites máximos de aditivos em líquidos, Hansen revisou a literatura em relação à ingestão de líquidos por bebês, crianças e adultos em climas quentes e concluiu que nenhuma pessoa consome mais de 100 mL/kg pc/dia de líquido, excluindo o leite. Assim, com base nesse consumo, há a cobertura tanto de crianças quanto de adultos. Hansen propôs ajuste dos níveis máximos dos aditivos para os níveis tecnológicos, se necessário, dobrando os níveis máximos. Ao considerar os níveis máximos para as bebidas carbonatadas, supõe-se que elas representam 25% da ingestão máxima de 100 mL/kg pc/dia. Supondo uma densidade de 1 g/mL, o nível máximo para o uso de um aditivo em bebidas carbonatadas pode ser calculado como (IDA x 40) mg/kg de bebida. Obtêm-se, dessa forma, as TMDI's tanto para alimentos sólidos quanto para líquidos (DOUGLASS et al. 1997). Foram essas as premissas envolvidas para o desenvolvimento do *Danish Budget Method*.

A TMDI dos aditivos pode ser calculada e expressa em mg/kg pc/dia (peso corporal médio = 60 kg) e depois comparada com a IDA expressa na mesma unidade. Quando a razão TMDI/IDA é menor que 1 para um

determinado aditivo, não há um padrão de segurança com relação a esse aditivo para o consumidor (VERGER et al. 1998; CADBY, 1996).

A IDP é função do consumo individual de um alimento e da concentração do aditivo veiculado. Se o aditivo estiver presente em diferentes alimentos, a contribuição de cada alimento deverá ser somada para se obter a ingestão potencial total (IOSHII, 1992).

3.5 Considerações sobre os métodos de avaliação do consumo de aditivos

A caracterização do consumo alimentar não pode ser feita tão facilmente. Os fatores causais hipotéticos quase sempre estão presentes, em maior ou menor quantidade, muitas vezes variando pouco dentro dos grupos analisados; além disso, sua variação ao longo do tempo faz-se por vezes de forma gradual, pouco visível e até pouco percebida pelo próprio indivíduo. A caracterização do consumo alimentar também é dificultada porque os alimentos são constituídos por centenas de compostos químicos, que podem ser modificados no processo de produção e mesmo quando ingeridos (CAMARGO, 2000; CHAMBOLLE, 1999; SZTAJN, 1988).

Os estudos de consumo são importantes para estimar o uso seguro dos aditivos alimentares. As estimativas de consumo também são utilizadas com o objetivo de estabelecer medidas de controle de qualidade de alimentos. As estimativas de ingestão de aditivos alimentares são importantes não só para a população, mas para grupos específicos de consumidores. As pesquisas devem fornecer informações em relação ao consumo de alimentos e formar uma base para as estimativas de ingestão. Os cálculos de consumo para adultos têm se baseado em métodos estatísticos e pesquisas domiciliares de consumo de alimentos. Os riscos são obtidos por meio da comparação da estimativa do consumo diário com os valores da IDA fornecidos pelo Codex Alimentarius e pelo JECFA (BAUNWART & TOLEDO, 2001; DICH et al. 1996; LANGLAIS,

1996; PENTTILÄ, 1996; GANGOLLI et al. 1994; KNIGHT et al. 1987; QUATTRUCCI, 1981; DISSELDUFF, TRY & BERRY, 1979).

Um dos métodos mais utilizados para coleta de informações nutricionais é o R24. A principal vantagem em relação aos outros métodos é a sua simplicidade logística. Em comparação com outras técnicas ele é geralmente aplicado a grupos grandes de indivíduos e, quando bem conduzido, fornece uma estimativa da média de consumo que pode ser comparável àquelas obtidas com técnicas mais precisas. Por outro lado, o método é criticado por não fornecer uma estimativa confiável do consumo habitual do indivíduo ou uma descrição confiável da distribuição do consumo habitual de uma população. Se o tamanho do grupo for razoável, pode-se obter uma boa estimativa da média de consumo com os dados de um dia. Além disso, com o uso de uma variável com pequena variação intraindividual, a chance de erro de classificação de indivíduos é reduzida e a probabilidade de detecção de relações é aumentada (GIBNEY, 1999; LÖWIK, 1996; THOMPSON & BYERS, 1994; BEATON et al. 1979).

A variação diária no consumo de energia e de nutrientes de indivíduos é reconhecida como uma fonte de erro na estimativa da ingestão habitual do indivíduo. A ingestão habitual é definida como a média de consumo do indivíduo em um período de tempo extenso (meses ou anos), mas é comumente estimada como a média de um número finito de dias de observação (frequentemente de 1 a 7 dias) (LÖWIK et al. 1999; TARASUK & BEATON, 1992).

A princípio, o próprio nível do risco requer que o tempo das estimativas de consumo de produtos alimentícios seja similar aos níveis toxicológicos sob os quais estão baseados os padrões de segurança (como, por exemplo, a IDA) (LÖWIK, 1996). Para os aditivos alimentares, os níveis toxicológicos são baseados na exposição pela vida toda e expressos por meio da ingestão por kg pc/dia (WHO, 1987). Os dados de consumo de alimentos não podem ser coletados pela vida toda dos indivíduos, mas devem ser feitos esforços para se

obter padrões alimentares similares à ingestão habitual ou usual (LAMBE et al. 2000).

Para Beaton (1994), o consumo alimentar não pode ser estimado sem a interferência de possíveis erros. A coleta e a análise dos dados são essenciais para o levantamento de questionamentos sobre o consumo de alimentos e a saúde. Uma das limitações mais importantes não diz respeito aos erros eventualmente presentes nos dados obtidos, mas, sim, à falha ao analisar a natureza desses erros — como eles diferem de acordo com a escolha da metodologia de coleta e qual é o impacto provocado nas estratégias de análise dos dados.

De acordo com Douglass & Tennant (1997), todos os métodos de pesquisa do consumo de compostos químicos alimentares são originados das seguintes expressões: consumo de um alimento = concentração do composto químico no alimento x consumo do alimento; ingestão total = soma da ingestão de todos os alimentos que contêm o composto químico. A estimativa da ingestão de aditivos alimentares per capita pode ser obtida baseando-se na produção e no uso pelas indústrias. $\text{Ingestão per capita de aditivo} = \frac{\text{produção} + \text{importação} - \text{exportação}}{\text{população}}$.

Isso equivale a dizer que o consumo de um aditivo alimentar pode ser obtido por meio da combinação de dados da quantidade do aditivo presente em todos os produtos alimentícios com a sua quantidade consumida pela população (BAUNWART & TOLEDO, 2001; LECLERCQ et al. 2000; DICH et al. 1996; GANGOLLI et al. 1994; KNIGHT et al. 1987; QUATTRUCCI, 1981).

A estimativa do consumo de um aditivo alimentar pode ser resumida em uma árvore decisória com três níveis: investigação, estimativa bruta e refinamento, que podem utilizar métodos diretos ou indiretos, de forma qualitativa ou quantitativa (retrospectivo ou prospectivo). Em relação à investigação, em 1989, o Codex Alimentarius propôs, para uma avaliação simplificada da ingestão dos aditivos alimentares, as seguintes considerações baseadas na IDA: os aditivos autorizados em níveis altos para grandes

consumidores de alimentos; os aditivos autorizados em alimentos muito consumidos; os aditivos com baixa IDA ($< 5 \text{ mg/kg pc}$) (GIBNEY, 1999; QUATTRUCCI, 1981).

Na União Européia, foram feitos os seguintes questionamentos: se o aditivo se encontra em um grande número ou em um número limitado de alimentos; se os alimentos que contêm os aditivos são consumidos por grupos potencialmente de risco, como crianças e diabéticos; o número de porções de alimentos necessário para atingir a IDA; a função tecnológica do aditivo em relação à IDA. Mais recentemente, a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos propôs: uma estimativa-padrão baseada nos níveis de exposição e as supostas conseqüências à saúde; a falta de informação do item anterior, especialmente se o nível de exposição estimado para o aditivo em questão exceder a IDA; o aditivo é o único, ou um dos poucos, que produz um efeito tecnológico específico. Outro método envolvido na investigação é o Método *Budget*. Assim, o objetivo inicial da investigação é prevenir uma coleta de dados pouco fidedigna e garantir que as fontes para a coleta de dados sejam usadas da forma correta (LAMBE et al. 2000; GIBNEY & LAMBE, 1996; LAWRIE & REES, 1996; LÖWIK, 1996; RENWICK, 1996).

As estimativas brutas de ingestão de aditivos alimentares podem começar com os dados brutos de consumo de alimentos e de uso do aditivo. No caso dos dados de consumo de alimentos, três pontos de referência estão disponíveis: em nível nacional, as pesquisas de balanço alimentar; em nível doméstico, as pesquisas em domicílio; em nível individual, as pesquisas de nutrição. No caso do uso do aditivo, os dados são mais difíceis de serem obtidos. Para os aditivos com uma IDA numérica, o MPL para alimentos específicos, estabelecido em legislação, pode ser um ponto de partida. Outras possíveis fontes de dados são os níveis recomendados para uma determinada função tecnológica (nível tecnológico), estatísticas de produção, dados analíticos e dados provenientes dos fabricantes. A estimativa bruta pode envolver, por exemplo, a combinação dos dados brutos de consumo de

alimentos com o MPL (quando a IDA existe) com a suposição de que todos os alimentos nos quais o aditivo é permitido contêm o aditivo no seu MPL (DOUGLASS et al. 1997; GIBNEY & LAMBE, 1996).

Se as estimativas brutas continuarem para a obtenção de dados adicionais, o refinamento da ingestão estimada pode dar lugar tanto ao refinamento dos dados de consumo de alimentos quanto ao refinamento dos níveis de uso do aditivo alimentar. Os dados de consumo de alimentos podem ser refinados pela subdivisão das categorias de alimentos em subcategorias e, se os dados permitirem, essas subcategorias também podem ser subdivididas. Por outro lado, a criação de muitas categorias pode gerar mais custos à pesquisa ao invés de esclarecer as variações dos padrões de consumo de marcas específicas. Outra forma de refinamento é transferir as estimativas de ingestão na população para a ingestão entre determinado grupo de consumidores. Considera-se vital o conhecimento da porcentagem de consumidores e os dados que não a incluem são bastante limitados. Uma das vantagens de estimar a ingestão somente entre os consumidores é evitar a subestimativa. Uma dificuldade, porém, é que o método de coleta influenciará, por si só, uma porcentagem da estimativa entre os consumidores. Por exemplo, um dia de pesquisa pode mostrar que 50% da população consomem determinado alimento. Estendendo a pesquisa para dois dias, a porcentagem de consumidores aumentará, mostrando que nem todos os consumidores consomem aquele alimento todos os dias. Dessa forma, uma pesquisa com mais de 7 dias deve mostrar que 75% da população consome aquele alimento. Para reduzir os custos da coleta, a aplicação de um QFA em um período curto de dias é uma forma de manter a exatidão dos dados (não mais que de 3 a 4 dias consecutivos para Chambolle, 1999). Um refinamento adicional dos dados do nível de uso do aditivo alimentar pode ser a determinação da porcentagem de marcas de uma determinada categoria de alimentos que contém o aditivo em questão. É incorreto supor que todos os aditivos permitidos para uso nos

alimentos são atualmente usados em seu processamento (DOUGLASS et al. 1997; GIBNEY & LAMBE, 1996; LÖWIK, 1996; RENWICK, 1996).

Nos Estados Unidos, uma metodologia chamada *Menu Census Survey* foi desenvolvida pelo Comitê de Revisão GRAS da Academia Nacional de Saúde com o objetivo de estimar a ingestão de substâncias por meio da dieta. A metodologia, que sofreu modificação da MRCA, é usada pelo Governo e por organizações econômicas para estimar a ingestão de substâncias como os aditivos alimentares. A *Menu Census Survey* é baseada no diário alimentar de 14 dias, considerado mais representativo do que o R24 ou o recordatório de 1 a 3 dias. Esse tipo de pesquisa é dispendioso, sendo difícil manter pesquisadores de campo para cobrir os 14 dias para uma amostra grande. As responsabilidades dos participantes aumentam, podendo levar a uma menor participação. Além disso, a qualidade dos dados pode diminuir com o prolongamento da pesquisa. Em certas situações, a aplicação de pesquisas mais curtas (recordatório de 1 a 3 dias), intercaladas com QFA, torna-se uma alternativa viável (LAMBE et al. 2000).

Nos estudos realizados por Verger et al. (1998), foram desenvolvidas três etapas. Na primeira etapa, os dados de consumo de alimentos foram derivados de fontes previamente definidas. As quantidades de aditivos consideradas foram os MPL's autorizados pelas autoridades européias. Dessa forma, foi possível avaliar a RTMDI, a média e os percentis (90, 95 e 97,5) de distribuição de consumo de alimentos na população geral. Com isso, a RTMDI representa uma superestimação do consumo real do aditivo alimentar. É mais usual considerar a estimativa baseada nos MPL's de aditivos nos alimentos e bebidas pelos regulamentos do que as quantidades preconizadas pelos fabricantes e pelos órgãos governamentais de controle.

Na segunda etapa, as indústrias usuárias de aditivos alimentares ofereceram informações quanto às quantidades de aditivos utilizadas do início ao final do processo de industrialização, permitindo a exclusão de algumas categorias de produtos, que nunca contiveram o aditivo considerado; a

estimativa da fatia de mercado ocupada pelos produtos que contêm tal aditivo em relação a toda a categoria de produtos considerada (ou, inversamente, a estimativa da fatia de mercado dos produtos que não contêm o aditivo) e a utilização das quantidades médias de aditivos, fornecidas pela indústria ou por meio de análise. Todas essas informações permitiram reduzir a superestimação da primeira etapa, usando níveis reais da utilização dos aditivos, sendo possível, inclusive, estabelecer a CMTDI.

A terceira etapa consistiu na caracterização dos maiores consumidores de três aditivos, dentre eles os sulfitos, que excederam a IDA. Para esse estudo, os consumidores, selecionados de diversas fontes, foram caracterizados somente por características socioeconômicas dos domicílios (compras, classe socioeconômica, área residencial) e não de acordo com as características sociodemográficas dos indivíduos (sexo, idade e categoria profissional).

Na Dinamarca foi desenvolvido um método de estimativa de consumo, o *Danish Budget Method*, ou Método *Budget*, que prevê comparações com a IDA. Ele é baseado na suposição de que a ingestão de aditivos é limitada pela quantidade de energia requerida e pela quantidade de alimentos e bebidas ingerida diariamente. Esse método é baseado na existência de um limite fisiológico para as quantidades de alimentos e bebidas que podem ser ingeridos diariamente, ou seja, 1,5 kg de alimentos e 6 L de bebidas para um adulto de 60 kg (HANSEN, 1979).

Outras suposições são baseadas no maior número de alimentos e bebidas que contêm aditivos e na quantidade máxima de aditivos nos alimentos sólidos e nos líquidos. Esse método não é apropriado para todos os aditivos, já que determinados aditivos são permitidos somente em alimentos ou ingredientes que não fazem parte da dieta habitual. Nesse caso, outros métodos são necessários (VERGER et al. 1998). Nas estimativas de cálculo de consumo para os aditivos utilizados em alimentos sólidos e bebidas, as IDA's são divididas em duas frações — uma proporção para os alimentos e outra

proporção para as bebidas. Essas proporções são definidas arbitrariamente. A validade do Método *Budget* tem alcançado de 90 a 99,6% dos adultos (DOUGLASS et al. 1997).

Métodos probabilísticos podem ser usados para todos os dados disponíveis. Os consumidores não consomem somente uma quantidade de alimento e as substâncias não estão presentes nos alimentos em uma única concentração. As técnicas probabilísticas são desenvolvidas para combinar as distribuições de consumo e concentração, gerando um modelo de distribuição da ingestão real. O modelo Monte Carlo é um exemplo de técnica probabilística. A característica típica é a obtenção de um padrão, representado graficamente, de consumo de alimento por meio de uma distribuição randomizada. As representações gráficas obtidas são combinadas para gerar a primeira figura da distribuição da ingestão. O processo pode ser repetido por mais de 500.000 vezes para gerar a distribuição da ingestão, inclusive para cada alimento. Assim, a distribuição da ingestão total pode ser analisada com o objetivo de realizar estudos estatísticos na população. Para fixar a magnitude do risco alimentar acima dos percentis, recomenda-se a caracterização do nível alto de ingestão. Se a distribuição da ingestão foi uma representação exata da ingestão real, então poderia se esperar que a ingestão de 0,1% da população excedesse aquele nível — embora existam razões para acreditar que o alto percentil de ingestão não reflete necessariamente a situação real (TENNANT, 1999).

Na Irlanda (FOOD SAFETY AUTHORITY OF IRELAND, 2001), o uso dos aditivos é monitorado pelo INFID 1995-99, que conclui:

- 68% dos alimentos do INFID usam pelo menos um tipo de aditivo;
- dos 300 aditivos permitidos pela União Européia, 54% estão presentes nos alimentos do INFID;
- as categorias de aditivos mais comumente utilizadas representam, respectivamente, 18 e 13% do uso de aditivos. Ambos são distribuídos em mais de 50% dos grupos de alimentos;

- algumas categorias de aditivos, como os antiemectantes, umectantes e seqüestantes representam menos de 1% dos aditivos utilizados;

- os cálculos de porcionamento consideraram o número de porções necessário para alcançar a IDA, considerando que o aditivo estava presente em seu MPL. Esses cálculos são apropriados para aditivos permitidos em um único alimento ou em um número limitado de alimentos;

- os cálculos de nutrientes para comparação com a ingestão atual de nutrientes foram conduzidos com relação a alguns aditivos;

- a ingestão de alimentos crus, baseada no INNS, foi multiplicada pelo MPL, o que forneceu uma estimativa conservadora da ingestão do aditivo;

- nos casos em que os grupos de alimentos não cobriram a ingestão de alimentos específicos, os tamanhos padrões de porções e o consumo diário foram considerados para representar a ingestão.

