



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARCUS VENICIUS PIRES

**DESENVOLVIMENTO E EMPREGO DE UM BANCO DE
DADOS PARA A CONDUÇÃO DE ESTUDOS DE
AVALIAÇÃO DO RISCO DA EXPOSIÇÃO CRÔNICA
A RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA DIETA**

BRASÍLIA

2013

MARCUS VENICIUS PIRES

**DESENVOLVIMENTO E EMPREGO DE UM BANCO DE
DADOS PARA A CONDUÇÃO DE ESTUDOS DE
AVALIAÇÃO DO RISCO DA EXPOSIÇÃO CRÔNICA
A RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA DIETA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Toxicologia Aplicada à Vigilância Sanitária da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a Dra. Eloisa Dutra Caldas

BRASÍLIA

2013

MARCUS VENICIUS PIRES

**DESENVOLVIMENTO E EMPREGO DE UM BANCO DE DADOS
PARA A CONDUÇÃO DE ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DO RISCO DA
EXPOSIÇÃO CRÔNICA A RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA DIETA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Toxicologia Aplicada à Vigilância Sanitária da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a Dra. Eloisa Dutra Caldas

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Eloisa Dutra Caldas

Prof^a Dra. Elizabeth de Souza Nascimento

Dra. Andréia Nunes Oliveira Jardim

Brasília, ____ de _____ de ____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelo modelo de vida cristã.

Aos meus quatro filhos, pela benção que são na minha vida.

À minha esposa, pela cumplicidade e companheirismo.

À Deus, por ser a força motriz da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas, de diferentes maneiras, em vários momentos, foram importantes para realização deste trabalho. Agradeço todos vocês que me apoiaram e fizeram esta experiência valer a pena.

Aos amigos da GGTOX e da UEL que encabeçaram a proposta de montar o Mestrado em Toxicologia para elevar o conhecimento dos servidores da ANVISA

Aos meus companheiros do curso de Mestrado, pessoas que sempre lembrarei, pela amizade, pelas valiosas contribuições durante todo o curso.

Aos professores das disciplinas do Mestrado, pela disposição em ensinar e transmitir valores e conhecimentos, pelas sugestões dispensadas ao longo dos seminários e durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao pessoal dos Laboratórios Centrais de Saúde Pública que participam do PARA, pelo apoio e grande contribuição para a compreensão das metodologias empregadas para o monitoramento de resíduos de agrotóxicos e pelos dados de resíduos das amostras analisadas, sem os quais, não seria possível realizar o refinamento do cálculo da exposição.

Aos colegas da ANVISA, em especial à Adriana Torres, pelas discussões que contribuíram para compreender detalhadamente o processo de avaliação toxicológica e do risco dietético realizada pela GGTOX/ANVISA.

À Alessandra Brito, pela ajuda, sem a qual, seria ainda mais árduo compreender e tratar os dados de aquisição e consumo de alimentos para serem utilizados no cálculo da exposição.

Aos envolvidos na qualificação da dissertação, pelas apreciações e ponderações, que também tiveram disponibilidade em participar da banca examinadora.

À minha orientadora, a quem admiro, meus sinceros agradecimentos pela orientação segura e tranquila, apoio e respeito dispensados durante a execução do trabalho. Meu reconhecimento e gratidão por compreender minhas limitações e acreditar em minhas potencialidades.

“O dever é uma coisa muito pessoal; decorre da necessidade de se entrar em ação, e não da necessidade de insistir com os outros para que façam qualquer coisa” (*Madre Teresa de Calcutá*).

Pires, Marcus Venicius. **DESENVOLVIMENTO E EMPREGO DE UM BANCO DE DADOS PARA A CONDUÇÃO DE ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DO RISCO DA EXPOSIÇÃO CRÔNICA A RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA DIETA**-Brasília, 2013. Dissertação (Mestrado em Toxicologia Aplicada à Vigilância Sanitária) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

No processo de registro de agrotóxicos no Brasil, a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT) de resíduos nos alimentos é calculada utilizando Limite Máximo de Resíduo (LMR) estabelecidos para cada cultura como parâmetro de concentração de resíduo. Os LMRs são considerados seguros para a saúde do consumidor quando a IDMT não ultrapassa a Ingestão Diária Aceitável (IDA). Quando tal parâmetro de segurança é extrapolado, recomenda-se o refinamento da avaliação da exposição.

A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada pelo Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE) em 2009, possibilitou atualizar os dados de consumo de alimentos da população brasileira para o cálculo da IDMT. Os resultados do Programa de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) contribuíram para o refinamento da exposição (Ingestão Diária Total Refinada - IDTR). As informações necessárias para a avaliação do risco foram armazenadas em um banco de dados no programa *Access (Microsoft)* elaborado com a finalidade de calcular a IDMT e IDTR, bem como, caracterizar o risco.

A disponibilidade *per capita* estimada de alimentos de origem vegetal para a população brasileira foi de 504 g/dia, enquanto o consumo *per capita* foi de 726 g/dia. Esta diferença pode ser parcialmente explicada devido ao consumo fora do domicílio representar mais de 10% do total, e não estar incluído na estimativa da disponibilidade *per capita*.

As IDMT calculadas com dados de disponibilidade média *per capita* extrapolaram a IDA, em ao menos uma Unidade da Federação (UF), para os ditiocarbamatos, carbofurano, deltametrina, dicofol, dimetoato, etiona, metidationa e pirimifós-metílico. Quando utilizados dados de consumo, incluem-se nesta situação o carbendazim, diquate, paraquate, fentina, forato, mevinfós e terbufós. A partir dos dados de consumo individual, também foi possível estimar o percentual da população brasileira com a IDMT acima da IDA. No mínimo 10% da população de uma UF extrapolou a IDA de 25 ingredientes ativos e os ditiocarbamatos, e para 13 compostos, mais de 30% da população nacional teve a IDMT acima da IDA.

Quando a IDTR foi calculada para cada indivíduo a partir da pesquisa de consumo individual de alimentos, os resultados apontaram para extrapolações da IDA dos ingredientes ativos: forato, terbufós e pirimifós-metílico. Observou-se que esta extrapolação ocorreu devido à indisponibilidade de dados de monitoramento de resíduos para algumas culturas, levando ao uso de LMR como fonte da concentração de resíduos, que foram responsáveis pelas maiores contribuições na IDTR. A medida que novas culturas importantes na dieta forem monitoradas, os valores da exposição também devem diminuir para estes ingredientes ativos.

O banco de dados elaborado é dinâmico e demonstrou ser uma ferramenta eficiente para estimar a exposição aos resíduos de agrotóxicos nos alimentos. Permite avaliar o risco a partir de dados de disponibilidade e de consumo individual de alimentos em todas as UFs brasileiras e ainda refinar a exposição com dados de monitoramento do PARA.

Palavras-chave: banco de dados, agrotóxicos, análise do risco, alimentos, exposição crônica, LMR, monitoramento de resíduos, refinamento.

Pires, Marcus Venicius. **DEVELOPMENT AND USE OF A DATABASE FOR CONDUCTING CHRONIC DIETARY RISK ASSESSMENT TO PESTICIDES** - Brasília, 2013. Dissertation (Master Degree in Toxicology Applied to Health Surveillance) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

ABSTRACT

In the pesticide registration process in Brazil, the Theoretical Maximum Daily Intake (TMDI) of residues in food is calculated using the maximum residue levels (MRL) established for each crop as a residue

level. The MRLs are considered safe for consumers when the TMDI does not exceed the Acceptable Daily Intake (ADI). When the ADI is exceeded, a refinement of the exposure is recommended.

The Household Budget Survey (HBS) conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) in 2009, allowed the update of

the data on food consumption to calculate the TMDI and the results of the monitoring program of pesticide residues in

food (PARA) contributed to the refinement of the exposure (Refined Total Daily Intake - RTDI). The data required to calculate the TMDI and RTDI and to characterize the risk were stored in a Microsoft Access database.

The estimated *per*

capita availability of vegetable crops for the Brazilian population was 504 g/day, while the *per*

capita consumption was 726 g/day. This difference is probably explained by

the consumption outside the household,

which represents more than 10% of the total and is not included in the *per*

capita food availability. When food availability was used to calculate the TMDI, the ADI was extrapolated, in at least one Brazilian state, for ditiocarbamates, and carbofuran, deltamethrin, dicofol, dimethoate, ethion, methidathion, and pirimiphos-methyl.

When consumption data was used, this situation occurred for carbendazim, diquat, paraquat, fenitrothion, terbufos and mevinphos. If the TMDI was estimated using individual consumption data, at least 10% of the population extrapolated the ADI for 25 active ingredients and the ditiocarbamates. For 13 pesticides, over 30% of the Brazilian population had the TMDI above the ADI.

When the RTDI was calculated using individual consumption data, the ADI was exceeded for phorate, terbufos and pirimiphos-

methyl. It was noted that this extrapolation was due to absence of some commodities data monitoring, leading to the use of MRLs as a source of residue concentration, which were responsible for major contributions in RTDI. As other important crops in the diet are monitored, the exposures should decrease for those pesticides as well.

The database is dynamic and proved to be an efficient tool to estimate exposure to pesticide residues in food. It

allows to assess the risk from food availability and individual food consumption in all Brazilian states and even refine the exposure with the ANVISA monitoring program (PARA).

Key words: database, pesticides, risk assessment, dietary exposure, MRL, residue monitoring, tiered approach, chronic exposures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Etapas da análise e avaliação do risco	19
Figura 2	Esquema das etapas da avaliação do risco resultante da exposição crônica a resíduos de agrotóxicos na dieta	29
Figura 3	Exemplo de importação de dados para uma base de dados do Access: 1ª etapa	35
Figura 4	Exemplo de importação de dados para uma base de dados do Access: 2ª etapa	35
Figura 5	Tabela no Access com os dados de consumo individual importados da POF	38
Figura 6	Exemplos de relacionamentos entre tabelas após a migração dos dados da POF	38
Figura 7	Formulário do banco de dados utilizado para incluir os percentuais culturas agrícolas nos alimentos	41
Figura 8	Tabela do Access com registros de quantidades diárias de consumo de alimentos agregados em culturas agrícolas por indivíduo e respectivos fatores de expansão	42
Figura 9	Formulário utilizado para a inclusão dos dados das monografias da ANVISA no banco de dados	43
Figura 10	Critérios adotados para o refinamento da avaliação da exposição a partir dos dados da POP, PARA e monografias da ANVISA	48
Figura 11	Relacionamentos entre as Tabelas contendo os dados das monografias da ANVISA, consumo alimentar e do programa de monitoramento	49
Figura 12	Culturas agrícolas, a partir de dados da POF3, que mais contribuíram nas IDMT superiores a 80% da IDA em pelo menos uma UF	64
Figura 13	Culturas agrícolas, a partir da POF3, que mais contribuíram nas IDTR superiores a 15% da IDA em pelo menos uma UF	66
Figura 14	Culturas agrícolas, a partir da POF7, que mais contribuíram nas IDMT superiores a 80% da IDA em pelo menos uma UF.	68
Figura 15	Culturas agrícolas, a partir da POF7, que mais contribuíram nas IDTR superiores a 15% da IDA em ao menos uma UF	70
Figura 16	Estimativa do percentual de habitantes com IDMT superior a IDA	72
Figura 17	Comparação entre os percentuais da população do Brasil e da UF com mais de 10% dos indivíduos com a IDTR superior a IDA ou a 80% da IDA	74
Figura 18	Comparação entre os percentuais da população do Brasil e da UF com 1 a 10% dos indivíduos com a IDTR superior a IDA ou a 80% da IDA	75
Figura 19	Estimativa de ingestão dos ingredientes ativos em vários percentis da IDTR para a população brasileira em relação ao percentual da IDA correspondente	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Campos do arquivo “T_MORADOR_S.txt” migrados para o Access	36
Quadro 2	Campos do arquivo “T_CADERNETA_ DESPESA_S.txt” migrados para o Access	37
Quadro 3	Campos do arquivo “T_CONSUMO_S.txt” migrados para o Access	37
Quadro 4	Exemplo de itens alimentares considerados como mandioca ou contendo mandioca na composição	39
Quadro 5	Ingredientes Ativos com IDA estabelecidas e registrados no Brasil para uso agrícola	44
Quadro 6	Critérios adotados para quantificar os resíduos pesquisados pelo PARA	46
Quadro 7	Ingredientes Ativos, monitorados pelo PARA (2009 – 2011), com IDA estabelecidas e registrados no Brasil para uso agrícola.	46
Quadro 8	Dados de comercialização de ingredientes ativos do grupo dos ditiocarbamatos registrados no Brasil.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Impacto na IDA da exposição considerando o VMP para os agrotóxicos que devem ser monitorados na água potável	27
Tabela 2	Estimativa do peso das mulheres grávidas participantes da POF	33
Tabela 3	Quantidade de amostras analisadas e total de ingrediente ativos pesquisados pelo PARA entre 2009 e 2011	45
Tabela 4	Estimativa de peso corpóreo médio em quilogramas para as populações do Brasil e UF a partir da POF 2008 - 2009	51
Tabela 5	Estimativa da aquisição média dos consumidores e <i>per capita</i> nacional de culturas agrícolas com uso de agrotóxicos autorizados	52
Tabela 6	Estimativa da aquisição média dos consumidores e <i>per capita</i> nacional de culturas agrícolas sem uso autorizado de agrotóxicos	55
Tabela 7	Comparativo das disponibilidades <i>per capita</i> estimadas para as UF de maiores e menores médias	56
Tabela 8	Estimativa do consumo alimentar médio dos consumidores e <i>per capita</i> nacional de culturas agrícolas identificadas na POF e autorizadas para o uso de agrotóxicos	56
Tabela 9	Estimativa do consumo alimentar médio dos consumidores e <i>per capita</i> nacional de culturas agrícolas identificadas na POF e não autorizadas para o uso de agrotóxicos	58
Tabela 10	Comparativo das estimativas de consumo <i>per capita</i> para as UF de maiores e menores médias	59
Tabela 11	Comparativo entre a disponibilidade e o consumo <i>per capita</i> de alimentos de origem vegetal entre as UF brasileiras	60
Tabela 12	Culturas agrícolas em que o consumo <i>per capita</i> nacional em g/dia, foi maior que o dobro da disponibilidade	61
Tabela 13	Culturas agrícolas em que a disponibilidade <i>per capita</i> nacional, em g/dia, foi maior que o dobro do consumo	62
Tabela 14	Percentuais de impacto na IDA superiores a 80% considerando a disponibilidade <i>per capita</i> de alimentos de origem vegetal	63
Tabela 15	Percentuais de impacto na IDA para as exposições <i>per capita</i> superiores a 15% do valor da IDA de acordo com as dietas das UF obtidas na pesquisa de aquisição domiciliar	65
Tabela 16	Percentuais de impacto na IDA para as exposições <i>per capita</i> superiores a 80% do valor da IDA de acordo com as dietas das UF obtidas na pesquisa de consumo individual	67

Tabela 17 Percentuais de impacto na IDA para as exposições per capita superiores a 15% do valor da IDA de acordo com as dietas das UF obtidas na pesquisa de consumo individual

69

Tabela 18 Média de impacto na IDA das diferentes fontes de concentração de resíduos utilizadas para a estimar o percentual da população brasileira com IDTR superior a 80% da IDA

76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BfR	<i>Bundesinstitut für Riskobewertung</i> / Instituto de Avaliação do Risco (Alemanha)
BMVEL	<i>Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz</i> / Ministério de Proteção ao Consumidor, Alimentos e Agricultura da Alemanha
CCPR	<i>Codex Committee on Pesticide Residues</i> / Comitê do Codex sobre Resíduos de Agrotóxicos
CRD	<i>Chemicals Regulation Directorate</i> (CRD) / Diretoria de Regulação de Produtos Químicos (Diretoria da Agência de Saúde e Segurança do Reino Unido)
CSFI	Culturas de Suporte Fitossanitário Insuficiente
DP	Desvio Padrão
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i> / Autoridade Europeia de Segurança Alimentar
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FET	Fator de equivalência tóxica
GCMC	Grupo de Compostos com Mecanismo Comum
HHS	<i>U.S. Department of Health and Human Services</i> / Departamento de Saúde e Serviços Humanos (Estados Unidos)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDMT	Ingestão Diária Máxima Teórica
IDTR	Ingestão Diária Total Refinada
i.a.	Ingrediente Ativo
IOM	<i>Institute of Medicine</i> / Instituto de Medicina (Estados Unidos)
JMPR	<i>Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues</i> / Comitê Misto FAO / OMS sobre Resíduos de Agrotóxicos
HSE	<i>Health & Safety Executive (HSE) of United Kingdom</i> / Agência de Saúde e Segurança do Reino Unido
LOD	Limite de Detecção
LLMV	<i>Lowest Level of Method Validation</i> / Menor Valor Validado Alcançado Pelo Método
LMR	Limite Máximo de Resíduo

LOAEL	<i>LowerObserved Adverse EffectLevel</i> / Menor Dose em que um Efeito Adverso é Observado
LOQ	Limite de Quantificação
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAS	<i>Agricultural Marketing Service</i> / Serviço de Comercialização Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
mg/kg	Miligrama por Quilograma
MS	Ministério da Saúde
NAS	<i>NationalAcademyofSciences</i> / Academia Nacional de Ciências (Estados Unidos)
NOAEL	<i>No Observed Adverse EffectLevel</i> / Maior Dose na qual Nenhum Efeito Adverso é Observado
NRC	<i>NationalResearchCouncil</i> / Conselho da Academia Nacional de Ciências (Estados Unidos)
OECD	<i>Organization for Economic Co-Operation and Development</i> / Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento
WHO / OMS	<i>World Health Organization</i> /Organização Mundial da Saúde
PARA	Programa de Análise de Monitoramento de Agrotóxicos em Alimentos
PNCRC	Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes
POF	Pesquisa de Orçamento Familiar
RIVM	<i>NationalInstitute for Public Health andtheEnvironment</i> / Instituto Nacional de Saúde Pública e Meio Ambiente (Holanda)
SINDAG	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola
STMR	<i>SupervisedTrialsMedianResiduelevel (for agivenfood commodity)</i> / Valor Mediano dos Resíduos encontrados nos Estudos Supervisionados de campo (para uma determinada cultura agrícola)
UC	Unidade de Consumo
UE	União Européia
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UF	Unidade Federativa
USDA	<i>United StatesDepartmentofAgriculture/</i> Departamento de Agricultura dos EstadosUnidos
USEPA	<i>United States Environmental ProtectionAgency</i> / Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
VMP	Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1. ANÁLISE DO RISCO	18
3.1.1. Identificação do Perigo	20
3.1.2. Relação Dose/Resposta	21
3.1.3. Avaliação da Exposição na Dieta	21
3.1.3.1. Consumo de alimentos e peso corpóreo	23
3.1.3.2. Concentração do agrotóxico nos alimentos	24
3.1.4. Caracterização do Risco	27
3.2. A AVALIAÇÃO DO RISCO NO PROCESSO DE REGISTRO DE AGROTÓXICOS	28
3.3. REFINAMENTO DA AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E RISCO	28
3.4. O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA AUXILIAR A AVALIAÇÃO DO RISCO	29
4. MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1. FONTE DOS DADOS	30
4.2. AGRUPAMENTO DOS DADOS EM UM BANCO DE DADOS RELACIONAL	31
4.3. ESTIMATIVA DO PESO CORPÓREO MÉDIO	32
4.3.1. Imputação dos Pesos das Mulheres Grávidas	32
4.4. ESTIMATIVAS DE CONSUMO E DISPONIBILIDADE DE CULTURAS AGRÍCOLAS A PARTIR DOS DADOS DA POF	34
4.4.1. Migração dos Dados de Consumo de Alimentos e de Aquisição Domiciliar da POF para o Banco de Dados Relacional	34
4.4.2. Agrupamento dos Alimentos de Origem Vegetal	39
4.5. EXPANSÃO DAS AMOSTRAS PARA OBTENÇÃO DE ESTIMATIVAS DE PESO CORPÓREO E CONSUMO DA POPULAÇÃO	41
4.6. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO	42
4.6.1. IDMT	42
4.6.2. Refinamento da Avaliação da Exposição com Dados do PARA	45
4.7. CARACTERIZAÇÃO DO RISCO	48

4.8. PARTICULARIDADES DOS FUNGICIDAS DITIOCARBAMATOS	49
5. RESULTADOS	51
5.1. ESTIMATIVA DO PESO CORPÓREO MÉDIO	51
5.2. ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE E DO CONSUMO DE CULTURAS AGRÍCOLAS A PARTIR DA POF	52
5.2.1. Disponibilidade de Culturas Agrícolas	52
5.2.2. Consumo de Culturas Agrícolas	56
5.2.3. Comparação dos resultados de Disponibilidade e de Consumo Individual	60
5.3. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO RISCO	62
5.3.1. Utilizando os Dados de Disponibilidade <i>Per capita</i> de Alimentos (POF3)	62
5.3.1.1. IDTM	62
5.3.1.2. IDTR	64
5.3.2. Utilizando os Dados de Consumo <i>Per capita</i> (POF7)	66
5.3.2.1. IDMT	66
5.3.2.2. IDTR	68
5.3.3. Utilizando os Dados de Consumo individual (POF7)	71
5.3.3.1. IDMT	71
5.3.3.2. IDTR	72
6. DISCUSSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	79

1. INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos cresceu significativamente no Brasil nas últimas décadas, transformando o país em um dos líderes mundiais no mercado desses produtos (FARIA, 2007). O Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG) estimou um crescimento da ordem de 16% do mercado brasileiro de agrotóxicos, comparando o total de vendas dos oito primeiros meses de 2010 com o mesmo período em 2011 (SINDAG, 2011).

Esse setor da indústria química é regulado pela Lei de Agrotóxicos e Afins nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dentre outras determinações, a Lei estabelece que os agrotóxicos somente podem ser utilizados no país se forem registrados em órgão federal competente, de acordo com as diretrizes e exigências estabelecidas pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura (BRASIL, 1989). A Lei de Agrotóxicos é regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002a), que estabelece as competências para os três órgãos envolvidos no registro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. A ANVISA tem, entre outras, a competência de avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, e juntamente com o MAPA, no âmbito de suas respectivas áreas de competência, monitorar os resíduos de agrotóxicos em alimentos.

A Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992 do Ministério da Saúde atribui à ANVISA a responsabilidade de estabelecer a Ingestão Diária Aceitável (IDA) de cada ingrediente ativo, assim como, o Limite Máximo de Resíduos (LMR) e intervalo de segurança de cada combinação ingrediente ativo e cultura para qual o produto é recomendado (BRASIL, 1992). O mesmo documento define a IDA (expressa em mg/kg peso corpóreo/dia) como a quantidade máxima que, ingerida diariamente durante toda a vida, parece não oferecer risco apreciável à saúde, à luz dos conhecimentos atuais. O intervalo de segurança, ou período de carência, é definido como o intervalo entre a última aplicação do agrotóxico e a colheita ou comercialização. O LMR é definido pelo Decreto nº 4074 como a quantidade máxima de resíduo de agrotóxico legalmente aceita no alimento, em mg/kg, em decorrência da aplicação adequada do produto numa fase específica, desde sua produção até o consumo (BRASIL, 2002a). Esta aplicação adequada, ou boas práticas agrícolas (BPA), está descrita no rótulo do produto agrotóxico e inclui o atendimento ao tempo de carência, bem como à dose, frequência e ao intervalo de aplicação do produto estabelecido para cada

cultura. O uso inadequado de um agrotóxico no campo pode resultar na presença de resíduos nos alimentos acima do LMR. Outra irregularidade ocorre quando um agrotóxico sem registro para uma determinada cultura é utilizado no campo.

No processo de registro de um agrotóxico conduzido pela ANVISA, é calculada a Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT), definida como o somatório dos produtos do consumo médio *per capita* diário de cada alimento pelo respectivo LMR (WHO, 1997). Os LMRs estabelecidos para um agrotóxico nas várias culturas são considerados seguros para a saúde do consumidor quando a IDMT não ultrapassa a IDA. É importante ressaltar que o LMR não é um limite de segurança e o consumo de alimentos contendo resíduos acima desse valor não necessariamente significa risco para a saúde (KEIKOTLHAILE e SPANOGHE, 2011). A IDMT pode ser considerada uma superestimativa da ingestão, pois assume, entre outros fatores, que todo alimento consumido contém resíduo no nível do LMR (WHO, 1997). O cálculo da IDMT é atualmente realizado pela ANVISA utilizando uma dieta modelo única, que considera como consumo a maior disponibilidade média *per capita* de cada alimento entre as Unidades Federativas (UF).

A divulgação dos dados de consumo individual pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no âmbito da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2008/2009 e a ampliação do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da ANVISA, nos últimos anos, abrem a possibilidade para utilizar dados de consumo no cálculo da IDMT e para refinar as estimativas de exposição, que devem subsidiar decisões da Agência durante o processo de registro de agrotóxicos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar o risco da ingestão crônica de resíduos de agrotóxicos presentes nos alimentos consumidos pela população brasileira, a partir de um banco de dados que reúna informações sobre consumo alimentar, LMR, resultados de monitoramento e IDA.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um banco de dados no programa *MicrosoftAccess* 2010 que permita auxiliar a avaliação sistemática do risco da exposição da população brasileira aos resíduos de agrotóxicos pela dieta.
- Atualizar os dados de consumo de alimentos utilizados para o cálculo de ingestão de resíduos de agrotóxicos, utilizando a última Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Estimar a ingestão diária máxima teórica e identificar os agrotóxicos que apresentam maior risco de exposição crônica nas populações de diferentes regiões brasileiras.
- Refinar este estudo utilizando os dados de resíduos obtidos pelo PARA.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O homem pode se expor aos agrotóxicos durante a atividade agrícola, no controle de vetores, na indústria ou no ambiente doméstico e pelo consumo de alimento e água contendo resíduos destes compostos.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que anualmente ocorrem 3 milhões de casos de intoxicação aguda com agrotóxicos, mais de 735 mil casos de efeitos adversos crônicos, cerca de 37 mil casos de câncer e 220 mil mortes, incluindo suicídios (WHO, 1990). No Brasil, em 2009, foram notificados 5.253 mil casos de intoxicação por agrotóxicos (SINITOX, 2011), dado que pode estar subestimado devido à subnotificação no Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX) no país (MARQUES et al, 1995; Londres, 2011). Estes dados refletem, principalmente, as intoxicações agudas relacionadas à tentativa de suicídio ou à exposição ocupacional e acidentes (SINITOX, 2011).

Efeitos adversos advindos da exposição crônica são, porém, mais difíceis de serem identificados, principalmente quando esta exposição se dá pelo consumo de alimentos tratados, os quais, normalmente, contém resíduos de agrotóxicos ou de seus metabólitos. Neste contexto, é essencial conduzir estudos de avaliação do risco desta exposição para subsidiar ações regulatórias que visem à proteção da saúde da população.