- entre os conservantes, os sulfitos, (metabissulfito de sódio, dióxido de enxofre, sulfito de sódio e metabissulfito de potássio) são utilizados no seguinte número de marcas de alimentos: 120, 108, 27 e 6, o que representa, respectivamente, a seguinte porcentagem de contribuição no uso de conservantes: 11, 10, 2 e 1. Em outras categorias, como os antioxidantes, a contribuição não é representativa.

Antes de aplicar qualquer método de avaliação, o INFID estabeleceu um padrão de presença ou ausência de aditivos nos diversos grupos de alimentos. Se um aditivo estava ausente em um grupo de alimentos representado no INFID, era excluído dos cálculos de ingestão. Se um aditivo era permitido em um determinado grupo de alimentos considerado pouco consumido, as estimativas de ingestão desse grupo de alimentos não eram necessárias. Se um aditivo era permitido em um grupo de alimentos comumente consumido e pouco representado no INFID, as estimativas de ingestão potencial eram calculadas. Em todas as estimativas de consumo de um aditivo, considerava-se que o aditivo em questão estava presente no alimento no qual era permitido, em

seu MPL, o que pode representar um fator de superestimação da ingestão do aditivo.

3.6 Considerações sobre os sulfitos

3.6.1 Usos e funções

O tratado *Pomona*, de John Evelyn, publicado em 1670, é a primeira referência em relação ao uso de enxofre na produção de bebidas (JARVIS & LEA, 2000; ROSE & PILKINGTON, 1989).

Os gregos, romanos e egípcios já utilizavam o dióxido de enxofre para limpar e desinfetar as cascas de uva, mas foi somente nos anos de 1920 que os sulfitos passaram a ser aplicados com várias funções tecnológicas durante o preparo, o armazenamento e a distribuição dos alimentos, se transformando nos conservantes mais extensamente utilizados. Essas funções incluem a antimicrobiana (atuando como inibidor da lactato desidrogenase e outras desidrogenases bacterianas); a fungistática; inibidores de reações enzimáticas e não-enzimáticas como as reações de escurecimento — em frutas e hortaliças levemente coloridas, como maçãs e batatas desidratadas; as antioxidantes (para prevenir a oxidação — seqüestradores de oxigênio e agentes redutores); os inibidores de várias enzimas, incluindo proteases, oxidases e peroxidases; e, por último, os agentes quelantes (em açúcares e amido). Além dessas funções primárias, os sulfitos têm outras funções secundárias durante o processamento dos alimentos. Alguns sulfitos ligam-se a moléculas presentes nos alimentos tais como aldeídos, cetonas, açúcares e taninos; outros, não. Os sulfitos que não se ligam a outras moléculas são chamados de ‘sulfitos livres’ e é uma mistura de SO_2 , íon bissulfito e íon sulfito em equilíbrio químico dinâmico. Em certas condições, uma porção das moléculas de sulfitos ligados, chamada de ligação sulfito reversível, dissocia-se e forma os sulfitos livres. O uso dos sulfitos em alimentos está relacionado às atividades funcionais dos sulfitos

livres (KELLY et al. 2002; LECLERCQ et al. 2000; TAYLOR, 1993; WEDZICHA, 1992; SAFAVI & ENSAFI, 1991; BRANEN, DAVIDSON & SALMINEN, 1990; FAZIO & WARNER, 1990; ROSE & PILKINGTON, 1989; TAVARES et al. 1987; TAYLOR & BUSH, 1987; YABIKU et al. 1987; BEHRE, 1986; MARTIN, NORDLEE & TAYLOR, 1986; MODDERMAN, 1986; OUGH, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986; BARNETT, 1985; SULLIVAN & SMITH, 1985; BURROUGHS, 1981; CARR, 1981; LLOYD, 1981; WEDZICHA, 1981a; WEDZICHA, 1981b; UNITED STATES, 1975).

Os sulfitos podem se originar de produção endógena por leveduras na fermentação de bebidas como cerveja e vinho (TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; WALKER, 1985).

O dióxido de enxofre preserva a textura, o odor, o conteúdo de vitaminas e a cor dos alimentos, tornando-os atrativos ao consumidor. O tratamento com dióxido de enxofre é amplamente utilizado na indústria de alimentos para reduzir o escurecimento de frutas durante a secagem e o armazenamento, possuindo também aplicações em restaurantes e supermercados. O dióxido de enxofre absorvido pelos alimentos substitui o ar dos tecidos vegetais, fragiliza as paredes celulares (o que torna a secagem mais fácil), destrói enzimas que provocam o escurecimento nas superfícies cortadas, apresenta propriedades fungicidas/inseticidas e torna a cor das frutas secas mais atrativa. Ele inibe o escurecimento de frutas secas durante o armazenamento e a comercialização, preservando o ácido ascórbico e o caroteno (RAHMAN & PERERA, 1999; SAPERS, 1993; IYENGAR & McEVILY, 1992; TAYLOR & BUSH, 1987; YABIKU et al. 1987; BEHRE, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986).

Devido a essas múltiplas funções, os sulfitos são usados em vários produtos como licores, frutas secas, hortaliças desidratadas (exceto cebola e alho), frutas e legumes frescos, sucos de frutas, bebidas carbonatadas, produtos cárneos como salsichas, peixes e linguiças, e vinhos (CINTRA et al. 1999; ENVIRONMENTAL HEALTH SERVICE, 1996; TAYLOR, 1993;

QUATTRUCCI & MASCI, 1992; LECOS, 1988; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; SULLIVAN & SMITH, 1985; UNITED STATES, 1975).

Os alimentos e bebidas que podem conter sulfitos são: batatas (fatiadas, frescas, congeladas, desidratadas ou enlatadas); frutas (frescas, desidratadas ou em conserva tipo *maraschino*); hortaliças (frescas, congeladas, enlatadas ou secas); cogumelos frescos; peixes (frescos, congelados, enlatados ou secos, mariscos, caranguejo, ostra, vieiras, camarão); cerveja; sidra; vinho (industrializado ou caseiro); vinagre de vinho; saladas (particularmente saladas embaladas); temperos para saladas; salada de abacate, *guacamole*; bebidas com frutas; sucos, purês e tortas de frutas; sucos de hortaliças; biscoitos assados (*cookies*, *crackers*, *waffles*, massa assada para torta); ingredientes processados de alimentos (gelatina, açúcar de beterraba, adoçantes de milho e amidos); molhos e temperos; geléias e gomas; chucrute e salada *coleslaw*; sopas (enlatadas e desidratadas); coberturas de frutas, xaropes e molhos doces (xarope de eucalipto, xarope de milho); chá instantâneo; salgadinhos, petiscos e aperitivos (misturas de frutas secas, castanhas e nozes, *crackers* recheados) (STEINMAN, LE ROUX & POTTER, 1993; FAZIO & WARNER, 1990; BEHRE, 1986). As frutas secas são os alimentos que podem conter os maiores limites de dióxido de enxofre permitidos, ou seja, 2000 mg SO₂/kg (RAHMAN & PERERA, 1999).

Os compostos que contêm enxofre e que são permitidos para uso como aditivos alimentares são: dióxido de enxofre (SO₂ – anidrido sulfuroso), sulfito de sódio (Na₂SO₃), bissulfito de sódio (NaHSO₃ – sulfito ácido de sódio, sulfito hidrogenado de sódio), metabissulfito de sódio (Na₂S₂O₅ – pirossulfito de sódio), metabissulfito de potássio (K₂S₂O₅ – pirossulfito de potássio), sulfito de potássio (K₂SO₃), bissulfito de potássio (KHSO₃), metabissulfito de cálcio (CaS₂O₅), sulfito de cálcio (CaSO₃), bissulfito de cálcio (Ca(HSO₃)₂) e ácido sulfúrico (H₂SO₄). Os íons são: sulfito (SO₃²⁻), bissulfito (sulfito hidrogênio – HSO₃⁻) e metabissulfito (S₂O₅²⁻) (PIZZOFERRATO, DI LULLO & QUATTRUCCI, 1998; ENVIRONMENTAL HEALTH SERVICE, 1996; WEDZICHA, 1992;

FRANÇOIS-COLLANGE et al. 1991; BRANEN, DAVIDSON & SALMINEN, 1990; FAZIO & WARNER, 1990; PERRIN-ANSART, 1989; ROSE & PILKINGTON, 1989; LECOS, 1988; BEHRE, 1986; MODDERMAN, 1986).

A adição de sulfitos aos alimentos é altamente dependente da natureza química do alimento, do tipo e da extensão do processamento utilizado, da duração e das características das condições de armazenamento, da permeabilidade da embalagem e do limite de adição. Os sulfitos reagem rapidamente com uma variedade de componentes dos alimentos, incluindo açúcares reduzidos, aldeídos e cetonas, e proteínas para formar vários compostos (TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986).

O tratamento com sulfitos pode ser feito pelo aquecimento do enxofre ou pela imersão em solução de sulfitos. O gás dióxido de enxofre pode ser produzido pelo aquecimento do enxofre com oxigênio do ar. As vantagens do uso de uma solução de bissulfito são a diminuição da poluição do ar, o maior controle do processo de adição dos sulfitos, o menor tempo de contato com o agente sulfurado e a queda nas perdas por desabsorção durante a secagem (RAHMAN & PERERA, 1999).

O metabissulfito de sódio é o principal composto usado na conservação de alimentos, gerando o dióxido de enxofre e seus ânions. Em uma solução, o bissulfito gera SO_2 (aq), HSO_3^- e SO_3^{2-} . O tipo dominante, entre pH 2 e 5-7, é o HSO_3^- . Em valores de pH mais altos, o íon SO_3^{2-} é o dominante. Embora para valores de pH menores que 1,86, o SO_2 (aq) e o H_2SO_3 são os tipos mais presentes. Concentrações acima de 0,1 M levam à formação de quantidades significativas do íon metabissulfito ($\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$). As reações químicas originadas quando o dióxido de enxofre é adicionado às frutas e a outros alimentos são complexas. Quando o dióxido de enxofre é absorvido pelas frutas, ou por produtos com pH similar, ele é convertido, principalmente, em íon bissulfito. O íon bissulfito pode permanecer livre e disponível para retardar a formação de compostos tipo *Maillard*, e pode também se ligar, reversivelmente, a certos compostos, como os grupos carbonilas de aldeídos. A maior parte do íon

bissulfito fica disponível em solução a pH 3,5. Considera-se que esses sulfitos combinados não retardam a deterioração do alimento. Nos alimentos com pH ácido ($\text{pH} > 4$), o SO_2 pode volatilizar-se desprendendo do alimento (RAHMAN & PERERA, 1999; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; BARNETT, 1985; GUNNISON, 1981; UNITED STATES, 1975).

Um fator que influencia a ligação do dióxido de enxofre é a disponibilidade de oxigênio no sistema. Com o oxigênio presente, parte do dióxido de enxofre pode ser oxidada, irreversivelmente, à forma sulfato, um composto inócuo. Por meio da remoção dessas moléculas do dióxido de enxofre livre do sistema, o equilíbrio é deslocado e libera-se mais dióxido de enxofre ligado. A taxa de oxidação do dióxido de enxofre livre varia durante a secagem, dependendo da técnica utilizada, com uma taxa 50% maior na secagem feita ao sol do que naquela realizada por desidratação da fruta. Alguns fatores afetam a utilização do dióxido de enxofre em frutas e hortaliças, tais como a concentração e a temperatura da solução de imersão, o tempo de imersão, a forma e as condições das amostras (por exemplo, descascada ou não, inteira ou fatiada) e a agitação da solução (QUATTUCCI & MASCI, 1992; WEDZICHA, 1992). A absorção de enxofre pelo damasco ocorre principalmente na superfície cortada. Não se observa absorção através da casca do damasco. Em damascos secos, de 30 a 40% do dióxido de enxofre encontra-se na forma combinada (ROSE & PILKINGTON, 1989).

A forma ativa do aditivo como agente antimicrobiano é o SO_2 , sendo que o aditivo combinado não possui ação antimicrobiana. Por outro lado, sua ação conservante com relação ao escurecimento enzimático e não-enzimático é devida inteiramente às espécies de sulfitos livres. Parte do aditivo é perdida em reações relacionadas à sua ação conservante, mas a maioria das reações do dióxido de enxofre com os componentes dos alimentos conduz a outras reações cuja contribuição à qualidade do alimento é desconhecida (ROSE & PILKINGTON, 1989; WEDZICHA, 1981a; WEDZICHA, 1981b).

Desde 1959, os sulfitos encontram-se nas regulamentações americanas (CFR), sendo considerados compostos GRAS, quando utilizados de acordo com as BPF's, exceto em carnes e alimentos fontes de vitamina B₁ (tiamina). Em resposta a questionamentos sobre sua segurança, em 1986, o FDA cancelou o estado GRAS dos sulfitos em frutas e muitas hortaliças servidas ou vendidas cruas aos consumidores (PIZZOFERRATO, DI LULLO & QUATTRUCCI, 1998; LECOS, 1988; TAYLOR & BUSH, 1987; BEHRE, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986). Em março de 1990, o FDA estendeu esse cancelamento às batatas frescas servidas ou vendidas sem embalagem (e rótulo), disposição essa revogada em maio de 1992 (SAPERS, 1993).

As restrições do FDA ao uso de sulfitos em certos produtos de frutas e hortaliças e, futuramente, a possibilidade da divulgação de outras limitações de uso permitiram que os pesquisadores e fabricantes desenvolvessem substitutos aos sulfitos, cuja multifuncionalidade, porém, torna o desenvolvimento difícil. Provavelmente a melhor alternativa conhecida é o ácido ascórbico (vitamina C). Tem ocorrido também a proliferação de inibidores de escurecimento. Pesquisa realizada em 1986 pelo NRA relacionou 13 tipos. Esses produtos contêm, geralmente, ácido ascórbico ou ácido eritrórbico, ou seus sais de sódio, normalmente em combinação com um ou mais coadjuvantes como o ácido cítrico ou algum outro acidulante, sal de cálcio, fosfato, cloreto de sódio, cisteína, ou um conservante como benzoato ou sorbato de potássio. Outras possíveis alternativas são os inibidores de PPO, como o ácido cinâmico e o ácido benzóico; como o cobre é essencial para a PPO, agentes quelantes que se ligam ao cobre podem ser agentes inibidores do escurecimento; aminoácidos contendo grupo sulfidril (a capacidade da cisteína de inibir a PPO já é reconhecida) (SAPERS, 1993).

Além dos aspectos toxicológicos, há outras razões para reduzir o uso de sulfitos: eles corroem os equipamentos (QUATTRUCCI & MASCI, 1992).

3.6.2 Metabolismo

O metabolismo dos sulfitos consiste essencialmente na sua oxidação em sulfato, via enzima SOD. Essa enzima é amplamente distribuída nos tecidos mamários, com maior atividade no fígado, no coração e no rim; ela metaboliza e detoxifica os sulfitos ingeridos e o SO₂ inalado pelos pulmões, representando também a etapa final na conversão de sulfitos ligados a aminoácidos essenciais, cisteína e metionina, em sulfato. Esse processo metabólico normal converte o excesso desses aminoácidos ingeridos em sulfato, que pode ser facilmente excretado pela urina. Normalmente, um adulto excreta aproximadamente 2,5 g de sulfato por dia na urina. Os sulfitos exógenos ingeridos representam uma pequena fração dessa excreção de sulfato. A alta capacidade da SOD resulta em um rápido metabolismo dos sulfitos exógenos. Sulfitos administrados em macacos por via intravenosa têm meia-vida biológica de 10 minutos somente. Em todas as espécies testadas, a maior parte dos sulfitos é rapidamente excretada em sulfato. Pequenas quantidades de sulfitos não oxidadas em sulfato podem se converter em tiosulfato, também excretado na urina, ou em tiosulfatos ligados a proteínas, permanecendo maior tempo no organismo (QUATTRUCCI & MASCI, 1992; HUI et al. 1989; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; WEVER, 1985; LLOYD, 1981; UNITED STATES, 1975).

Pequenas quantidades de sulfitos são formadas naturalmente no homem por meio do metabolismo intermediário e são logo metabolizadas em sulfatos pela SOD (LECLERCQ et al. 2000).

O metabolismo das formas combinadas de sulfitos, que são predominantemente encontradas nos alimentos, é pouco estudado. A administração de proteína sulforada em ratos demonstrou que a maior parte do enxofre foi excretada na urina como sulfato em 48 horas. Outra forma combinada de sulfito, o 3-deóxi-4-sulfohexocelulose (um açúcar sulforado), é metabolicamente inerte e excretada na urina e nas fezes. O metabolismo das

formas combinadas de sulfitos pode depender da sua estabilidade e da probabilidade de que se tornará livre durante o processo digestivo ou outro processo metabólico (TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986).

A importância da SOD no metabolismo dos sulfitos exógenos e endógenos é dramaticamente ilustrada por casos de deficiência congênita em humanos. Essa condição é caracterizada pelo grande aumento da excreção de sulfitos, tiosulfato e sulfato-S-cisteína na urina. Crianças com esse tipo de deficiência têm o globo ocular deslocado e apresentam anormalidades neurológicas severas que resultam em deficiência física e mental e pouco tempo de vida (TIL & FERON, 1992; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986).

3.6.3 Aspectos nutricionais e tecnológicos

Os sulfitos exercem um efeito positivo no ácido ascórbico, não só inibindo seu envolvimento nas reações de escurecimento, mas também prevenindo a oxidação. De fato, os sulfitos agem sobre a ascorbato oxidase, amplamente presente em vegetais, e sobre a PPO. Ambas as enzimas, por meio de mecanismos diferentes, podem induzir a oxidação do ácido ascórbico para formas biologicamente inativas (SAPERS, 1993).

O efeito do dióxido de enxofre sobre a tiamina em alimentos armazenados tem importância nutricional e toxicológica significativa. A molécula de tiamina é quebrada pelo dióxido de enxofre e a extensão da destruição depende do tempo e das condições de armazenamento. Há a possibilidade de que a destruição da tiamina pelos sulfitos possa levar a uma deficiência dessa vitamina. Em ratos com adequado suprimento de tiamina e que consumiam 300 mg/kg/dia de sulfitos não foi observado nenhum efeito adverso; já em ratos com deficiência de tiamina, os efeitos tóxicos apareceram em doses abaixo de 50 mg/kg/dia (UNITED STATES, 1975). O FDA proíbe o uso de sulfitos em alimentos que contribuem com mais de 10% da RDA de tiamina. As

quantidades de sulfitos normalmente presentes nos alimentos como frutas e hortaliças desidratadas não causam destruição significativa do conteúdo de tiamina em uma refeição que inclui carne e outras fontes de tiamina. Além disso, os sulfitos não podem ser utilizados em carnes, pois devolverão a cor avermelhada a elas, dando a falsa sensação de frescor (BEHRE, 1986).

Os sulfitos podem induzir a oxidação das duplas ligações dos PUFA's. Baixas concentrações de bissulfito induziram a oxidação em óleo de milho. Esse efeito tem pouca importância nutricional, já que as maiores fontes de PUFA's não são tratadas com esse aditivo (QUATTRUCCI & MASCI, 1992). Sugere-se que os sulfitos em dietas semipuras armazenadas podem reagir com as gorduras insaturadas levando à formação de polímeros de ácidos graxos insaturados e/ou outras substâncias tóxicas (TIL & FERON, 1992).

A cianocobalamina é destruída por altas concentrações de sulfitos nos alimentos. Sugere-se que a anemia severa observada em ratos seja induzida pela administração de alimentos com alta concentração de sulfitos. O dióxido de enxofre forma adutos estáveis com as flavinas resultando na sulfuração do átomo N5 da flavina que representa o receptor de hidrogênio. Isso significa a queda da riboflavina nos alimentos e a inibição da atividade das enzimas que contêm flavina nos seus grupos prostéticos. Em relação à piridoxina, o dióxido de enxofre reage com o grupo aldeído e forma um aduto hidroxissulfurado. Na presença de Mn^{2+} , O_2 , e glicina no pH dos sistemas alimentares, o dióxido de enxofre catalisa a destruição do β -caroteno. Essa perda pode ser prevenida pela adição de seqüestrantes de radicais livres, como o α -tocoferol e o BHT. Estudos experimentais conduzidos *in vivo* sobre o efeito do metabissulfito de potássio nos níveis hepáticos de vitamina A obtiveram resultados controversos. Os possíveis efeitos dos sulfitos no balanço de cálcio têm sido discutidos. O sulfato derivado do metabolismo dos sulfitos pode aumentar a excreção de cálcio. Em experimentos *in vivo* esse efeito foi comprovado dependendo do conteúdo de cálcio da dieta (QUATTRUCCI & MASCI, 1992; STAMMATI et al. 1992).

De acordo com Quattrucci & Masci (1992), em vinho tratado com 400 ppm de SO₂, 50% da tiamina foram destruídos em uma semana. Em frutas e hortaliças desidratadas armazenadas a temperatura ambiente, a perda de tiamina depois de 28 dias de armazenamento variou de 26 a 38% do conteúdo total. A manipulação subsequente de alimentos tratados pode levar a perdas adicionais substanciais. Em países como a Itália (QUATTRUCCI & MASCI, 1992) e o Brasil (TAVARES et al. 1987), a adição de sulfitos não é permitida em produtos derivados de carne, como as salsichas, que são consideradas fontes desse nutriente.

Os sulfitos são usados em hambúrguer habitualmente e, algumas vezes, de maneira abusiva. Em relação ao produto cru, 62,5% das amostras apresentaram valores acima daquele considerado o máximo permitido (30% com concentração de SO₂ total 2 vezes esse valor), e o restante um pouco maior, embora essa categoria exclua todos os hambúrgueres de frango. Em particular, algumas amostras continham de 8 a 16 vezes o nível máximo. Isso mostra que as quantidades de sulfitos adicionadas são muito altas, embora existam perdas entre 25 e 46% em produtos cárneos, dependendo da composição e da forma de preparo. Os resultados de perdas em hambúrgueres fritos sob condições controladas mostraram que elas variaram de 18 a 1745 µg/g para o SO₂ livre e entre 55 e 5006 µg/g para o SO₂ total. Ao considerar a porcentagem de redução para as diferentes amostras, observa-se que ela não depende da concentração de sulfitos. Igualmente, a redução não tem qualquer relação com o componente principal usado no preparo dos hambúrgueres. Para os sulfitos livres, a perda seria de $36,8 \pm 11,1\%$; para os sulfitos totais, de $40,9 \pm 12,6\%$. Aplicando esse valor ao nível residual máximo permitido de SO₂ (450 µg/g) e considerando um fator de correção de perda médio ($1,48 \pm 0,15$), pode-se estabelecer um nível aproximado de 394 µg/g de SO₂ total como limite para hambúrgueres fritos. Usando esse critério, a maioria dos hambúrgueres crus considerados impróprios para consumo, do ponto de vista legal, pode se tornar própria para consumo após a fritura. Se for considerada a IDA para um adulto

(42 mg SO₂), para 25% das amostras estudadas, o consumo de 2 ou 3 hambúrgueres por semana pode ser seguro (ARMENTIA-ALVAREZ et al. 1993; ARMENTIA-ALVAREZ, PEÑA-EGIDO & GARCIA-MORENO, 1993).

Em muitos alimentos, somente uma pequena fração dos sulfitos adicionados permanece livre (sulfitos inorgânicos no produto final). De fato, em massas de biscoito doce, 63% dos sulfitos adicionados reagem com os componentes da farinha, 30% são oxidados em sulfato e menos de 0,2% permanece livre. Em geléia de morango, 98,5% dos sulfitos absorvidos são volatilizados a SO₂ durante a cocção ou reagem com os componentes da geléia; menos de 1,5% permanece como sulfitos inorgânicos. A alface adicionada de sulfitos é uma exceção, já que a maior parte dele permanece livre, podendo explicar as reações adversas causadas aos asmáticos por conta de seu consumo (TAYLOR & BUSH, 1987; BEHRE, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986; BARNETT, 1985; UNITED STATES, 1975).

Em estudo realizado por Martin, Norddlee & Taylor (1986), a alface preparada tratada com solução contendo 3400 mg/kg de SO₂ total retém altos níveis de SO₂ livre (537-683 mg/kg) e total (746-784 mg/kg) durante um período de armazenamento de 24 horas, o que sugeriu que a maior parte do SO₂ está presente na forma livre. No controle, os equivalentes de SO₂ variavam de 16 a 75 mg/kg. Esses níveis são suficientemente altos (o que demonstra abuso na quantidade de sulfitos utilizada — até 20 vezes acima do nível permitido — e no tempo de tratamento) para permitir que os asmáticos sensíveis aos sulfitos possam facilmente obter uma dose de sulfitos acima do seu nível de tolerância individual, ainda mais quando se considera que a forma de sulfitos mais presente, a inorgânica, é reconhecida como aquela que causa problemas a essa população. A alta proporção de SO₂ livre é esperada porque a alface apresenta grande quantidade de água e celulose, componentes que não permitem que os sulfitos se liguem (em 270 mg de sulfitos há somente 0,6 mg de SO₂ total). Na salada *coleslaw* tratada, foram encontrados níveis residuais de 350 mg/kg de SO₂ total, enquanto na salada não tratada, somente 25 mg/kg. Os

menores níveis de SO₂ total na salada *coleslaw* podem ser devidos à ocorrência natural de compostos contendo enxofre e outros ácidos voláteis no repolho e na cebola.

Beelman, Barder & Edwards (1988) observaram que cogumelos lavados em solução de sulfitos de sódio a 1000 ppm tinham uma quantidade residual total inicial baixa (média de 48,3 ppm). Também as concentrações eram rapidamente reduzidas a níveis não detectados (menos que 10 ppm), após 24 horas de armazenamento, sugerindo que cogumelos frescos e lavados não representam risco de intoxicação quando processados, embalados e comercializados obedecendo às práticas corretas.

Algumas análises realizadas na Itália mostraram redução de 25% a 50% de sulfitos após um mês de armazenamento de produtos derivados de peixe, batatas e frutas secas (LECLERCQ et al. 2000).

3.6.4 Sensibilidade

O primeiro caso de sensibilidade aos sulfitos foi registrado em 1976 em um indivíduo não asmático com urticária e angioedema após o consumo de uma refeição em um restaurante (PERONI & BONER, 1995).

O dióxido de enxofre, dentro das quantidades permitidas nos alimentos, não causa efeitos adversos na maioria das pessoas. No entanto, alguns grupos populacionais, particularmente os asmáticos, podem ser bastante sensíveis ao conservante. As reações aos sulfitos ocorrem de 10 a 20 minutos após a ingestão (ENVIRONMENTAL HEALTH SERVICE, 1996; TAYLOR, 1993; LECOS, 1988; TAYLOR & BUSH, 1987; BEHRE, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986). Há também casos de reações adversas em pacientes em nutrição parenteral (PERRIN-ANSART, 1989).

Somente uma pequena parcela (4,6 – 8,4%) dos asmáticos é sensível aos sulfitos. A sensibilidade varia de indivíduo a indivíduo. Os mais sensíveis reagem a cápsulas contendo 5 mg de metabissulfito de potássio

(aproximadamente 3 mg de equivalentes de SO₂), enquanto os menos sensíveis reagem a cápsulas contendo 200 mg de K₂S₂O₅. Pacientes sensíveis a 200 mg não terão problemas com a dieta devido à baixa probabilidade em alcançar esse nível, o que já não acontece com os mais sensíveis. Não foram demonstradas reações adversas após o consumo de porções grandes (227-341 g) de batata desidratada (purê) (30-80 mg SO₂ total/kg) e camarão (100 mg SO₂ total/kg). Também não ocorreram reações adversas à alface (400-500 mg SO₂ total/kg), ao damasco seco (2000-3000 mg SO₂ total/kg) e ao suco de uva branca (180-250 mg SO₂ total/kg) (TAYLOR & BUSH, 1987; BEHRE, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986).

De acordo com Peroni & Boner (1995), de 35 a 65% das crianças com asma severa demonstram broncoespasmo após a administração de alimentos com sulfitos.

Para a maior parte da população, não há evidência de que os sulfitos representam um risco, considerando-se os limites de uso atuais. Essa conclusão foi obtida comparando as estimativas de ingestão de sulfitos com informações da toxicidade dos sulfitos em experimentos com animais (RIBERA et al. 2001; TIL & FERON, 1992; HUI et al. 1989; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; DULAK, CHIANG & GUNNISON, 1984; GUNNISON et al. 1981; GIBSON & STRONG, 1974; GIBSON & STRONG, 1973; SHTENBERG & IGNAT'VE, 1970). Em ratos, o nível sem efeito (NOAEL) foi de 72 mg de equivalentes de SO₂/kg pc/dia (TIL, FERON & DE GROOT, 1972a). Em porcos, o NOAEL foi de 3500 mg/kg, correspondendo a doses que variaram entre 42 e 179 mg de equivalentes de SO₂/kg por dia (TIL, FERON & DE GROOT, 1972b). Baseado no primeiro estudo, o JECFA (1974) estabeleceu um fator de segurança de 100 e estimou a IDA para humanos em 0,7 mg/kg por dia. Para um homem de 60 kg, a IDA é de aproximadamente 42 mg de equivalentes de SO₂ por dia, índice bem distante da média de consumo que é de 6 mg/dia para alimentos e 10 mg para os consumidores regulares de vinho e

cerveja (TAYLOR, 1993; DUPUY, 1992; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986).

Em resposta à proposta de renovar o estado GRAS dos sulfitos, foram enviados ao FDA vários estudos das reações alérgicas adversas atribuídas ao consumo de alimentos contendo sulfitos. Os estudos indicavam que os sulfitos poderiam induzir a episódios de asma na população de asmáticos. Em casos raros, reações asmáticas graves ou do tipo anafiláticas poderiam ocorrer. Por solicitação do FDA, a FASEB organizou, em 1984, um painel de revisão para reavaliar o estado GRAS dos sulfitos. No parecer final, o painel concluiu que os sulfitos não são teratogênicos, mutagênicos, ou carcinogênicos em animais de laboratório. O painel não encontrou nenhum dado metabólico ou toxicológico novo que sugerisse a necessidade de alterar o NOAEL, que é aproximadamente 10 vezes o limite de dióxido de enxofre para os grandes consumidores (percentil 99) e 180 vezes a média diária per capita de consumo (RENEWICK, 1995; SAPERS, 1993).

Os sulfitos não têm efeito adverso no processo de reprodução e não foi comprovada resposta carcinogênica em estudos crônicos. Eles induzem mutações em certos testes com microorganismos e podem produzir dano ao cromossomo de células mamárias *in vitro*. Contudo, esses efeitos mutagênicos necessitam de doses muito elevadas e não ocorrem em testes mais complexos. Não há comprovação científica da diferença de toxicidade entre as formas combinadas e as formas livres dos sulfitos (TIL & FERON, 1992; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; GUNNISON, 1981; UNITED STATES, 1975; GIBSON & STRONG, 1973). Para Stamatati et al. (1992), não há efeito negativo dos sulfitos quer de natureza tóxica quer de natureza antinutricional.

Ribera et al. (2001) obtiveram um NOAEL de 310 mg SO₂/kg ou 25 mg/kg pc/dia quando ratos foram alimentados com dietas contendo biscoitos com níveis de 0, 10, 35 e 75% correspondendo, respectivamente, a 10-15, 35-45, 150-170 e 310-340 mg SO₂/kg de dieta. Não se observou nenhuma alteração hematológica, química e clínica, ocular, renal, urinária, de peso e em

exames microscópicos. As concentrações de vitaminas A, B₁, C e E do fígado não sofreram alterações.

Em 1988, o FDA propôs novas regras para que a presença de sulfitos fosse declarada no rótulo dos alimentos, quando os sulfitos tivessem um efeito funcional ou estivessem presentes em um limite detectável acima de 10 ppm. Outras regras exigiam que, em certos alimentos, a presença de sulfitos fosse declarada por meio de placas indicativas, sinais, ou outra forma de mostrar que tal alimento é tratado com sulfitos, como em restaurantes e supermercados (SAPERS, 1993).

Desde novembro de 1982, mais de 1400 reclamações de reações relacionadas aos sulfitos foram recebidas pelo FDA. Em março de 1985, o FDA criou um sistema, o *Adverse Reaction Monitoring System*, para investigar e avaliar tais reclamações. Até o final de 1987, o FDA investigou 709 das 887 reclamações recebidas desde março de 1985 e determinou que 51% poderiam ser classificadas como advindas de reações sérias, incluindo 17 mortes relacionadas ao consumo de vários alimentos e medicamentos contendo sulfitos (LECOS, 1988). Vide Tabela 3.

Tabela 3 – Reclamações de consumidores e número de reações sérias ao uso de sulfitos por tipo de alimento — Estados Unidos, 1982-1985

Tipo de alimento	Nº. de reclamações	% do total	Nº. de reações sérias	% de reações sérias
Saladas	280	31,5	161	30,4
Frutas e hortaliças frescas, exceto batatas	143	16,1	82	15,5
Vinho	111	12,4	67	12,7
Alimentos do mar	98	11	59	11,2
Batatas (não frescas)	57	6,5	39	7,4
Batatas frescas	53	6	28	5,3
Frutas secas	43	4,8	21	4
Biscoitos assados	35	3,9	24	4,5
Medicamentos	28	3,1	22	4,2
Cerveja	14	1,6	8	1,5
Sucos de frutas e hortaliças	14	1,6	6	1
Outras bebidas alcoólicas	13	1,5	12	2,3

Fonte: FDA (adaptado por Lecos, 1988)

Stevenson & Simon (1981) concluíram que em quatro pacientes asmáticos com quadro severo de congestionamento das vias nasais e sintomas anafiláticos associados, a combinação da ingestão e inalação de sulfitos poderia explicar a perpetuação de seus quadros asmáticos.

Steinman & Weinberg (1986) realizaram pesquisa com os pais de 114 crianças sul-africanas, entre 2 anos e 7 meses e 13 anos e 6 meses. Os pais foram questionados sobre reações adversas ao consumo de bebidas carbonatadas por meio de um questionário que relacionava as mais comumente ingeridas (182 tipos). 62,3% das crianças reagiam a uma ou mais bebidas e desse número 95% eram asmáticas extrínsecas. Os sintomas eram somente tosse ou tosse e peito congestionado. O aparecimento das reações variou de 5 a 30 minutos após a ingestão. 27,2% reagiram a bebidas que continham dióxido de enxofre, mas as crianças não reagiram a todas as bebidas que continham o conservante. As reações variaram de 9 a 92% das bebidas ingeridas conservadas com dióxido de enxofre. Altas concentrações de dióxido de

enxofre resultaram em mais reações. É provável que esses resultados tenham sido influenciados por outros fatores e por outros aditivos, como a tartrazina.

Em estudo conduzido por Steinman, Le Roux & Potter (1993) foi administrado, para 37 crianças asmáticas, suco de maçã com SO₂ em dose similar àquela comumente encontrada em bebidas carbonatadas. As respostas das crianças foram comparadas com as respostas de 22 crianças asmáticas que receberam somente suco de maçã. Observou-se que 16 das 37 crianças (43,2%) reagiram com queda no FEV₁ em mais de 10% quando comparado com 9 das 22 crianças do grupo controle ($p = 0,0016$). Atestou-se também que as meninas mostraram-se mais sensíveis do que os meninos.

Indivíduos sensíveis ao dióxido de enxofre costumam apresentar sensação de desconforto crescente na garganta, congestionamento no peito, tosse e, às vezes, dores respiratórias, broncoespasmos, perda de consciência, hipotensão, angioedema, anafilaxia em asmáticos e dermatite de contato. Além disso, foram registrados sintomas gastrintestinais como dores abdominais, diarreia, náuseas e vômito. A magnitude da reação depende do tipo de alimento, da sua acidez, da quantidade de dióxido de enxofre e da sensibilidade do indivíduo (LECLERCQ et al. 2000; SIMON, 2000; PIZZOFERRATO, DI LULLO & QUATTRUCCI, 1998; TAYLOR, 1993; SAFAVI & ENSAFI, 1991; BRANEN, DAVIDSON & SALMINEN, 1990; TAYLOR & BUSH, 1987; BEHRE, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986; SULLIVAN & SMITH, 1985; WALKER, 1985; QUATTRUCCI, 1981).