3.1. ANÁLISE DO RISCO

Segundo Covello e Merkhofer (1993), risco é um conceito que envolve a possibilidade da ocorrência de um resultado adverso, a incerteza sobre esta ocorrência, o tempo, ou a magnitude desse resultado adverso. A análise do risco é um processo usado para controlar situações em que um organismo, sistema ou (sub)populações podem ser expostas a um perigo (WHO/IPCS, 2004). O processo envolve três componentes: avaliação, gerenciamento e comunicação do risco (WHO, 2009).

As metodologias de avaliação do risco de efeitos adversos causados por substâncias químicas se desenvolveram com maior intensidade a partir da década de 1970 (ALBERT, 1994), quando níveis aceitáveis para ingestão de compostos potencialmente cancerígenos em animais e humanos começaram a ser estabelecidos pelas agências reguladoras (FAUSTMAN e OMENN, 2008).

De acordo com documento do Programa Internacional de Segurança Química da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004, p. 14),

[...] avaliação do risco consiste em um processo destinado a calcular ou estimar o risco a um dado organismo alvo, sistema ou (sub)população, incluindo a identificação das incertezas esperadas, após a exposição a um agente particular, levando em consideração as características inerentes do agente e as características do sistema alvo.

A avaliação do risco de substâncias químicas envolve quatro etapas: identificação do dano/perigo, relação dose/resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco (NCR, 1983; WHO, 2004). A Figura 1 esquematiza as etapas de análise do risco e detalha os passos da avaliação do risco.

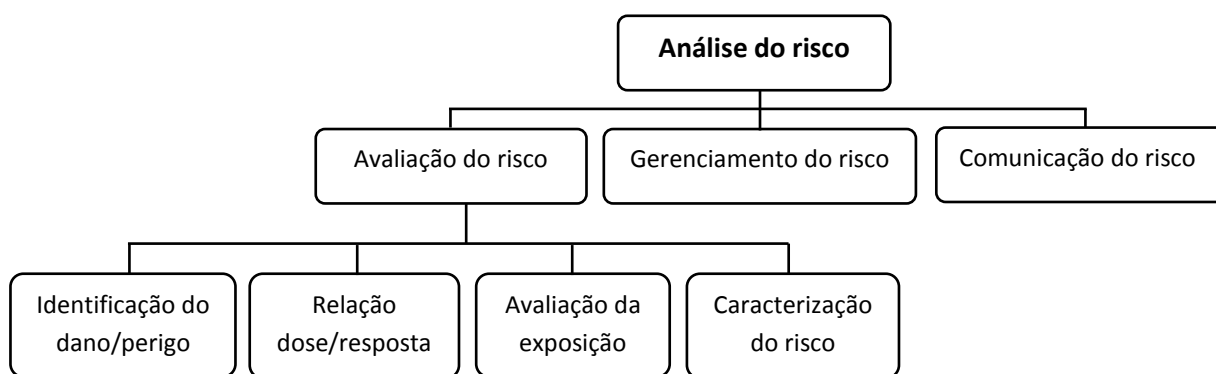


Figura 1– Etapas da análise e avaliação do risco.

Fonte: (JARDIM e CALDAS, 2009)

A gestão do risco é uma consequência da avaliação do risco, em que ocorre a implementação de políticas e procedimentos adequados para minimizar e controlar o perigo identificado. Enquanto a avaliação do risco se baseia em dados científicos, a gestão do risco considera outros aspectos como requisitos legais, considerações econômicas e fatores políticos (WALLACE, 2011).

O processo da gestão pondera alternativas mediante consulta às partes interessadas, considerando, além da avaliação do risco, outros fatores relevantes para a proteção da saúde dos consumidores e para a promoção de práticas comerciais justas. Nessa etapa da análise do risco podem ser adotadas medidas preventivas e de controle, como o estabelecimento ou revisão de LMR, incremento no monitoramento, requisitos de rotulagem, retirada do produto do mercado ou a proibição de importação (FAO/WHO, 2006).

A comunicação do risco pode ser definida como a troca interativa de informações entre avaliadores do risco, gestores, mídia, grupos de interesse e o público em geral (WHO, 2004). Inúmeras são as barreiras que a comunicação do risco precisa superar para atingir de forma adequada todos os interlocutores. A principal é o próprio risco, como o mesmo é medido, descrito e, em última instância, percebido. As pessoas têm percepções diferentes quanto à grandeza ou importância para um risco comunicado (HHS, 2002).

Ao mesmo tempo em que se deve enfatizar a separação funcional dos três componentes da avaliação do risco, deve-se garantir a interação entre os responsáveis em desempenhar cada papel. A separação funcional entre os avaliadores do risco e os gestores é essencial para garantir a objetividade científica do processo de avaliação do risco (FAO/WHO, 2006).

No âmbito internacional, a avaliação do risco da presença de agrotóxicos na dieta é conduzida pelo *Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues* (JMPR), que submete suas recomendações e conclusões ao Comitê do Codex sobre Resíduos de Agrotóxicos (*Codex Committee on Pesticide Residues* - CCPR), que atua como gestor do risco. Além de conduzir a avaliação do risco, o JMPR recomenda LMR ao Codex, e estabelece parâmetros de segurança para exposição crônica (IDA) e aguda (ARfD) (WHO, 2005).

A Alemanha é um exemplo de país que adota um sistema de análise do risco com divisão de papéis entre órgãos do governo: enquanto o Instituto Federal de Avaliação do Risco (*Bundesinstitut für Risikobewertung* - BfR) é responsável pela avaliação, as demais etapas da análise do risco são atribuições do Ministério de Proteção ao Consumidor, Alimentos e Agricultura (*Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz* - BMVEL). No Brasil, no que tange o escopo das substâncias registradas como agrotóxicos, a ANVISA assume a responsabilidade de atuar nas três etapas da análise do risco. A Agência mantém informações relevantes de cada ingrediente ativo em monografias de agrotóxicos publicadas no seu portal eletrônico (ANVISA, 2012a).

3.1.1. Identificação do Perigo

O objetivo da etapa de identificação do perigo no processo de avaliação do risco é identificar os potenciais efeitos adversos que uma substância pode causar no homem. Estas informações podem ser obtidas por meio de estudos da relação estrutura-atividade, testes *in vitro*, estudos epidemiológicos e, principalmente, de experimentos em animais de

laboratórios(FAUSTMAN e OMENN, 2008). A maioria dos países exigem que tais estudos sejam conduzidos segundo as Boas Práticas de Laboratório (BPL) e seguindo protocolos como os harmonizados pelos países membros da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (*Organization for Economic Co-Operation and Development*- OECD).

3.1.2. Relação Dose/Resposta

Nesta etapa, a partir de estudos laboratoriais *in vivo*, complementados por estudos *in vitro*, há a caracterização da relação entre a dose de um agente administrado e a natureza, incidência e severidade um efeito adverso(WHO, 2009). A partir da avaliação dos estudos é possível identificar, no estudo mais crítico, a menor dose em que um efeito adverso agudo ou crônico ocorreu, o LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), assim como, a maior dose na qual nenhum efeito adverso é observado, o NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*)(FAUSTMAN e OMENN, 2008).

Para se estimar a exposição crônica segura para a espécie humana a partir destes estudos, a dose correspondente ao NOAEL de um estudo crônico é dividida por um fator de incerteza, que leva em conta principalmente as variabilidades inter (fator de 10) e intra-espécie (fator de 10) para se calcular a Ingestão Diária Aceitável (IDA). O fator de incerteza pode ser maior que 100 (10 da variabilidade inter $\times$ 10 da variabilidade intraespécie) quando estudos são incompletos ou inadequados ou quando se pretende proteger subpopulações de maior susceptibilidade. Por outro lado, pode ser menor quando justificado por estudos de toxicocinética e toxicodinâmica ou se o efeito observado é reversível ou pouco severo(HERRMAN e YOUNES, 1999). O valor da IDA pode variar de acordo com a instituição que avalia os estudos, e pode ser alterado mediante reavaliações, mas durante o processo de avaliação do risco é razoável considerá-lo como constante.

3.1.3. Avaliação da Exposição na Dieta

A avaliação da exposição na dieta consiste em avaliar qualitativa e/ou quantitativamente a ingestão de agentes biológicos, químicos ou físicos pelo consumo de alimentos e outras fontes, quando relevantes (FAO/WHO, 2001).

A quantificação da exposição a um agente químico na dieta é obtida a partir de equação definida pelo somatório do produto da concentração do agente químico pelo

consumo do alimento, dividido pelo peso corpóreo (equação 3.1).Essa mesma equação geral pode ser utilizada para quantificar a exposição aguda e a crônica(WHO, 2005).

$$Exposição na dieta = \frac{\sum(Concentração do agrotóxico na dieta \times Consumo)}{Peso corpóreo} \quad (3.1)$$

De um modo geral, duas abordagens podem ser utilizadas para o cálculo da ingestão de resíduos de agrotóxicos na dieta:a determinística e a probabilística.

Na abordagem *determinística*, valores fixos, pontuais, de concentração do agente químico e do consumo de alimentos são utilizados no cálculo da ingestão, tais como: média, mediana, 97,5 percentil ou valor máximo(WHO, 2009).Este método é mais simples e rápido, mas presume que todos os indivíduos de uma população possuem o mesmo peso corpóreo e consomem a mesma quantidade de um alimento que contém sempre a mesma concentração da substância de interesse (EFSA, 2012). Apesar dessas limitações, a avaliação determinística da exposição, além de ser recomendada pela OMS (WHO, 1997),é importante para um diagnóstico inicial de uma situação de risco, indicando a necessidade de gerar dados adicionais para refinar o estudo (JARDIM e CALDAS, 2009).

Havendo necessidade de obter uma estimativa mais precisa e, principalmente quando existe a preocupação de entender a ingestão de resíduos em valores acima do valor da IDA,recomenda-se utilizar uma abordagem probabilística. Esta abordagem permite uma estimativa mais realista, pois considera que indivíduos experimentam diferentes níveis de exposição e possuem variabilidade no peso corpóreo e consumo. A exposição é avaliada utilizando uma distribuição de frequência que pode ser aplicada a toda população ou a segmentos específicos(WHO, 2005).

O enfoque probabilístico possui alguns modelos estatísticos, entre os quais, a estimativa de distribuição simples empírica, que pode ser aplicável na situação em que os dados de consumo individual são obtidos empiricamente a partir de pesquisas de consumo alimentar e as concentrações de resíduos em alimentos são consideradas fixas(WHO, 2005). Este modelo pode ser adequado caso o objetivo seja avaliar risco pela exposição crônica. Outros modelos, mais sofisticados, permitem trabalhar simulações com muitas variáveis. Um desses modelos é o “Monte Carlo”.

A decisão da abordagem a ser utilizada depende do propósito da avaliação e da qualidade dos dados de consumo. Se o enfoque for obter um cenário inicial, a determinística é suficiente e podem ser utilizadas as médias dos dados de consumo e de peso corpóreo. Por

outro lado, quando o objetivo é refinar os resultados e o avaliador possui dados de consumo e peso corpóreo de cada indivíduo da pesquisa de consumo, a abordagem probabilística passa a ser a mais recomendada(JARDIM e CALDAS, 2009).

3.1.3.1. Consumo de alimentos e peso corpóreo

O consumo de alimentos pode ser estimado, geralmente, a partir de três fontes: dados de balanço de produção de alimentos, como as 13 “Dietas Cluster” utilizada pelo JMPR no âmbito internacional, pesquisas nacionais de aquisição domiciliar e de consumo alimentar individual (EFSA, 2009; WHO, 2005; BANASIAK e SIEKE, 2008). As “Dietas Cluster” refletem a disponibilidade média de alimentos não processados para uma população. Entre as limitações desta base de dados, cita-se a impossibilidade de obter-se informações do consumo individual e de acessar o consumo de alimentos de subgrupos mais sensíveis da população, como crianças, idosos e gestantes (Kroes et al, 2002). Os dados de disponibilidade de alimento no domicílio reportam a quantidade de cada alimento adquirida pela família em um determinado período. A disponibilidade domiciliar não considera os alimentos consumidos fora do domicílio e o desperdício de alimentos (BYRD-BREDBENNER et al, 2000).

Segundo a OMS(2005), a situação ideal para obter a exposição de agentes químicos na dieta é calcular a exposição de cada indivíduo, utilizando o peso corpóreo e o consumo alimentar individual. Adicionalmente, recomenda que todos os países realizem pesquisas periódicas de consumo alimentar, preferencialmente focadas no consumo individual, que deve incluir também dados de peso corpóreo, sexo, idade, bem como, características socioeconômicas e demográficas, além de abranger subgrupos sensíveis como crianças pequenas e mulheres grávidas.

Quando os dados de peso corpóreo individual não são disponíveis ou quando não for possível correlacionar o peso do indivíduo com o consumo, o peso corpóreo médio para uma região ou país pode ser utilizado(WHO, 2005).

Existem outras abordagens para estimar dados de consumo, como o estudo de dieta duplicada em que a quantidade de cada alimento a ser consumido pelo indivíduo, a cada refeição, é pesada para se estimar o consumo total individual no período de 24 horas(JARDIM e CALDAS, 2009). Essa estratégia é a ideal para avaliar as exposições para

subgrupos da população, tais como vegetarianos, mães no período da amamentação e crianças (WHO, 2005).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem promovido a Pesquisa de Orçamento Alimentar (POF) desde 1995, que coleta dados de disponibilidade de alimentos em domicílios brasileiros. A POF 2008/2009, última pesquisa realizada, também contemplou uma subamostra com dados de consumo individual para indivíduos a partir de 10 anos de idade. O IBGE disponibiliza em seu portal na *internet* todas as informações, procedimentos, resultados brutos (microdados) e relatórios de cada pesquisa realizada.

3.1.3.2. Concentração do agrotóxico nos alimentos

Dependendo da disponibilidade de dados e do nível de refinamento da avaliação do risco, adota-se como a concentração de resíduos os valores obtidos de estudos de resíduos pré-registro (LMR) ou de monitoramento (WHO, 2005). No Brasil, os estudos seguem os critérios estabelecidos na Resolução da ANVISA RDC nº 4 de 18 de janeiro de 2012 (ANVISA, 2012b).

Quando o LMR é utilizado como concentração de agrotóxicos nos alimentos no cálculo da ingestão, esta é denominada Ingestão Diária Máxima Teórica (IDMT). Nesse cálculo é presumido que todos alimentos são consumidos com resíduos de agrotóxicos na concentração equivalente ao LMR. Quando disponível, recomenda-se utilizar como concentração de resíduo para avaliação do risco crônico a STMR (*Supervised Trial Median Residue*), que é o valor correspondente à mediana dos resíduos encontrados nos estudos de campo conduzidos em Boas Práticas Agrícolas (BPA) para uma determinada cultura agrícola (WHO, 1997).

Em estudos de monitoramento, amostras de alimentos coletadas aleatoriamente no comércio são analisadas, fornecendo dados que refletem melhor os níveis das substâncias nos alimentos que são consumidas pela população (WHO, 2005).

Os governos podem planejar os programas de monitoramento baseando-se no histórico de dados de consumo alimentar, exercícios de avaliação do risco e/ou em dados de utilização de agrotóxicos. O programa da União Europeia (UE) envolve todos os países membros e os resultados são disponibilizados em um relatório anual elaborado pela EFSA (KEIKOTLHAILE e SPANOGHE, 2011).

Nos Estados Unidos, o Serviço de Comercialização Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (MAS/USDA) é encarregado de coordenar um programa de

monitoramento de agrotóxicos em alimentos no país. Neste programa, são coletados tanto alimentos *in natura* como processados, e os resultados detalhados do monitoramento são mantidos públicos no portal da USDA na *internet*(USDA, 2013).

No Brasil, o Programa de Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) foi implementado pela ANVISA em 2001, e tem como objetivo avaliar continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos *in natura*. As amostras são coletadas no mercado varejista e remetidas aos laboratórios integrantes do Programa para análise de até 234 resíduos diferentes(ANVISA, 2011).Em 2012, o programa coletou,em todas as UF brasileiras, um total aproximado de 3.000 amostras distribuídas entre 13culturas agrícolas. O Ministério da Agricultura iniciou em 2009 o programa de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em produtos vegetais, no âmbito do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal (PNCRC/Vegetal). Nas coletas realizadas entre o 2º semestre de 2011 e 1º semestre de 2012 foram pesquisados até245 agrotóxicos em 753 amostras de24 diferentes culturas (BRASIL, 2013a). O programa tem como função inspecionar e fiscalizar a qualidade dos produtos de origem vegetal produzidos em todo o território nacional, destinados ao mercado interno e à exportação, em relação à ocorrência de resíduos de agrotóxicos e contaminantes químicos e biológicos (BRASIL, 2013b).

As metodologias utilizadas na análise de resíduos nos programas de monitoramento devem ser validadas nos laboratóriossegundo protocolos internacionalmente reconhecidos e, necessariamente, oslaboratórios devem ter implantado um sistema de gestão de garantia da qualidade seguindo requisitos como os da norma ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005).Os métodos e equipamentos utilizados nas análisesdevem permitir alcançarlimites de detecção (LOD) e de quantificação (LOQ) os mais baixos possíveis, para diminuir as incertezas no cálculo da exposição(JARDIM e CALDAS, 2009).

Kroese colaboradores (2002)sugerem duas opções para o tratamento de resíduosnão detectados: assume-se o valor como “zero” quando o LOD não significa uma concentração capaz de causar efeito adverso; presume-se que a amostra contém a quantidade de resíduo correspondente ao LOD ou à metade do LOD, quando é plausível a detecção de resíduo em uma determinada cultura e o resíduo possui uma toxicidade significativa, mesmo na concentração do LOD.

Corley (2003) sugere ainda que se um LOD não está claramente definido, mas existe um LOQ válido, um valor igual a metade do LOQ pode ser atribuído como LOD;se nem o LOD nem o LOQ são adequadamente definidos, então o menor valor validado

alcançado pelo método (*LowestLevelofMethodValidation* – LLMV) pode ser utilizado. Quando são verificados resíduos entre o LOD e LOQ sugere utilizar um valor de concentração equivalente à metade do LOQ. A OMS apresenta como alternativa mais conservadora utilizar o valor do LOD nas não detecções e do LOQ para os resíduos encontrados em concentrações inferiores ao LOQ. Nessa linha, caso o agrotóxico não tenha uso autorizado para uma determinada cultura agrícola, também considera razoável que as não detecções sejam quantificadas como “zero” (WHO, 2005). Independentemente do tratamento adotado para resíduos detectados em concentrações abaixo do LOQ, o impacto na exposição deve ser considerado ao longo do processo de avaliação do risco (WHO, 2005).

Além da estimativa de ingestão a um único agrotóxico, a exposição a compostos que apresentam o mesmo mecanismo de ação pode ser considerada aditiva. Nesse caso, a exposição cumulativa a um Grupo de Compostos com Mecanismo Comum (GCMC) pode ser estimada (FAUSTMAN e OMENN, 2008). Um exemplo é a inibição de acetilcolinesterase provocada por organofosforados (WHO, 2005). Outros grupos químicos que podem ser considerados para uma avaliação da exposição cumulativa incluem os ditiocarbamatos (EBDC e probinebe), piretróides e os triazóis (USEPA, 2001; EFSA, 2006; CALDAS et al, 2001; EFSA, 2013).

O efeito final da exposição a um GCMC equivale à soma dos efeitos de cada composto do grupo corrigido para sua potência tóxica equivalente com o fator de equivalência tóxica (FET). O FET de cada composto do grupo é calculado normalizando sua toxicidade em relação ao composto indicador (EFSA, 2006). O resíduo equivalente total é definido como a soma dos produtos da concentração de cada composto do grupo numa amostra multiplicado pelo seu FET, e expresso como o composto indicador (SAFE, 1998).

A avaliação do risco também pode considerar outras fontes de exposição a um agrotóxico ou a GCMC (exposição agregada), como a ocupacional, residencial e água potável, e as vias dérmica e inalatória (WHO, 1997; WHO, 2005). A Tabela 1 apresenta estimativas de exposição a vários agrotóxicos pelo consumo de água (Eq. 3.1) e o impacto desta exposição na IDA. Foi considerado como concentração de resíduo de agrotóxico na água o Valor Máximo Permitido (VMP) (BRASIL, 2012), consumo de 2 litros diários (WHO, 2002), e o peso corpóreo médio nacional de 58,34kg (POF 2008/2009). O consumo de água potável pode representar uma exposição de até 41% da IDA para o glifosato.

Tabela 1 – Impacto da exposição crônica na IDA considerando o VMP para os agrotóxicos que devem ser monitorados na água potável

IA	VMP ^a (mg/L)	Ingestão ^{oper} capita/dia (mg)	Ingestão Diária (mg/kg)	IDA ^b (mg/kg)	%IDA
Aldicarbe	0,01	0,02	0,00034	0,003	11%
Carbofurano	0,007	0,014	0,00024	0,002	12%
Clorpirifós	0,03	0,06	0,00103	0,01	10%
Carbendazim	0,12	0,24	0,00411	0,02	21%
2,4-d	0,03	0,06	0,00103	0,01	10%
Endossulfam	0,02	0,04	0,00069	0,006	11%
Glifosato	0,5	1,0	0,01714	0,042	41%
Mancozeb	0,18	0,36	0,00617	0,03	21%
Metamidofós	0,012	0,024	0,00041	0,004	10%
Parationa-metfílica	0,009	0,018	0,00031	0,003	10%
Permetrina	0,02	0,04	0,00069	0,05	1%
Profenofós	0,06	0,12	0,00206	0,01	21%
Trifluralina	0,02	0,04	0,00069	0,024	3%
Tebuconazol	0,18	0,36	0,00617	0,03	21%
Terbufós	0,0012	0,0024	0,00004	0,0002	21%
Média					15%

a) Portaria MS 2.914/12 (BRASIL, 2012); b) Monografias da ANVISA (ANVISA, 2012a)

3.1.4. Caracterização do Risco

A caracterização do risco pode ser definida como uma estimativa quantitativa ou semi-quantitativa, incluindo as incertezas inerentes, da ocorrência e da gravidade de efeitos adversos em uma população sob condições de exposição definidas, com base na identificação do perigo, caracterização do perigo e avaliação da exposição (EUROPEAN COMMISSION, 2000; OECD, 2003). É a etapa da avaliação do risco que integra as informações de exposição e caracterização do perigo, e visa fornecer informações para a tomada de decisão do gerenciador do risco (RENWICK, 2003). Risco pode existir quando a exposição ultrapassa o parâmetro de segurança (IDA, no caso de exposição oral crônica), ou % IDA é maior que 100 (WHO, 2005).

3.2. A AVALIAÇÃO DO RISCO NO PROCESSO DE REGISTRO DE AGROTÓXICOS

No Brasil, a IDMT é comparada com o valor da IDA a cada inclusão de cultura no registro de um ingrediente ativo. A IDMT é obtida pela equação 3.2. (WHO, 1997).

$$IDMT = \frac{\sum(LMR \times Consumo\ do\ alimento)}{Peso\ corpóreo} \quad (3.2)$$

Quando a IDMT extrapola a IDA, as medidas de gerenciamento a serem tomadas podem resultar em: 1) solicitação de novo aporte de estudos de resíduos, principalmente no caso de estudos antigos em que os LMR foram definidos como os limites de quantificação (LOQ); 2) indeferimento de novas inclusões de culturas e/ou 3) retirada de culturas já autorizadas nos registros de um produto. Nesses casos, também é indicado o refinamento do cálculo da exposição.

3.3. REFINAMENTO DA AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E RISCO

O refinamento do cálculo da exposição a resíduos de agrotóxicos na dieta pode ser conduzido substituindo o LMR por dados de resíduos obtidos de programas de monitoramento de alimentos. A utilização de dados de pesquisa de consumo individual de alimentos também é recomendada para o refinamento (WHO, 2005).

Considerando que os dados de monitoramento se referem aos resíduos encontrados nos alimentos como são comercializados, não como consumidos, o impacto do processamento também pode ser levado em conta na avaliação da exposição. Isto é relevante no caso dos frutos com cascas não comestíveis, como banana, citros e melão, e de alimentos que precisam ser cozidos antes do consumo, como o arroz e o feijão (WHO, 1997). Quando dados de resíduos no alimento pronto para ser consumido não estão disponíveis, pode-se aplicar ao resíduo no alimento não processado, o fator de processamento (FP) de cada procedimento. O arroz é um exemplo de uma cultura que passa por mais de um procedimento: descasque, lavagem e cocção (WHO, 1997). Em geral, o resíduo de agrotóxicos diminui com o processamento ($FP < 1$), mas pode aumentar nos procedimentos que resultam na concentração dos resíduos, como desidratação (uva passa, por exemplo), ou

em algumas frações advindo do processamento de cereais (farelo, por exemplo) (JARDIM E CALDAS, 2009; KEIKOTLHAILE e SPANOGHE, 2011). Em alguns casos, o processamento provoca a degradação do resíduo gerando substâncias mais tóxicas, como no caso da etilenotiureia formada pela degradação dos etilenobisditiocarbamatos (FAO/WHO, 1997).

A Figura 2 resume as etapas da avaliação do risco. No pré-registro, os resultados de estudos toxicológicos e de resíduos em culturas agrícolas permitem estimar a IDA e o LMR/STMR, respectivamente. Considerando que dados de consumo estão disponíveis, já no pré-registro é possível avaliar o risco comparando a IDMT com a IDA. O refinamento do cálculo da exposição pode ser obtido quando são utilizados dados de monitoramento e/ou o consumo é baseado em pesquisa de consumo individual. Novos estudos toxicológicos e de resíduos podem subsidiar a alteração do valor da IDA e do LMR/STMR, mesmo após o registro do agrotóxico.

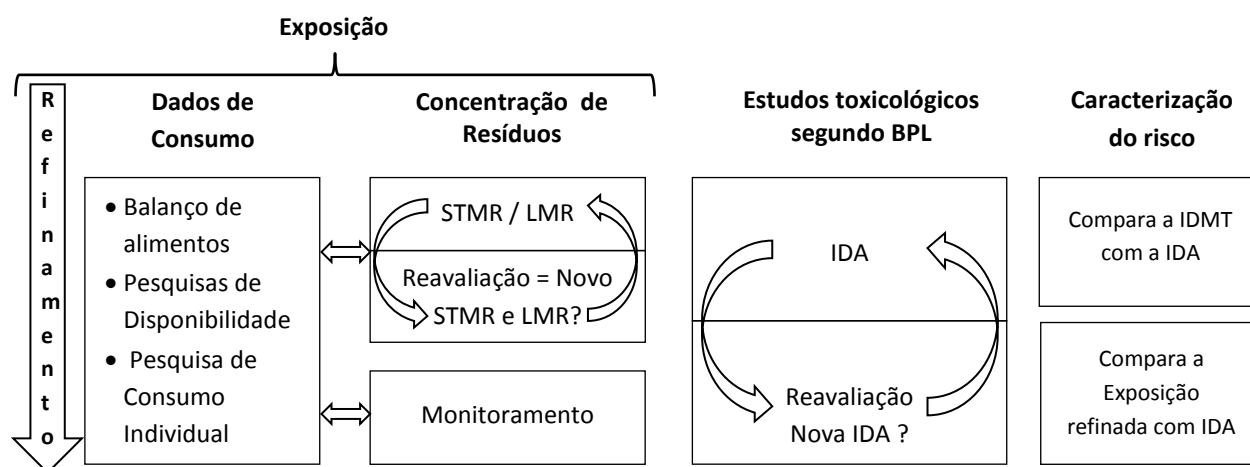


Figura 2– Esquema das etapas da avaliação do risco resultante da exposição crônica a resíduos de agrotóxicos na dieta

3.4. O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA AUXILIAR A AVALIAÇÃO DO RISCO

Ferramentas computacionais podem auxiliar a caracterização do risco da exposição a resíduos de agrotóxicos na dieta e têm sido utilizadas por agências e governos na tomada de decisões que se apoiam no processo de avaliação do risco. No âmbito internacional, o JMPR disponibiliza planilhas do programa *Microsoft Excel* contendo dados de consumo das dietas *Cluster* para todos os alimentos relevantes, que com fórmulas pré-definidas, permitem estimar a exposição aos agrotóxicos na dieta. A Comunidade Europeia disponibiliza e mantém

atualizado na *internet* um banco de dados, o *EU PesticidesDatabase*, que permite pesquisar parâmetros de segurança crônicos e agudos, bem como os LMR para cada ingrediente ativo. Além disso, é possível importar todos os dados para planilhas eletrônicas. A base é mantida no portal da Comissão Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

O BfR desenvolveu planilhas eletrônicas que importam os LMR disponibilizados no *EU PesticidesDatabase*. Tais planilhas apresentam valores médios de consumo para alimentos e de peso corpóreo obtidos de pesquisas de consumo. O sistema alemão leva em consideração o processamento de alimentos, como o cozimento. No total são 4 planilhas, sendo que duas são para avaliar o risco de exposição crônico e agudo em crianças de 2 a 5 anos de idade, enquanto as outras se referem a população entre 14 e 80 anos de idade. A partir dos dados presentes nas planilhas do BfR, dos LMR importados e do provimento de informações complementares, é possível calcular a exposição e compará-la com os parâmetros de segurança. O uso das planilhas permite uma avaliação do risco com uma abordagem determinística, e proporciona uma avaliação preliminar a fim de selecionar os ingredientes ativos que merecem maior atenção. Os arquivos estão disponíveis no portal do BfR (BfR, 2013).

No Brasil, informações toxicológicas e LMR de agrotóxicos estão disponíveis em monografias no portal eletrônico da ANVISA (ANVISA, 2012a). Estes documentos estão no formato de arquivo “PDF” e são atualizados quando necessário. O programa de monitoramento coordenado pela ANVISA, o PARA, também tem os resultados de análises divulgados no formato de relatórios e anexos no portal da Agência.

Para o avaliador seria interessante dispor de uma ferramenta única que aglutinasse todos os componentes da equação da exposição, permitindo trabalhar simultaneamente com vários ingredientes ativos, com IDMT e refinamentos da exposição, utilizando abordagens determinísticas e probabilísticas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. FONTE DOS DADOS

Os valores de consumo e de disponibilidade *per capita* de alimento no domicílio para cada uma das 27 Unidades Federativas brasileiras foram calculados a partir de arquivos contendo os registros no formato numérico ou “microdados” da POF 2008/2009 realizada de 19 de maio de 2008 a 18 de maio de 2009 (IBGE, 2011a).

Os relatórios, manuais com procedimentos detalhados e fontes dos dados estão disponíveis no portal eletrônico do IBGE (IBGE, 2011a). Os microdados contendo as características do domicílio e informações antropométricas dos moradores estão armazenados em um arquivo no formato texto denominado “T_MORADOR_S.txt”. Os dados de aquisição de alimentos encontram-se no arquivo “T_CADERNETA_DESPESA_S.txt”, enquanto os de consumo individual estão no arquivo “T_CONSUMO_S.txt”. No portal, ainda estão disponíveis arquivos que permitem interpretar o significado das variáveis armazenadas: arquivos “Layout com descrições.xls” e “Classificações POF 2008-2009”. Informações antropométricas, de aquisição e de consumo individual são codificadas respectivamente como POF1, POF3 e POF7. (IBGE, 2011b; IBGE, 2011c).

A POF 2008/2009 inclui 55.970 domicílios. Para cada informação de quantidade de produtos alimentares adquirida e informada em campo, o consumo diário foi obtido dividindo-se pelo número de dias pesquisados na Caderneta de Aquisição Coletiva (sete dias). No presente trabalho optou-se em desconsiderar os bebês de 0 a 2 anos como consumidores do domicílio, já que este grupo da população possui uma dieta diferenciada, com leite materno até o sexto mês de vida e, até o segundo ano, complementado por outros alimentos (WHO, 2001).

Os dados de consumo alimentar individual foram pesquisados para cada um dos 34.003 moradores com 10 anos ou mais de idade, durante dois dias não consecutivos em uma subamostra dos domicílios.

Os agrotóxicos, os valores das IDA, as culturas autorizadas e respectivos LMR foram obtidos das monografias publicadas pela ANVISA (ANVISA, 2012a).

Os LMRs das monografias e os resultados de monitoramento do PARA relativo ao período de 2009 a 2011 extraídos do Sistema de Gerenciamento de Amostras do PARA (SISGAP) foram considerados como concentrações de resíduos.

4.2. AGRUPAMENTO DOS DADOS EM UM BANCO DE DADOS RELACIONAL

Os dados relevantes para se caracterizar o risco da exposição a agrotóxicos na dieta (consumo, peso corpóreo, IDA, culturas autorizadas para uso agrícola e respectivos LMR,

resultados de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos) foram transferidos para o programa *Access* da empresa *Microsoft* versão 2010. Trata-se de um banco de dados relacional, baseado em uma interface gráfica e intuitiva. Estas características possibilitam que mesmo um indivíduo sem capacitação em programação elabore um banco de dados funcional.

O banco de dados relacional permite interligar campos chaves das várias tabelas por intermédio de códigos numéricos. Esse tipo de procedimento evita a redundância de dados e facilita a elaboração de consultas, que apresentam de forma dinâmica os resultados, à medida que os registros das tabelas com as fontes de dados são alteradas (MACHADO, 2003 *apud* COOD, 1970). O *Access* permite a elaboração de formulários, consultas e relatórios personalizados.

4.3. ESTIMATIVA DO PESO CORPÓREO MÉDIO

O peso corpóreo médio foi calculado separadamente para os indivíduos da amostra de aquisição domiciliar e da subamostra de consumo individualda POF 2008-2009 (IBGE, 2011b, 2011c). Na amostra de aquisição domiciliar, os bebês de 0 a 2 anos não foram incluídos no cálculo. Tanto para a POF3 como para a POF7 foram calculados o peso corpóreo médio para cada UF e para o Brasil.

4.3.1. Imputação dos Pesos das Mulheres Grávidas

O banco de dados da POF disponibilizados pelo IBGE (acessado em 10 de outubro 2012) não possui a informação do peso corpóreo de mulheres grávidas. O arquivo da POF denominado “Descrição dos Registros POF 2008-2009” justifica que as informações de antropometria para esta subpopulação ainda não tinham sido analisadas (IBGE, 2011a). Para considerar os dados de consumo das mulheres grávidas no cálculo da exposição crônica a agrotóxicos foi necessário estimar o peso corpóreo médio das mesmas. Como ponto de partida utilizou-se o peso médio por idade das não grávidas participantes da POF. Para calcular o ganho de peso gestacional, utilizou-se a recomendação do *Institute of Medicine* (IOM, 2009), que considera o ganho, em situações normais, variando de 11 a 16 kg. Tomou-se o ganho de peso médio de 13kg até o final da gestação, e para os cálculos assumiu-se um ganho médio de 6,5kg, tendo em vista que não há registro da semana gestacional em que se encontravam as grávidas no momento da entrevista. A Tabela

2apresenta o peso médio das mulheres não grávidas da POF apenas para as idades em que foi relatado gravidez por pelo menos uma participante da pesquisa. A partir do peso médio para cada idade de mulheres não gestantes, somou-se 6,5 kg para estimar o peso das grávidas.

Tabela 2– Estimativa do peso das mulheres grávidas participantes da POF

(Continua)

Idade	Mulheres não grávidas			Mulheres grávidas	
	N	Peso médio (kg)	DP	N	Peso médio (kg)
12	1768	44,7	9,3	1	51,2
13	1846	48,7	9,5	6	55,2
14	1852	51,5	9,6	19	58,0
15	1861	53,3	9,3	38	59,8
16	1629	54,2	8,8	57	60,7
17	1633	55,4	10,0	50	61,9
18	1605	56,6	10,0	78	63,1
19	1644	57,1	10,6	96	63,6
20	1650	58,5	11,0	109	65,0
21	1588	58,5	11,0	94	65,0
22	1589	59,7	11,6	108	66,2
23	1599	59,5	11,5	98	66,0
24	1508	60,5	11,6	82	67,0
25	1603	61,7	12,5	84	68,2
26	1676	60,8	11,3	106	67,3
27	1545	62,4	11,9	88	68,9
28	1569	62,0	11,7	79	68,5
29	1553	63,2	12,5	79	69,7
30	1560	63,2	12,5	67	69,7
31	1453	63,6	13,0	57	70,1
32	1443	63,6	12,9	44	70,1
33	1452	64,3	13,3	51	70,8
34	1385	63,9	13,0	44	70,4
35	1335	64,3	12,3	27	70,8
36	1365	65,2	13,5	35	71,7
37	1319	64,3	12,4	29	70,8
38	1397	64,7	12,5	23	71,2
39	1371	65,1	12,9	18	71,6
40	1364	65,5	12,9	7	72,0
41	1240	66,0	13,5	6	72,5
42	1324	65,3	12,2	5	71,8
43	1287	65,8	12,4	4	72,3
44	1323	65,5	13,0	1	72,0
45	1319	65,9	13,1	2	72,4
46	1231	65,5	12,5	1	72,0
48	1187	65,5	12,9	1	72,0

50	1132	66,2	13,5	2	72,7
57	892	67,3	13,8	1	73,8
60	809	65,5	13,5	1	72,0

DP: Desvio Padrão

4.4. ESTIMATIVAS DE CONSUMO E DISPONIBILIDADE DE CULTURAS AGRÍCOLAS A PARTIR DOS DADOS DA POF

A partir das pesquisas de aquisição alimentar (POF 3) e de consumo individual (POF 7) obteve-se, respectivamente, a disponibilidade e o consumo *per capita* de cada alimento de origem vegetal, que considera inclusive os domicílios ou indivíduos que não reportaram a aquisição ou o consumo do alimento (população total). Foi também calculado o consumo médio dos que efetivamente adquiriram ou consumiram um determinado alimento (consumidores). O consumo e disponibilidade para população total e para os consumidores foram calculados para as culturas que constam nas monografias da ANVISA, assim como, para as culturas semagrotóxicos autorizados.

O consumo e disponibilidade de alimentos foram estimados para todas as UF com a finalidade de comparar diferenças regionais de hábitos alimentares, que podem refletir em variações na ingestão de resíduos de agrotóxicos.

4.4.1. Migração dos Dados de Consumo de Alimentos e de Aquisição Domiciliar da POF para o Banco de Dados Relacional

Os arquivos contendo cada registro da POF são denominados pelo IBGE como “microdados”. Três arquivos, todos com dados numéricos, foram utilizados como fonte de dados: “T_MORADOR_S.txt”, “T_CADERNETA_DESPESA_S.txt” e “T_CONSUMO_S.txt”. Os campos contendo as variáveis de interesse foram migrados para o Access.

A delimitação e tamanho (quantidade de caracteres) das colunas que representam as variáveis de todas as Tabelas de dados da POF constam em um arquivo denominado “Layout com descrições.xls”.

A Figura 3 ilustra a janela do Access que surge após a seleção do arquivo de origem dos dados. A janela ilustrada na Figura 4 aparece após a seleção do botão “Avançado...” disponível na janela anterior. Nota-se que é possível selecionar e delimitar as colunas que serão importadas ao mesmo tempo em que são determinados os tipos de campo numérico

(byte, duplo, inteiro longo ou simples) e atribuídos nomes aos campos que serão gerados no Access.

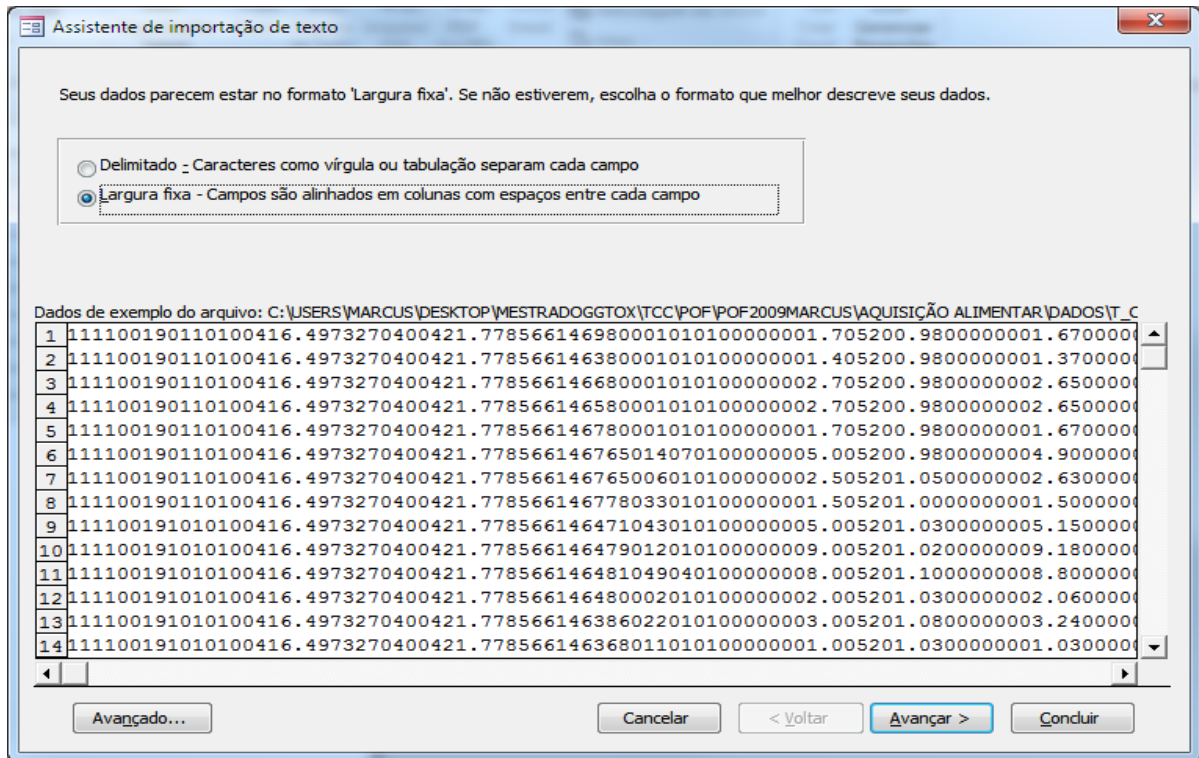


Figura 3 – Exemplo de importação de dados para uma base de dados do Access: 1ª etapa

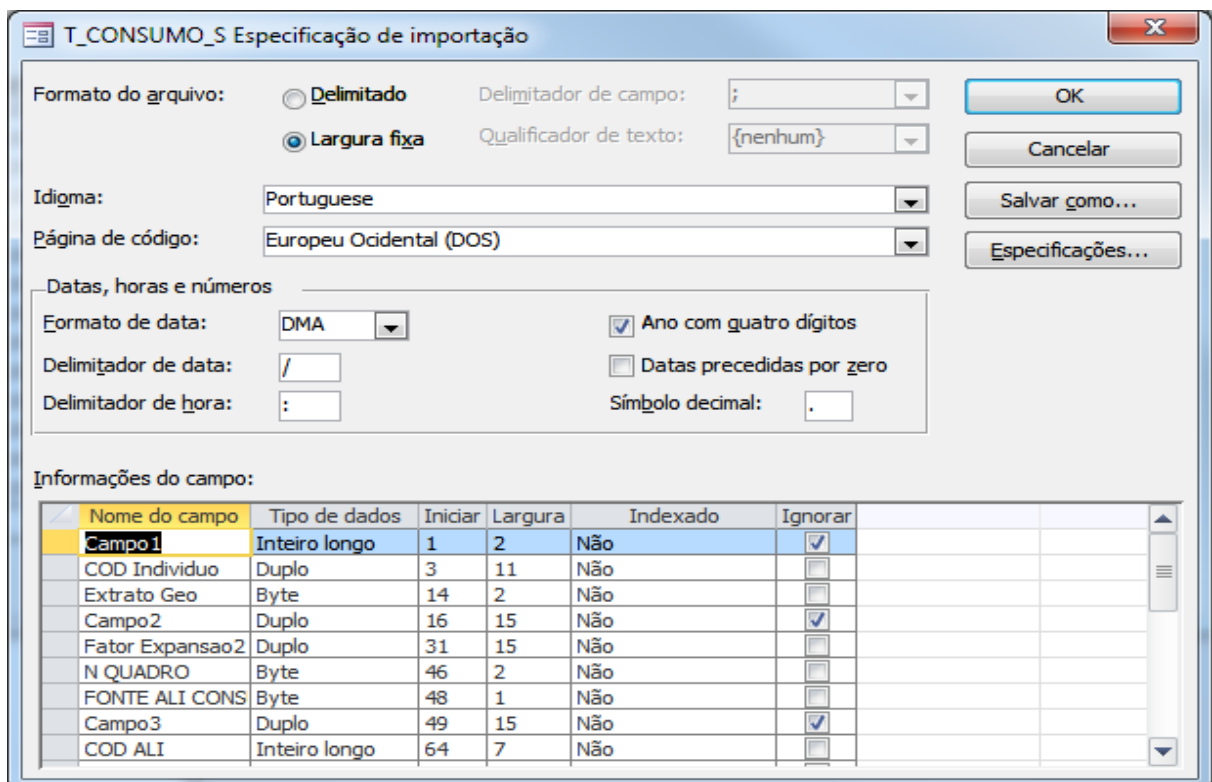


Figura 4 – Exemplo de importação de dados para uma base de dados do Access: 2ª etapa

O arquivo “T_MORADOR_S.txt” é uma tabela com as variáveis de cada morador dos domicílios participantes da POF, tais como: código para identificação do morador, código para identificação da unidade de consumo, idade, peso, sexo, quando feminino, se está grávida ou não. O Quadro 1 apresenta os campos deste arquivo que foram migrados para a base de dados.

Quadro 1–Campos do arquivo “T_MORADOR_S.txt” migrados para o Access

Variável	Formato	Tamanho	Decimais	Posição inicial
CÓDIGO DA UF	Numérico	2		3
NÚMERO SEQUENCIAL	Numérico	3		5
DV DO SEQUENCIAL	Numérico	1		8
NÚMERO DO DOMICÍLIO	Numérico	2		9
NÚMERO DA UC	Numérico	1		11
NÚMERO DO INFORMANTE	Numérico	2		12
FATOR DE EXPANSÃO 2 (AJUSTADO P/ ESTIMATIVAS)	Numérico	14	8	30
IDADE CALCULADA EM ANOS	Numérico	3		60
SEXO	Numérico	2		76
ESTÁ GRAVIDA	Numérico	2		160
PESO IMPUTADO	Numérico	5	1	192

Fonte: (IBGE, 2011a)

Para obter-se a identificação unívoca de cada unidade de consumo em um único campo foram agregados os dados contidos nas variáveis com as células sombreadas, que após a importação para o Access, passou a ser denominado “CÓDIGO DA UNIDADE DE CONSUMO”. Unidade de Consumo (UC) compreende um único morador ou conjunto de moradores que compartilham da mesma fonte de alimentação ou compartilham as despesas com moradia (IBGE, 2011b).

A partir do arquivo T_CADERNETA_DESPESA_S.txt foram selecionados dados de aquisição alimentar domiciliar (POF3), tais como código da UC, código do item (alimentar) e a quantidade final em quilogramas. O Quadro 2 elenca os campos desse arquivo migrados para o Access.

No arquivo “T_CONSUMO_S.txt”, que compreende a pesquisa de consumo individual (POF7), constam os dados de identificação do consumidor, o código do alimento, quantidade consumida em gramas. O campo denominado “Número do Quadro” permite separar o consumo no primeiro e no segundo dia de coleta de dados. Na POF 7, cada entrevistado relatou detalhadamente todo o alimento consumido durante 24h em dois dias não consecutivos. A “Fonte do Alimento Consumido” indica se o alimento foi consumido

dentro ou fora do domicílio (Quadro 3). Nos Quadros 2 e 3, os campos “CÓDIGO DO ITEM” e “CÓDIGO DO TIPO DE ALIMENTO” referem-se ao alimento adquirido / consumido. É possível identificar o alimento quando tais registros são relacionados aos de outra tabela que correlaciona cada alimento ao seu respectivo código. Tal tabela é obtida a partir dos arquivos: “Cadastro de Produtos do Consumo Alimentar POF 2008-2009.xls” e “Cadastro de Produtos POF 2008-2009.xls” (IBGE, 2011a), que também tiveram os dados migrados para o Access. O fator de expansão ou peso amostral associado para cada domicílio da subamostra permite a obtenção de estimativas das quantidades de interesse para as populações das UF e do Brasil (IBGE, 2011b; IBGE, 2011c).

Quadro 2– Campos do arquivo “T_CADERNETA_DESPESA_S.txt” migrados para o Access

Variável	Formato	Tamanho	Decimais	Posição inicial
CÓDIGO DA UF	Numérico	2		3
NÚMERO SEQUENCIAL	Numérico	3		5
DV DO SEQUENCIAL	Numérico	1		8
NÚMERO DO DOMICÍLIO	Numérico	2		9
NÚMERO DA UC	Numérico	1		11
FATOR DE EXPANSÃO 2 (AJUSTADO P/ ESTIMATIVAS)	Numérico	14	8	28
CÓDIGO DO ITEM	Numérico	5		46
QUANTIDADE FINAL EM KG	Numérico	8	3	150

Fonte: (IBGE, 2011a)

Quadro 3– Campos do arquivo “T_CONSUMO_S.txt” migrados para o Access

Variável	Formato	Tamanho	Decimais	Posição inicial
CÓDIGO DA UF	Numérico	2		3
NÚMERO SEQUENCIAL	Numérico	3		5
DV DO SEQUENCIAL	Numérico	1		8
NÚMERO DO DOMICÍLIO	Numérico	2		9
NÚMERO DA UC	Numérico	1		11
NÚMERO DO INFORMANTE	Numérico	2		12
FATOR DE EXPANSÃO POF 7 (DESENHO AMOSTRAL) 2	Numérico	15	8	31
NÚMERO DO QUADRO	Numérico	2		46
FONTE DO ALIMENTO CONSUMIDO	Numérico	1		48
CÓDIGO DO TIPO DE ALIMENTO	Numérico	7		64
QUANTIDADE FINAL EM GRAMAS	Numérico	8	3	144

Fonte: (IBGE, 2011a)

Os dados exportados para o Access são armazenados em tabelas conforme a Figura 5. Nota-se que o indivíduo, cujo código é o “11001910101”, consumiu diversos tipos e quantidades de alimentos reportados em dois dias de consumo reportados como N QUADRO 71 e 72.

ID_POF7	COD Indiv	N QUADRO	FONTE ALI CONS	COD ALI	QUANT g	Fator Expan
4	11001910101	72	1	8000105	50,000	2058,0582696
5	11001910101	71	1	8508401	80,000	2058,0582696
6	11001910101	71	1	7800302	100,000	2058,0582696
7	11001910101	71	1	6303102	35,000	2058,0582696
8	11001910101	72	1	7800302	110,000	2058,0582696
9	11001910101	72	1	8501303	240,000	2058,0582696
10	11001910101	71	1	6300201	63,000	2058,0582696
11	11001910101	71	1	8000105	50,000	2058,0582696
12	11001910101	71	1	7903801	150,000	2058,0582696
13	11001910102	72	1	8002334	200,000	2058,0582696
14	11001910102	71	1	6303102	70,000	2058,0582696
15	11001910102	71	1	8203501	240,000	2058,0582696

Figura 5– Tabela no Access com os dados de consumo individual importados da POF

As tabelas no Access estão interligadas por relações denominadas “um para muitos” (Figura 6).

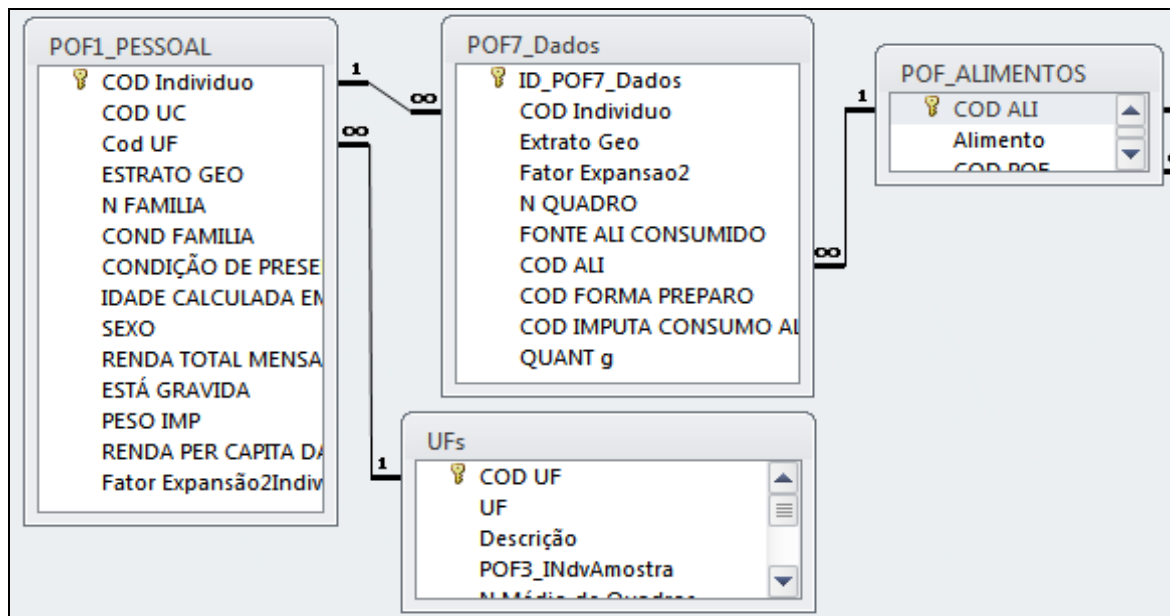


Figura 6– Exemplos de relacionamentos entre tabelas após a migração dos dados da POF

A relação entre a tabela “POF1_Pessoal” e a “POF7_Dados” significa que para cada indivíduo da “POF1_Pessoal” (nesta tabela cada linha representa um indivíduo entrevistado) podem existir vários registros (linhas) de consumo na tabela “POF7_Dados”. O uso de relações organizou os dados sem ocorrência de redundâncias, de forma a possibilitar

acriação de formulários e consultas contendo informações necessárias para a avaliação do risco.