Os principais mecanismos para explicar a sensibilidade aos sulfitos são (HARDISSON et al. 2002; TAYLOR & HEFLE, 2001; BJÖRKSTÉN, 1996; BRANEN, DAVIDSON & SALMINEN, 1990):

- a) os sulfitos agem como um seqüestrante, combinando-se com uma proteína corporal para formar um novo antígeno, tornando-se um antígeno específico IgE, o que resultará em uma reação de hipersensibilidade Tipo I;
- b) a deficiência da SOD converte os sulfitos em sulfato.

Em relação à sensibilidade aos sulfitos, é importante considerar os seguintes aspectos (BRANEN, DAVIDSON & SALMINEN, 1990; TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986; UNITED STATES, 1975):

- a) as reações aos alimentos com sulfitos dependem do nível de sulfitos residuais no alimento, da sensibilidade do indivíduo e do tipo de alimento;
- b) não há evidência científica de que evitar o consumo de todas as fontes de sulfitos melhora os sintomas da asma;
- c) a exposição de indivíduos que não são sensíveis aos sulfitos representa um risco muito pequeno a essas pessoas;
- d) os sulfitos não são desnaturados pela cocção;
- e) os sulfitos são altamente reativos na presença de substâncias dos alimentos, como proteínas, amido e açúcares. Eles não são eliminados pelo processo de lavagem dos alimentos;
- f) os sulfatos não provocam os mesmos efeitos adversos dos sulfitos. Eles são inertes ao organismo e não necessitam ser evitados pelos indivíduos sensíveis aos sulfitos.

3.6.5 Pesquisas sobre consumo e MPL's

De acordo com Anderson, Cunningham & Lindstrom (1994), a ingestão relativa de enxofre (como % do total diário) é dominada pelos alimentos fontes de proteína (proteínas relacionadas à cisteína), com uma contribuição relativamente pequena dos aditivos: produtos lácteos, ovo, carne e grãos, que correspondem a 70-80% do total. Para crianças de 6 a 11 meses, as fórmulas infantis correspondem somente a 8% da ingestão de enxofre enquanto os produtos lácteos (integral, 2%, magro, chocolate e leite evaporado) correspondem a aproximadamente 30%. Os produtos lácteos correspondem a aproximadamente 18% para crianças de 2 anos; cerca de 15% para crianças de 14 a 16 anos; aproximadamente 7% para adultos de 25 a 30 anos; e cerca

de 5% para idosos de 60 a 65 anos. Respectivamente, os produtos cárneos representam 11, 16, 22 e 11% da ingestão total de enxofre. O pão branco é o cereal considerado a fonte mais importante de enxofre, correspondendo a 3% do total para crianças de 6 a 11 meses e 5-9% para os outros grupos.

No Brasil, segundo a Resolução RDC 27/00, o limite máximo por 100 g de xarope de glicose para o dióxido de enxofre e seus sais é de 0,004 g (como SO₂). Já segundo a Resolução RDC 34/01, para as preparações culinárias industriais, esse limite é de 0,02 g (também como SO₂). Outros MPL's estão presentes na Tabela 4.

No Reino Unido, o uso do dióxido de enxofre é controlado pelo *Preservatives in Food Regulations* de 1979 (*Statutory Instrument 752*). Há uma variação muito grande na quantidade permitida para uso — de 50-70 ppm em bebidas carbonatadas, coco ralado, cerveja e iogurte a 50.000 ppm em cervejas finas. Há limites intermediários entre 2000 e 2500 ppm para hortaliças desidratadas — exceto batata — (550 ppm) e para frutas desidratadas. Para os outros produtos há variação de 100-450 ppm (WEDZICHA, 1981a).

De acordo com a legislação espanhola atual (RD 145 – *Ministerio de Sanidad y Consumo*, 1997), condizente com a Diretiva 95/2/CE, o máximo permitido nas partes comestíveis de camarões congelados é 150 mg/kg, quantidade que não foi excedida pelos valores médios encontrados, ou seja, entre 105,3 e 115,8 mg/kg. Devido à falta de dados de consumo diário de camarão, estimou-se que as porções médias consumidas pelos espanhóis são 100, 150 e 200 g. Dessa forma, a ingestão estimada de sulfitos (considerando as concentrações de sulfitos nas partes comestíveis de produtos congelados, sem perda durante a fervura) seria 10,5-11,58, 15,8-17,37 e 21,06-23,16 mg, o que se mostra distante da IDA. Em ocasiões como o Natal ou outras celebrações, a porção ultrapassa 400 g e a ingestão de sulfitos seria de 42,12-46,32 mg, podendo ser maior que a IDA para uma pessoa de 65 kg (45,5 mg/dia). O conteúdo médio de sulfitos determinado das partes não comestíveis foi 2428,4 mg/kg e isso pode representar um aumento considerável em seu

consumo, já que existe o hábito, entre os espanhóis, de degustar essas partes antes de desprezá-las durante o consumo de pratos com camarão (HARDISSON et al. 2002).

Na Austrália, os sulfitos são permitidos em uma grande variedade de alimentos, em concentrações que variam de 29 a 3000 mg/kg (BARNETT, 1985). Em 2001, o Grupo de Estudos da BSES, envolvendo a Austrália e a Nova Zelândia, coletou dados analíticos disponíveis em relação à concentração de sulfitos nos alimentos. Nos grupos de alimentos que era permitida a adição de sulfitos, alguns alimentos analisados apresentavam concentrações que excediam o MPL. Em contrapartida, em alguns alimentos nos quais não era permitida a adição de sulfitos, tais como carne fresca e frutas e hortaliças processadas, foram detectados resíduos das substâncias. Os dados mostraram, por exemplo, que algumas amostras de salsicha excediam o MPL em 500 mg/kg e de licores em 115 mg/kg (ENVIRONMENTAL HEALTH SERVICE, 1996).

Na Tabela 5 são apresentados os MPL's de dióxido de enxofre de vários alimentos presentes no Código Alimentar da Austrália e da Nova Zelândia.

Tabela 4 – Limites máximos de dióxido de enxofre (metabissulfito, sulfito e bissulfito de cálcio, sódio e potássio) nos alimentos em que podem ser adicionados, de acordo com a legislação brasileira — Brasil, 2001

Alimentos em que podem ser adicionados	Limite máximo (g/100g – g/100mL expresso em SO₂ residual)
Açúcar refinado	0,002
Batata cozida descascada (somente metabissulfito de sódio)	0,01
Batatas fritas congeladas	0,01
Bebidas alcoólicas fermentadas	0,01
Bebidas alcoólicas mistas	0,01
Camarões e lagostas (exclusivamente na matéria-prima após a captura)	0,003 (no produto cozido) 0,01 (no produto cru)
Cervejas (somente ditionito)	0,006
Coco ralado	0,02
Cogumelos	0,005
Cooler	0,035
Filtrado doce	0,035
Frutas dessecadas	0,01
Frutose	0,002
Geléias artificiais	0,02
Jeropiga	0,01
Legumes e verduras desidratadas	0,02
Leite de coco esterilizado	0,01
Leite de coco pasteurizado	0,03
Licores de frutas	0,01
Mistela composta	0,025
Néctares de frutas	0,02
Passas de frutas	0,15
Picles	0,01
Raiz-forte (polpa de rábano ou wasabi) (somente metabissulfito de sódio)	0,05 (como SO ₂) no p.s.c.
Sangria	0,035
Saquê	0,035
Sidras	0,035
Suco de caju com alto teor de polpa	0,005 no p.s.c.
Sucos de frutas	0,02
Vinhos	0,035
Vinhos compostos	0,025
Vinhos de frutas	0,035
Xarope de glicose (exceto metabissulfito de cálcio)	0,004 (como SO ₂)

No p.s.c. = no produto a ser consumido

Fonte: ABIA (2001)

Tabela 5 – Limites máximos permitidos (MPL's) de dióxido de enxofre (SO₂) em alimentos — Austrália/Nova Zelândia (1996)

Tipo de alimento	MPL de dióxido de enxofre (SO₂ – mg/kg ou L)
Abacate (polpa congelada)	300
Cerveja	25
Bebidas carbonatadas	115
Repolho desidratado	1500
Cenoura desidratada	1000
Carne cozida	260
Abacaxi cristalizado	280
Coco ralado	50
Fruta seca	3000
Essências	230
Licor, xarope e cobertura aromatizados	230
Produtos derivados de farinha	300
Feijão desidratado	750
Bebidas com frutas	115
Suco de fruta	115
Licor, xarope e cobertura de fruta	230
Vinho de fruta ou hortalíça	
- com menos de 5 g/L de açúcar residual	200
- com mais de 5 g/L de açúcar residual	300
Gelatina	750
Glicose	
- xarope	300
- pó	40
Sabor imitação de fruta	3000
Geléia dietética	285
Cereja em licor de marasquino	300
Mix de frutas secas	3000
Ervilha	1000
Picles	750
Batata	
- desidratada	500
- crua, descascada	50
Camarão	30
Malte desidratado	1500
Salsicha	500
Suco de tomate (pH menor que 4,5)	
- não embalado	115
- embalado e concentrado	400
Vinagre	25
- de vinho	100
Água (mix)	25
Vinho	
- menos de 35 g/L de açúcar	250
- outros	300

Fonte: Environmental Health Service (1996)

A existência de um risco teórico em exceder a IDA para sulfitos foi evidenciada na União Européia pelo Método *Budget*. Os sulfitos são usados em uma variedade de alimentos sólidos com MPL's que variam de 15 a 500 mg/kg, com poucas exceções com níveis maiores: 600 a 2000 mg/kg em frutas secas, 800 mg/kg em polpa de raiz-forte e em várias bebidas variando de 20 mg/kg em bebidas carbonatadas a 200 mg/kg em vinhos. Uma das hipóteses levantada foi que 25% da ingestão fisiológica máxima de alimentos podem conter 500 mg/kg de sulfitos e que 50% da ingestão fisiológica máxima de líquidos de um adulto (100% em crianças) podem conter 200 mg/L de sulfitos. Dessa forma, por meio da ingestão de alimentos e bebidas pode-se alcançar 19 vezes a IDA em adultos e 33 em crianças. Por esse motivo, na maior parte dos países europeus, os sulfitos têm alta prioridade nos estudos de consumo de aditivos (LECLERCQ et al. 2000).

Em estudo realizado por Leclercq et al. (2000), a quantidade média de sulfitos detectada no vinho foi de 92 mg/kg, que é menor que o MPL (200 mg/kg). O desvio foi grande, variando desde quantidades não detectadas até 198 mg/kg, próxima ao MPL — embora em 80% das amostras a quantidade de SO₂ variou de 60-135 mg/L. Considerando os MPL's estabelecidos pela União Européia e os cardápios definidos na pesquisa, uma criança pode alcançar o consumo de 68,33 mg de sulfitos, o que representa 325% da IDA para essa faixa etária (21 mg), enquanto um adulto pode alcançar o consumo de 123,4 mg, o que corresponde a 294% da IDA. O conteúdo de sulfitos em alimentos cozidos foi bem menor em relação aos seus MPL's. O conteúdo de sulfitos nos alimentos industrializados pode ser bem diferente do conteúdo nos alimentos prontos para consumo, pois os sulfitos apresentam como característica o fato de serem muito voláteis. Por essa razão, o levantamento dos níveis residuais é necessário para confirmar a existência do risco teórico associado ao uso do MPL. Vide as Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Alimentos e bebidas de consumo geral nos quais os sulfitos são permitidos e atualmente usados: seus níveis máximos permitidos (MPL's) e a modalidade de consumo — França (1995)

Alimentos ou ingredientes	MPL (mg/kg ou mg/L)	Modo de consumo
<i>Peixe e frutos do mar</i>		
Peixe salgado (como o bacalhau)	200	cozido
Crustáceos e cefalópodes – frescos e congelados	150	cozido
<i>Cereais e derivados</i>		
Biscoitos	50	sem tratamento
Petiscos de cereais e batata	50	sem tratamento
Batatas granuladas desidratadas	400	como purê de batata
<i>Hortaliças</i>		
Batatas descascadas	50	cozido
Massa de batata (nhoque)	100	cozido
Hortaliças e frutas em vinagre, salmoura e óleo	100	sem tratamento
Cogumelos secos	100	cozido
<i>Frutas e derivados</i>		
Frutas secas (incluindo castanhas)	500-2000	sem tratamento, em bolos e cereais matinais
Frutas cristalizadas	100	em bolos (panetone)
Geléia, goma e marmelada (incluindo os produtos de baixa caloria)	50	
Recheio de torta à base de fruta	100	sem tratamento
Molho à base de suco de frutas cítricas	200	sem tratamento
<i>Bebidas</i>		
Suco de frutas	50	sem tratamento
Cerveja	20/50	sem tratamento
Vinho	200	sem tratamento
<i>Outros produtos</i>		
Mostarda, excluindo a Dijon	250	sem tratamento
Vinagre fermentado	170	sem tratamento
Gelatina	50	em sorvetes, bolos, doces
Açúcar	15	sem tratamento e em confeitaria
Xarope de glicose	20	em confeitaria

Fonte: Leclercq et al. (2000)

Tabela 7 – Resultados da determinação de sulfitos em alimentos prontos para consumo — França

Alimento	Preparação	Amostras (n)*	Nível residual (mg/kg)**	Intervalo (mg/kg)***
<i>Produtos à base de batata</i>				
Aperitivos à base de batata	sem tratamento	5	40	32-63
Nhoque com molho de tomate	cozido em água fervente	5	10	< 10-13
Purê de batata (de batata desidratada)	de acordo com instruções do fabricante	5	21	< 10-34
Batata descascada com manteiga	cozida em água fervente	5	< 10	--
<i>Hortaliças e cogumelos</i>				
Risoto com cogumelos secos	cozido do modo tradicional	5	< 10	--
Hortaliças em óleo	sem tratamento	10	48	25-76
Hortaliças em vinagre	sem tratamento	10	67	41-82
<i>Peixe e outros produtos à base de peixe</i>				
Bacalhau	cozido em água fervente	5	12	< 10-20
Macarrão com camarão e castanhas	cozido do modo tradicional	5	10	< 10-19
Pizza com camarão e salada	cozida do modo tradicional	3	10	< 10-13
<i>Molhos para saladas</i>				
Molho à base de suco de limão	feito do modo tradicional	3	< 10	--
Mostarda	sem tratamento	3	185	87-245
<i>Bebidas</i>				
Vinho	sem tratamento	85	92	< 10-198
Cerveja	sem tratamento	15	16	< 10-28
Bebidas carbonatadas à base de laranja	sem tratamento	5	15	< 10-33
<i>Produtos contendo frutas secas e castanhas</i>				
Musli	sem tratamento	5	180	35-267
Panetone	sem tratamento	3	25	< 10-37
Amendoim	sem tratamento	3	385	237-456
<i>Produtos de confeitaria</i>				
Doces (goma)	sem tratamento	3	< 10	--
Açúcar	sem tratamento	5	< 10	--
Crostini	sem tratamento	5	< 10	--
Biscoitos	sem tratamento	5	< 10	--
Croissant com geléia	sem tratamento	5	< 10	--
Sorvete com calda	sem tratamento	3	< 10	--

*: Número de diferentes marcas coletadas

** : LOD (limite de detecção) = 10 mg/kg

***: O intervalo de valores reflete a diferença entre as marcas

Fonte: Leclercq et al. (2000)

Pesquisas têm demonstrado que indivíduos que consomem grandes quantidades de vinho (percentil 95) podem alcançar, só com seu consumo, até 99% da IDA para sulfitos. A ingestão, por exemplo, de 8 g de *Musli* por uma criança de 30 kg pode levá-la a alcançar 10% da IDA, considerando o MPL, e 7% considerando a quantidade residual (LECLERCQ et al. 2000).

Na Itália, a TMDI dos sulfitos foi calculada por meio do consumo médio e dos MPL's da legislação italiana (MANZI et al. 1992 *apud* LECLERCQ et al. 2000). A TMDI obtida foi 54,5 mg, incluindo 20,2 mg do consumo potencial de vinho (média de consumo de 160 mL per capita). Mais recentemente, em outro estudo, a TMDI obtida por meio da legislação foi de 49,3 mg de sulfitos. A maior fonte de sulfitos foi o vinho (32 mg), seguido de frutas secas (8 mg) e de peixe (2 mg) (STACCHINI et al. 1999 *apud* LECLERCQ et al. 2000). É importante considerar que esses estudos, apesar de baseados nos MPL's, indicam somente as principais fontes potenciais de sulfitos na população em geral, sem levar em consideração os indivíduos que consomem maiores quantidades de uma ou mais categorias de alimentos que contêm sulfitos (LECLERCQ et al. 2000).

Na França, a análise de dados de consumo em domicílios sugeriu que o vinho é responsável por 47% da exposição teórica aos sulfitos. Peixes e frutas secas podem ser importantes fontes de sulfitos, mas há necessidade de mais estudos, particularmente para crianças (VERGER et al. 1998). A análise da exposição por meio do consumo também foi realizada baseando-se nas quantidades residuais nos alimentos no final do processo industrial, mas não nos alimentos prontos para consumo depois do processo de cocção nos domicílios (MARESCHI, FRANÇOIS-COLLANGE & SUSCHETET, 1992). François Collange et al. (1991) estimaram a média de consumo em 20 mg/dia/pessoa com o risco de exceder a IDA em 5-10% da população. O consumo de sulfitos foi estimado em 1,96 mg/dia/pessoa para os não consumidores de vinho, cerveja e sidra e 31,53 mg/dia/pessoa para a população que consome tais bebidas (367 mL/dia), que é, respectivamente,

61,5% da população acima de 14 anos, 49% também da população acima de 14 anos e 50% da população total. Vide Tabela 8.