4.4.2. Agrupamento dos Alimentos em Culturas Agrícolas como definidas nas monografias da ANVISA

O campo da tabela da POF relativo aos itens alimentares possibilita a inclusão de vegetais com variações de denominações regionais como o caso da mandioca (aipim, macaxeira), de alimentos preparados ou processados com apenas uma cultura de origem vegetal (beiju, farinha de mandioca), ou mesmo com várias culturas de origem vegetal, como o bolo de mandioca que pode ter como ingredientes básicos: trigo, mandioca, cana-de-açúcar e coco. O Quadro 4 ilustra alguns alimentos reportados nas POF3 e POF7 e identificados como mandioca ou com estaraiz na composição.

Nas monografias da Anvisa, os LMR estão estabelecidos somente para vegetais *in natura*. Para os 2.262 alimentos reportados como vegetais *in natura* ou contendo vegetais, mesmo que processados estimou-se o percentual de cada cultura agrícola na composição.

Quadro 4– Exemplo de itens alimentares considerados como mandioca ou contendo mandioca na composição

(continua)

Aipim	Farinha beiju	Mandioca sem casca
Aipim congelado para viagem	Farinha de agua	Mandioca vassourinha
Amido de mandioca	Farinha de araruta	Maniçoba
Arroz com mandioca	Farinha de carimã	Maniva
Arroz de cuxa	Farinha de copioba	Massa de beiju
Avoador	Farinha de mandi	Massa de macaxeira
Beiju	Farinha de mandioca	Massa de mandioca
Beiju de coco	Farinha de mandioca amarela	Massa de pão de queijo
Beiju de tapioca	Farinha de mandioca biju	Massa de puba
Biscoito de goma	Farinha de mandioca branca	Massa de tapioca
Biscoito de polvilho	Farinha de mandioca comum	Paçoca
Biscoito de polvilho doce	Farinha de mandioca crua	Paçoca diet
Biscoito de polvilho nao-especifi	Farinha de mandioca flocada	Paçoquinha de amendoim
Biscoito de polvilho sequilho	Farinha de mandioca misturada	Pão de aipim
Biscoito doce de polvilho	Farinha de mandioca temperada	Pão de macaxeira
Biscoito salgado de goma	Farinha de mandioca torrada	Pão de mandioca
Biscoito salgado de polvilho	Farinha de mesa	Pão de queijo
Biscoito salgado de polvilho light	Farinha de puba	Pão de queijo light
Bolacha de goma	Farinha de tapioca	Pão de queijo semipronto
Bolinho de aipim	Farinha não-especificada	Peta
Bolinho de polvilho para viagem	Farofa	Peta de goma
Bolinho de queijo	Farofa de banana	Peta de polvilho
Bolinho de tapioca para viagem	Farofa pronta	Pirão

Bolo de aipim	Fécula de mandioca	Polvilho azedo
Bolo de goma	Feijão tropeiro	Polvilho de mandioca
Bolo de macaxeira	Folha de aipim	Polvilho doce
Bolo de mandioca	Folha de macaxeira	Puba de mandioca
Bolo de tapioca	Folha de mandioca	Rosca de polvilho nao-especificad
Brevidade	Goma de mandioca	Rosquinha de polvilho nao-especif
Broa de goma	Goma de tapioca	Sagu de mandioca
Café com farinha	Macaxeira	Sagu de tapioca
Caldo de mandioca	Macaxeira frita para viagem	Sequilho
Carima de mandioca	Mandioca	Sequilho de polvilho
Chipa	Mandioca branca	Tapioca (beiju)
Creme de macaxeira	Mandioca cacau	Tapioca com coco
Cruera	Mandioca congelada para viagem	Tapioca de goma
Cuscuz de mandioca	Mandioca cozida para viagem	Tapioca goma
Cuscuz de tapioca	Mandioca doce	Tucupi em caldo sem pimenta
Cuxa	Mandioca mansa	Tutu

Fonte: POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a)

A Figura 7 exemplifica registros preenchidos no formulário do banco de dados utilizado para incluir os percentuais de culturas agrícolas, bem como, a fonte das informações. Adotou-se o seguinte critério de estimativa dos percentuais:

- 100% quando se trata da própria cultura agrícola mesmo com algum processamento(cana-de-açúcar, farinha de trigo; azeite de oliva; óleo de soja), deste que não signifique a diluição da mesma como ocorre em bebidas prontas como refrigerantes e sucos. Nessa situação, o campo “Referência” do formulário foi preenchido com os dizeres “Não se aplica”.
- outros percentuais:
 - ✓ quando se trata de um alimento contendo várias culturas agrícolas como ingredientes. Nesse caso, as referências foram informadas no formulário.
 - ✓ quando os percentuais foram obtidos na *internet*, a partir de receitas, o campo “Referência” foi preenchido com os dizeres “Estimativa sem referência”;
- não foram atribuídos percentuais para alimentos de composição não encontradas e para bebidas alcoólicas. Neste caso, o campo “Referência” foi preenchido com os dizeres: “Referência não encontrada”.

Alimento	COD POF	COD ALI	Referência	Referência - Complement
FEIJAO TROPEIRO	37	8506101	TACO_4_edicao_a	Feijão tropeiro mineiro
FEIJAO VAGEM	3	6705204	Não se Aplica	
FEIJAO VERDE	37	6301634	Não se Aplica	
FEIJAO VERDE EM VAGEM	3	6705203	Não se Aplica	
FEIJAO VERDE ORGANICO	37	6304034	Não se Aplica	
FEIJAO VERMELHO	3	6301702	Não se Aplica	
FEIJAO ZEBRINHA	3	6302105	Não se Aplica	
YOKAN (DOCE DE FEIJAO EM PASTA)	3	6901226	Estimativa sem Ref	

Produto	Composição
Feijão	28,49%
Mandioca	14,25%
Cebola	3,13%

Figura 7 - Formulário do banco de dados utilizado para incluir os percentuais culturas agrícolas nos alimentos

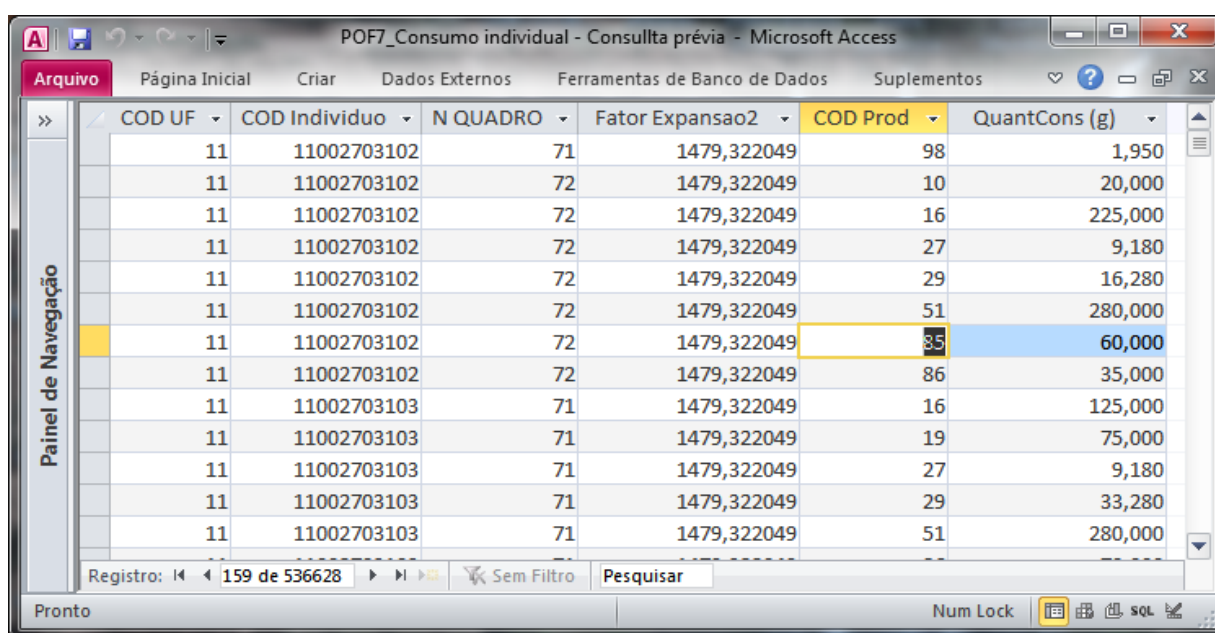
4.5. EXPANSÃO DO DADO AMOSTRAL DO IBGE PARA ESTIMAR PESO CORPÓREO E CONSUMO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

Cada domicílio/indivíduo pertencente à amostra da POF representa um determinado número de domicílio/indivíduos da população de onde esta amostra foi selecionada. Desta maneira, a cada domicílio/indivíduo está associado um peso amostral ou fator de expansão que permite a obtenção de estimativas das quantidades de interesse para o universo da pesquisa (IBGE, 2011b; IBGE, 2011c). A estimativa do consumo para a população expandida foi feita pelo somatório dos produtos do valor da variável pelo peso amostral associado à unidade de análise correspondente (domicílio ou indivíduo). Em seguida, o resultado é dividido pelo número de indivíduos da população (UF ou Brasil) correspondente à faixa etária pesquisada (idade acima de 2 anos para POF3 e acima de 9 anos para POF7). A Figura 8 apresenta os dados de consumo individual, com os fatores de expansão, dispostos em uma tabela do Access. A expansão das amostras foi efetuada com auxílio do programa “IBM SPSS Statistics versão 19”, utilizando a ferramenta para ponderação de casos (*weight cases*).

Quando aplicado o fator de expansão aos resultados da POF3 obtêm-se as estimativas de peso corpóreo médio e consumo *per capita* para a população brasileira a partir de 3 anos de idade, que perfazem 171.994.235 indivíduos. Quando utilizado na POF7 (≥ 10 anos) esta população é de 160.511.094 indivíduos.

O fator de expansão também foi utilizado para comparar o percentual da população com exposição (IDMT e IDTR) acima do valor da IDA.

Todos os cálculos e estimativas realizados como auxílio do Access SPSS foram validados no *Excel* em subamostras da população ou para um alimento com elevado consumo e disponibilidade.



COD UF	COD Individuo	N QUADRO	Fator Expansao2	COD Prod	QuantCons (g)
11	11002703102	71	1479,322049	98	1,950
11	11002703102	72	1479,322049	10	20,000
11	11002703102	72	1479,322049	16	225,000
11	11002703102	72	1479,322049	27	9,180
11	11002703102	72	1479,322049	29	16,280
11	11002703102	72	1479,322049	51	280,000
11	11002703102	72	1479,322049	85	60,000
11	11002703102	72	1479,322049	86	35,000
11	11002703103	71	1479,322049	16	125,000
11	11002703103	71	1479,322049	19	75,000
11	11002703103	71	1479,322049	27	9,180
11	11002703103	71	1479,322049	29	33,280
11	11002703103	71	1479,322049	51	280,000

Figura 8– Tabela do Access com registros de quantidades diárias de consumo de alimentos agregados em culturas agrícolas por indivíduo e respectivos fatores de expansão

4.6. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

A avaliação da exposição foi realizada em duas etapas. Inicialmente foi calculada a IDMT. Na segunda etapa foi realizado o refinamento do estudo da exposição dietética e calculada a Ingestão Diária Total Refinada (IDTR) utilizando os dados do PARA como concentração de resíduos.

4.6.1. IDMT

A concentração do resíduo do agrotóxico no alimento foi obtida dos LMR atualizado até o dia 1 de novembro de 2012. A Figura 9 apresenta o formulário utilizado para

inclusão de dados das monografias no *Access*. O formulário é uma interface que permite o usuário incluir indiretamente os registros em tabelas que se relacionam. Por exemplo, tabelas com informações específicas do ingrediente ativo estão associadas a outras com dados de culturas autorizadas e respectivos LMR, tipo de emprego (agrícola, domissanitário, não agrícola), entre outras.

Cod_Mono: A29

IA: Acetamiprido

IA (Inglês): Acetamiprid

Grupo Químico: Neonicotinóide

Nº CAS: 135410-20-7 **MM:** 222,67

Fórmula bruta: C10H11ClN4

Nome Químico: (E)-N1-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N2-cyano-N1-methylacetamidine

Situação registro: Registrado

IDA: 0,024 **IDA Ajustada:** 0,024 **mg/kg p.c.:** **Classe Tox:** III

Fórmula Estrutural:

Def. Resíduo **Impurezas** **Emprego** **Uso agrícola** **Classe Agronômica** **Histórico** **Estudos Toxicológicos**

Produto (Mono)	LMR - Anvisa	Modalidade Imprego	Intervalo Seg	Usuário	Data Alteração
Algodão	1	Foliar	7		
Algodão	1	Sementes			
Arroz	0,05	Sementes			
Batata	0,5	Foliar	7		
Café	0,2	Foliar	30		
Citros	0,5	Tronco	60		
Eucalipto		Foliar			
Feijão	0,1	Foliar	7		
Maça	0,1	Foliar	7		
Mamão	0,1	Foliar	5		

Registro: 14 29 de 634 Não Filtrado Pesquisar

Figura 9– Formulário utilizado para a inclusão dos dados das monografias da ANVISA no banco de dados

O

Quadro 5 – Ingredientes Ativos com IDA estabelecidas e registrados no Brasil para uso agrícola

(continua)

apresenta os ingredientes ativos de uso agrícola registrados no Brasil que apresentam IDA e LMR informados nas monografias da ANVISA, e para os quais foi estimada a IDMT.

Quadro 5 – Ingredientes Ativos com IDA estabelecidas e registrados no Brasil para uso agrícola

(continua)

2,4-d	Ditianona	Lufeniurum
Aclonifem	Dodina	Malationa
Abamectina	Edifenfós	Mancozebe
Acefato	Endossulfam	Mandipropamida
Acetamiprido	Epoxiconazol	Mesossulfurom-metílico
Acibenzolar-s-metílico	Esfenvalerato	Mesotriona
Aldicarbe	Espinosade	Metalaxil-m
Amicarbazona	Espirodiclofeno	Metamidofós
Aminopirralide	Espiromesifeno	Metamitrona
Amitraz	Etefom	Metconazol
Anilazina	Etiona	Metidationa
Asulam	Etiprole	Metiocarbe
Azinsulfurom	Etofenproxi	Metiram
Azociclotina	Etoprofós	Metoxifenoazida
Azoxistrobina	Etoxazol	Metsulfurom-metílico
Benalaxil	Etoxissulfurom	Mevinfós
Bentazona	Famoxadona	Miclobutanil
Bentiavalicarbeisopropílico	Fenamidona	Milbemectina
Benziladenina	Fenamifós	Novalurom
Beta-ciflutrina	Fenarimol	Octanoato de ioxinila
Beta-cipermetrina	Fenitrotriona	Ortossulfamurom
Bifentrina	Fenotiol	Oxadiargil
Bitertanol	Fenoxaprope-p	Óxido de fembutatina
Boscalida	Fenoxaprope-p-etílico	Paclobutrazol
Bromopropilato	Fenpiroximato	Paraquate
Buprofenzina	Fenpropatrina	Parationa-metílica
Cadusafós	Fenpropimorfe	Penoxsulam
Captana	Fentina	Permetrina
Carbaril	Fentiona	Picoxistrobina
Carbendazim	Fipronil	Pimetrozina
Carbofurano	Flazassulfurom	Piraclostrobina
Carbosulfano	Flonicamida	Piraflufem
Carboxina	Fluasifope-p	Piraflufem-etílico
Carfentrazona-etílica	Fluasifope-p-butílico	Pirimicarbe
Carpropamida	Flubendiamida	Pirimifós-metílico
Cialofope butílico	Fludioxonil	Piriproxifem
Ciazofamida	Flufenpir-etílico	Procimidona
Ciflutrina	Flumicloraque-pentílico	Procloraz
Cihexatina	Flumioxazina	Proexadona cálcica
Cimoxanil	Fluopicolida	Profenofós
Cipermetrina	Fluquinconazol	Propamocarbe
Ciproconazol	Fluridona	Propiconazol
Ciromazina	Flutriafol	Propinebe
Cletodim	Folpete	Protioconazol
Clodinafope-propargil	Foransulfurom	Quinometionato
Clofentezina	Forato	Saflufenacil
Cloransulam-metílico	Formetanato	Spinetoram

Clorantraniliprole	Fosfeto de alumínio	Sulfentrazone
--------------------	---------------------	---------------

Quadro 5 – Ingredientes Ativos com IDA estabelecidas e registrados no Brasil para uso agrícola

(conclusão)

Cloreto de cloromequate	Fosfeto de magnésio	Sulfometurom-metílico
Clorfenapir	Fosfina	Tebuconazol
Cloridrato de aviglicina	Fosmete	Tebupirinfós
Cloridrato de propamocarbe	Gama-cialotrina	Teflubenzurom
Clorodrato de formetanato	Geraniol	Tembotriona
Clorotalonil	Glifosato	Terbufós
Clorpirifós	Glufosinato-sal de amônio	Tiabendazol
Clotianidina	Haloxifope-p-metílico	Tiacloprido
Cresoxim-metílico	Hexaconazol	Tiametoxam
Cromafenozida	Hexitiazoxi	Tifluzamida
Deltametrina	Hidrazidamalêica	Tiodicarbe
Diafentiurom	Imazalil	Tiofanato-metílico
Diazinona	Imazapir	Tiram
Dibrometodediquate	Imazaquim	Triadimefom
Diclorana	Imazetapir	Triadimenol
Dicloreto de paraquate	Imidacloprido	Triazofós
Diclosulam	Iminoctadinatris(albesilato)	Trifloxissulfurom
Dicofol	Indoxacarbe	Trifloxissulfurom-sódico
Difenoconazol	Iodosulfurom-metílico-sódico	Trifloxistrobina
Diflubenzurom	Iprodiona	Triflumurom
Diflufenicam	Iprodiona	Trifluralina
Dimetenamida -p	Iprovalicarbe	Triforina
Dimetoato	Isoxaflutol	Zeta-cipermetrina
Dinocape	Lambda-cialotrina	Zoxamida
Dissulfotom		
Total: 217 ingredientes ativos		

Fonte: Monografias de agrotóxicos(ANVISA, 2012a)

4.6.2. Refinamento da Avaliação da Exposição com Dados do PARA

Para o refinamento da IDMT foram utilizados dados de monitoramento do PARA entre 2009 e 2011. No período, o programa monitorou 7.246 amostras distribuídas em 20 culturas agrícolas (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade de amostras analisadas e total de ingrediente ativos pesquisados pelo PARA entre 2009 e 2011

Cultura agrícola	Amostras analisadas	Ingredientes ativos*
Abacaxi	267	128
Alface	403	89
Arroz	472	133
Banana	170	67
Batata	310	60

Cultura agrícola	Amostras analisadas	Ingredientes ativos*
Beterraba	316	128
Cebola	291	61
Cenoura	458	123
Citros	294	125
Couve	273	146
Feijão	534	132
Maçã	316	74
Mamão	509	143
Manga	285	120
Morango	240	84
Pepino	482	131
Pimentão	524	93
Repolho	293	107
Tomate	436	102
Uva	373	159
Total / Média	7.246	110

*: Foram considerados ingredientes ativos pesquisados em pelo menos 1 dos 3 anos de monitoramento, registrados, com IDA e com LMR estabelecido para pelo menos uma cultura agrícola.

Fonte: Monografias da ANVISA (<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/i>) e Lista de referência de LMR para as culturas do PARA (<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/z>)

Os critérios adotados para a imputação de valores de concentração de resíduos, quando os resultados do PARA indicam resíduos abaixo do LOD (limite de detecção) ou do LOQ (limite de quantificação) da metodologia analítica, estão ilustrados no Quadro 6. Após este ajuste, foi calculada a concentração média de resíduo para cada cultura, considerando apenas o(s) ano(s) em que o ingrediente ativo foi pesquisado pelo programa.

Quadro 6 – Critérios adotados para quantificar os resíduos pesquisados pelo PARA

Cultura com uso autorizado no Brasil para o ingrediente ativo	Resultado da análise	Resultado adotado
Não	$X < \text{LOD}$	Zero
Sim	$X < \text{LOD}$	LOD
Sim / Não	$\text{LOD} \leq X \leq \text{LOQ}$	LOQ

LOD: Limite de detecção / LOQ: Limite de quantificação

O Quadro 7 lista os ingredientes ativos monitorados pelo PARA em que a Ingestão Diária Total Refinada (IDTR) foi calculada. Nas culturas agrícolas em que os ingredientes ativos não foram pesquisados pelo PARA, foram mantidos os valores dos LMR para o cálculo da IDTR.

Quadro 7–Ingredientes Ativos, monitorados pelo PARA (2009 – 2011), com IDA estabelecidas e registrados no Brasil para uso agrícola.

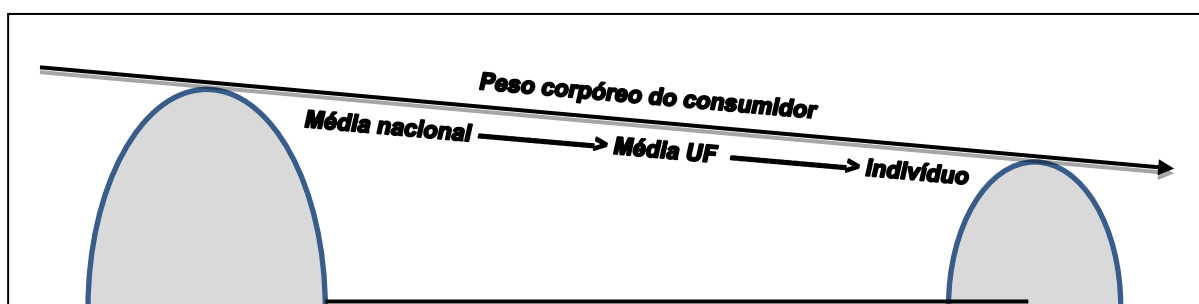
(continua)

2,4-d	Difenoconazol	Lambda-cialotrina
-------	---------------	-------------------

Abamectina	Diflubenzurom	Malationa
Acefato	Dimetoato	Metalaxil-m
Acetamiprido	Dissulfotom	Metamidofós
Acibenzolar-s-metílico	Ditiocarbamato (CS ₂)	Metamitrona
Aldicarbe	Endossulfam	Metconazol
Asulam	Epoxiconazol	Metidationa
Azoxistrobina	Esfenvalerato	Metiocarbe
Benalaxil	Espinosade	Metoxifenoazida
Beta-ciflutrina	Espirodiclofeno	Mevinfós
Beta-cipermetrina	Espiromesifeno	Miclobutanil
Bifentrina	Etefom	Paclobutrazol
Bitertanol	Etiona	Parationa-metílica
Boscalida	Etofenproxi	Permetrina
Bromopropilato	Etoprofós	Picoxistrobina
Buprofenzina	Famoxadona	Piraclostrobina
Cadusafós	Fenamifós	Pirimicarbe
Captana	Fenarimol	Pirimifós-metílico
Carbaril	Fenitrotona	Piriproximem
Carbendazim	Fenpiroximato	Procimidona
Carbofurano	Fenpropatrina	Procloraz
Carbosulfano	Fenpropimorfe	Profenofós
Carboxina	Fentiona	Propamocarbe
Ciazofamida	Fipronil	Propiconazol
Ciflutrina	Flazassulfurom	Sulfentrazona
Cimoxanil	Fluasifope-p-butílico	Sulfometurom-metílico
Cipermetrina	Fluquinconazol	Tebuconazol
Ciproconazol	Flutriafol	Terbufós
Ciromazina	Folpete	Tiabendazol
Cletodim	Forato	Tiacloprido
Clofentezina	Fosmete	Tiametoxam
Clorfenapir	Hexaconazol	Tiodicarbe
Clorotalonil	Hexitiazoxi	Triadimefom
Clorpirifós	Imazalil	Triadimenol
Clotianidina	Imidacloprido	Triazofós
Cresoxim-metílico	Indoxacarbe	Trifloxissulfurom
Deltametrina	Iprodiona	Trifloxistrobina
Diafentiurom	Iprodiona	Trifluralina
Diazinona	Iprovalicarbe	Zoxamida
Dicofol		
Total: 118 ingredientes ativos		

Fontes: Monografias de agrotóxicos(ANVISA, 2012a) e Lista de Referência de LMR para as Culturas do PARA (<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/t/z>)

A Figura 10esquematiza a avaliação da exposição a resíduos de agrotóxicos na dieta e os critérios de refinamento utilizados neste trabalho.



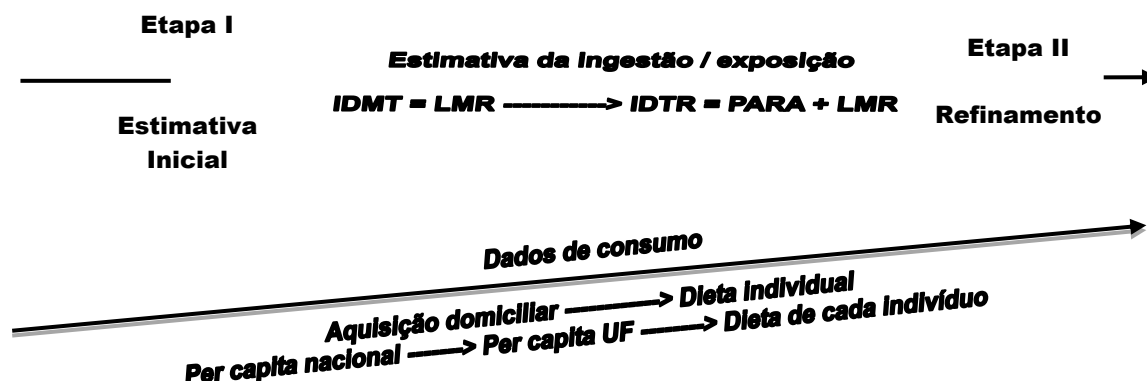


Figura 10 – Critérios adotados para o refinamento da avaliação da exposição a partir dos dados da POF, PARA e monografias da ANVISA

Fonte: Adaptada de “Report of a Joint FAO/WHO Consultation” (WHO, 2005, p. 32)

4.7. CARACTERIZAÇÃO DO RISCO

A caracterização do risco crônico devido à exposição de agrotóxicos na dieta foi realizada comparando-se a ingestão diária do resíduo (IDMT e IDTR) destas substâncias com a IDA presente nas monografias publicadas no portal eletrônico da ANVISA. Este processo foi realizado considerando a aquisição (POF3) e o consumo (POF7) *per capita* brasileiro e para cada UF.