Dessa forma, de acordo com a pesquisa de Mareschi, François Collange & Suschetet (1992), os indivíduos de risco estão entre os consumidores de bebidas alcoólicas cujos níveis de ingestão de sulfitos podem variar de 10 mg/dia/pessoa para os consumidores ocasionais de vinho a 38-40 mg para os consumidores regulares. Esse número pode ser estimado em 4,25 milhões, o que significa 9,5% da população acima de 14 anos e 7,6% da população total. Eles podem ser divididos em 28% (mulheres) e 62% (homens), na faixa etária de 40 a 75 anos.

Tabela 8 – Estimativa das quantidades de SO₂ ingeridas pela alimentação — França (1988/1989)

Alimento	Quantidade de SO ₂ mg/ano/pessoa		% da quantidade / alimento	
Vinho*	6248		85,3	
Sidra*	210,4	6608,4	4,2	90,2
Cerveja*	50		0,7	
Sucos de frutas	72		0,95	
Frutas e legumes secos	258		3,5	
. damasco seco				
. uva passa				
Compotas	13,8	718,5	0,2	9,8
Batata desidratada (em flocos)	26		0,35	
Batata descascada	50		0,7	
Mostarda	117		1,6	
Filés de peixe salgado	181,7		2,5	
SO ₂ total (mg/pessoa/ano)		7327		100
SO ₂ total (mg/pessoa/dia)		21,1		

*: População acima de 14 anos

Fonte: François Collange et al. (1991)

Na Holanda, Löwik et al. (1999) concluíram que os principais itens que contribuíram para a ingestão de sulfitos foram a cerveja e as bebidas carbonatadas. Os grandes consumidores (percentil 97,5) de bebidas carbonatadas (principalmente crianças) e de cerveja podiam atingir metade da IDA — embora apenas uma marca de cerveja e uma marca de bebida carbonatada possuíssem sulfitos. Dokkum et al. (1982) calcularam em dieta total de adolescentes masculinos entre 16 e 18 anos um conteúdo médio de sulfitos de 3 mg, com máximo de 13 mg, sendo que as maiores concentrações foram encontradas em carne, frango, ovo, açúcares e doces.

A TMDI de sulfitos excedeu a IDA no percentil 97,5 da população, mas quando a comparação foi realizada com as médias corrigidas (CMTDI, obtida por meio de informações da indústria), a média real de ingestão foi significativamente menor em relação à estimativa obtida por meio do uso dos níveis máximos autorizados (IDA = 0,7; média = 1,34; P 90 = 2,19; P 95 = 3,13; P 97,5 = 4,34 e CMTDI = 0,97 mg/dia/kg pc). A dieta dos maiores consumidores de sulfitos incluiu frutas secas, vinho e peixes secos e salgados. Os resultados são parecidos com os de outros estudos (FRANÇOIS-COLLANGE et al. 1991) e devem ser tratados com outros métodos mais precisos e utilizando dados analíticos. Fazendo uso do método analítico, resultados obtidos na Finlândia e na Grã-Bretanha indicaram níveis menores de consumo de sulfitos — respectivamente 0,07 e 0,31 mg/kg pc/dia (PENTTILÄ et al. 1988 e MAFF, 1993 *apud* VERGER et al. 1998).

A existência do risco em exceder a IDA está, provavelmente, relacionada aos grupos populacionais que possuem padrões de consumo monótonos, incluindo alimentos que são importantes fontes de sulfitos. As crianças possuem um risco maior devido ao seu elevado consumo de alimentos por kg pc. Se os sulfitos estiverem presentes, nos níveis preconizados pelos MPL's, no vinho, na cerveja e nas bebidas carbonatadas, uma parte considerável da população pode exceder a IDA (LECLERCQ et al. 2000).

Os americanos consumiam, diariamente, em média, 6 mg de equivalentes de SO₂, do alimento. É possível consumir quantidades maiores de sulfitos. Uma refeição hipotética com alface adicionada de sulfitos, batatas desidratadas (purê), camarão e vinho pode alcançar um total de 93 mg de equivalentes de SO₂, conforme demonstrado na Tabela 9 (TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986). A cerveja acrescenta 0,4 mg per capita por dia e o vinho de 0,8 a 3,7 mg. Dessa forma, a média de consumo levando em consideração as bebidas é de 10 mg. Por outro lado, estima-se que o consumo dos indivíduos considerados grandes consumidores de alimentos fontes de sulfitos possa chegar a 180 mg de equivalentes de dióxido de enxofre por dia (BEHRE, 1986). Em 1973, Gibson & Strong relataram um consumo per capita de 2 mg SO₂ / dia derivados de alimentos sólidos e bebidas não-alcoólicas (a cerveja contribuía com 1,2 e o vinho com 4,0 mg SO₂ / dia). Vide também as Tabelas 10 e 11.

Tabela 9 – Conteúdo de sulfitos em uma dieta hipotética com alto teor de sulfitos — Estados Unidos (1986/1987)

Alimento	Porção (g/mL)	Total SO₂ (mg/kg)	Total SO₂ consumido (mg)
Alface adicionada de sulfitos	100	500	50
Batata desidratada (purê)	150	75	11
Camarão	50	40	2
Vinho	250	120	30
Total			93

Fonte: Taylor & Bush (1987); Taylor & Busch (1986)

Tabela 10 – Quantidade total estimada de SO₂, como consumida, em alimentos adicionados de sulfitos — Estados Unidos (1985)

Alimentos	SO₂ total (mg/kg)
= 100 mg/kg	
Frutas secas (exceto uvas passas escuras e ameixa)	1200
Suco de limão (não congelado)	800
Salada de alface embalada	400-950
Suco de lima (não congelado)	160
Vinho	150
Xaropes	125
Suco de repolho	100
50 – 99,9 mg/kg	
Batatas desidratadas	35-90
Suco de uva (branco, rose e vermelho)	85
Vinagre de vinho	75
Molhos e temperos	75
Cobertura de fruta	60
Cereja (marasquino)	50
10,1 – 49,9 mg/kg	
Pectina	= 10-50
Camarão fresco	= 10-40
Xarope de milho	30
Chucrute	30
Pimenta em conserva	30
Cebola para coquetel em conserva	30
Picles	30
Amido de milho	20
Milho cozido em conserva	20
Batatas congeladas	20
Xarope de eucalipto	20
Geléias e gomas importadas	14
Cogumelos frescos	13
= 10 mg/kg	
Vinagre de malte	10
Bacalhau salgado	10
Batatas enlatadas	10
Cerveja	10
Sopa desidratada	= 10
Bebidas carbonatadas	= 10
Chá instantâneo	= 10
Massa de pizza (congelada)	= 10
Massa de torta	= 10
Açúcar (como açúcar de beterraba)	7
Gelatina	6,6
Coco	5
Salada de fruta fresca	5
Geléias e gomas caseiras	5
Biscoito <i>cream cracker</i>	5
<i>Cookies</i>	5
Uva	1-5
Xarope de glicose com alto teor de frutose	3

Fonte: Faseb (1985), in Taylor & Bush 1987; Taylor & Bush (1986)

Tabela 11 – Limites máximos (MPL's) de sulfitos em alimentos (de acordo com o Codex Alimentarius, Estados Unidos, 1990)

INS	Aditivo	Alimento	Limite máximo de uso
227	Bissulfito de cálcio	Geléias de frutas e gomas	200 mg/kg, só ou combinado com outros agentes geleificantes, expresso como Ca
228	Bissulfito de potássio	Batatas fritas congeladas Lagostas congeladas Suco de abacaxi concentrado com conservantes (somente para uso industrial)	50 mg/kg, só ou combinado com outros sulfitos, expresso como SO ₂ 100 mg/kg no produto cru; 30 mg/kg no produto cozido, expresso como SO ₂ , só ou em combinação com outros sulfitos 500 mg/kg, só ou em combinação com outros sulfitos, ácido benzóico, ácido sórbico e outros sais (calculados como SO ₂)
224	Metabissulfito de potássio	Batatas fritas congeladas <i>Mango chutney</i> Lagostas e camarões congelados	50 mg/kg, só ou combinado com outros sulfitos, expresso como SO ₂ 100 mg/kg, só ou combinado com metabissulfito de sódio 100 mg/kg no produto cru; 30 mg/kg no produto cozido, expresso como SO ₂ , só ou em combinação com outros sulfitos
225	Sulfito de potássio	Batatas fritas congeladas Lagostas congeladas Suco de abacaxi concentrado com conservantes (somente para uso industrial)	50 mg/kg, só ou combinado com outros sulfitos, expresso como SO ₂ 100 mg/kg no produto cru; 30 mg/kg no produto cozido, expresso como SO ₂ , só ou em combinação com outros sulfitos 500 mg/kg, só ou em combinação com outros sulfitos, ácido benzóico, ácido sórbico e outros sais (calculados como SO ₂)
222	Bissulfito de sódio	Batatas fritas congeladas Lagostas e camarões congelados Suco de abacaxi concentrado com conservantes (somente para uso industrial)	50 mg/kg, só ou combinado com outros sulfitos, expresso como SO ₂ 100 mg/kg no produto cru; 30 mg/kg no produto cozido, expresso como SO ₂ , só ou em combinação com outros sulfitos 500 mg/kg, só ou em combinação com outros sulfitos, ácido benzóico, ácido sórbico e outros sais (calculados como SO ₂)

Continuação da Tabela 11

INS	Aditivo	Alimento	Limite máximo de uso
223	Metabissulfito de sódio	Batatas fritas congeladas <i>Mango chutney</i>	50 mg/kg, só ou combinado com outros sulfitos, expresso como SO ₂ 100 mg/kg, só ou combinado com metabissulfito de sódio
221	Sulfito de sódio	Lagostas e camarões congelados Batatas fritas congeladas Lagostas e camarões congelados Suco de abacaxi concentrado com conservantes (somente para uso industrial)	100 mg/kg no produto cru; 30 mg/kg no produto cozido, expresso como SO ₂ , só ou em combinação com outros sulfitos 50 mg/kg, só ou combinado com outros sulfitos, expresso como SO ₂ 100 mg/kg no produto cru; 30 mg/kg no produto cozido, expresso como SO ₂ , só ou em combinação com outros sulfitos 500 mg/kg, só ou em combinação com outros sulfitos, ácido benzóico, ácido sórbico e outros sais (calculados como SO ₂)
220	Dióxido de enxofre	Açúcar granulado Frutose e açúcar de confeitiro Dextrose Avelãs enlatadas Açúcar magro Xarope de glicose Xarope de glicose em pó Pepino em conserva Vinagre Geléias de frutas, gomas e marmelada Farinha de trigo (somente para biscoitos e massas industrializadas) Suco de abacaxi concentrado com conservantes (somente para uso industrial) Uva passa Damasco seco	20 mg/kg Spec. A 70 mg/kg Spec. B 20 mg/kg 20 mg/kg 30 mg/kg, calculados como SO ₂ 40 mg/kg 40 mg/kg; 400 mg/kg somente para a industrialização do açúcar de confeitiro 40 mg/kg; 150 mg/kg somente para a industrialização do açúcar de confeitiro 50 mg/kg (produto cru) 70 mg/kg 100 mg/kg 200 mg/kg 500 mg/kg, só ou em combinação com outros sulfitos, ácido benzóico, ácido sórbico e outros sais (calculados como SO ₂) 1500 mg/kg, somente para mix de uva passa 2000 mg/kg

Fonte: Codex (1990)

Martin, Nordlee & Taylor (1986) realizaram pesquisa sobre o uso de sulfitos em saladas em 25 restaurantes e lojas de conveniência incluindo alface, *coleslaw* e batata. Das 16 amostras de alface pesquisadas, 81% estavam abaixo de 10 mg/kg de SO₂ total; 15 amostras abaixo de 22 mg/kg e uma contendo 62 mg/kg. Em relação à salada *coleslaw*, foram detectadas quantidades entre 10 e 65 mg/kg de SO₂ total, com 47% abaixo de 20 mg/kg e média de 24 mg/kg. No caso da salada de batata, mais de metade das amostras apresentou quantidades abaixo de 20 mg/kg.

No Brasil, Tavares et al. (1987) concluíram que se a prática de pré-moagem de carnes vendidas a varejo fosse coibida pelos órgãos competentes, certamente a ocorrência do emprego de sais de sulfitos no produto seria minimizada ou até evitada. Tendo em vista a elevada porcentagem (44%) de amostras de carne que apresentaram provas positivas para sais de sulfitos, colhidas em São Paulo e adjacências, locais em que existe fiscalização, presume-se que, em regiões onde ela não existe ou é praticamente nula, a ocorrência deva ser maior.

A resolução 04/88 do CNS/MS permite a adição de no máximo 50 mg/kg de dióxido de enxofre em conservas de cogumelo. Em estudo realizado por Bragagnolo, Silva & Taniwaki (2001), das 108 amostras analisadas, 50 (46%) apresentaram teor de dióxido de enxofre acima do limite permitido. Altos níveis foram encontrados em algumas amostras, verificando-se valores de até 1052 mg/kg. Das 15 amostras comerciais analisadas, 17 (68%) encontravam-se acima dos 50 mg/kg permitidos pela legislação vigente, sendo que os níveis variaram de não detectado (<0,15 mg/kg) a 1052 mg/kg. Em relação às amostras provenientes dos produtores, os teores de SO₂ variaram de não detectado a 1007 mg/kg, sendo que 61% das amostras apresentaram valores acima do permitido. Dos lotes importados utilizados como matéria-prima para posterior processamento, os valores variaram de não detectado a 904 mg/kg, sendo que 23% das amostras ficaram acima dos níveis aceitos. Observou-se que nas amostras comerciais a maioria não declarava no rótulo o uso de

dióxido de enxofre. Os altos níveis de dióxido de enxofre encontrados nos cogumelos em conserva evidenciam uma preocupação de saúde pública, necessitando maior atuação em termos de fiscalização e melhoria do controle de qualidade. Os resultados microbiológicos sugerem que níveis baixos de SO_2 seriam suficientes para a conservação do produto, não justificando as altas doses encontradas.

Baseando-se em denúncias de que os sucos naturais de frutas do tipo integral disponíveis no comércio apresentavam teores de dióxido de enxofre acima dos valores permitidos pela legislação brasileira (que é de 200 mg/kg), Yabiku et al. (1987) observaram que do total de 473 amostras analisadas, mais da metade (51%) apresentou níveis acima do permitido. As porcentagens de amostras condenadas variavam: 100% no suco de graviola (425 – 1099 mg/kg), 97% no suco de caju (78 – 1439 mg/kg), 68% no suco de goiaba (27 – 670 mg/kg), 63% no suco de maracujá (11 – 890 mg/kg), 56% no suco de manga (79 – 447 mg/kg), 39% no suco de pitanga (154 – 732 mg/kg), 18% no suco de abacaxi (ND não detectado < 10 mg/kg – 1128 mg/kg), 9% no suco de uva (ND – 325 mg/kg), 7% no suco de tamarindo (47 – 303 mg/kg) e 0% nos sucos de frutas (ND – 100 mg/kg), tomate (ND – 71 mg/kg), maçã (ND), laranja (ND – 111 mg/kg), tangerina (38 – 114 mg/kg), pêssego (ND), limão (ND – 40 mg/kg), mamão (ND – 133 mg/kg), banana (ND – 91 mg/kg) e morango (ND). Se for considerada a ingestão do suco de caju (nível máximo encontrado de 1439 mg/kg, sete vezes acima do permitido), devidamente diluído, por uma criança pesando 40 kg que, em época de muito calor, ingere aproximadamente 80 mg/kg (até 4 copos de suco) de dióxido de enxofre, o valor estaria muito acima do recomendado, que é de 28 mg/kg, tendo em vista que a ingestão diária aceitável é de 0,7 mg/kg de peso corpóreo por dia.

4. MATERIAIS e MÉTODOS

4.1 Amostragem da população

Para a realização desta pesquisa foram selecionadas duas escolas de dois municípios da Grande São Paulo: uma escola particular do município de São Paulo e uma escola pública do município de São Caetano do Sul.

Optou-se pela escolha da escola particular levando-se em consideração que o acesso aos alimentos industrializados é irrestrito, sendo oferecidos e consumidos também de forma irrestrita, tanto na cantina quanto no restaurante da escola, que não possuem responsável técnico. Em relação à escola pública, sabe-se que o município de São Caetano do Sul é um dos municípios brasileiros com melhores indicadores de qualidade de vida, sendo que a merenda escolar é oferecida por meio da seleção de alimentos de ótima qualidade, realizada por um responsável técnico que prioriza os alimentos *in natura* no cardápio. Contudo, constatou-se a presença de uma cantina na escola pesquisada, na qual não existe um responsável técnico com formação na área.

Em ambas as escolas, todos os alunos do ensino médio (1^a. a 3^a. séries) foram convidados a participar da pesquisa, por meio da entrega do termo de consentimento pelas coordenadoras das escolas, para preenchimento e assinatura. Somente os escolares que devolveram o termo de consentimento devidamente preenchido estavam aptos a participar da aplicação do instrumento de coleta de dados. Constituíram-se, assim, duas amostras independentes.

Na escola particular, foram coletados dados de 94 escolares em março de 2003 e, na escola pública, de 82 escolares em maio de 2004.

Os escolares subdividiam-se, quanto à frequência às aulas, nos períodos matutino, vespertino e noturno.

Na escola pública houve a possibilidade de ministrar palestras sobre temas relacionados à alimentação saudável aos escolares e seus familiares.

4.2 Coleta dos dados

A coleta de dados de consumo de alimentos foi realizada por meio da aplicação de formulário especificamente desenvolvido para esse fim (Apêndice 1), utilizando-se como base o R24.

É importante destacar, conforme apontado por Gibney (1999), Löwik (1996), Thompson & Byers (1994) e Beaton et al. (1979), que o R24 é um dos métodos mais utilizados para coleta de informações nutricionais e que sua principal vantagem em relação aos outros métodos é a sua simplicidade logística. Quando bem conduzido, fornece uma estimativa da média de consumo que pode ser comparável àquelas obtidas com técnicas mais precisas. Por outro lado, questiona-se que o método não fornece uma estimativa confiável do consumo habitual do indivíduo ou uma descrição confiável da distribuição do consumo habitual. Porém, se o tamanho da amostra for razoável, pode-se obter uma boa estimativa da média de consumo com os dados de um dia.

Foi necessário ter conhecimento se o dia anterior teria sido típico ou não, já que na aplicação tomou-se o cuidado de excluir dias atípicos da investigação (segunda-feira, festas, doenças ou outras mudanças). Caso esse aspecto fosse positivo, o R24 era realizado posteriormente, para que não houvesse interferências no hábito alimentar.

O formulário da pesquisa foi, então, aplicado uma única vez, quando o escolar pôde declarar a quantidade de alimento consumido em medidas caseiras ou por meio de descrição da embalagem unitária dos produtos industrializados e/ou processados. Quando houve dúvida ou dubiedade em relação à declaração da porção, foi apresentado ao entrevistado o “Registro

fotográfico para inquéritos dietéticos (utensílios e porções)” (ZABOTTO, 1996) para auxiliar no preenchimento do recordatório.

O próprio aluno preencheu o formulário, com orientações do pesquisador principal. Na escola particular, a coleta foi feita nos intervalos das atividades de Educação Física (máximo 10 minutos), por ser o único momento cedido para tanto, sem prejuízo das atividades escolares. Na escola pública, a coleta ocorreu em intervalos cedidos exclusivamente para esse fim, com acompanhamento, inclusive, do professor que desenvolvia as atividades com os escolares naquele momento.

Foram obtidos dados de peso e altura por meio da balança eletrônica digital e do estadiômetro. No procedimento utilizado para obtenção do peso, o escolar foi posicionado de forma ereta, no centro da balança digital, com os braços dispostos ao longo do corpo e sem calçados. A medida de altura foi realizada com o escolar posicionado de forma ereta, com pés e pernas juntos, braços dispostos lateralmente ao corpo e a cabeça posicionada de modo que a linha da visão ficasse perpendicular ao corpo.

4.3 Definição dos parâmetros e variáveis

O formulário de coleta de dados permitiu pesquisar variáveis qualitativas como: sexo (masculino e feminino), existência ou não de algum tipo de alergia (inseto, lã, metal, pêlo, pó, químico), local de aquisição do lanche escolar (casa, escola) e escolaridade do pai e da mãe (sem escolaridade, fundamental I, fundamental II, médio, superior). Outra variável qualitativa obtida com a apuração dos dados foi as fontes de sulfitos divididas em 7 grupos: bebidas não-alcoólicas (sucos industrializados, néctares de frutas e similares), bebidas alcoólicas (cerveja, filtrado doce, licores de frutas, sidras, vinho), alimentos secos (coco ralado, legumes e verduras desidratadas), doces e similares (açúcar refinado, frutas dessecadas, frutose, geléias artificiais, passas de frutas, xarope de glicose), camarão, batatas (batata cozida descascada embalada a

vácuo, batatas fritas congeladas) e temperos e conservas (cogumelos, picles, raiz-forte).

Quanto às variáveis quantitativas contínuas, pesquisaram-se peso (kg), altura (m) e idade (anos) dos escolares. Após a apuração dos dados, obtiveram-se outras variáveis quantitativas contínuas: quantidade per capita de sulfitos consumida ($\text{mg SO}_2/\text{kg pc/dia}$), VCT das refeições de um dia alimentar (kcal), valor calórico do lanche (kcal) e IMC (kg/m^2).

As porções de alimentos adotadas para cálculo do valor nutritivo (VCT das refeições de um dia alimentar e valor calórico do lanche) seguiram como padrão o “Registro fotográfico para inquéritos dietéticos (utensílios e porções)” (ZABOTTO, 1996) e a Resolução RDC 39/01, em conformidade com a informação declarada pelo escolar no recordatório.

As quantidades de sulfitos nos alimentos consumidos foram estimadas por meio dos MPL's estabelecidos pela legislação brasileira e apresentadas na Tabela 4, conforme metodologia utilizada em pesquisas realizadas por Leclercq et al. (2000) e Verger et al. (1998). Para esse último, inclusive, é mais usual considerar a estimativa baseada nos MPL's de aditivos nos alimentos e nas bebidas pelos regulamentos do que as quantidades preconizadas pelos fabricantes e pelos órgãos governamentais de controle.

Após a obtenção das quantidades de sulfitos em cada grupo de alimentos, por escolar, as mesmas foram somadas para o cálculo da quantidade per capita de sulfitos consumida. Esse valor foi comparado à IDA de $0,7 \text{ mg SO}_2/\text{kg pc/dia}$ (JECFA, 1974). Cada escolar foi, então, classificado dentro do nível de segurança ou não em relação ao consumo de sulfitos. Para a classificação dos grandes consumidores, foi considerado o consumo de sulfitos acima de 50% da IDA, ou seja, acima de $0,35 \text{ mg SO}_2/\text{kg pc/dia}$.

4.4 Análise dos dados

A análise quantitativa (análise do valor nutritivo) dos alimentos levantados com o recordatório foi realizada por meio do Virtual Nutri (PHILIPPI, SZARFARC & LATTERZA, 1996) do Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da USP. O programa também calculou o IMC, com base nas informações de peso e altura de cada escolar, estabelecendo a seguinte classificação: desnutrido (menor que 19,9), normal (20 a 24,9), sobrepeso (25 a 29,9), obesidade (30 a 39,9) e obesidade mórbida (maior que 40).

A análise estatística e a confecção dos gráficos foram realizadas pelo Statistica versão 6.0 (2000), programa estatístico específico para esse fim. Para a comparação da média de consumo de sulfitos e da IDA para sulfitos (valor de referência constante), entre duas amostras não relacionadas, foi aplicado o *t-test* de *Student*. Para testar a dependência entre variáveis numéricas e/ou categóricas, utilizou-se a regressão linear múltipla.

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da amostra

A amostra pesquisada caracterizou-se por possuir um maior número de indivíduos do sexo feminino (56,4% na escola particular e 79,3% na escola pública), conforme mostrado na Figura 1. Em relação à idade, a amostra foi composta por adolescentes entre 14 e 19 anos (vide distribuição na Figura 2), com média de 15,6 anos, com diferença estatisticamente significativa ($p = 0,005$) entre as médias das escolas particular (15,4 anos) e pública (15,9 anos).

Figura 1 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao sexo, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Média = 15,6; mediana = 16; desvio padrão = 1,1; máximo = 19; mínimo = 14

Figura 2 – Distribuição porcentual de alunos do ensino médio, em relação à idade (anos), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Conforme demonstrado na Figura 3, a maior frequência de distribuição do IMC ocorreu dentro dos índices considerados normais (20 a 24,9 kg/m²), ou seja, 56,8% da amostra pesquisada, com média de 21,2 kg/m². Nos extremos da distribuição, foi mais comum detectar escolares abaixo do peso (ou desnutridos, abaixo de 19,9 kg/m²) do que acima do peso (sobrepeso ou obesidade, acima de 25 kg/m²), respectivamente, 34,7% e 8,5%. Neste último caso, somente 1,7% dos escolares apresentaram valores acima de 30 kg/m², considerados obesos, sendo todos da escola particular e do sexo masculino.

Não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,849$) entre as médias de IMC das escolas particular (21,2 kg/m²) e pública (21,1 kg/m²). Quando levada em consideração a variável sexo, houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,033$) entre as médias de IMC dos sexos

masculino ($21,8 \text{ kg/m}^2$) e feminino ($20,8 \text{ kg/m}^2$). As alunas apresentaram maior porcentagem de valores abaixo de $19,9 \text{ kg/m}^2$ do que os alunos, respectivamente, 26,8% e 7,9%.

Média = 21,2; mediana = 20,8; desvio padrão = 2,9; máximo = 32,4; mínimo = 15,1

Figura 3 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao IMC (kg/m^2), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

O nível de escolaridade predominante entre os pais dos alunos da escola particular foi o superior, ou seja, 80,9%, sendo uma das características do estrato de renda alta. Já entre os pais dos alunos da escola pública, as maiores freqüências foram nos níveis médio e superior, respectivamente, 38,4% e 24,4%.

5.2 Valor nutritivo das refeições de um dia alimentar e do consumo do lanche escolar

A distribuição do VCT das refeições de um dia alimentar (Figura 4) ocorreu, em quase sua totalidade (75%), entre 1000 e 2500 kcal, com maior concentração entre 1500 e 2000 kcal (32,4%), valores que não refletem as necessidades calóricas do grupo pesquisado, que variam de 2000 a 3200 kcal (UNITED STATES, 2001).

Figura 4 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao valor calórico total (VCT) das refeições de um dia alimentar (kcal), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Para a variável escola não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,526$) entre as médias de VCT, que foram 1890 kcal para a escola particular e 1957,8 kcal para a pública. Já para a variável sexo houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0,027$) entre as médias do VCT, que foram 2088,8 kcal para o sexo masculino e 1839,3 kcal para o feminino. Nos extremos da distribuição, até 1500 kcal e acima de 3000 kcal, foram encontradas diferenças percentuais entre os estudantes dos sexos masculino e feminino, que foram, respectivamente, 15,5% e 10,3%, 33,9% e 6,8%. Tanto que, pela regressão linear múltipla, observou-se dependência entre VCT e sexo ($p = 0,007$). Também foi observada dependência entre VCT e IMC ($p = 0,034$), mas não entre VCT e escola ($p = 0,155$) e entre VCT e idade ($p = 0,388$).

Dos escolares entrevistados, 71% consumiam lanche na escola (Figura 5). Destes, 28% traziam o lanche de casa, enquanto o restante (72%) o adquiriu na escola. Observou-se que os alunos da escola particular consumiram mais o lanche (83%) em relação aos alunos da escola pública (57,3%), provavelmente, devido a melhor condição sócio-econômica, o que pode ter contribuído para a aquisição de maior quantidade de alimentos de alta densidade energética, mas que não foi estatisticamente significativa, pois não houve diferença entre as médias de VCT das escolas particular e pública.

Contudo, observou-se, por intermédio do preenchimento do R24, que esse consumo de calorias provenientes de alimentos de alta densidade energética, como massas, biscoitos, sucos industrializados adoçados, doces, frituras, salgadinhos, sanduíches, ocorreu em todas as refeições do dia. Estes alimentos, inclusive, contribuem com menos de 10% da ingestão total de enxofre de acordo com Anderson, Cunningham & Lindstrom (1994), o que está relacionado ao fato da média de consumo de sulfitos não ter ultrapassado a IDA.

A distribuição destes alimentos nas refeições diárias não seguiu os princípios de uma alimentação saudável, concentrando-se quase que exclusivamente nos lanches (escolar ou não) e no almoço ou jantar, dando-se

pouca importância ao café da manhã. Nesta amostra, contudo, isto pode não estar se refletindo em problemas de saúde, como a obesidade, conforme já demonstrado na análise do IMC. Supõe-se, por outro lado, haver problemas relacionados à restrição alimentar, como os transtornos alimentares (anorexia ou bulimia), pelos escolares do sexo feminino, que representavam 67% da amostra pesquisada.

Figura 5 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao consumo do lanche e sua origem, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Somente na escola pública foi relatado o consumo de merenda escolar no lanche, ou seja, 22,5% dos alunos que consumiam o lanche na escola.

Na Figura 6 encontra-se a distribuição do valor calórico do lanche, cuja maior frequência de distribuição estava entre 100 e 400 kcal, ou seja, 49,4%. Quando levada em consideração a variável escola, as frequências para as escolas particular e pública foram, respectivamente, 61,7% e 35,4%. A média

do valor calórico do lanche da escola particular (233,1 kcal) foi estatisticamente diferente ($p = 0,039$) da média da escola pública (170,2 kcal). O que não ocorreu ($p = 0,027$) quando comparadas as médias dos sexos masculino (191,9 kcal) e feminino (209,7 kcal), mesmo associando com a variável escola.

Média = 203,8; mediana = 183,2; desvio padrão = 201,8; máximo = 962,3; mínimo = 0

Figura 6 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao valor calórico do lanche (kcal), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Não foi observada dependência entre valor calórico do lanche e sexo ($p = 0,090$), entre valor calórico do lanche e idade ($p = 0,272$) e entre valor calórico do lanche e IMC ($p = 0,929$), diferentemente do observado entre valor calórico do lanche e escola ($p = 0,026$), entre valor calórico do lanche e o consumo do

lanche e sua origem ($p < 0,001$) e entre valor calórico do lanche e o VCT ($p < 0,001$). Neste último caso, quanto maior o VCT maior o valor calórico do lanche.

5.3 Fontes e quantidades consumidas de sulfitos

Normalmente, os escolares quando consumiram fontes de sulfitos, fizeram-no consumindo 1 fonte, ou seja, 41,5% da amostra pesquisada (Figura 7). Somente na escola particular foi detectado o consumo de mais de uma fonte. Os alunos tiveram maior porcentual (46,6%) de consumo de 1 fonte de sulfitos do que as alunas (39%).

Figura 7 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao número de fontes de sulfitos, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

A fonte de sulfitos, quase sempre, foi do grupo das bebidas não alcoólicas (sucos de frutas industrializados e similares, como néctares de frutas). Conforme demonstrado na Figura 8, este grupo foi consumido por

81,8% dos escolares que ingeriram fontes alimentares de sulfitos (43,8% da amostra pesquisada), com porcentual maior de consumidores de bebidas não alcoólicas na escola pública (94,3%). Os alunos da escola particular consumiram maior variedade de fontes de sulfitos.

Figura 8 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao tipo de fonte de sulfitos, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

O consumo per capita diário de sulfitos na amostra pesquisada teve maior freqüência de distribuição (23,9%) no intervalo de 0 a 5 mg SO₂, sendo a média de consumo de 3,8 mg SO₂, conforme demonstrado na Figura 9. Quando levada em consideração a variável escola, as médias de consumo nas escolas particular (4 mg SO₂) e pública (3,6 mg SO₂) não foram estatisticamente diferentes ($p = 0,628$). Considerando a variável sexo, as médias de consumo do

sexo masculino (5,3 mg SO₂) e feminino (3,1 mg SO₂) foram estatisticamente diferentes ($p = 0,036$).

Média = 3,8; mediana = 0; desvio padrão = 6,4; máximo = 30; mínimo = 0

Figura 9 – Distribuição porcentual de alunos do ensino médio, em relação ao consumo de sulfitos (mg SO₂) de um dia alimentar, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Estes valores médios de consumo de sulfitos estão relativamente distantes dos valores obtidos por outras pesquisas, mesmo que fossem considerados valores residuais por análise química dos alimentos consumidos. É importante destacar que todas estas pesquisas detectaram fontes alimentares de sulfitos significativas na dieta dos indivíduos das amostras pesquisadas.

Na Itália, considerando os MPL's estabelecidos pela Comunidade Européia e os cardápios (com presença de frutas secas, bebidas carbonatadas, vinhos) definidos em pesquisa realizada por Leclercq et al. (2000), uma criança

pode alcançar o consumo de 68,33 mg de sulfitos, o que representa 325% da IDA para esta faixa etária (21 mg), enquanto que um adulto pode alcançar o consumo de 123,4 mg, o que corresponde a 294% da IDA. A TMDI dos sulfitos, calculada pelo consumo médio e pelos MPL's da legislação italiana em estudo realizado por Manzi et al. (1992) *apud* Leclercq et al. (2000), foi de 54,5 mg incluindo 20,2 mg do consumo potencial de vinho (média de consumo de 160 mL per capita). Em outro estudo, Stacchini et al. (1999) *apud* Leclercq et al. (2000), a TMDI obtida pela legislação foi de 49,3 mg de sulfitos, sendo a maior fonte de sulfitos o vinho (32 mg), seguido de frutas secas (8 mg) e de peixe (2 mg).

Hardisson et al. (2002) obtiveram valores entre 10,5 e 45,5 mg de sulfitos, dependendo da porção diária de camarão que, para os espanhóis, pode variar de 100 a 400 g.

Outros trabalhos obtiveram níveis de ingestão mais próximos daqueles obtidos por esta pesquisa.

Também na França, François-Collange et al. (1991) estimaram a média de consumo em 20 mg/dia/pessoa com o risco de exceder a IDA em 5-10 % da população. O consumo de sulfitos foi estimado em 1,96 mg/dia/pessoa para os não consumidores de vinho, cerveja e sidra e 31,53 mg/dia/pessoa para a população que consome tais bebidas (367 mL/dia).

Dokkum et al. (1982) calcularam em dieta total de adolescentes masculinos entre 16 e 18 anos um conteúdo médio de sulfitos de 3 mg, com máximo de 13 mg, sendo que as maiores concentrações foram encontradas em carne, frango, ovo, açúcares e doces.

Resultados da Finlândia e da Grã-Bretanha, usando método analítico, mostraram ainda níveis menores de consumo de sulfitos, respectivamente, 0,07 e 0,31 mg/kg pc/dia (PENTTILÄ et al. 1988 e MAFF, 1993 *apud* VERGER et al. 1998).

Os americanos consumiam, diariamente, em média, 6 mg de equivalentes de SO₂, do alimento. Uma refeição hipotética com alface

adicionada de sulfitos, batatas desidratadas (purê), camarão e vinho pode alcançar um total de 93 mg de equivalentes de SO_2 (TAYLOR & BUSH, 1987; TAYLOR & BUSH, 1986). Em 1973, Gibson & Strong (1974) relataram um consumo per capita de 2 mg SO_2 / dia derivados de alimentos sólidos e bebidas não alcoólicas (a cerveja contribuía com 1,2 e o vinho com 4,0 mg SO_2 / dia).

Em relação ao consumo de SO_2 , em mg/kg pc/dia, a maior frequência de distribuição (33,5%) foi encontrada no intervalo de 0 a 0,2 mg SO_2 /kg pc/dia (Figura 10), sendo o valor médio de consumo de 0,07 mg SO_2 /kg pc/dia para a amostra pesquisada, que foi estatisticamente diferente ($p < 0,001$) da IDA para sulfitos de 0,7 mg SO_2 /kg pc/dia. Para as escolas particular e pública a distribuição porcentual no intervalo de 0 a 0,2 mg SO_2 /kg pc/dia foi similar, respectivamente, 33% e 34,2%. As médias de consumo (respectivamente, 0,07 mg SO_2 /kg pc/dia e 0,06 mg SO_2 /kg pc/dia) não foram estatisticamente diferentes ($p = 0,643$).