No presente trabalho optou-se por apresentar os resultados de ingredientes ativos com as estimativas de maiores ingestões. Dessa forma, foram reportados os agrotóxicos com IDMT com valores iguais ou superiores a 80% da IDA e com IDTR com valores iguais ou superiores a 15% da IDA.

Adicionalmente, a partir da pesquisa de consumo alimentar individual, comparou-se a IDA com a ingestão de resíduos (IDMT e IDTR) de cada entrevistado. O uso do fator de expansão das amostras possibilitou estimar o percentual das populações nacional e do estado com IDMT superior à IDA. Para a IDTR, também foi considerado o percentual das populações que superaram 80% da IDA para auxiliar a tomada de decisão pelos gestores do risco, que podem avaliar a necessidade de maior refinamento antes de parcelas significativas da população apresentarem exposição superior à IDA.

Ainda utilizando os dados da POF7, para os ingredientes ativos que apresentaram as maiores IDTR foram avaliadas as contribuições das fontes dos dados da concentração de resíduo (dados de monitoramento e LMR) utilizadas para o cálculo da IDTR nas UF com

maior número de indivíduos em que a IDTR atingiu 80% da IDA. Com auxílio do programa estatístico SPSS estimou-se as IDTR em vários percentis.

Os dados das monografias de agrotóxicos, de monitoramento e de consumo/disponibilidade alimentar foram todos armazenados no banco de dados em tabelas relacionadas entre si, possibilitando a elaboração de consultas utilizadas para os cálculos de ingestão e para a caracterização do risco seguindo as etapas e abordagens propostas. A Figura 11 apresenta as relações das principais tabelas do banco de dados.

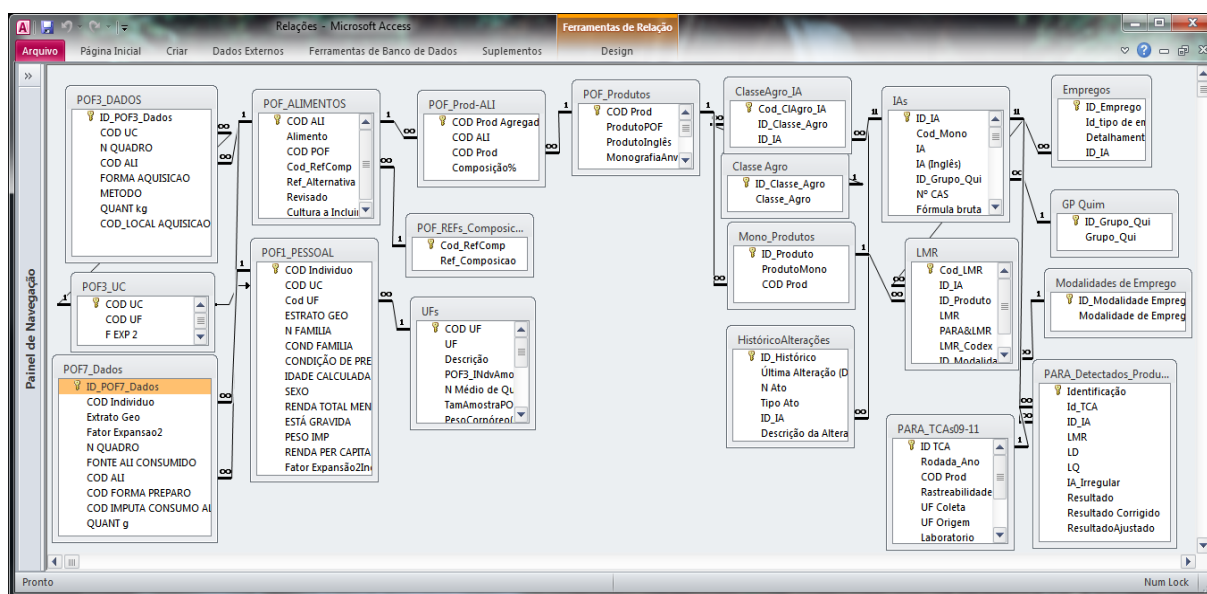


Figura 11– Relacionamentos entre as Tabelas contendo os dados das monografias da ANVISA, consumo alimentar e do programa de monitoramento

4.8. PARTICULARIDADES DOS FUNGICIDAS DITIOCARBAMATOS

A metodologia analítica utilizada nos estudos e no monitoramento de resíduo de ditiocarbamatos é baseada na quantificação de CS₂ liberado pela reação de hidrólise ácida (CESNIK e GREGORCIC, 2006; DE KOK e BODEGRAVEN, 2000).

Atualmente, no Brasil estão registrados cinco agrotóxicos do grupo dos ditiocarbamatos: mancozebe, metiram, propinebe, metam-sódico e tiram. De acordo com o Quadro 8, os dois últimos foram os menos comercializados no segundo semestre de 2010 e primeiro de 2011, além de terem uso autorizado respectivamente para controle de formigas (aplicação no solo) e aplicação em sementes de algumas culturas / no solo para batata (ANVISA, 2012a). A partir dessas informações, é razoável considerar que o CS₂

detectado em monitoramento seja proveniente dos três primeiros agrotóxicos que possuem indicação de uso foliar.

O mancozebe e o metiram pertencem ao grupo químico etilenobisditiocarbamato (EBDC) e possuem o mesmo mecanismo de ação que o propinebe para efeito adverso na tireóide (USEPA, 2001; FAO/WHO, 1997). No Brasil, o mancozebe e o metiram têm a mesma IDA de 0,03mg/kg ou 0,017mg/kg de CS₂ (1 mol de ditiocarbamato leva a produção de dois moles de CS₂). O propinebe é o mais potente para efeitos na tireóide, pois em estudos crônicos, o NOAEL é 1,92 vezes menor. A exposição cumulativa para os três compostos foi calculada considerando o mancozebe como referência e o Fator de Equivalência Tóxica (*Toxicity Equivalence Factor* – TEF) parametrizam como 1,00 e para o propinebe como 1,92 (CALDAS, TRESSOU e BOON, 2006).

A partir de dados de comercialização de produtos formulados de agrotóxicos, de acesso restrito aos técnicos da ANVISA, foi possível estimar os quantitativos dos ingredientes ativos comercializados entre o 2º semestre de 2010 e o 1º semestre de 2011. Constatou-se que o propinebe representa 7% do volume comercializado dos três ingredientes ativos com o mesmo mecanismo de ação (Quadro 8). Esta informação foi considerada para estimar a exposição cumulativa.

Quadro 8 – Dados de comercialização de ingredientes ativos do grupo dos ditiocarbamatos registrados no Brasil.

Ingrediente ativo	Grupo Químico	Comercialização (kg)		
		2/2010 (1)	1/2011 (2)	(1) +(2)
Mancozebe	Etilenobisditiocarbamato	2.955.267,17	1.560.468,18	4.515.735,36
Metam-sódico	Monometilditiocarbamato	57.248,79	33.882,10	91.130,88
Metiram	Etilenobisditiocarbamato	728.150,90	160.812,80	888.963,70
Propinebe	Propilenobisditiocarbamato	246.130,91	157.180,95	403.311,86
Tiram	Dimetilditiocarbamato	194.900,28	162.085,81	356.986,09

Fonte: Dados de comercialização de produtos formulados de agrotóxicos nos 2º semestre/2010 e 1º semestre/2011. Informações de produtos formulados de acesso restrito aos técnicos da ANVISA e agrupados em ingredientes ativos pelo próprio autor.

A caracterização do risco da exposição cumulativa dos EBDC e propinebe foi realizada conforme a Equação 4.1. No cálculo da IDMT foram considerados os LMR das culturas autorizadas para o mancozebe ou metiram ou propinebe expressos em mg/kg de CS₂ independentemente se a cultura tem uso autorizado para um ou todos os três ingredientes ativos. A IDTR foi calculada substituindo os valores dos LMR pelos dados de monitoramento, quando disponíveis.

$$\% \text{IDA}_{\text{CS}_2} (93\% \text{ EBDC} + 7\% \text{ PB}) = (\text{ingestão}_{\text{CS}_2} \times 0,93 + \text{ingestão}_{\text{CS}_2} \times 0,07 \times 1,92) \times 100 / 0,017 \quad (4.1)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ESTIMATIVA DO PESO CORPÓREO MÉDIO

A Tabela 4 ilustra os valores estimados para os pesos corpóreos médios das populações de cada UF e do Brasil. A primeira coluna reflete a estimativa a partir de todos os consumidores residentes nos domicílios visitados pela POF. A segunda está restrita às médias dos moradores que participaram da pesquisa de aquisição alimentar (> 2 anos). A última refere-se aos entrevistados pela pesquisa de consumo individual (≥ 10 anos).

O peso corpóreo médio do brasileiro estimado pela POF 2008/2009 foi de 58,34 kg (inclui indivíduos abaixo de 2 anos), valor inferior aos 60 kg recomendado pela OMS para ser utilizado na ausência de dados de pesquisas antropométricas realizadas pelos países (WHO, 1997). Nas UF, observou-se variações de 13% inferior a 7% superior à média nacional. Nas três situações, o Rio Grande do Sul apresentou o maior peso corpóreo médio, em torno de 7% superior ao nacional. A média do Maranhão foi a menor, 13% inferior à nacional (POF 1).

Tabela 4 – Estimativa de peso corpóreo médio, em kg, para as populações do Brasil e UF a partir da POF 2008 - 2009

UF	POF Geral (POF 1) Todos indivíduos		Aquisição Domiciliar (POF 3) > 2 anos		Consumo individual (POF 7) ≥ 10 anos	
	Média	DP*	Média	DP	Média	DP
AC	51,35	22,47	54,03	20,30	61,30	15,23
AL	53,95	21,52	56,31	19,70	62,27	14,91
AM	52,74	22,17	55,26	20,00	62,04	14,18
AP	53,56	22,56	55,61	20,69	62,89	15,06
BA	55,36	21,26	57,22	19,56	62,51	15,37
CE	53,84	20,65	55,94	18,59	61,56	13,64
DF	58,76	22,35	61,18	20,16	65,29	15,34

UF	POF Geral (POF 1)		Aquisição Domiciliar (POF 3)		Consumo individual (POF 7)	
	Todos indivíduos		> 2 anos		≥ 10 anos	
	Média	DP*	Média	DP	Média	DP
ES	59,72	21,42	61,45	19,56	65,66	16,01
GO	58,27	21,85	60,36	19,93	65,63	15,09
MA	50,88	21,23	53,15	19,30	59,20	13,78
MG	58,54	21,47	60,42	19,57	64,99	15,56
MS	59,70	23,26	62,11	21,14	67,38	17,04
MT	58,99	22,15	60,80	20,35	66,59	15,55
PA	51,88	21,92	54,19	20,03	60,62	15,53
PB	56,19	21,39	58,51	19,32	62,80	14,53
PE	56,77	21,55	58,59	19,74	64,06	15,35
PI	52,50	20,25	54,39	18,49	59,84	13,54
PR	60,45	22,18	62,43	20,34	68,05	15,76
RJ	61,94	21,44	63,54	19,79	68,11	14,88
RN	55,86	21,74	57,93	19,86	63,00	16,37
RO	56,03	23,32	58,32	21,55	66,41	16,29
RR	51,57	23,45	54,29	21,47	63,53	15,65
RS	62,49	22,88	64,64	20,79	69,68	15,83
SC	61,36	22,43	63,32	20,58	68,66	16,03
SE	55,02	21,81	57,37	19,69	61,68	14,53
SP	61,44	21,76	63,19	19,95	68,25	15,62
TO	54,60	22,18	56,60	20,50	62,10	16,04
Brasil	58,34	22,01	60,26	20,15	65,59	15,63

* DP: Desvio Padrão

5.2. ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE E DO CONSUMO DE CULTURAS AGRÍCOLAS A PARTIR DA POF

5.2.1. Disponibilidade

A disponibilidade *per capita* de alimentos de origem vegetal para a população total (todos os domicílios que participaram da POF 2008/2009) foi estimada em 496 gramas/dia (Tabela 5). Arroz, trigo e cana-de-açúcar, representaram aproximadamente 43% desse total. A Tabela 5 também permite comparar a disponibilidade *per capita* de um alimento com a disponibilidade média dos consumidores (indivíduos residentes em domicílios que adquiriram o alimento). É possível constatar que estão próximas para o trigo e a cana-de-açúcar, significando que estes são os produtos mais frequentemente adquiridos pela população.

Tabela 5—Estimativa da aquisição média dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas com uso de agrotóxicos autorizados

(continua)

Cultura Agrícola	Disponibilidade (Consumidores)		Disponibilidade <i>per capita</i> (população total) (g/dia)	Consumidores / População total (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP		
Abacate	46,65	51,02	0,95	2,03%
Abacaxi	100,01	106,74	4,69	4,69%
Abóbora	64,75	85,32	3,78	5,84%
Abobrinha	43,28	35,09	1,18	2,72%
Agrião	19,32	13,69	0,23	1,17%
Aipo	22,04	10,70	0,01	0,04%
Alface	15,26	16,23	2,86	18,76%
Alho	9,44	15,77	1,65	17,48%
Almeirão	24,83	18,18	0,20	0,82%
Ameixa	33,57	29,98	0,43	1,29%
Amendoim	20,41	85,23	0,54	2,67%
Amora	18,37	13,31	< 0,01	0,02%
Arroz	228,26	417,24	83,74	36,68%
Aspargo	20,40	17,57	0,00	0,02%
Aveia	14,71	16,56	0,44	3,02%
Banana	81,38	87,10	24,19	29,73%
Batata	68,26	66,19	18,20	26,66%
Berinjela	37,97	36,08	0,53	1,40%
Beterraba	37,37	31,65	1,52	4,07%
Brócolis	24,50	20,20	0,45	1,84%
Cacau	8,74	11,78	1,65	18,93%
Café	25,03	35,74	8,07	32,23%
Cajú	33,47	51,70	0,28	0,84%
Cana-de-açúcar	67,14	151,19	61,49	91,58%
Canola	71,47	56,86	0,20	0,28%

Tabela 5 – Estimativa da aquisição média dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas com uso de agrotóxicos autorizados

(continuação)

Cultura Agrícola	Disponibilidade (Consumidores)		Disponibilidade <i>per capita</i> (população total) (g/dia)	Consumidores / População total (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP		
Caqui	55,42	54,99	0,55	0,98%
Castanha-do-Pará	17,62	20,19	0,03	0,15%
Cebola	35,65	36,50	10,31	28,91%
Cebolinha	3,95	6,38	0,15	3,79%
Cenoura	36,49	30,15	4,94	13,52%
Centeio	5,60	12,22	0,04	0,71%
Cevada	5,61	10,23	0,03	0,56%
Cheiro-verde	3,82	5,80	0,45	11,72%
Chicória	23,60	24,09	0,13	0,54%
Chuchu	48,85	49,87	2,50	5,12%
Citros	86,32	113,65	23,69	27,45%
Coco	16,55	40,13	1,38	8,35%
Couve	19,24	23,06	1,04	5,39%
Couve-Flor	31,76	21,86	0,50	1,57%
Damasco	18,16	10,06	< 0,01	0,02%
Dendê	16,64	23,43	0,04	0,23%
Erva-Mate	9,02	17,47	0,27	3,01%

Ervilha	15,28	16,49	0,48	3,13%
Espinafre	7,95	6,36	0,06	0,76%
Feijão	98,29	215,75	29,04	29,54%
Figo	70,58	171,89	0,11	0,16%
Gergelim	1,95	9,03	< 0,01	0,24%
Girassol	82,10	80,63	0,44	0,54%
Goiaba	31,40	35,47	1,56	4,96%
Guaraná	26,50	28,06	3,56	13,44%
Hortelã	2,07	2,10	0,01	0,52%
Inhame	63,93	65,42	1,19	1,87%
Jabuticaba	113,38	169,01	0,10	0,09%
Jaca	99,05	117,82	0,22	0,22%
Jiló	28,92	23,13	0,45	1,56%
Kiwi	32,66	27,68	0,08	0,26%
Maçã	45,11	39,67	6,77	15,01%
Mamão	77,33	73,30	6,44	8,33%
Mandioca	93,13	217,10	26,51	28,47%
Manga	60,85	62,28	3,08	5,05%
Maracujá	37,53	34,52	1,11	2,96%
Melancia	204,04	193,76	10,58	5,19%
Melão	76,44	71,09	1,46	1,91%
Milho	71,59	370,82	19,82	27,69%
Morango	24,28	28,22	0,51	2,11%
Nabo	58,19	33,07	0,01	0,02%
Nectarina	35,06	24,8	0,06	0,18%
Nêspera	36,14	39,88	0,01	0,04%
Oliveira/Azeitona	18,16	18,81	0,86	4,76%
Pepino	36,42	35,03	1,61	4,41%

Tabela 5 – Estimativa da aquisição média dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas com uso de agrotóxicos autorizados

(conclusão)

Cultura Agrícola	Disponibilidade (Consumidores)		Disponibilidade <i>per capita</i> (população total) (g/dia)	Consumidores / População total (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP		
Pera	38,09	38,74	1,12	2,95%
Pêssego	47,22	50,96	0,92	1,94%
Pimenta	0,19	0,48	0,01	5,83%
Pimentão	16,87	19,05	1,27	7,50%
Quiabo	31,87	32,47	0,83	2,60%
Repolho	52,18	47,21	3,25	6,22%
Soja	76,94	87,17	20,80	27,04%
Tomate	46,55	45,31	19,01	40,84%
Trigo	72,00	86,45	65,77	91,35%
Uva	43,15	66,54	2,71	6,27%
Vagem	25,47	24,45	0,48	1,90%
Consumo <i>per capita</i> total			495,64	

* DP: Desvio Padrão; Fonte: Dados de consumo alimentar individual da POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a) agrupados pelo autor em culturas agrícolas.

A disponibilidade *per capita* para a população total de alimentos para os quais não existem agrotóxico autorizado no país foi inferior a 8 gramas/dia (Tabela 6). O açaí destacou-se

por ser o alimento com maior aquisição entre seus consumidores (190,6g/dia), próximo à quantidade adquirida entre os consumidores de arroz (Tabela 5).

Tabela 6 – Estimativa da aquisição média dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas sem uso autorizado de agrotóxicos

(continua)

Cultura Agrícola	Disponibilidade (consumidores)		Disponibilidade <i>per capita</i> (população total) (g/dia)	Consumidores / População total (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP		
Açaí	190,6	268,1	2,55	1,34%
Acelga	30,79	27,49	0,12	0,37%
Acerola	53,34	47,44	0,40	0,75%
Alho poró	8,88	5,29	0,01	0,11%
Atemoia	30,89	10,64	0,01	0,02%
Batata Baroa	48,86	45,72	0,26	0,52%
Batata Doce	70,21	74,33	2,02	2,88%
Buriti	65,20	47,66	0,02	0,03%
Cará	60,93	63,36	0,18	0,29%
Coentro	3,72	10,94	0,21	5,72%
Cupuaçu	48,33	59,35	0,09	0,19%
Fruta do Conde / Pinha	40,73	50,91	0,11	0,27%
Grão de Bico	24,24	10,26	0,02	0,10%
Graviola	67,78	77,52	0,04	0,06%
Lentilha	29,97	19,04	0,11	0,37%

Tabela 6 – Estimativa da aquisição média dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas sem uso autorizado de agrotóxicos

(conclusão)

Cultura Agrícola	Disponibilidade (consumidores)		Disponibilidade <i>per capita</i> (população total) (g/dia)	Consumidores / População total (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP		
Linhaça	15,32	16,88	0,03	0,23%
Mangaba	60,96	49,03	0,02	0,04%
Maxixe	33,37	35,89	0,21	0,63%
Orégano	0,25	0,58	0,02	6,87%
Pequi	100,88	189,77	0,21	0,21%
Pupunha	96,78	77,22	0,09	0,10%
Rabanete	38,30	33,08	0,10	0,27%
Rúcula	16,29	13,82	0,22	1,34%
Salsa	19,96	35,07	0,82	4,09%
Consumo <i>per capita</i> total			7,86	

Fonte: Dados de consumo alimentar individual da POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a) agrupados pelo autor em culturas agrícolas.

A Tabela 7 mostra um comparativo entre as estimativas de disponibilidades *per capita* Nacional e para as UF de maiores e menores médias. Foram consideradas as culturas

com valores de disponibilidade *per capita* Nacional superiores a 3 gramas/dia e diferenças regionais de 5 vezes ou mais. Observa-se que ocorreram importantes diferenças regionais para algumas culturas. Encontravam-se nessa situação o arroz, o milho, os citros, batata e a mandioca. A manga teve uma aquisição *per capita* 86 vezes maior no Distrito Federal que em estados da região Norte, como Roraima e Amapá.

Tabela 7 –Comparativo das disponibilidades *per capita* estimadas para as UF de maiores e menores médias

Produto da POF	UF com disponibilidade máxima e mínima (g/dia)					Per capita nacional > 3g/dia
	Mínima (1)		Máxima (2)		(2/1) ≥ 5	
Abacaxi	RR	1,1	PB	13,0	12	4,7
Abóbora	AP / RR	1,0	TO	11,5	12	3,8
Arroz	AP / PE	39,9 / 40,7	MA	196,9	5	83,7
Batata	MA	3,4	RS	37,7	11	18,2
Citros	AL	8,1	DF	35,2	4	23,7
Maçã	AL	1,8	SC	11,7	6	6,8
Mamão	AC	0,8	DF	12,5	16	6,4
Mandioca	SP	7,3	PA	104,6	14	26,5
Manga	RR / AP	0,1	DF	5,5	86	3,1
Milho	AM	2,9	PI	58,7	20	19,8
Repolho	AL	0,5	RS	8,3	16	3,2

Nota: Foram reportadas 2 UF quando a estimativa de disponibilidade *per capita* variaram entre si 1g ou menos.
Fonte: Dados de aquisição alimentar da POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a) agrupados pelo autor em culturas agrícolas.

5.2.2. Consumo

O consumo *per capitadiário* estimado, englobando todos os alimentos presentes nas monografias da ANVISA, foi de aproximadamente 721 gramas. Feijão, arroz, trigo e citros, representam aproximadamente 69% dessa quantidade (Tabela 8). Na mesma tabela verifica-se que estas culturas tiveram 11% ou mais do consumo realizado fora do domicílio. As culturas sem agrotóxico autorizado, somadas, representaram menos 1% do consumo diário (Tabela 9). Os consumidores de feijão, batata doce, citros (Tabela 8) e açaí (Tabela 9) consumiram mais que 200g/dia desses alimentos.

Tabela 8 –Estimativa do consumo alimentar médio dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas identificadas na POF e autorizadas para o uso de agrotóxicos

(continua)

Cultura Agrícola	Consumidores		Consumo <i>per capita</i> (População total - g/dia)	consumidores / população total (%)	Consumo fora do domicílio (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP			
Abacate	132,69	135,76	1,11	0,83%	8%
Abacaxi	137,42	113,31	4,28	3,11%	20%
Abóbora	101,79	70,88	2,16	2,12%	6%

Abobrinha	88,99	67,75	1,02	1,14%	8%
Agrião	37,24	38,37	0,1	0,28%	20%
Aipo	57,2	-	0	0,00%	0%
Alface	22,07	48,86	5,37	24,33%	16%
Alho	0,82	0,9	0,1	11,95%	14%
Almeirão	42,89	34,26	0,11	0,25%	8%
Ameixa	83,32	54,86	0,14	0,17%	15%
Amendoim	22,38	24,25	0,22	0,99%	42%
Amora	33,43	25,01	0	0,00%	0%
Arroz	187,18	127,9	165,29	88,31%	11%
Aspargo	7,5	-	0	0,01%	100%
Aveia	18,94	14,76	0,63	3,34%	11%
Banana	106,35	72,31	19,51	18,34%	11%
Batata	69,18	80,84	18,59	26,87%	19%
Batata baroa	66,65	30,42	0,03	0,05%	17%
Batata doce	201,36	156,63	2,28	1,13%	6%
Berinjela	82,71	91,52	0,35	0,42%	17%
Beterraba	49,98	35,39	0,8	1,60%	17%
Brócolis	64,73	85,1	0,3	0,47%	20%
Cacau	16,74	37,73	2,27	13,58%	27%
Café	12,87	10,83	10,02	77,83%	9%
Caju	192,91	157,32	2,75	1,43%	17%
Cana-de-açúcar*	29,68	37,47	28,52	96,10%	18%
Caqui	130,93	61,9	0,58	0,44%	9%
Castanha-do-Pará	14,92	11,25	0,01	0,09%	15%
Cebola	11,37	10,27	3,77	33,18%	17%
Cebolinha	3,08	8,42	0,37	11,95%	25%
Cenoura	25,67	21,68	4,68	18,23%	18%
Centeio	4,04	3,71	0,02	0,37%	13%
Cevada	8,44	12,77	0,01	0,14%	7%

Tabela 8 – Estimativa do consumo alimentar médio dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas identificadas na POF e autorizadas para o uso de agrotóxicos

(conclusão)

Cultura Agrícola	Consumidores		Consumo <i>per capita</i> (População total - g/dia)	consumidores / população total (%)	Consumo fora do domicílio (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP*			
Cheiro-verde	0,86	0,59	0,01	0,69%	12%
Chicória	82,08	84,18	0,08	0,09%	18%
Chuchu	28,33	22,63	4,63	16,34%	16%
Citros	248,22	207,18	53,63	21,61%	17%
Coco	45,28	109,36	2,02	4,47%	30%
Couve	36,7	33,32	1,09	2,98%	11%
Couve-Flor	101,66	81,46	0,44	0,43%	22%
Dendê	17,81	8,1	0,01	0,07%	89%
Erva-Mate	199,19	169,3	1,45	0,73%	12%
Ervilha	19,71	33,16	0,16	0,83%	22%
Espinafre	56,68	45,2	0,04	0,07%	7%
Feijão	240,83	173,79	183,32	76,12%	11%
Figo	122,45	69,84	0,04	0,03%	15%
Gergelim	5,38	3,91	0	0,05%	17%
Goiaba	116,63	113,25	3,2	2,74%	22%
Guaraná	70,02	42,02	4,56	6,51%	33%
Inhame	106,3	68,06	1,04	0,97%	3%
Jabuticaba	125,2	87,89	0,05	0,04%	28%
Jaca	89,13	91,44	0,12	0,13%	10%
Jiló	120,05	87,3	0,6	0,50%	4%

Kiwi	121,43	69,35	0,05	0,04%	29%
Maçã	157,12	68,55	11,71	7,45%	17%
Mamão	145,87	120,13	7,9	5,42%	9%
Mandioca	85,79	109,15	19,25	22,44%	11%
Manga	179,29	165,34	5,91	3,30%	17%
Maracujá	38,14	43,74	1,33	3,50%	17%
Melancia	163,05	173,08	4,73	2,90%	14%
Melão	126,49	82,76	0,79	0,63%	9%
Milho	108,44	124,51	17,22	15,88%	6%
Morango	131,58	86,17	0,91	0,69%	15%
Nabo	30	-	0	0,01%	0%
Nectarina	78,42	30,75	0,04	0,05%	15%
Nêspera	169,5	108,57	0	0,00%	0%
Oliveira/Azeitona	6,94	13,06	0,09	1,37%	28%
Pepino	54,92	80,23	0,56	1,02%	12%
Pêra	131,9	37,23	1,23	0,94%	14%
Pêssego	134,29	91,88	0,97	0,72%	14%
Pimenta	0,11	0,86	0,01	11,86%	46%
Pimentão	6,18	9,41	0,27	4,29%	30%
Quiabo	97,3	73,27	0,83	0,85%	7%
Repolho	56,28	38,43	0,98	1,74%	14%
Soja	47,05	32,86	0,45	0,95%	8%
Tomate	40,71	36,27	15,8	38,80%	16%
Trigo	108,51	99,78	95,92	88,40%	15%
Uva	108,58	129,92	1,49	1,37%	13%
Vagem	58,42	52,59	0,22	0,37%	19%
Consumo per capita total			720,54		

* DP: Desvio Padrão. O DP não informado significa que apenas um entrevistado reportou o consumo.