Quando considerada a variável sexo, repetiu-se este padrão de distribuição no intervalo de 0 a 0,2 mg SO_2 /kg pc/dia, ou seja, para o sexo masculino, 34,4%, e, para o feminino, 33,1%. Apesar das médias de consumo (respectivamente, 0,08 mg SO_2 /kg pc/dia e 0,06 mg SO_2 /kg pc/dia) também terem sido numericamente diferentes, não houve diferença estatística ($p = 0,156$).

Nenhum dos escolares ultrapassou a IDA. Somente 4,5% da amostra pesquisada alcançaram valores maiores que 50% da IDA, ou seja, acima de 0,35 mg SO_2 /kg pc/dia. Estes escolares somente conseguiram alcançar estes níveis de ingestão (de até 0,52 mg SO_2 /kg pc/dia) por serem grandes consumidores de sucos de frutas industrializados (mais de 500 mL/dia) ou, no caso da escola particular, por associar o seu consumo com bebidas alcoólicas como vinho e cerveja, o que não deve ser uma prática comum entre adolescentes devido à proibição da venda/consumo de bebidas alcoólicas por menores de 18 anos.

Esses níveis de ingestão estão mais presentes na escola particular (7,4%) que na pública (2,4%), quando as amostras são analisadas separadamente, o que influenciou um consumo médio maior na escola particular que na escola pública, apesar de serem estatisticamente iguais. Se considerado o sexo, os alunos têm maior frequência (5,2%) nos níveis acima de 0,35 mg SO₂/kg pc/dia que as alunas (4,2%), o que influenciou um consumo médio maior no sexo masculino, mas que também não foi estatisticamente diferente quando comparado ao do sexo feminino.

Figura 10 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao consumo de sulfitos (mg SO₂/kg peso corpóreo/dia), de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Pela regressão linear múltipla, o consumo de sulfitos ($\text{mg SO}_2/\text{kg pc}/\text{dia}$) não foi dependente da escola ($p = 0,624$), da idade ($p = 0,367$), do consumo do lanche ($p = 0,482$), do VCT ($p = 0,371$), do valor calórico do lanche ($p = 0,754$), do consumo de bebidas não alcoólicas ($p = 0,488$), do número de fontes de sulfitos ($p = 0,788$) e da quantidade de sulfitos consumida no lanche ($p = 0,186$), mas foi dependente do sexo ($p = 0,004$), do IMC ($p < 0,001$) e do consumo de sulfitos em um dia alimentar ($p < 0,001$). Portanto, somente as quantidades de sulfitos (mg SO_2) das refeições de um dia alimentar contribuíram para o consumo per capita de sulfitos, não havendo contribuição significativa do lanche escolar. Quando analisadas separadamente as escolas particular e pública, a regressão linear múltipla foi similar, com exceção de que na escola particular não houve dependência entre sexo e consumo de sulfitos.

É importante destacar que, conforme estabelecido pelo princípio do *Budget Method*, o consumo de um determinado aditivo é limitado pela quantidade de energia requerida e pela quantidade de alimento e bebida consumidos diariamente (DOUGLASS et al. 1997). Nesse estudo, esses fatores não mostraram dependência com o consumo de sulfitos, principalmente considerando que não foram detectadas fontes significativas de sulfitos na alimentação dos escolares.

Se considerados somente os indivíduos que consumiram fontes alimentares de sulfitos (43,8% da amostra pesquisada), ou seja, excluindo os valores de consumo igual a zero, obtêm-se os seguintes valores de média, mediana e desvio padrão de consumo de sulfitos em mg SO_2 e $\text{mg SO}_2/\text{kg peso corpóreo}/\text{dia}$, respectivamente, 8,76, 5 e 7,1 e 0,15, 0,1 e 0,12. Quando considerada a variável escola, os valores são, respectivamente, para as escolas particular e pública, 9,06, 5 e 8,33 e 0,16, 0,09 e 0,15 e 8,39, 5 e 5,38 e 0,15, 0,12 e 0,09.

Vários autores (ENVIRONMENTAL HEALTH SERVICE, 1996; PERONI & BONER, 1995; STEINMAN, LE ROUX & POTTER, 1993; TAYLOR, 1993; LECOS, 1988; TAYLOR & BUSH, 1987; BEHRE, 1986; STEINMAN &

WEINBERG, 1986; TAYLOR & BUSH, 1986; STEVENSON & SIMON, 1981) relacionaram o consumo de sulfitos com o aparecimento de reações alérgicas, principalmente nos indivíduos asmáticos. Nesse trabalho, pelo questionamento quanto à existência de reações alérgicas, de uma forma geral, não se observou a declaração de existência de algum tipo de alergia relacionada ao consumo de sulfitos, como as principais fontes alimentares de sulfitos, conforme demonstrado na Figura 11, na qual se encontram somente os dados dos declarantes de alergia, que representaram 35,8% da amostra pesquisada. A maior frequência de distribuição foi encontrada na declaração de alergia a pó, principalmente na escola pública (68,6%).

Figura 11 – Distribuição percentual de alunos do ensino médio, em relação ao tipo de alergia declarado pelo próprio escolar, de uma escola particular do município de São Paulo, março/2003, e de uma escola pública do município de São Caetano do Sul, maio/2004.

Considerando que o objetivo para a regulamentação dos sulfitos é a proteção dos indivíduos sensíveis, que é consenso de que o uso dos sulfitos nos limites atualmente preconizados não representa risco a maioria dos consumidores, embora existam evidências de que a exposição contínua de indivíduos sensíveis pode causar graus razoáveis de sensibilidade, e que não há informações suficientes sobre os riscos causados especificamente por cada tipo de alimento ou aqueles associados às formas livres e combinadas de sulfitos e sobre os mecanismos de sensibilidade aos sulfitos, recomenda-se a declaração dos sulfitos no rótulo do alimento quando o conteúdo residual ultrapassar 10 mg de SO₂ total/kg. Inclusive em restaurantes, onde o consumidor poderá ser alertado em relação aos alimentos que possuem conteúdos de sulfitos acima de 25 a 50 mg/kg, principalmente aqueles indivíduos sensíveis, como os asmáticos, podendo colaborar na prevenção de reações adversas a indivíduos com outros tipos de sensibilidade ou alergenicidade. As informações poderão alcançar os consumidores por meio de placas ou folhetos explicativos, alertando-os sobre os riscos do consumo de determinado tipo de alimento.

6. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

- 43,8% dos escolares consumiram fontes alimentares de sulfitos, sendo que 41,5% deles ingeriram 1 fonte de sulfitos;
- as principais fontes de sulfitos foram os sucos industrializados e similares como néctares de frutas, consumidos por 35,8% dos escolares (81,8% dos escolares que consumiram fontes alimentares de sulfitos). Essas fontes influenciaram os valores elevados de ingestão de sulfitos somente nos escolares que consumiram mais de 500 mL/dia;
- os alunos da escola pública consumiram quase que exclusivamente os sucos industrializados e similares (94,3%), enquanto os da escola particular outras fontes de sulfitos;
- a média do consumo per capita diário de sulfitos foi de 3,8 mg SO₂, sem diferença estatisticamente significante ($p = 0,628$) entre as médias das escolas particular e pública;
- o consumo médio de sulfitos (0,07 SO₂ mg/kg pc/dia) não ultrapassou a IDA de 0,7 SO₂ mg/kg pc/dia ($p < 0,001$), sendo que somente as quantidades de sulfitos (mg SO₂) das refeições de um dia alimentar contribuíram para o consumo per capita de sulfitos, não havendo contribuição significativa do lanche escolar;
- as médias de consumo das escolas particular e pública, respectivamente, 0,07 mg SO₂/kg pc/dia e 0,06 mg SO₂/kg pc/dia, não foram estatisticamente diferentes ($p = 0,643$);
- os escolares classificados como grandes consumidores representaram 4,5% da amostra pesquisada, devido ao consumo excessivo de sucos industrializados, e, na escola particular, que teve maior porcentual de grandes consumidores (7,4%), associado ao consumo de bebidas alcoólicas, como cerveja, em primeiro lugar e depois vinho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, D.L.; CUNNINGHAM, W.C.; LINDSTROM, T.R. Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl, and NaCl in foods. **J. Food Compos. Anal.**, Sidcup, v.7, n.1/2, p.59-82, 1994.

ARMENTIA-ALVAREZ, A.; FERNANDEZ-CASERO, A.; GARCIA-MORENO, C.; PEÑA-EGIDO, M.J. Residual levels of free and total sulphite in fresh and cooked burgers. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.14, n.2, p.157-165, 1993.

ARMENTIA-ALVAREZ, A.; PEÑA-EGIDO, M.J.; GARCIA-MORENO, C. Improved method for determination of sulfites in shrimp. **J. AOAC Int.**, Gaithersburg, v.76, n.3, p.565-569, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO; compilador Léo F. Bick. Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões de alimentos. São Paulo: Abia, 2001.

BARNETT, D. Sulphites in foods: their chemistry and analysis. **Food Technol. Aust.**, Sydney, v.37, n.11, p.503-505, 1985.

BAUNWART, G.C.M.C.; TOLEDO, M.C.F. Estimates of the theoretical maximum daily intake of phenolic antioxidants BHA, BHT and TBHQ in Brazil. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.18, n.5, p.365-373, 2001.

BEATON, G.H. Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.59, suppl.1, p.253-261, 1994.

- BEATON, G.H.; MILNER, J.; COREY, P.; MCGUIRE, V.; COUSINS, M.; STEWART, E.; RAMOS, M.; HEWITT, D.; GRAMBSCH, P.V.; KASSIM, N.; LITTLE, J.A. Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.32, n.1, p.2546-2559, 1979.
- BEELMAN, R.B.; BARDEN, C.L.; EDWARDS, C.G. Total sulfur dioxide residuals in fresh mushrooms washed in sulfite solutions. **J. Food Prot.**, Des Moines, v.51, n.11, p.903-905, 1988.
- BEHRE, L.M. Sulfite food additives: to ban or not to ban? **Dairy Food Sanit.**, Ames, v.6, n.9, p.386-390, 1986.
- BJÖRKSTÉN, B. The role of the gastrointestinal tract in the development of respiratory hypersensitivities. **Toxicol. Lett.**, Amsterdam, v.86, n.1, p.85-88, 1996.
- BRAGAGNOLO, N.; SILVA, C.A.; TANIWAKI, M.H. Avaliação dos teores de dióxido de enxofre e da qualidade microbiológica de cogumelos em conserva. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v.60, n.2, p.103-107, 2001.
- BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M.; SALMINEN, S., eds. **Food additives**. New York: Marcel Dekker, 1990. 736p. (Food Science and Technology, 35).
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Visalegis. Legislação. Decreto nº. 55.871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº. 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº. 691, de 13 de março de 1962. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=22>. Acesso em: 30 jan. 2004.

BRASIL. Lei nº. 8.078, de 11 de novembro de 1990. Código de Defesa do Consumidor. Estabelece normas de proteção e defesa do consumidor, de ordem pública e interesse social. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº. 176, 12 set. 1990. Seção I, p.1-12.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Portarias. Portaria nº. 1003, de 11 de dezembro de 1998. Categoria de alimentos para efeito do emprego de aditivos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1003_98.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Portarias. Portaria nº. 1007, de 15 de dezembro de 1998. Definição do Grupo de Trabalho de Aditivos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1007_98.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Portarias. Portaria nº. 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/540_97.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resoluções. Resolução CNS/MS n.04, de 24 de novembro de 1988. Revisa as tabelas anexas ao Decreto 55.871/65. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/04_cns.pdf. Acesso em: 30 jan. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resoluções. Resolução RDC nº. 27, de 28 de março de 2000. Aprovação de uso dos aditivos dióxido de enxofre e seus sais de cálcio, sódio e potássio, na função de conservador para xarope de glicose. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/27_00rdc.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resoluções. Resolução RDC nº. 34, de 9 de março de 2001. Aprovação do uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a Categoria de Alimentos 21: Preparações Culinárias Industriais. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/34_01rdc.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resoluções. Resolução RDC nº. 39, de 21 de março de 2001 (revogada pela 359/03). Aprova a Tabela de valores de referência para porções de alimentos e bebidas embalados para fins de rotulagem nutricional. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/39_01rdc.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resoluções. Resolução RDC nº. 40, de 21 de março de 2001 (revogada pela 360/03). Aprova o Regulamento Técnico: Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm. Acesso em: 20 abr. 2002.

- BURROUGHS, L.F. Dissociable products formed with sulphur dioxide in wine. **J. Sci. Food Agric.**, Bognor Regis, v.32, n.1, p.1140-1141, 1981.
- CADBY, P. Estimating intakes of flavouring substances. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4, p.453-460, 1996.
- CALIL, R.M.; AGUIAR, J.A. **Aditivos nos alimentos**. São Paulo: R. M. Calil, 1999. 139p.
- CAMARGO, M.C.R. DE. **Avaliação da ingestão de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos através da dieta**. Campinas, 2000. 267p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.
- CARR, J.G. Antimicrobial activity of sulphur dioxide. **J. Sci. Food Agric.**, Bognor Regis, v.32, n.1, p.1140, 1981.
- CHAMBOLLE, M. Assessment of extreme levels of chronic food intakes. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.13-18, 1999.
- CHEN, J.J.; CHEN, Y.J.; RICE, G.; TEUSCHLER, L.K.; HAMERNIK, K.; PROTZEL, A.; KODELL, R.L. Using dose addition to estimate cumulative risks from exposures to multiple chemicals. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.34, n.1, p.35-41, 2001.
- CINTRA, I.H.A.; OGAWA, N.B.P.; SOUZA, M.R.; DINIZ, F.M.; OGAWA, M. Decomposition of trimethylamine oxide related to the use os sulfites in shrimp. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.19, n.3, p.314-317, 1999.

CODEx ALIMENTARIUS COMMISSION; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Codex Alimentarius**: abridged version. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, 1990. p.3.73-3.83.

COITINHO, D.C.; LEÃO, M.M.; RECINE, E.; SICHIERI, R. **Condições nutricionais da população brasileira: adultos e idosos. Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição**. Brasília: Ministério da Saúde – Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição – INAN, 1991. 76p.

COLLINS, F.X.C.; SPRANDO, R.L.; SHACKELFORD, M.E.; HANSEN, D.K.; WELSH, J.J. Food and Drug Administration proposed testing guidelines for developmental toxicity studies. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, n.1, p.39-44, 1999a.

COLLINS, F.X.C.; SPRANDO, R.L.; SHACKELFORD, M.E.; HANSEN, D.K.; WELSH, J.J. Food and Drug Administration proposed testing guidelines for reproduction studies. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, n.1, p.29-38, 1999b.

DICH, J.; JÄRVINEN, R.; KNEKT, P.; PENTILLÄ, P.L. Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the Finnish Mobile Clinic Health Examination Survey. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.5, p.541-552, 1996.

DISSELDUFF, M.M.; TRY, G.P.; BERRY, W.T.C. Possible use of dietary surveys to assess intake of food additives. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.17, n.4, p.391-396, 1979.

DOKKUM, W.V.; VOS, R.H.; CLOUGHLEY, F.A.; HULSHOF, K.F.A.M.; DUKE, F.; WIJSMAN, J.A. Food additives and food components in total diets in the Netherlands. **Br. J. Nutr.**, Wallingford, v.48, n.2, p.223-231, 1982.

DOUGLASS, J.S.; BARRAJ, L.M.; TENNANT, D.R.; LONG, W.R.; CHAISSON, C.F. Evaluation of the Budget Method for screening food additive intakes. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.14, n.8, p.791-802, 1997.

DOUGLASS, J.S.; TENNANT, D.R. Estimation of dietary intake of food chemicals. In: TENNANT, D.R., ed. **Food chemical risk analysis**. London: Chapman & Hall, 1997. cap.8, p.195-218.

DULAK, L.; CHIANG, G.; GUNNISON, A.F. A sulphite oxidase-deficient rat-model: reproductive toxicology of sulphite in the female. **Food Chem. Toxicol.**, Amsterdam, v.22, n.8, p.599-607, 1984.

DUPUY, P. Révision de la place du sulfite comme additif alimentaire. **Ann. Falsif. Expert. Chim.**, Paris, v.85, n.908, p.219-222, 1992.

ENVIRONMENTAL HEALTH SERVICE. **Food additives: sulphur dioxide in foods**. Perth: Health Department of Western Australia, 1996. 6p.

FAZIO, T.; WARNER, C.R. A review of sulphites in foods: analytical methodology and reported findings. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.7, n.4, p.433-454, 1990.

FOOD SAFETY AUTHORITY OF IRELAND. **Legislation, intake and usage of food additives in Ireland**. Dublin: Food Safety Authority of Ireland, 2001. 63p.

FRANÇOIS-COLLANGE, M.; PERNOT, F.; SUSCHETET, M.; MARESCHI, J.P.
Estimation de la consommation alimentaire de sulfites en France. **Cah. Nutr. Diet.**, Vineuil, v.26, n.5, p.352-358, 1991.

GANDARA, J.S.; LOZANO, J.S.; LOSADA, P.P. Aproximacion a la toxicidad de los agentes conservantes de alimentos. **Alimentaria**, Madrid, v.26, n.204, p.53-56, 1989.

GANGOLLI, S.D.; BRANDT, P.A. VAN DEN; FERON, V.J.; JANZOWSKY, C.; KOEMAN, J.H.; SPEIJERS, G.J.A.; SPEIGELHALDER, B.; WALKER, R.; WISHNOK, J.S. Nitrate, nitrite and *N*-nitroso compounds. **Eur. J. Pharmacol. Environ. Toxicol. Pharmacol. Sect.**, Amsterdam, v.292, n.1, p.1-38, 1994.

GIBNEY, M.J. Dietary intake methods for estimating food additive intake. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.31-33, 1999.

GIBNEY, M.J.; LAMBE J. Estimation of food additive intake: methodology overview. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4, p.405-410, 1996.