Fonte: Dados de consumo alimentar individual da POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a) agrupados pelo autor em culturas agrícolas.

Tabela 9 – Estimativa do consumo alimentar médio dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas identificadas na POF e não autorizadas para o uso de agrotóxicos

Cultura Agrícola	Consumidores efetivos		Consumo per capita (População total - g/dia)	consumidores / população total (%)	Consumo fora do domicílio (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP*			
Açaí	309,59	145,69	2,68	0,87%	19%
Acelga	33,64	31,68	0,04	0,13%	19%
Acerola	61,48	33,29	1,09	1,78%	0%
Alho porró	15,00	-	0,00	0,01%	0%
Atemóia	227,00	-	0,00	0,00%	0%
Buriti	100,69	68,16	0,01	0,01%	11%
Cará	163,63	121,97	0,17	0,10%	21%
Coentro	2,19	4,27	0,26	11,73%	26%
Cupuaçu	63,93	32,12	0,21	0,33%	10%
Fruta do Conde/Pinha	88,43	71,65	0,13	0,15%	12%
Grão de Bico	121,54	125,51	0,12	0,10%	24%
Graviola	124,92	66,19	0,13	0,10%	0%
Lentilha	181,40	160,95	0,50	0,28%	9%

Tabela 9 – Estimativa do consumo alimentar médio dos consumidores e *per capita* nacional de culturas agrícolas identificadas na POF e não autorizadas para o uso de agrotóxicos

Cultura Agrícola	Consumidores efetivos		Consumo <i>per capita</i> (População total - g/dia)	consumidores / população total (%)	Consumo fora do domicílio (%)
	Média de consumo (g/dia)	DP*			
Linhaça	12,46	8,85	0,02	0,18%	0%
Mangaba	110,02	40,06	0,02	0,02%	39%
Maxixe	102,88	91,54	0,10	0,10%	1%
Orégano	0,15	0,30	0,00	2,44%	18%
Pequi	15,15	10,35	0,02	0,12%	7%
Pupunha	133,67	80,94	0,06	0,04%	16%
Rabanete	69,49	56,83	0,06	0,08%	44%
Rúcula	26,70	15,92	0,13	0,48%	20%
Salsa	1,51	1,77	0,05	3,35%	35%
Consumo <i>per capita</i> total			5,80		

* DP: Desvio Padrão. O DP não informado significa que apenas um entrevistado reportou o consumo.

Fonte: Dados de consumo alimentar individual da POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a) agrupados pelo autor em culturas agrícolas.

Culturas com consumo *per capita* nacional superior a 3g/dia apresentam importantes variações entre dietas das UF e também em relação à nacional (Tabela 10). Os resultados apontam que o milho tem um consumo 170 vezes maior em Sergipe que no Amapá. Estados do Sul (Paraná e Rio Grande do Sul) possuem média de consumo de alface 17 vezes superior ao Ceará.

Tabela 10 – Comparativo das estimativas de consumo *per capita* para as UF de maiores e menores médias

Produto da POF	UF com consumo máximo e mínimo (g/dia)					Per capita nacional > 3g/dia
	Mínimo (1)		Máximo (2)		(2/1) ≥ 5	
Abacaxi	CE	1,7	AP	10,3	6	4,3
Alface	CE	0,7	PR / RS	11,8 / 10,8	17	5,4
Batata	MA / PI	4,1 / 4,2	RJ	40,2	10	18,6
Cenoura	RR / PI	1,6	RS	8,2	5	4,7
Chuchu	PI	1,5	SC	7,6	5	4,6
Citros	RR	12,0	RS	94,4	8	53,6
Goiaba	RS	0,8	CE	10,6	14	3,2
Maçã	MA	3,8	DF/SC	23,6 / 24,3	6	11,7
Mandioca	RJ / SP	7,2 / 7,1	AM	88,0	12	19,2
Manga	RS	1,1	PI	18,0	17	5,9
Melancia	AP	1,2	PI	12,0	10	4,7
Milho	AP	0,8	SE	134,1	170	17,2

Tomate	AP	5,2	GO/MS	26,5 / 25,8	5	15,8
--------	----	-----	-------	-------------	---	------

Nota: Foram reportadas 2 UF quando a estimativa de consumo *per capita* variaram entre si 1g ou menos.

Fonte: Dados de consumo alimentar individual da POF 2008 – 2009 (IBGE, 2011a) agrupados pelo autor em culturas agrícolas.

5.2.3. Comparação dos resultados de Disponibilidade e de Consumo Individual

A disponibilidade *per capita* estimada de alimentos de origem vegetal para a população total foi de aproximadamente 504 g/dia, enquanto o consumo *per capita* foi de 726 g/dia. De acordo com os dados extraídos da POF 7, o consumo fora do domicílio representou, em média, 13% do total. O consumo fora do domicílio foi de aproximadamente 11% do total para arroz e feijão, 15% para massas (trigo), 17% para laranja (incluindo suco) e 6% para o milho (incluindo preparações). Tais percentuais de consumo extradomiciliar podem contribuir para explicar a diferença entre a disponibilidade e o consumo *per capita*. A Tabela 11 ilustra que a diferença pode ser maior ou menor dependendo da UF. A maior discrepância ocorreu no Alagoas com a disponibilidade representando 56% do consumo.

Os dados estimados a partir de ambas as pesquisas (POF3 e POF7), permitem notar que a razão população total/consumidores diminuiu quando se tratam de alimentos de maior valor comercial, por exemplo, uva, batata baroa, pêra; de hábito de consumo regional (ex: castanha do Brasil, açaí); ou de ofertas sazonais (ex: abacate, jabuticaba). Já os alimentos da cesta básica, disponíveis em qualquer época do ano em todo território nacional, apresentaram menor variação entre o consumo da população total (*per capita*) e dos consumidores. Podem ser enquadradas nessa categoria, culturas como o arroz, feijão e trigo (Tabelas 5, 6, 8 e 9).

As Tabelas 7 e 10 apresentam resultados convergentes: o milho foi mais disponível e consumido no Nordeste (SE e PI) e menos no Norte (AP e AM). Também é possível verificar menores valores para a batata em estados do Nordeste (MA e PI) e maiores em RJ, SC e RS. A mandioca estava mais presente na mesa dos habitantes de estados do Norte (PA e AM) que nos do Sudeste (RJ e SP). Por outro lado, para algumas culturas, como as do grupo dos citros e a manga, os valores máximos e mínimos de disponibilidade e consumo diferiram expressivamente.

Tabela 11– Comparativo entre a disponibilidade e o consumo *per capita* de alimentos de origem vegetal entre as UF brasileiras

UF	Disponibilidade (g/dia)	Consumo <i>per capita</i> (g/dia)	Disponibilidade / Consumo
AC	458,2	701,4	0,65

AL	345,4	618,2	0,56
AM	441,9	590,2	0,75
AP	443,8	586,8	0,76
BA	510,7	755,9	0,68
CE	487,9	631,0	0,77
DF	538,5	665,1	0,81
ES	550,5	734,8	0,75
GO	542,8	732,3	0,74
MA	477,8	602,8	0,79
MG	553,1	807,8	0,68
MS	547,2	783,4	0,70
MT	541,2	780,7	0,69
PA	554,7	702,8	0,79
PB	538,7	670,5	0,80
PE	461,2	739,8	0,62
PI	596,6	740,0	0,81
PR	540,3	738,8	0,73
RJ	442,7	765,2	0,58
RN	499,3	693,3	0,72
RO	557,3	797,2	0,70
RR	398,4	548,9	0,73
RS	585,1	705,0	0,83
SC	544,3	675,4	0,81
SE	487,0	752,0	0,65
SP	462,3	728,2	0,63
TO	615,8	819,6	0,75
Brasil	503,5	726,4	0,69

Ao se comparar as estimativas de disponibilidade e consumo *per capita* para a população brasileira é possível verificar consideráveis diferenças para algumas culturas. As Tabelas 12 e 13 apresentam as mais acentuadas. Entre as culturas com maior consumo que disponibilidade, destacaram-se algumas importantes na dieta, como o feijão, arroz e citros. Na situação oposta estão a cana-de-açúcar (inclui açúcar ou produtos contendo açúcar), cebola, melancia e soja (descrito principalmente como óleo de soja).

Tabela 12—Culturas agrícolas em que o consumo *per capita* nacional em g/dia, foi maior que o dobro da disponibilidade

Cultura	Consumo <i>per capita</i> - POF7	Disponibilidade <i>per capita</i> – POF3
Caju	2,8	0,3
Feijão	183,3	29,0
Erva-Mate	1,5	0,3
Lentilha	0,5	0,1
Acerola	1,1	0,4

Cebolinha	0,4	0,2
Citros	53,6	23,7
Goiaba	3,2	1,6
Arroz	165,3	83,7

Tabela 13 -Culturas agrícolas em que a disponibilidade *per capita* nacional, em g/dia,foi maior que o dobro do consumo

Cultura	Consumo <i>per capita</i> - POF7	Disponibilidade <i>per capita</i> – POF3
Cana-de-açúcar	28,5	61,5
Melancia	4,7	10,6
Amendoim	0,2	0,5
Cebola	3,8	10,3
Pepino	0,6	1,6
Ervilha	0,2	0,5
Ameixa	0,1	0,4
Repolho	1,0	3,3
Pimentão	0,3	1,3
Soja	0,5	20,8

5.3. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO RISCO

5.3.1. Utilizando os Dados de Disponibilidade *Per capita* de Alimentos (POF3)

5.3.1.1. IDTM

A Tabela 14 apresenta as situações em que as IDMT foram superiores a 80% do valor da IDA considerando o perfil alimentar estimado a partir da pesquisa de aquisição domiciliar da POF. De acordo com os resultados, 13 ingredientes ativos encontram-se nessa situação em pelo menos uma UF. Alguns, como o dicofol, dimetoato, etiona e pirimifós-metílico, superam a IDA na maioria das UF.

Em estudo conduzido por Caldas e Souza (2000), utilizando dados de disponibilidade *per capita* da população brasileira obtidos na POF de 1995, foi constatado que 23 ingredientes ativos tinham a IDMT extrapolando a IDA. Na ocasião, foram utilizadas as IDA preferencialmente do governo brasileiro, e quando indisponível, optou-se pela do Codex, USEPA, Alemanha e Austrália, considerando sempre a de menor valor.

Tabela 14 – Percentuais de impacto na IDA superiores a 80% considerando a disponibilidade *per capite* alimentos de origem vegetal

UF	Carbofurano	Deltametrina	Dibrometodediaquat	Dicofol	Dimetoato	EBDC + Propineb	Etiona	Fentina	Fipronil	Metidationa	Paraquate + Dicloreto de	Pirimifós-metílico	Terbufós
Brasil	-	-	-	126	135	-	114	-	-	-	-	103	-
AC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	-
AM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	-
BA	-	-	-	105	120	-	114	-	-	-	-	90	-
CE	-	-	-	-	-	-	-	-	82	-	-	118	82
DF	-	-	-	180	186	-	151	-	-	116	-	107	-
ES	-	-	-	115	121	-	94	-	88	-	-	112	-
GO	86	83	-	119	139	-	123	-	81	-	-	129	-
MA	100	99	-	-	89	93	98	91	-	-	100	158	-
MG	81	-	-	140	144	-	112	-	86	86	-	117	-
MS	-	-	-	150	168	-	153	-	-	101	-	113	-
MT	84	82	-	111	128	-	119	-	82	-	-	127	-
PA	-	-	-	-	86	-	83	-	-	-	-	99	-
PB	-	-	-	90	102	-	105	-	84	-	-	119	91
PE	-	-	-	90	106	-	106	-	-	-	-	94	-
PI	107	109	80	100	112	93	123	88	97	-	98	173	92
PR	-	-	-	161	167	-	134	-	-	97	-	108	-
RJ	-	-	-	123	127	-	99	-	-	-	-	83	-
RN	-	-	-	97	104	-	107	-	-	-	-	97	83
RO	87	85	-	106	117	-	115	-	88	-	-	132	-
RR	-	-	-	-	82	-	-	-	-	-	-	100	-
RS	-	-	-	164	175	-	134	-	-	98	-	109	-
SC	-	-	-	158	162	-	140	-	-	89	-	97	-
SE	-	-	-	81	107	-	113	-	-	-	-	91	-
SP	-	-	-	159	165	-	128	-	-	104	-	88	-
TO	105	102	-	117	134	92	132	90	95	-	95	157	-

(-): Valores de IDMT inferiores a 80% da IDA; Em negrito: UF com maior ingestão do i.a.

A Figura 12 ilustra as culturas quemais contribuíram para a IDMT impactar a IDA e a UF na qual isto ocorreu. Nota-se que, exceto a etiona no Distrito Federal, a disponibilidade de culturas com maior impacto na ingestão representam mais da metade da IDMT. A IDMT não atingiu 80% da IDA do terbufós no Espírito Santo, embora este estado tenha apresentado a maior ingestão deste ingrediente ativo causado por apenas uma cultura, a cana-de-açúcar. O mesmo ocorreu com o dibrometo de diquate no Ceará, com a maior contribuição do feijão. O maior número de ingredientes ativos com a IDA extrapolada pela IDMT foi verificado no

Tocantins, 6 dos 13 elencados na Tabela 14. Apesar disso, esta UF não figurou entre as de maior ingestão de um ingrediente ativo para uma única cultura (Figura 12).

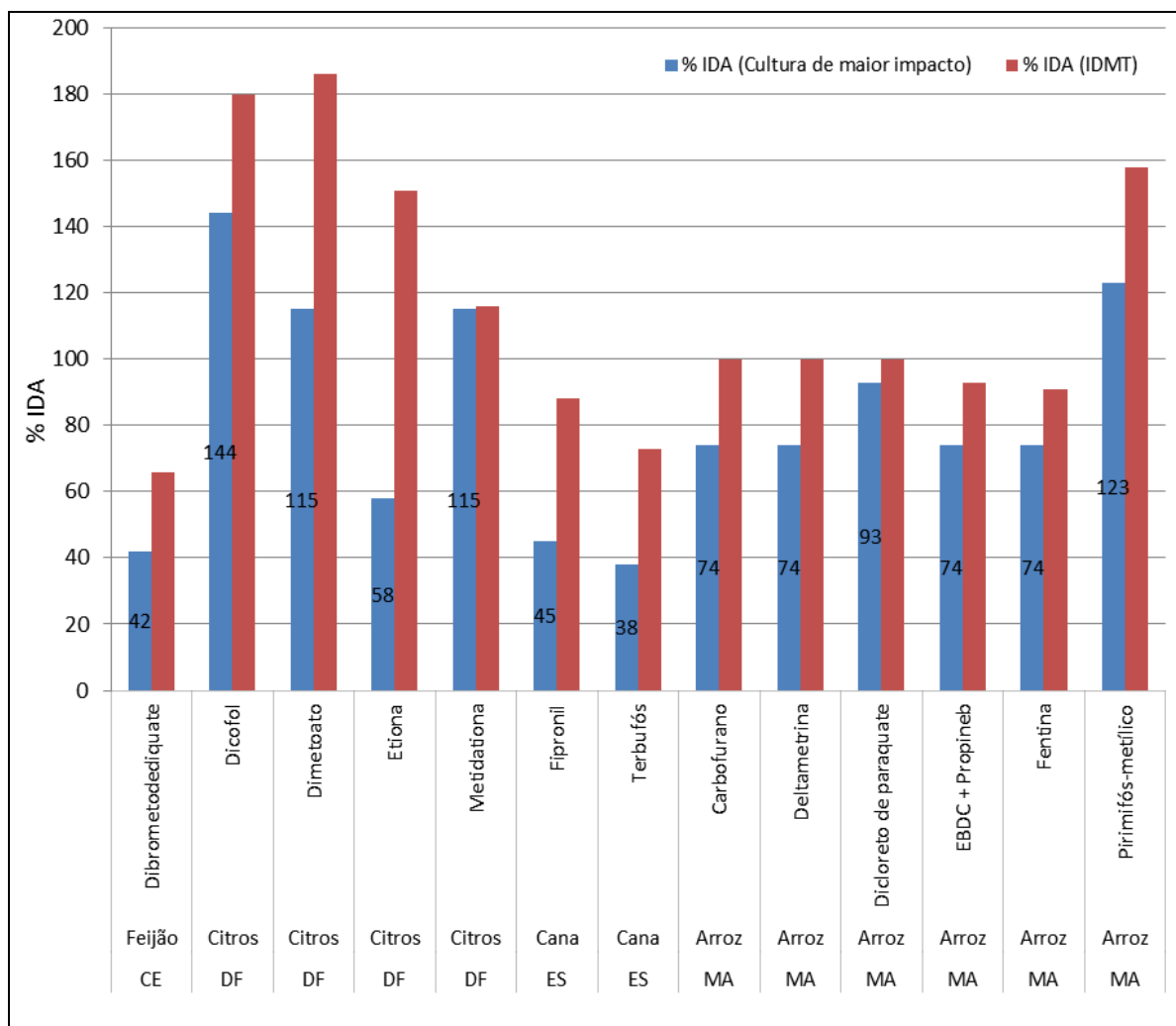


Figura 12—Culturas agrícolas, a partir de dados da POF3, que mais contribuíram nas IDMT superiores a 80% da IDA em pelo menos uma UF

5.3.1.2. IDTR

Os 12 ingredientes ativos, que após a etapa de refinamento, atingiram um patamar de ingestão *per capita* acima de 15% da IDA estão descritos na Tabela 15.

Nesta etapa, as maiores ingestões ocorreram para os agrotóxicos fipronil, pirimifós-metílico e terbufós alcançando respectivamente 46% da IDA no Espírito Santo, 72% e 65% na Paraíba.

Tabela 15– Percentuais de impacto na IDA para as exposições *per capita* superiores a 15% do valor da IDA de acordo com as dietas das UF obtidas na pesquisa de aquisição domiciliar

UF	Carbofurano	Cletodim	Deltametrina	Diafentiurom	EBDC + Propinebe	Etiona	Famoxadona	Fenitrotiona	Fipronil	Forato	Pirimifós-metílico	Terbufós
Brasil	-	16	18	-	13	23	-	24	37	21	47	41
AC	-	21	17	-	-	25	-	20	33	18	46	45
AL	-	-	16	-	-	-	-	20	28	20	47	41
AM	-	21	17	-	12	24	-	27	31	19	45	33
AP	-	19	-	-	-	-	-	16	25	-	29	29
BA	15	20	19	-	12	28	-	24	35	24	51	47
CE	17	16	19	-	11	15	-	24	40	23	51	54
DF	-	16	15	-	13	33	-	21	35	18	38	36
ES	17	19	20	-	13	-	-	25	46	22	50	54
GO	-	18	18	-	11	26	-	19	38	21	43	47
MA	-	15	-	-	-	32	-	-	30	15	29	34
MG	16	18	18	-	12	18	-	23	45	21	45	50
MS	-	18	17	-	13	40	-	23	36	20	43	38
MT	-	18	18	-	11	29	-	20	40	21	45	47
PA	-	23	16	-	11	22	-	21	35	20	42	43
PB	19	16	25	-	13	19	-	29	43	30	72	65
PE	16	-	22	-	12	22	-	27	34	25	64	48
PI	16	19	20	-	-	44	-	16	41	24	53	64
PR	16	17	21	-	15	28	-	30	41	24	55	39
RJ	-	-	15	-	13	16	-	23	33	18	41	29
RN	18	16	22	-	13	29	-	28	38	27	63	56
RO	16	20	19	-	12	39	-	23	43	22	48	52
RR	-	18	-	-	-	18	-	16	29	-	30	32
RS	16	17	22	-	18	20	17	33	44	25	61	37
SC	16	17	23	-	17	38	15	33	41	24	62	38
SE	16	18	21	-	12	27	-	24	34	26	61	50
SP	-	-	16	-	12	23	-	22	31	18	40	30
TO	-	23	17	16	11	38	-	16	42	20	40	51

(-):Valores de IDMT inferiores a 15% da IDA; Em negrito: UF com maior ingestão do i.a.

O LMR foi o valor da concentração de resíduo utilizado para todas as culturas de maior que mais contribuíram na IDTR (Figura 13). O LMR também foi utilizado como concentração do diafentiurom e da famoxadona, encontrados respectivamente no tomate e na batata, que, apesar de serem monitorados pelo PARA, não são pesquisados nestas culturas. A cultura do trigo foi a que mais contribuiu na ingestão de 6 entre os 12 ingredientes ativos listados na Tabela 15.

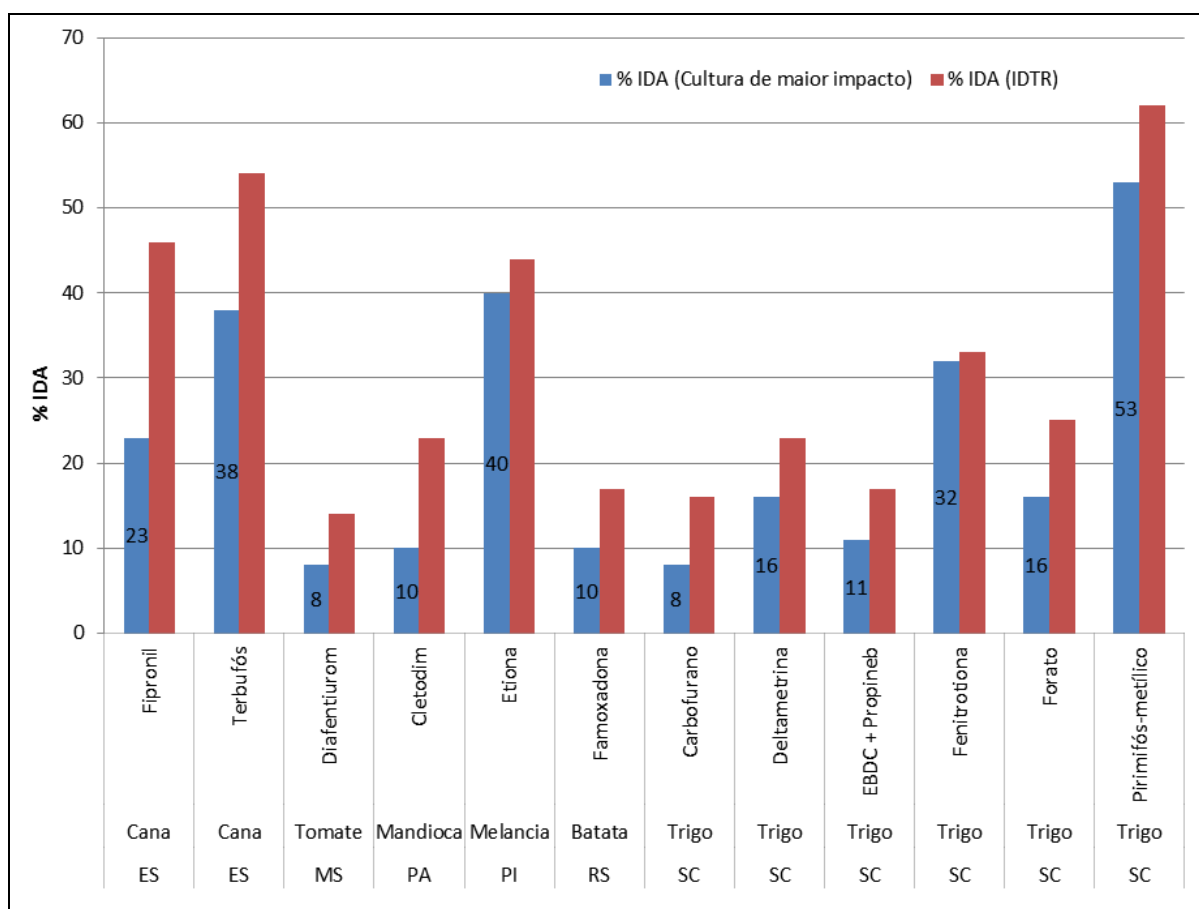


Figura 13—Culturas agrícolas, a partir da POF3, que mais contribuíram nas IDTR superiores a 15% da IDA em pelo menos uma UF

5.3.2. Utilizando os Dados de Consumo *Per capita* (POF7)

5.3.2.1. IDMT

A Tabela 16 apresenta as situações em que a IDMT superou 80% do valor da IDA considerando o perfil alimentar obtido a partir da pesquisa de consumo individual da POF. No total, a IDMT de 17 resíduos de agrotóxicos ultrapassaram esse patamar em pelo menos uma UF. Quando considerada apenas a ingestão *per capita* nacional, 14 ingredientes ativos são ingeridos em concentrações acima daquele percentual e 10 acima da IDA. Para alguns ingredientes ativos, a IDMT foi superior a 200% da IDA em uma ou mais UF, tais como, dibrometo de diquate, dicofol, dimetoato, metidationa e pirimifós-metílico. A IDMT do dicofol no Rio Grande do Sul ficou próxima de 400% da IDA. Tocantins e Minas Gerais extrapolaram a IDA para 14 ingredientes ativos, enquanto em Roraima e Amapá, isto ocorreu para 2 e 3 ingredientes ativos respectivamente.

Tabela 16 – Percentuais de impacto na IDA para as exposições *per capita* superiores a 80% do valor da IDA de acordo com as dietas das UF obtidas na pesquisa de consumo individual

UF	Carbaril	Carbendazim	Carbofurano	Deltametrina	Dibrometodiquate	Paraquate+Dicloreto de	Dicofol	Dimetoato	EBDC + Propinebe	Etiona	Fentina	Fipronil	Forato	Metidationa	Mevinfós	Pirimifós-metílico	Terbufós
Brasil	-	82	111	101	170	-	249	227	87	142	106	-	82	164	86	166	99
AC	-	-	112	104	173	86	186	164	94	105	109	-	-	124	-	167	103
AL	-	-	93	98	149	-	134	123	-	82	83	-	82	87	-	154	111
AM	-	-	81	85	-	-	138	125	-	89	-	-	-	88	-	141	-
AP	-	-	-	-	95	-	137	120	-	82	-	-	-	89	-	114	-
BA	-	90	113	108	203	-	179	164	-	110	106	-	100	118	99	169	129
CE	-	-	111	107	159	83	130	120	86	-	107	-	-	85	-	171	95
DF	-	-	98	90	130	-	264	245	84	168	94	-	-	141	-	149	-
ES	-	90	113	97	190	-	244	226	88	142	109	-	90	158	98	158	105
GO	-	90	120	105	202	88	217	217	100	141	116	-	90	144	105	172	105
MA	-	-	118	119	121	111	127	119	104	89	111	-	-	89	-	196	-
MG	86	105	127	109	222	84	289	267	102	162	123	-	102	188	118	177	120
MS	-	88	119	106	185	85	265	254	99	162	115	-	86	181	100	177	95
MT	-	90	125	110	207	93	209	199	102	133	122	-	89	137	104	179	105
PA	-	-	104	99	145	-	221	193	88	125	101	-	-	151	-	163	83
PB	-	-	104	105	171	-	135	130	-	83	92	-	92	89	82	165	125
PE	-	-	104	108	157	-	188	175	-	117	92	-	90	123	-	173	123
PI	-	-	133	136	172	112	181	161	108	117	118	93	-	127	-	221	122
PR	-	82	109	94	158	-	299	276	-	171	105	-	-	189	87	159	85
RJ	-	85	117	97	177	-	252	225	85	134	112	-	87	168	86	159	101
RN	-	-	103	103	167	-	169	157	-	104	94	-	89	109	82	165	114
RO	-	99	123	108	203	91	307	279	107	173	120	-	89	216	106	181	106
RR	-	-	91	89	120	-	-	-	-	-	86	-	-	-	-	140	-
RS	-	-	90	83	110	-	397	353	-	207	85	-	-	271	-	150	-
SC	-	-	88	83	95	-	390	348	-	205	82	-	-	242	-	147	-
SE	-	86	104	120	164	-	257	222	-	133	82	86	101	176	80	196	151
SP	-	87	112	98	176	-	272	247	91	152	108	-	82	180	90	163	93
TO	82	104	144	127	241	115	246	223	123	149	139	85	97	174	114	208	125

(-):Valores de IDMT inferiores a 80% da IDA; Em negrito: UF com maior ingestão do i.a.

A Figura 14 permite verificar em qual UF o percentual da IDA foi mais impactado devido ao consumo de uma única cultura. O arroz, o feijão e os citros foram as culturas que mais impactaram a IDMT. Apenas os citros foram suficientes para extrapolar a IDA do dicofol, dimetoato, etiona e metidationa. Em Tocantins, o arroz e o feijão representaram as maiores ingestões dos demais ingredientes ativos elencados na Figura 14, sendo que sozinhos, extrapolaram a IDA do paraquate, pirimifós-metílico e dibrometo de diquate.

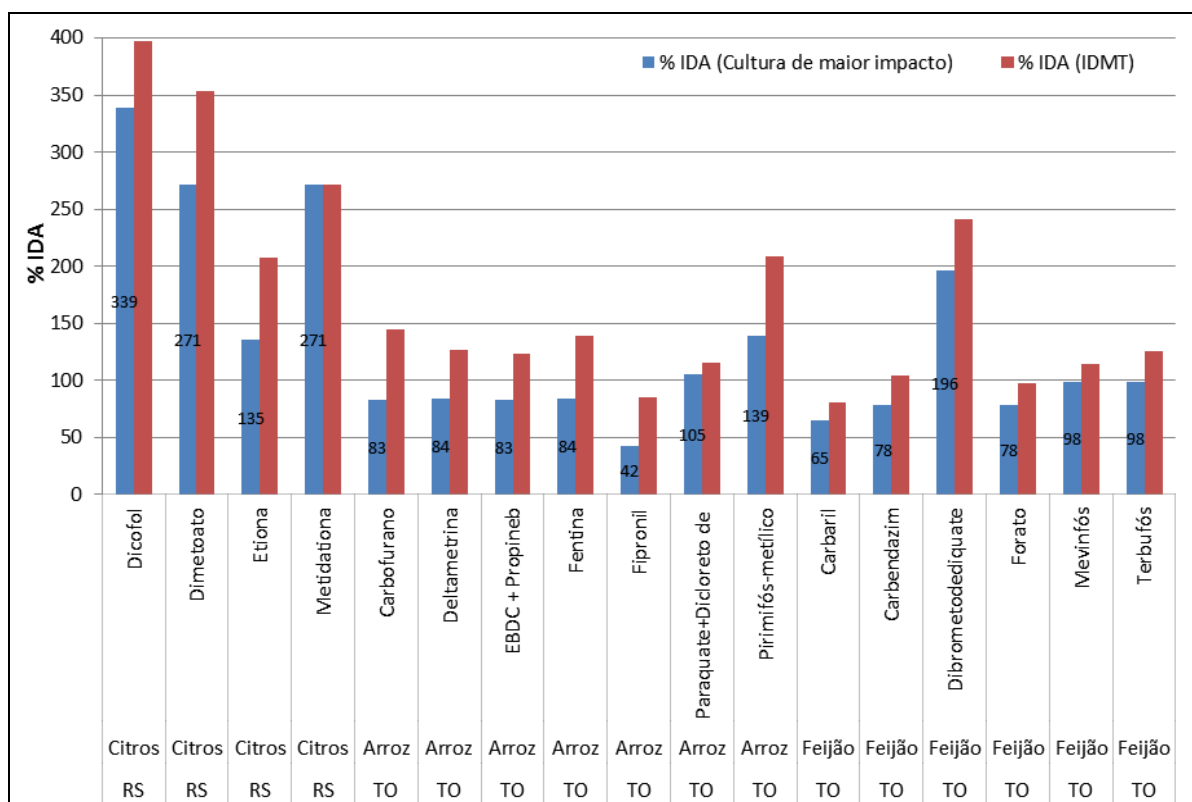


Figura 14– Culturas agrícolas, a partir da POF7, que mais contribuíram nas IDMT superiores a 80% da IDA em pelo menos uma UF

5.3.2.2. IDTR

Os 11 ingredientes ativos, que após a etapa de refinamento, atingiram uma ingestão superior a 15% do valor da IDA estão ilustrados na Tabela 17. O pirimifós-metílico atingiu 123% da IDA em Sergipe, sendo que o milho foi responsável por 73% da IDA desse ingrediente ativo na dieta sergipana (Figura 15). Nos Estados de Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba também ocorreram valores acima de 80% da IDA. Apesar da figura não apresentar essa informação, nesses quatro Estados, o trigo foi a cultura que mais contribuiu com a ingestão do pirimifós-metílico, com percentuais de 48%, 59%, 57% e 46% da IDA respectivamente. Nota-se que ambas são culturas não monitoradas pelo PARA, consequentemente, os valores de concentração de agrotóxicos utilizados no cálculo da ingestão foram os LMR.

Outros ingredientes ativos, apesar de não superarem a IDA, merecem destaque, como o fipronil com 46% da IDA no Rio de Janeiro, forato com 57% em Tocantins e terbufós que atingiu 80% em Sergipe (Tabela 17). Respectivamente, as culturas que mais contribuíram para impactar a IDA desses ingredientes ativos foram a batata, feijão e milho (Figura 15).

Tabela 17 – Percentuais de impacto na IDA para as exposições *per capita* superiores a 15% do valor da IDA de acordo com as dietas das UF obtidas na pesquisa de consumo individual

UF	Carbofurano	Deltametrina	EBDC + Propinebe	Esfenvalerato	Etefom	Etiona	Fenitrotona	Fipronil	Forato	Pirimifós- metílico	Terbufós
Brasil	-	20	15	-	-	-	30	37	38	58	30
AC	-	16	12	-	-	-	25	32	33	45	29
AL	17	27	13	-	-	-	33	33	43	81	48
AM	-	19	14	-	-	-	33	26	25	57	19
AP	-	-	-	-	-	-	23	24	22	39	18
BA	17	25	15	-	15	-	35	38	47	73	43
CE	-	19	13	-	-	-	30	33	34	56	30
DF	-	17	14	-	-	23	28	32	31	50	25
ES	-	18	15	-	-	-	29	38	38	51	27
GO	-	-	12	-	-	-	22	32	36	42	25
MA	-	15	-	-	-	-	18	28	25	46	32
MG	-	18	16	-	17	-	29	40	42	52	29
MS	-	16	14	-	-	-	29	35	36	49	22
MT	-	-	13	-	-	-	25	34	36	43	24
PA	-	16	12	-	-	-	26	31	30	47	26
PB	18	28	13	-	-	-	32	37	46	83	53
PE	20	31	16	-	-	-	40	39	48	94	53
PI	16	23	-	-	-	23	20	37	39	71	59
PR	-	18	16	-	-	-	30	37	35	52	23
RJ	15	20	16	-	-	-	34	46	39	58	28
RN	18	27	15	-	-	-	37	37	45	82	44
RO	-	15	13	-	-	-	25	34	36	42	25
RR	-	15	-	-	-	-	23	27	27	47	26
RS	-	20	17	-	-	-	35	33	32	60	21
SC	16	23	19	-	-	-	40	35	33	69	22
SE	24	39	14	19	-	-	39	40	57	123	80
SP	-	17	14	-	-	-	28	36	35	49	23
TO	-	-	11	-	17	-	19	36	38	40	32

(-): Valores de IDMT inferiores a 15% da IDA; Em negrito: UF com maior ingestão do i.a.

O LMR foi o valor da concentração de resíduo utilizado para todas as culturas de maior representatividade na IDTR (Figura 15) inclusive para o feijão e a batata, que, apesar de terem sido monitorados pelo PARA durante as três rodadas (2009, 2010 e 2011), o foratonão foi pesquisado nas amostras de feijão e o fipronil nas de batata.

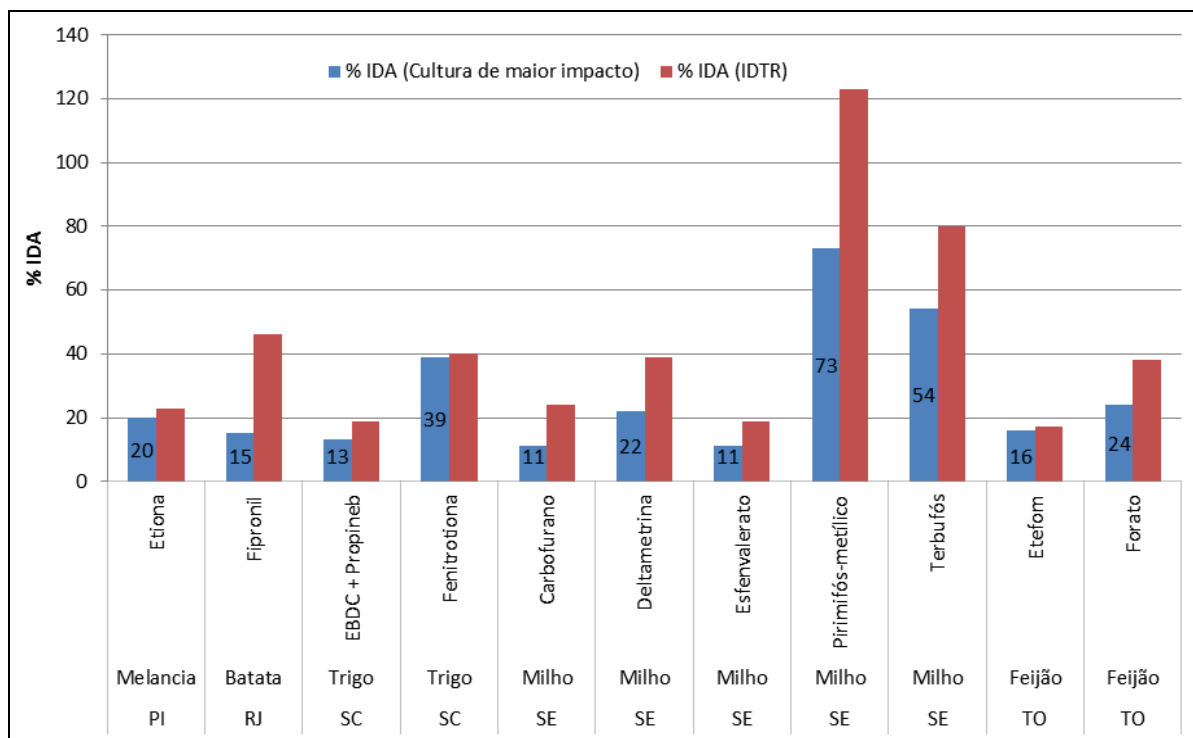


Figura 15 -Culturas agrícolas, a partir da POF7, que mais contribuíram nas IDTR superiores a 15% da IDA em ao menos uma UF

5.3.3. Comparativo da Exposição Calculada com Dados de Disponibilidade e de Consumo *Per capita*

As pesquisas de consumo individual são consideradas mais adequadas para subsidiar a avaliação do risco na dieta (WHO, 2009). Verificou-se diferenças expressivas entre a disponibilidade e consumo *per capita* para importantes alimentos da cesta básica brasileira. Devido a este fato, dependendo da fonte dos dados de consumo utilizada para o cálculo da ingestão, também observou-se diferenças nas IDMT ou nas IDTR para um mesmo ingrediente ativo. Um exemplo é o grupo dos citros em que se estimou disponibilidade *per capita* nacional de 23,69 g/dia enquanto o consumo foi de 53,63 g/dia. O dicofol, o dimetoato e a etiona são ingredientes ativos em que os citros tiveram grande contribuição na ingestão (Figuras 12 e 14). Para estes agrotóxicos a diferença entre a disponibilidade e consumo dos citros implicaram em importantes variações na IDMT (Tabelas 13 e 15).

Quando comparadas as IDMT calculadas com os dados de disponibilidade e de consumo *per capita*, verificou-se que a IDA está extrapolada nas duas situações, em ao

menos uma UF, para a exposição cumulativa do EBDC + probinebe e para os ingredientes ativos carbofurano, deltametrina, dicofol, dimetoato, etiona, metidationa e pirimifós-metílico. A IDMT calculada com os dados de consumo incluem nesta situação o carbendazim, o dibrometo de diquate, o paraquate + dicloreto de, a fentina, o forato, o mevinfós e o terbufós. Entre os agrotóxicos com a IDMT próxima da IDA, destaca-se o fipronil, que apresentou 97% da IDA utilizando dados de disponibilidade *per capita* (Tabela 13).

A exemplo da avaliação da exposição conduzida por Caldas e Souza (2004), ao proceder o refinamento da exposição, verificou-se que o valor estimado para a ingestão de resíduos de agrotóxicos tende a diminuir. As IDTR com valores superiores a 15% da IDA, em ao menos uma UF, apresentaram quantidade próxima de ingredientes ativos quando calculadas com dados de disponibilidade ou de consumo *per capita* (Tabelas 14 e 16, respectivamente). Estão presentes em ambas tabelas o carbofurano, a deltametrina, o grupo dos EBDC + propinebe, a etiona, a fenitrotriona, o fipronil, o forato, o pirimifós-metílico e o terbufós. Verifica-se que o cleitodim, o diafentiurom e a famoxadona se encontram nesta situação apenas quando é utilizado a disponibilidade para o cálculo, enquanto o esfenvalerato e o etefom quando a IDTR é estimada apenas a partir dos dados de consumo individual.

5.3.4. Utilizando os Dados de Consumo e Peso Corpóreo Individual (POF7)

5.3.4.1. IDMT

A POF7 do IBGE apresenta dados de consumo e peso corpóreo de cada indivíduo, permitindo calcular a exposição individual. A partir dos dados de consumo individual de alimentos, foi possível estimar o percentual da população brasileira com a IDMT acima da IDA. Esta abordagem permitiu constatar que outros ingredientes ativos tem a IDA extrapolada pela IDMT para parcelas expressivas da população.

A Figura 16 relaciona 25 ingredientes ativos e o grupo dos EBDC + Propinebe nos quais no mínimo 10% da população extrapolou a IDA em pelo menos uma UF. Para 13 ingredientes ativos, mais de 30% da população brasileira tiveram a IDMT superior à IDA. As UF presentes na figura configuraram as que possuem os maiores percentuais da população extrapolando a IDA, sendo possível comparar os percentuais destas UF com os nacionais. As

maiores diferenças foram verificadas para o epoxiconazol e esfenvalerato. Alguns ingredientes ativos não tiveram a IDA extrapolada em mais de 10% da população brasileira, mas este percentual foi alcançado em ao menos uma UF. Encontram-se nessa situação o tiametoxam, o epoxiconazol, o tiabendazol, o clorpirifós, a azociclotina e o esfenvalerato.

Tocantins e Rio Grande do Sul se destacaram por apresentarem os maiores percentuais para 8 e 6 ingredientes ativos respectivamente. Estima-se que o pirimifós-metílico teve a IDMT acima da IDA em praticamente 80% da população brasileira com 10 anos ou mais e em aproximadamente 90% dos habitantes do Piauí da mesma faixa etária.

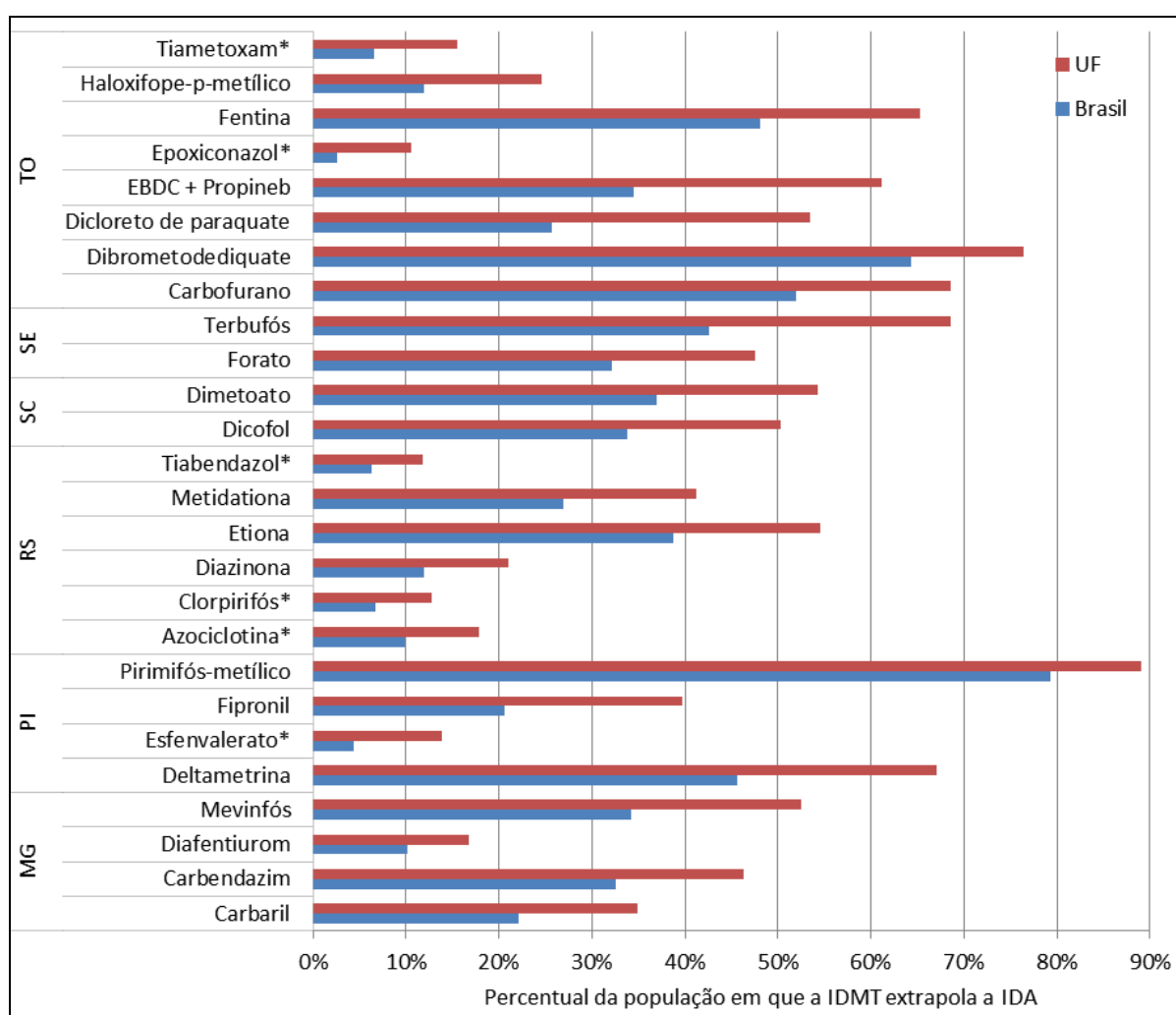


Figura 16 - Estimativa do percentual de habitantes com IDMT superior a IDA

*ingrediente ativo em que a IDMT supera a IDA na dieta de mais de 10% da população de ao menos uma UF, mas não da população brasileira.

5.3.4.2. IDTR

Na etapa de refinamento, a ingestão foi calculada utilizando os dados de monitoramento do PARA como concentração de resíduos. Quando estes dados não estavam disponíveis, foi utilizado o LMR.

A IDTR também foi calculada para cada indivíduo entrevistado no âmbito da POF7 e estimada para cada indivíduo da população. As Figura 17 e Figura 18 apresentam as estimativas de percentuais de habitantes do Brasil e das UF para os 10 ingredientes ativos de maiores IDTR. Estão dispostas as situações em que mais de 10% (Figura 17) e 1% (Figura 18) dos indivíduos apresentaram IDTR superior a 80% da IDA em ao menos uma UF.

Os ingredientes que apresentaram os maiores percentuais da população de uma UF com a IDA extrapolada foram o forato, o terbufós e o pirimifós-metílico (Tabela 17). Para esses ingredientes ativos, o %IDA na UF com maior ingestão é pelo menos duas vezes superior que o da população brasileira. O pirimifós-metílico foi o único ingrediente ativo em que mais de 10% da população brasileira teve a IDTR superior a IDA (~16%; Figura 17). Sergipe se destacou por ter apresentado os maiores %IDA entre os 10 ingredientes ativos mostrados nas Figura 17 e 18. A maior ingestão destes agrotóxicos nesse estado se deve principalmente ao consumo de milho (e seus produtos). O milho não foi monitorado pelo PARA, e conseqüentemente, o valor de concentração de resíduo o utilizado para o cálculo da IDTR foi o LMR constante na monografia da ANVISA.

Para a maioria dos ingredientes ativos mostrados nas Figuras 17 e 18, a parcela da população brasileira que apresentou IDTR extrapolando a IDA representa ao menos metade dos habitantes com a IDTR superior a 80% da IDA. Pode-se presumir que quando uma parcela da população tem a ingestão de resíduos superior a 80% da IDA, um número expressivo desses indivíduos também extrapola a IDA. Para a deltametrina, o forato e o fenpropimorfe, a maioria dos indivíduos se encontram entre 80% e 100% da IDA.

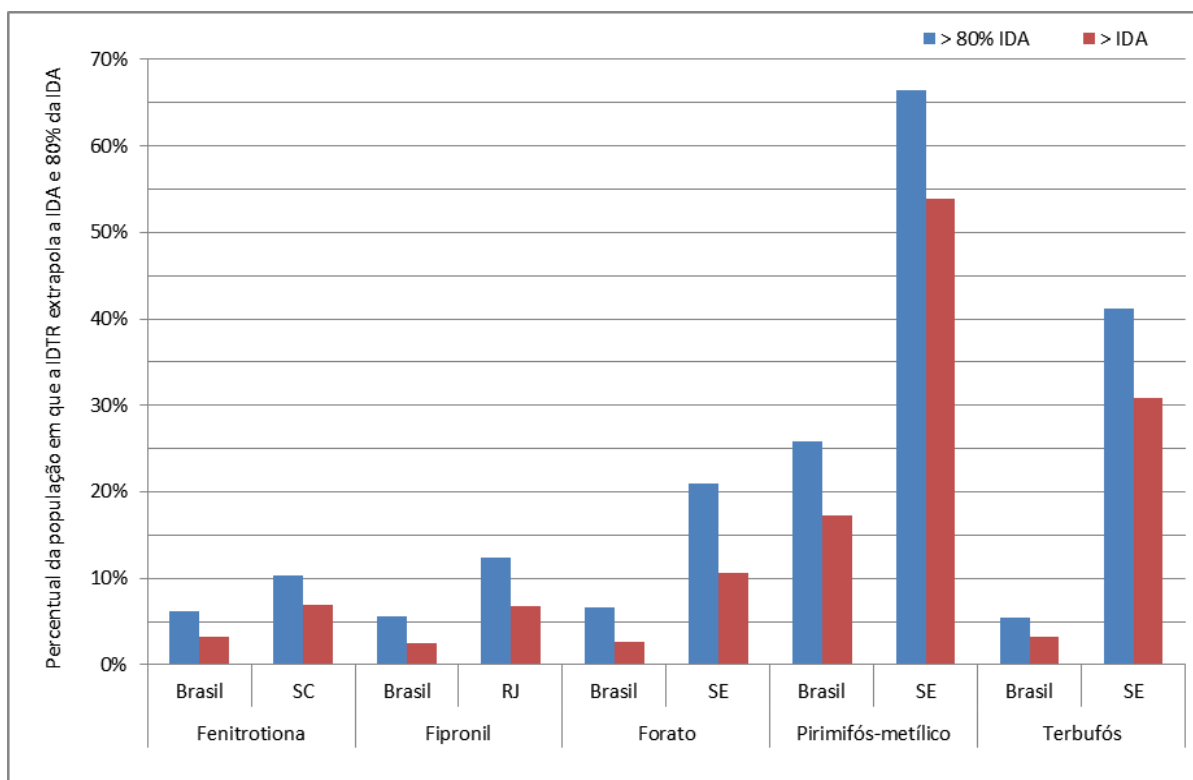


Figura 17—Comparação entre os percentuais da população do Brasil e da UF com mais de 10% dos indivíduos com a IDTR superior a IDA ou a 80% da IDA

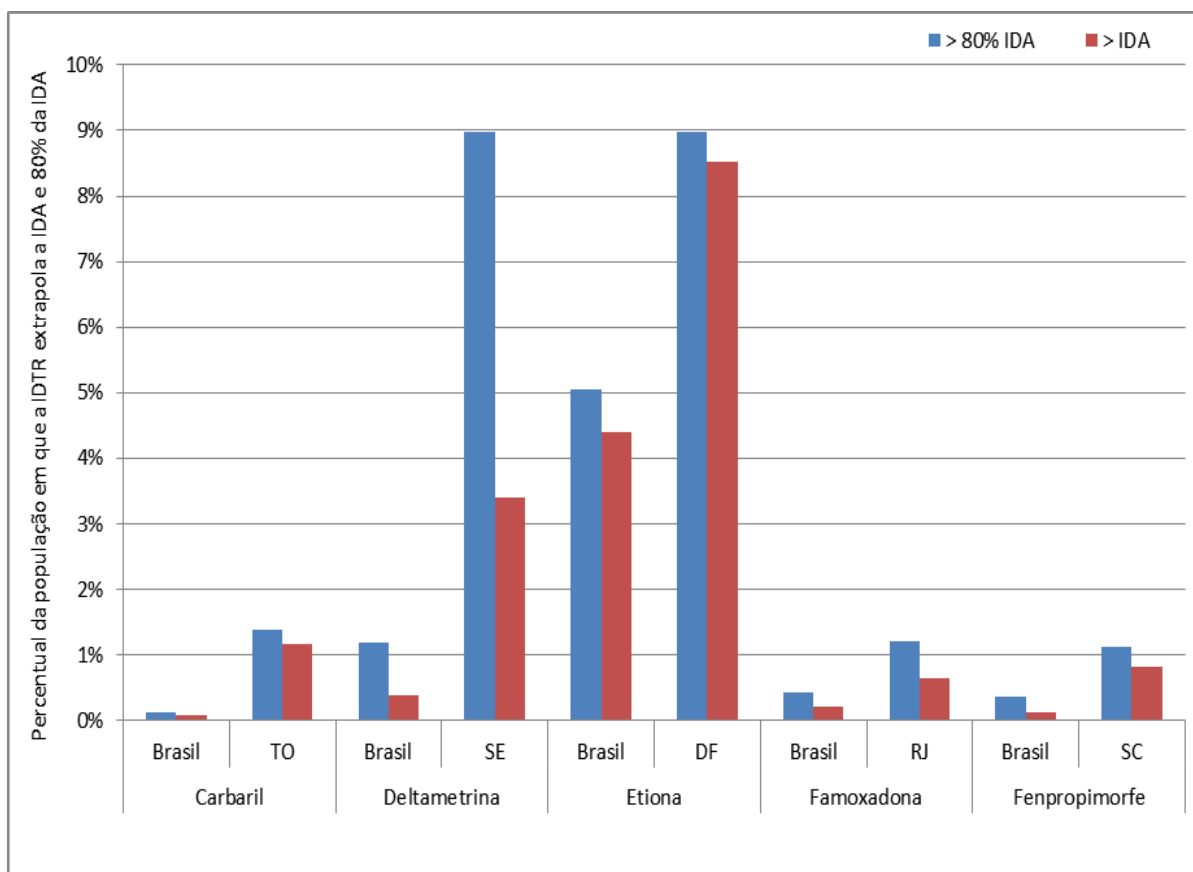


Figura 18—Comparação entre os percentuais da população do Brasil e da UF com 1 a 10% dos indivíduos com a IDTR superior a IDA ou a 80% da IDA

A Figura 19 mostra, para os mesmos agrotóxicos das Figuras 17 e 18, os percentis da distribuição do % da IDA na população. A IDTR ultrapassa a IDA para o pirimifós-metílico no P90, enquanto para a etiona, a fenitrotiona, e o terbufós, ocorre apenas no P97,5. Mesmo no P99 a IDTR não alcançou a IDA para o carbaril, a deltametrina, o fenpropimorfe e a famoxadona.