GIBSON, W.B.; STRONG, F.M. Accumulation of ingested sulphite- and sulphate-sulphur and utilization of sulphited proteins by rats. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.12, n.5/6, p.625-640, 1974.

GIBSON, W.B.; STRONG, F.M. Metabolism and elimination of sulphite by rats, mice and monkeys. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.11, n.2, p.185-198, 1973.

GUNNISON, A.F. Sulphite toxicity: a critical review of *in vitro* and *in vivo* data. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.19, n.5, p.667-682, 1981.

GUNNISON, A.F.; DULAK, L.; CHIANG, G.; ZACCARDI, J. A sulphite-oxidase-deficient rat model: subchronic toxicology. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.19, n.2, p.221-232, 1981.

HANSEN, S.C. Acceptable daily intake of food additives and ceiling on levels of use. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.4, n.4, p.427-432, 1966.

HANSEN, S.C. Conditions for use of food additives based on a budget for an acceptable daily intake. **J. Food Prot.**, Des Moines, v.42, n.5, p.429-434, 1979.

HARDISSON, A.; RUBIO, C.; FRÍAS, I.; RODRÍGUEZ, I.; REGUERA, J.I. Content of sulphite in frozen prawns and shrimps. **Food Control**, Amsterdam, v.13, n.5, p.275-279, 2002.

HUGHES, C.C. **Guía de aditivos**. Zaragoza: Acribia, 1994. 190p.

HUI, J.Y.; BEERY, J.T.; HIGLEY, N.A.; TAYLOR, S.L. Comparative subchronic oral toxicity of sulphite and acetaldehyde hydroxysulphonate in rats. **Food Chem. Toxicol.**, Amsterdam, v.27, n.6, p.349-359, 1989.

INSTITUTO DANONE. **Consumo alimentar: as grandes bases da informação: simpósio**. São Paulo: Instituto Danone, 2000. 74p.

IOSHII, S.H. **Avaliação da ingestão diária potencial de edulcorantes no Brasil**. Campinas, 1992. 132p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

- IYENGAR, R.; McEVILY, A.J. Anti-browning agents: alternatives to the use of sulfites in foods. **Trends Food Sci. Technol.**, Amsterdam, v.3, n.3, p.60-64, 1992.
- JARVIS, B.; LEA, A.G.H. Sulphite binding in cidres. **Int. J. Food Sci. Technol.**, Oxford, v.35, n.1, p.113-127, 2000.
- KELLY, S.D.; SCOTTER, M.J.; MACARTHUR, R.; CASTLE, L.; DENNIS, M.J. Survey of stable sulfur isotope ratios ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) of sulfite and sulfate in foods. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.19, n.11, p.1003-1009, 2002.
- KNIGHT, T.M.; FORMAN, D.; AL-DABBAGH, S.A.; DOLL, R. Estimation of dietary intake of nitrate and nitrite in Great Britain. **Food Chem. Toxicol.**, Amsterdam, v.25, n.4, p.277-285, 1987.
- LAMBE, J.; KEARNEY, J.; LECLERCQ, C.; BERARDI, D.; ZUNFT, H.F.J.; SULZER, S.; HENAUW, S.; VOLDER, M.; LAMBERG-ALLARDT, C.J.E.; KARKKAINEN, M.U.M.; DUNNE, A.; GIBNEY, M.J. Enhancing the capacity of food consumption surveys of short duration to estimate long term consumer-only intakes by combination with a qualitative food frequency questionnaire. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.17, n.3, p.177-187, 2000.
- LANGLAIS, R. Additive usage levels. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4, p.443-452, 1996.
- LARSEN, J.C.; PASCAL, G. Workshop on the applicability of the ADI to infants and children: consensus summary. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.15, suppl.1, p.1-9, 1998.

- LAWRIE, C.A. Different dietary patterns in relation to age and the consequences for intake of food chemicals. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.15, suppl.1, p.75-81, 1998.
- LAWRIE, C.A.; REES, N.M.A. The approach adopted in the UK for the estimation of the intake of food additives. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4, p.411-416, 1996.
- LECLERCQ, C.; MOLINARO, M.G.; PICCINELLI, R.; BALDINI, M.; ARCELLA, D.; STACCHINI, P. Dietary intake exposure to sulphites in Italy – analytical determination of sulphite-containing foods and their combination into standard meals for adults and children. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.17, n.12, p.979-989, 2000.
- LECOS, C.W. An order of fries – hold the sulfites. **Dairy Food Sanit.**, Ames, v.8, n.10, p.528-531, 1988.
- LLOYD, A.G. Metabolic aspects of sulphite toxicology. **J. Sci. Food Agric.**, Bognor Regis, v.32, n.1, p.1143-1144, 1981.
- LÖWIK, M.R.H. Possible use of food consumption surveys to estimate exposure to additives. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4. p.427-441, 1996.
- LÖWIK, M.R.H.; HULSHOF, K.F.A.M.; BRUSSAARD, J.H.; KISTEMAKER, C. Dependence of dietary intake estimates on the time frame of assessment. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.48-56, 1999.
- MALUF, R.S. Consumo de alimentos no Brasil: traços gerais e ações públicas locais de segurança alimentar. **Pólis Papers**, São Paulo, n.6, 2000.

Disponível em: www.polis.org.br/publicacoes/papers/20006.html. Acesso em: 16 jan. 2002.

MARESCHI, J.P.; FRANÇOIS-COLLANGE, M.; SUSCHETET, M. Estimation of sulphite in food in France. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.9, n.5, p.541-549, 1992.

MARTIN, L.B.; NORDLEE, J.A.; TAYLOR, S.L. Sulfite residues in restaurant salads. **J. Food Prot.**, Des Moines, v.49, n.2, p.126-129, 1986.

MODDERMAN, J.P. Technological aspects of use sulfiting agents in food. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Washington, v.69, n.1, p.1-3, 1986.

MONTEIRO, C.A.; MONDINI, L.; COSTA, R.B.L. Mudanças na composição e adequação nutricional da dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil (1988-1996). **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.3, p.251-8, 2000.

MULTON, J.L. **Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1988. 680p.

OLIVEIRA, C.A.F. Utilização de aditivos intencionais nos alimentos e sua relação com a saúde pública. **Comun. Cient. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.13, n.2, p.65-73, 1989.

OSTERGAARD, G.; KNUDSEN, I. The applicability of the ADI (Acceptable Daily Intake) for food additives to infants and children. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.15, suppl.1, p.63-74, 1998.

OUGH, C.S. Determination of sulfur dioxide in grapes and wines. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, Washington, v.69, n.1, p.5-7, 1986.

- PENTTILÄ, P.L. Estimation of food additive intake: Nordic approach. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4, p.421-426, 1996.
- PERONI, D.G.; BONER, A.L. Sulfite sensitivity. **Clin. Exp. Allergy**, Oxford, v.25, n.8, p.680-681, 1995.
- PERRIN-ANSART, M.C. Sur les sulfites employés comme conservateurs. **Cah. Nutr. Diet.**, Vineuil, v.24, n.4, p.291-297, 1989.
- PHILIPPI, S.T.; SZARFARC, S.C.; LATTERZA, A.R. **Virtual Nutri**: software. Versão 1.0. São Paulo: Departamento de Nutrição/FSP/USP, 1996. 3 disquetes.
- PIZZOFERRATO, L.; DI LULLO, G.; QUATTRUCCI, E. Determination of free, bound and total sulphites in foods by indirect photometry-HPLC. **Food Chem.**, Amsterdam, v.63, n.2, p.275-279, 1998.
- PROUDLOVE, R.K. **Os alimentos em debate: uma visão equilibrada**. São Paulo: Varela, 1996. 251p.
- QUATTRUCCI, E. Potential intakes of sulphur dioxide: the European situation. **J. Sci. Food Agric.**, Bognor Regis, v.32, n.1, p.1141-1142, 1981.
- QUATTRUCCI, E.; MASCI, V. Nutritional aspects of food preservatives. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.9, n.5, p.515-525, 1992.
- RAHMAN, M.S.; PERERA, C.O. Drying and preservation. In: RAHMAN, M.S. **Handbook of food preservation**. New York: Marcel Dekker, 1999. cap.6, p.173-216. (Food Science and Technology, 94).

RENWICK, A.G. Incidence and severity in relation to magnitude of intake above the ADI or TDI: use of critical effect data. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.79-86, 1999.

RENWICK, A.G. Needs and methods for priority setting for estimating the intake of food additives. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.13, n.4, p.467-475, 1996.

RENWICK, A.G. The use of an additional safety or uncertainty factor for nature of toxicity in the estimation of acceptable daily intake and tolerable daily intake values. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.22, n.3, p.250-261, 1995.

RIBERA, D.; JONKER, D.; NARBONNE, J.F.; O'BRIEN, J.; ANTIGNAC, E. Absence of adverse effects of sodium metabisulphite in manufactured biscuits: results of subacute (28-days) and subchronic (85-days) feeding studies in rats. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.18, n.2, p.103-114, 2001.

ROSE, A.H.; PILKINGTON, B.J. Sulphite. In: GOULD, G.W. **Mechanisms of action of food preservation procedures**. New York: Elsevier Applied Science, 1989. cap.8, p.201-223.

SAFAVI, A.; ENSAFI, A.A. Kinetic spectrophotometric determination of traces of sulphite. **Anal. Chim. Acta**, Amsterdam, v.252, n.1/2, p.121-126, 1991.

SAPERS, G.M. Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. **Food Technol.**, Chicago, v.47, n.10, p.75-81, 1993.

SHTENBERG, A.J.; IGNAT'VE, A.D. Toxicological evaluation of some combinations of food preservatives. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.8, n.4, p.369-380, 1970.

SIMÃO, A.M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1989. 274p.

SIMON, R.A. Additive-induced urticaria: experience with monosodium glutamate (MSG). **J. Nutr.**, Bethesda, v.130, suppl.1, p.1063-1066, 2000.

SPEIJERS, G.J.A. Precision of estimates of an ADI (or TDI or PTWI). **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.87-93, 1999.

STAMMATI, A.; ZANETTI, C.; PIZZOFERRATO, L.; QUATTRUCCI, E.; TRANQUILLI, G.B. *In vitro* model for the evaluation of toxicity and antinutritional effects of sulphites. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.9, n.5, p.551-560, 1992.

STEINMAN, H.A.; LE ROUX, M.; POTTER, P.C. Sulphur dioxide sensitivity in South African asthmatic children. **S. Afr. Med. J.**, Cape Town, v.83, n.4, p.387-390, 1993.

STEINMAN, H.A.; WEINBERG, E.G. The effects of soft-drink preservatives on asthmatic children. **S. Afr. Med. J.**, Cape Town, v.70, n.5, p.404-406, 1986.

STEVENSON, D.D.; SIMON, R.A. Sensitivity to ingested metabisulfites in asthmatic subjects. **J. Allergy Clin. Immunol.**, Saint Louis, v.68, n.1, p.26-32, 1981.

SULLIVAN, D.M.; SMITH, R.L. Determination of sulfite in foods by ion chromatography. **Food Technol.**, Chicago, v.39, n.7, p.45-48, 53, 1985.

SULLIVAN, F.M. Significance of excursions of intake above the Acceptable Daily Intake: effect of time and dose in developmental toxicology. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.94-98, 1999.

SZTAJN, M. **Avaliação da ingestão potencial de corantes artificiais por crianças em idade escolar**. Campinas, 1988. 169p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

TARASUK, V.; BEATON, G.H. Statistical estimation of dietary parameters: implications of patterns in within-subject variation: a case study of sampling strategies. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.55, n.1, p.22-27, 1992.

TAVARES, M.; LOBANCO, C.M.; TRUJILLO, L.M.; PENNACINO, M.R.; MARTINS, M.C.B. Pesquisa de sais de sulfito em carnes comercializadas a varejo na região metropolitana de São Paulo. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v.47, n.1/2, p.1-4, 1987.

TAYLOR, S.L. Why sulfite alternatives?. **Food Technol.**, Chicago, v.47, n.10, p.14, 1993.

TAYLOR, S.L.; BUSH, R.K. Sulfites as food ingredients. **Food Technol.**, Chicago, v.40, n.6, p.47-52, 1986.

TAYLOR, S.L.; BUSH, R.K. Sulfites as food ingredients. **Food Technol. Aust.**, Sydney, v.39, n.11, p.532-536, 1987.

- TAYLOR, S.L.; HEFLE, S.L. Food allergies and other food sensitivities. **Food Technol.**, Chicago, v.55, n.9, p.68-83, 2001.
- TENNANT, D.R. Estimating acute dietary intakes of chemicals. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.99-102, 1999.
- THOMPSON, F.E.; BYERS, T. Dietary assessment resource manual. **J. Nutr.**, Bethesda, v.124, suppl.11, p.2245-2317, 1994.
- TIL, H.P.; FERON, V.J. Toxicology of sulphiting agents I: animal studies. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.9, n.5, p.587-595, 1992.
- TIL, H.P.; FERON, V.J.; DE GROOT, A.P. The toxicity of sulphite. I. Long-term feeding and multigeneration studies in rats. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.10, n.3, p.291-310, 1972a.
- TIL, H.P.; FERON, V.J.; DE GROOT, A.P. The toxicity of sulphite. II. Short- and long-term feeding studies in pigs. **Food Cosmet. Toxicol.**, Oxford, v.10, n.4, p.463-473, 1972b.
- TORRES, E.A.F.S.; MACHADO, F.M.S. **Alimentos em questão**: uma abordagem técnica para as dúvidas mais comuns. São Paulo: Ponto Crítico, 2001. 140p.
- UNITED STATES. Institute of Food Technologists. Sulfites as food additives. **Food Technol.**, Chicago, v.29, n.10, p.117-120, 1975.
- UNITED STATES. Institute of Medicine. **Dietary reference intakes**: applications in dietary assessment. Washington: National Academy Press, 2001. 289p.

Disponível em: <http://www.nap.edu/openbook/0309071836/html>. Acesso em: 10 mai. 2003.

WALKER, R. Sulphiting agents in foods: some risk/benefit consideration. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.2, n.1, p.5-24, 1985.

WALKER, R. Toxicity testing and derivation of the ADI. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.15, suppl.1, p.11-16, 1998.

WEDZICHA, B.L. Chemistry of sulphiting agents in food. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.9, n.5, p.449-459, 1992.

WEDZICHA, B.L. Sulphur dioxide. **Nutr. Food Sci.**, Bradford, v.72, p.12-13, 19, 1981a.

WEDZICHA, B.L. Sulphur dioxide part 2. **Nutr. Food Sci.**, Bradford, v.73, p.14-16, 1981b.

WEVER, J. Appearance of sulphite and s-sulphonates in the plasma of rats after intraduodenal sulphite application. **Food Chem. Toxicol.**, Amsterdam, v.23, n.10, p.895-898, 1985.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Assessing human health risks of chemicals**: derivation of guidance values for health-based exposure limits. Geneva: WHO, 1994. 73p. (Environmental Health Criteria, 170).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Safety evaluation of certain food additives and contaminants**: twenty-first report of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva, 2000. p.113-118. (WHO food additives series, 44).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food**. Albany: WHO Publications Center, 1987. 174p. (Environmental Health Criteria, v.70)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants**. Geneva, 1991. p.3-28, 365-420. (WHO Food Additives Series, v.28)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants**. Geneva, 1996. p.269-324, 377-402. (WHO Food Additives Series, v.28).

VERGER, P.; CHAMBOLLE, M.; BABAYOU, P.; LE BRETON, S.; VOLATIER, J.L. Estimation of the distribution of the maximum theoretical intake for ten additives in France. **Food Addit. Contam.**, Basingstoke, v.15, n.7, p.759-766, 1998.

VERGER, P.; GARNIER-SAGNE, I.; LEBLANC, J.C. Identification of risk groups for intake of food chemicals. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, Orlando, v.30, suppl.1, p.103-108, 1999.

YABIKU, H.Y.; TAKAHASHI, M.Y.; MARTINS, M.S.; HEREDIA, R.; ZENEBON, O. Níveis de conservadores intencionais em sucos naturais de frutas comercializados no Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v.47, n.1/2, p.65-75, 1987.

ZABOTTO, C.B. **Registro fotográfico para inquéritos dietéticos (utensílios e porções)**. Goiânia: Metha, 1996. 56p.

APÊNDICE 1

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ N° _____

Matrícula _____ Série: _____ Turma: _____

Data da Coleta: ____/____/2003 Data de nascimento: ____/____/____

Sexo: () masculino () feminino

e-mail _____

Autoriza enviar mensagens para este e-mail? () Sim () Não

Possui alergia? De que tipo? () Sim () Não

Características familiares:

Escolaridade do pai: _____ **Idade:** _____ anos
 () sem escolaridade () Fundamental I () Fundamental II
 () Médio () Superior.

Escolaridade da mãe: _____ **Idade:** _____ anos
 () sem escolaridade () Fundamental I () Fundamental II
 () Médio () Superior.

Após a conclusão desta pesquisa, será oferecida aos alunos uma palestra sobre alimentação. Quais os assuntos que você gostaria que fossem abordados? _____

Muito obrigado pela colaboração!!!

RECORDATÓRIO ALIMENTAR

Nome: _____ N° _____

Matrícula _____ Série: _____ Turma: _____

Data da Coleta: ____/____/2003 Dia da semana: ____^a feira

HORÁRIO	REFEIÇÃO	ALIMENTO	QUANTIDADE
____ h ____	CAFÉ DA MANHÃ		
____ h ____	LANCHE		TROUXE DE CASA () COMPROU NA ESCOLA ()
			TROUXE DE CASA () COMPROU NA ESCOLA ()
			TROUXE DE CASA () COMPROU NA ESCOLA ()
			TROUXE DE CASA () COMPROU NA ESCOLA ()

<i>HORÁRIO</i>	<i>REFEIÇÃO</i>	<i>ALIMENTO</i>	<i>QUANTIDADE</i>
____ <i>h</i> ____	<i>ALMOÇO</i>		
____ <i>h</i> ____	<i>LANCHE DA TARDE</i>		
____ <i>h</i> ____	<i>JANTAR</i>		
____ <i>h</i> ____	<i>CEIA</i>		