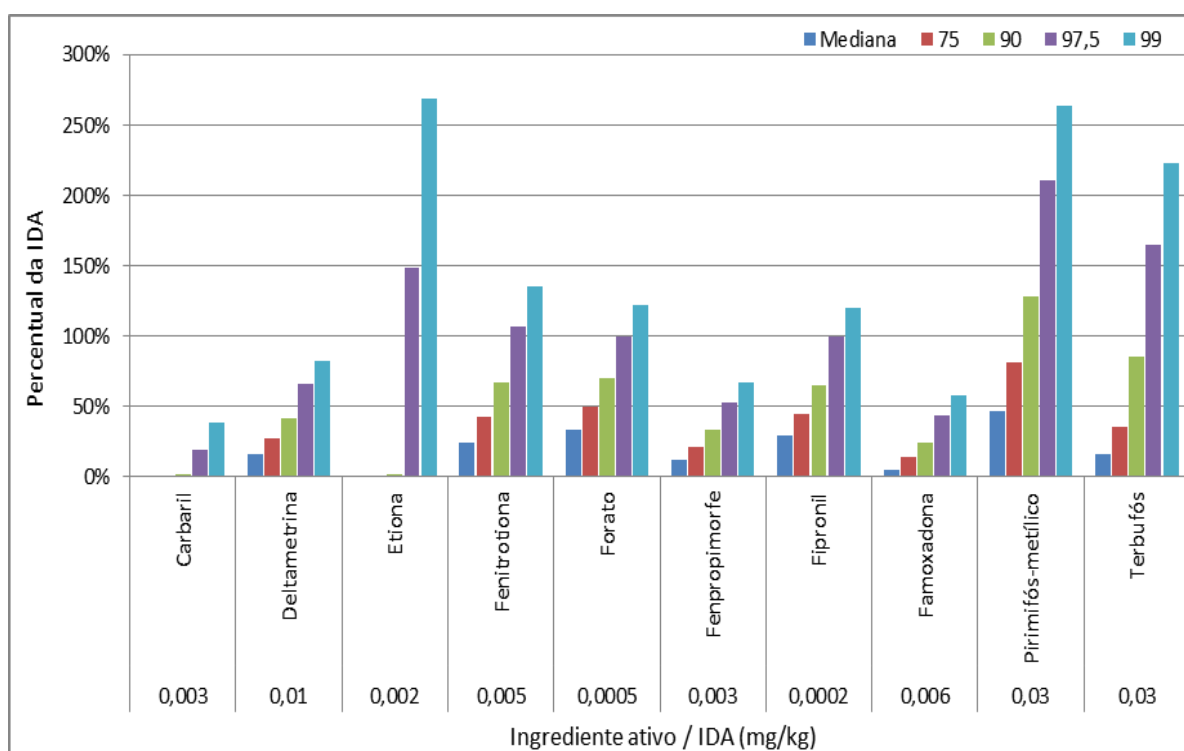


Figura 19—Estimativa de ingestão dos ingredientes ativos em vários percentis da população brasileira em relação ao percentual da IDA correspondente

Verificou-se que devido a ausência de dados de monitoramento para muitas culturas, o LMR permaneceu como concentração de resíduos no cálculo da exposição (Equação 3.1). A Tabela 18 permite avaliar a fonte dos dados da concentração de resíduo utilizada para o cálculo da IDTR da população brasileira que superou 80% da IDA. O LMR é a principal fonte utilizada para a concentração de resíduos para todos os ingredientes ativos. O fenpropimorfe tem uso autorizado apenas para o trigo, e seu LMR foi usado (0,3 mg/kg).

Para o fipronil, os resultados do PARA impactaram cerca de 20% no percentual da IDA. Para o forato e o terbufós, nenhuma amostra analisada foi positiva, e o uso do LOD do

método contribuiu com 28 e 13%, respectivamente. A ingestão de pirimifós-metílico ultrapassou em 45% a IDA, devido quase que exclusivamente ao uso do LMR. Este agrotóxico tem uso autorizado em milho, trigo e arroz, todos com LMR de 5 mg/kg. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que quando os LMR são utilizados como fonte da concentração de resíduos, estes são os que mais impactam o cálculo da ingestão.

Tabela 18—Média de impacto na IDA das diferentes fontes de concentração de resíduos utilizadas para a estimar o percentual da população brasileira com IDTR superior a 80% da IDA

Ingrediente Ativo	Dados de monitoramento (PARA)		LMR
	< LOD*	Amostras positivas	
Carbaril	0,16%	1,22%	7,03%
Deltametrina	0,81%	0,65%	45,68%
Etiona	0,73%	0,00%	37,82%
Famoxadona	0,19%	0,10%	18,92%
Fenitrothion	0,01%	0,22%	69,86%
Fenpropimorfe	0,00%	0,00%	33,79%
Fipronil	8,31%	12,41%	45,08%
Forato	28,31%	0,00%	45,49%
Pirimifós-metílico	0,04%	0,28%	145,6%
Terbufós	13,45%	0,00%	51,18%

* consideradas como no nível do LOD (limite de detecção) para culturas com registro autorizado

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo resultou no desenvolvimento e utilização de um banco de dados para auxiliar o corpo técnico da área de toxicologia da ANVISA no exercício da avaliação do risco dietético devido às exposições crônicas a resíduos de agrotóxicos. Para atingir este objetivo, o sistema reuniu dados de peso corpóreo, consumo/disponibilidade de alimentos, concentração de resíduos nos alimentos e IDA. A migração de dados entre o sistema na plataforma Access e o programa estatístico SPSS permitiu extrapolar os resultados de disponibilidade/consumo de alimentos e de ingestão de resíduos para a população brasileira e para cada UF.

A nova ferramenta calcula a exposição a partir do peso corpóreo dos indivíduos entrevistados pela POF, enquanto atualmente o setor de toxicologia da ANVISA utiliza o valor médio recomendado pela OMS para países do grupo do Brasil (60kg). Utilizar o peso corpóreo disponibilizado na POF diminui as incertezas dos resultados.

A ANVISA avalia a exposição em planilhas eletrônicas que visam confrontar a IDA com a IDMT para novos registros de ingredientes ativos, a cada inclusão de novas culturas no registro ou de alterações no LMR, utilizando como dados de consumo uma dieta nacional modelo construída a partir de dados de aquisição domiciliar de alimentos das POF/IBGE de 1995 e 2002. Na construção desta dieta modelo, considerou-se para cada alimento, a aquisição máxima do alimento estimado pela POF. Esta dieta, além de não levar em consideração as variações regionais, é fisiologicamente irreal, já que existe um limite de consumo de alimento pelo homem. A nova ferramenta estima a exposição utilizando dados de disponibilidade / consumo médio *per capita* nacional, de cada UF e também calcula a exposição de cada entrevistado a partir de dados o consumo e peso corpóreo individuais.

O banco de dados, resultado deste trabalho, permitiu considerar no cálculo da exposição, alimentos de menor consumo *per capita* ausentes nas planilhas para o cálculo de IDMT atualmente utilizadas pela ANVISA. Geralmente, as culturas de menor consumo *per capita* também são Culturas de Suporte Fitossanitário Insuficiente (CSFI), que em 2010 tiveram o registro disciplinado pela Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 1 (BRASIL, 2010). Como consequência desta INC, espera-se um significativo aumento de inclusão de CSFI nos registros. O banco de dados desenvolvido deve facilitar a avaliação do impacto dessas inclusões nas IDMT.

O sistema elaborado também permite refinar a avaliação do risco a partir de dados de monitoramento de resíduos em alimentos comercializados. Os valores de exposição podem ser atualizados à medida em que novos dados de monitoramento são gerados para calcular a IDTR.

Como primeiro resultado da utilização do banco de dados, verificou-se diferenças expressivas entre disponibilidade (POF3) e consumo (POF7) para algumas culturas, que implicaram em valores distintos de IDMT e/ou de IDTR para um mesmo ingrediente ativo. Os maiores percentuais da IDA ocorreram quando utilizados dados de consumo individual no cálculo da exposição.

O refinamento realizado neste trabalho permitiu constatar que a substituição dos LMR por dados de monitoramento resulta em uma menor exposição. As maiores contribuições na ingestão ocorreram nas culturas não analisadas pelo PARA, no período de 2009 a 2011, como milho e trigo, em que valores de LMR foram mantidos como concentração de resíduos. Alguns ingredientes ativos não foram pesquisados pelo PARA em algumas culturas, como arroz e feijão, e o uso de LMR teve um alto impacto na ingestão calculada. Presume-se que o valor da exposição se aproxima de uma situação de maior refinamento, à medida que estes alimentos forem incorporados ao PARA e que todos os alimentos sejam analisados para todos ingredientes ativos previstos.

A exemplo do exercício de cálculo da exposição crônica cumulativa realizada nesse trabalho para os EBDC + propinebe, alguns ajustes no banco de dados devem permitir estimar a exposição cumulativa a outros grupos de agrotóxicos com o mesmo modo de ação como os inibidores de acetilcolinesterase e o grupo dos triazóis.

Considerando que o sistema possui informações de peso corpóreo, de consumo de alimentos e de concentração de resíduos (LMR e monitoramento), o mesmo também poderá ser utilizado para avaliação da exposição aguda a resíduos de agrotóxicos em alimentos, bastando incluir as fórmulas adequadas e considerar a dose de referência aguda (ARfD) como parâmetro de segurança. A avaliação da exposição aguda poderá ser conduzida a cada rodada de monitoramento de resíduos realizada pelo PARA e os resultados serão divulgados no relatório do programa publicado anualmente, a exemplo do modelo de relatório de monitoramento adotado pelo Reino Unido que apresenta estudos de avaliação do risco (CRD/HSE, 2013).

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2005

ALBERT, R. Carcinogen risk assessment in the US Environmental Protection Agency. **Crit Rev Toxicol**, v. 24, p.75-85,1994

ANVISA. Resolução RDC nº 119, de 19 de maio de 2003, que cria o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 maio 2003

ANVISA. Resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set.2005

ANVISA. **Perfil Nutricional dos Alimentos Processados.** Informe Técnico. 2010. Disponível em: Portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c476ee0047457a6e86efd63fbc4c6735/INFORME+T%C3%89CNI+CO+n++43+-+2010-PERFIL+NUTRICIONAL+_2_.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 22 jun. de 2012

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos – Relatório de atividades de 2010.** 2011. Disponível em: Portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária: <<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/z>>. Acesso em 21 de jan. de 2013

ANVISA. **Agrotóxicos e Toxicologia: Assuntos de Interesse: Monografias de Agrotóxicos.** 2012a. Disponível em: Portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária: <<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/i>>. Acesso em 1 nov. 2012

ANVISA. RDC nº 4, de 23 de setembro de 2012. Dispõe sobre os critérios para a realização de estudos de resíduos de agrotóxicos para fins de registro de agrotóxicos no Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília 23 jan. 2012b

ARAÚJO, M. O.; GUERRA, T. M. **Alimentos "Per capita"**. 3ª ed. Natal: UFRN, 2007

BANASIAK, U.; SIEKE, C. Requirements on consumption data for the use in exposure assessment of pesticide residues in food. In: **EFSA workshop on consumption data.** Berlim, 16 maio 2008. Disponível em: <http://www.bfr.bund.de/cm/349/requirements_on_%20consumption_data_for_the_use_in_exposure_assessment.pdf> . Acesso em: 20 dez. 2012

BfR - Federal Institute for Risk Assessment. **Pesticides.** 2013. Disponível em: <<http://www.bfr.bund.de/en/pesticides-579.html>>. Acesso em 1 jan. 2013

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário - Portal do Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar. **Sugestão de Cardápios.** [s.d.]. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/saf/institucional/Sugest%C3%B5es_de_card%C3%A1pios>. Acesso em: 5 jun. 2012

BRASIL. Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília 12 jul. 1989

BRASIL. Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992. Ratifica os termos das “diretrizes e orientações referentes a autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 4 fev. 1992

BRASIL. Portaria nº 544, de 16 de novembro de 1998. Aprova os Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 17 nov. 1998

BRASIL. Decreto nº 4074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 jul. 2002a

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde - Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. 1ª ed. Brasília, 2002b. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/partes/aliment_reg2.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2013

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta nº 1 de 23 de fev de 2010, que estabelece as diretrizes e exigências para o registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins para culturas com suporte fitossanitário insuficiente, bem como o limite máximo de resíduos permitido. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 fev. 2010

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília 4 jan. 2012

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta nº 1 de 4 de jan de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 jan. 2013a

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portal da internet do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – PNCRC**. 2013b. Disponível em: Portal do Ministério da Agricultura: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/qualidade-seguranca-alimentos-bebidas/alimentos/residuos-e-contaminantes>. Acesso em: 20 fev. 2013

BYRD-BREDBENNER, C.; et al. A comparison of household food availability in 11 countries. **J Hum Nutr Dietet**, v. 13, p. 197-204, 2000

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. Chronic dietary risk assessment of pesticide residues in Brazilian food. **Journal of Public Health**, v. 34, p. 529–537, 2000

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. K. Chronic dietary risk for pesticide residues in food in Brazil: an update. **Food Additives and Contaminants**, v. 21, n. 11, p.1057-1064,2004

CALDAS, E.; et al. Dietary risk assessment of organophosphorus and dithiocarbamate pesticides in a total diet study. **Food Additives and Contaminants**, v. 28, nº 1, p.71–79, 2011

CALDAS, E.; TRESSOU, J.; BOON, P. Dietary exposure of Brazilian consumers to dithiocarbamate pesticides - A probabilistic approach. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 1562–1571, 2006

CAMPOS, R. F. Gastronomia nordestina: uma mistura de sabores brasileiros. In: **XI Encontro de iniciação à docência da UFPB**, dez. 2009. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/monitoriapet/ANAIS/Area6/6CCSDN MT01.pdf>. Acesso em 2 maio 2012

CARVALHO, V.; et al. Avaliação da qualidade e composição de temperos Alho e Sal industrializados, comercializados na cidade de Juiz de fora. **Alim. Nutri.**, v. 9, p.39-52, 1998

CESNIK, B. H.; GREGORCIC, A. A Validation of the Method for the Determination of Ditiocarbamates and Thiuram Disulphide on Apple, Lettuce, Potato, Strawberry and Tomato Matrix. **Acta Chimica**, v. 53, p. 100-104, 2006

COOD, E. F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. **Communications of the ACM**, v. 13, nº6, pp 377 – 387, 1970

CORLEY, J. Best practices in establishing detection and quantification limits for pesticide. In: **L. P.W., Handbook of Residue Analytical Methods for Agrochemicals**. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd,2003, p. 50-58

COVELLO, V.; MERKHOFFER, M.**Risk assessmente methods: approaches for assessing health and environmental risks**.New York: Plenum Press, 1993

CRD/HSE -The Expert Committee on Pesticide Residues in Food.**Report on the Pesticide Residues Monitoring Programme for Quarter 2/2011**. 2013. Disponível em: <http://www.pesticides.gov.uk/Resources/CRD/PRiF/Q2_2011_Report.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2013

DE KOK, A.; BODEGRAVEN, V. P. Validation of the Dithiocarbamate method based on iso-octane extraction of CS2 and subsequent GC-ECD analysis, for fruits, vegetables and cereals. In:**Resumos do “3rd European Pesticide Residue Workshop”**. York, UK, jul-2000

EFSA.**EFSA scientific colloquium: summary report: cumulative risk assessment of pesticides**.Parma, 2006.Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/colloquiapesticides.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2013

EFSA. General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey. **EFSA Journal**, 7(12):1435. [51 pp.], 2009. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3293.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2013

EFSA.EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR): Guidance on the Use of Probabilistic Methodology for Modelling Dietary Exposure to Pesticide Residues. **EFSA Journal**, 10(10):2839. [95 pp.], 2012. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2839.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2013

EFSA. Scientific Opinion on the identification of pesticides to be included in cumulative assessment groups on the basis of their toxicological profile. **EFSA Journal**, 11(7):3293, 2013. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2839.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2013

EUROPEAN COMMISSION - Health & Consumer Protection. **First report on the harmonisation of risk assessment procedures - Part 2: Appendices**.2000. Disponível em <http://ec.europa.eu/food/fs/sc/ssc/out84_en.pdf>.Acesso em: 12 jan. 2013

EUROPEAN COMMISSION. **EU Pesticides database**. 2013. Disponível em: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides. Acesso em: 12 jan. 2013

FAO/WHO - Food Standards Programme. Definitions for the Purposes of the Codex Alimentarius. In: **Procedural Manual**. 12ª ed. Genebra, 2001, p. 41 – 44.Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2200E/Y2200E00.HTM> Acesso: 11 nov. 2012

FAO/WHO - Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core. Assesment Group. Assessment of chronic dietary risk of dithiocarbamate pesticides, In: **Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues**.Lion, 1997. Disponível em:<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/97_rep/Report97.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2013

FAO/WHO. **Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities**.2006. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/riskanalysis06/en/>>. Acesso em 25 fev. 2013

FARIA, N. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, nº 1, mar. 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100008&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 1 dez. 2012

FAUSTMAN, E. M.; OMENN, G. S.Risk Assessment, Chapter 4. In: Klaassen, C. **D.Toxicology: The basic sceince of poisons**.7ª ed.,New York: McGraw-Hill, 2008, p. 107 - 128

FISBERG, R. M.; VILLAR, B.S. **Manual de receitas e medidas caseiras para cálculo de inquéritos alimentares**: manual elaborado para auxiliar o processamento de inquéritos alimentares. 1ª ed. São Paulo: Signus, 2002

Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Educação. **Cardápios da Alimentação Escolar**.2011. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7BD91D602C-171A-4CE1-B960-05161E12BAB9%7D_CARDAPIO%20PROETI.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2012

Governo do Estado do Mato Grosso do Sul. Secretária de Educação. [s.d.] **Receitas Nutritivas**. Disponível em: <http://www.sed.ms.gov.br/geradorhtml/paginasgeradas/ead_3958/pdfs/receituario_1.pdf>. Acesso em 19 de 6 de 2012

HERRMAN, J.; YOUNES, M. Background to the ADI/TDI/PTWI. **Regul Toxicol Pharmacol.**, v. 30, p. 109-13, 1999

HHS - U.S. Department of Health and Human Services. **Communicating in a crisis: Risk communication guidelines for public Officials**. 2002. Disponível em: <<http://www.hhs.gov/od/documents/RiskCommunication.pdf>> . Acesso em: 20 jan. 2013

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. 2011a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof_2008_2009.shtm>. Acesso em 21 jan. 2013.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do Consumo Alimentar no Brasil**. 2011b. Disponível em Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf> . Acesso em: 21 jan. 2013

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita: Brasil e Grandes Regiões**. 2011c. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/pof20082009_aquisicao.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2013

IOM – Institut of Medicine. **Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines**. 2009. Disponível em: <<http://www.iom.edu/~media/Files/Report%20Files/2009/Weight-Gain-During-Pregnancy-Reexamining-the-Guidelines/Report%20Brief%20-%20Weight%20Gain%20During%20Pregnancy.pdf>> . Acesso em: 22 jan. 2013

JARDIM, A. N.; CALDAS, E. D. Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde. **Química Nova**, v. 32, p.1898 – 1909, 2009

KEIKOTLHAILE, B.; SPANOGHE, P. Pesticide Residues in Fruits and Vegetables. In: M. Stoytcheva, **Pesticides - Formulations, Effects, Fate**. InTech, 2011, p. 243-252

KROES, R.; et al. Assessment of intake from the diet. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, p.327-385. 2002

Londres, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. 1º ed. Rio de Janeiro, RJ: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/09/Agrotoxicos-no-Brasil-mobile.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013

MACHADO, F. N. **Análise Relacional de Sistemas**. 2ª ed. Tatuapé, SP: Érica, 2003

MARQUES, M. B.; et al. Avaliação da Rede Brasileira de Centros de Controle de Intoxicações a Envenenamento – CCIEs. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 11 (4), p.560-578, 1995

NCR -National Research Council. **Risk Assessment in the Federal Government: managing the process.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1983. Disponível em: <<http://www.epa.gov/region9/science/seminars/2012/red-book.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2013

OECD. **Descriptions of selected key generic terms used in chemical hazard/risk assessment** - OECD Series on Testing and Assessment, nº 44. Paris, 2003. Disponível em: <[http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2003\)15&doclanguage=en](http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2003)15&doclanguage=en)> Acesso em: 19 jun. 2012

PIMENTEL, F. A. **Avaliação do Poder antioxidante do chocolate amargo - um comparativo com o vinho tinto.** Dissertação (Mestrado) - Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 2007

PINHEIRO, A. B. **Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras.** 5ª ed. São Paulo: Atheneu, 2004

RENEWICK, A. E. Risk characterisation of chemicals in food and diet. **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, p.1211-1271, 2003

SAFE, S. H. Hazard and Risk Assessment of Chemical Mixtures Using the Toxic Equivalency Factor Approach. **Environmental Health Perspectives**, V. 106, Supplement 4, pp. 1051-1058, 1998.

SINDAG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. **Apresentação em Câmara Temática do MAPA.** ago. 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_tematicas>. Acesso em: 13 jul. 2012

SINITOX. **Sistema Nacional de Informações Tóxico-farmacológicas.** 2011. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/sinitox_novo/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=357>. Acesso em: 28 fev. 2013

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO.** 4ª ed. Campinas: Book Editora, 2011

USDA - United States Department of Agriculture. **Pesticide Data Program - Program Overview.** 2013. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/ams.fetchTemplateData.do?template=TemplateG&topNav=&leftNav=ScienceandLaboratories&page=PDPPProgramOverview&description=PDP+Program+Overview&acct=pestcddataprogram>>. Acesso em: 5 fev. 2013

USEPA - United States Environmental Protection Agency - Health Effects Division, Office of Pesticide Programs. **The Determination of Whether Dithiocarbamate Pesticides Share a Common Mechanism of Toxicity.** 2001. Disponível em: <<http://epa.gov/oppsrrd1/cumulative/dithiocarb.pdf>> Acesso 29 jan. 2013

WALLACE, H. M. Risk Perception in Toxicology - Part II: Toxicology Must be the Solution not the Problem. **Toxicological Sciences**, v.121 (1), p. 7-10, 2011

WHO - Word Health Organization. **Public health impact of pesticides used in agriculture**.WHO Press: Genebra, 1990. Disponível em: <<http://whqlibdoc.who.int/publications/1990/9241561394.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012

WHO - Word Health Organization/ Global Environment Monitoring System – Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food); Codex Committee on Pesticide Residues. **Guidelines for predicting dietary intake of pesticides residues**. WHO Press: 1997. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/pesticide_en.pdf> . Acesso em: 13 jan. 2012

WHO - Word Health Organization. Word Health Organization. Infant and young child nutrition. In: **Fifty-Fourth World Health Assembly**. 2001. Disponível em: <http://www.who.int/nutrition/topics/WHA54.2_iycn_en.pdf> . Acesso em: 1 mar. 2013

WHO - Word Health Organization/Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**: report of a joint WHO/FAO expertconsultation.WHO Press: Genebra, 2002.Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2013

WHO - Word Health Organization/International Programme on Chemical Safety (IPCS). **Risk Assessment Terminology**.Genebra, 2004. Disponível em: <<http://www.who.int/ipcs/methods/harmonization/areas/terminology/en/>> . Acesso em: 14 dez. 2012

WHO - Word Health Organization - Joint FAO/WHO Consultation. **Dietary Exposure Assessment of Chemicals in Food**.Maryland, 2005. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241597470_eng.pdf> . Acesso em: 5 maio 2012

WHO - Word Health Organization - **Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food**.2009. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/chem/principles/en/index1.html>> . Acesso em 20 fev. 2013

WHO - Word Health Organization/ Global Environment Monitoring System - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food). **Cluster Diets**. 2012. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/chem/gems/en/index1.html>>. Acesso em: 3 fev. 2013