AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AVALIAÇÃO DOS TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E TÓXICOS EM ALIMENTOS DA DIETA DA POPULAÇÃO DE SÃO PAULO, SEGUNDO A POF 2008-2009

JÉSSICA BRAGA AMBRÓGI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações

Orientadora:
Profa. Dra. Vera Akiko Maihara

São Paulo
2016

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

AVALIAÇÃO DOS TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E TÓXICOS EM ALIMENTOS DA DIETA DA POPULAÇÃO DE SÃO PAULO, SEGUNDO A POF 2008-2009

JÉSSICA BRAGA AMBRÓGI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações

Orientadora:
Profa. Dra. Vera Akiko Maihara

#

#
#

São Paulo
2016

Dedico a toda a minha família

Agradecimentos

À Dra. Vera Akiko Maihara, pela orientação, dedicação, ensinamentos a mim transmitidos durante a realização do trabalho e toda a paciência e acolhimento que a mim foi dirigido.

À Dra. Roseane P. Avegliano, pela ajuda na preparação dos compostos e por tirar as minhas dúvidas relacionadas à nutrição.

Ao Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica- LAN do IPEN-CNEN/SP pela oportunidade de realização do trabalho experimental.

À Dra. Déborah Inês Teixeira Fávaro e Mitiko Saiki pelas observações e sugestões apresentadas no Seminário de área.

Ao CNPQ pela bolsa de estudos.

Aos amigos do IPEN: Amanda Noyori, Camila Lange, Caroline Perez, Daniel Pereira, Eliane Santos, Eliel Souza, Fábio Sussa, Jefferson Koyaishi, Liliana Castro, Robson Petroni, Rodolfo Gonçalves, Rosiana Rocha, Wellington Farias. Obrigada pela paciência com as minhas conversas intermináveis, desabafos, companhia e amizade. Espero contar sempre com vocês.

À Suzane minha grande amiga que me ajudou a aguentar toda a pressão dessa jornada em SP.

À minha pequena família (Rossana, Clovis, Larissa, Laércia e Wander) que estavam ao meu lado todos os momentos dessa minha longa e difícil experiência, que me apoiaram em cada decisão que eu tomei. Amo muito vocês, e vocês fazem uma falta enorme no dia-a-dia.

Ao Lucas, incentivador insistente ao longo deste trabalho, obrigado por sempre estar ao meu lado quando precisei. Que continuemos sempre sonhando juntos.

Aos meus amigos que mesmo distantes (Adriania, Amanda, Anne, Anderson, Bruno, Camila, Camilie, Carol, Cíntia, Cláudia, Diogo, Gabriela,

Guilherme, Joana, Juliana, Karoline, Marcelo, Marcos, Otávio, Stefânia e Wellington) que preocuparam comigo e com o andamento do meu trabalho, cada um de vocês foi essencial.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização do trabalho.

AVALIAÇÃO DOS TEORES DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E TÓXICOS EM ALIMENTOS DA DIETA DA POPULAÇÃO DE SÃO PAULO, SEGUNDO A POF 2008-2009

JÉSSICA BRAGA AMBROGI

RESUMO

O Estudo de Dieta Total (EDT) tem sido recomendado pela Organização Mundial da Saúde como o método mais adequado para estimar as ingestões dietéticas de contaminantes e nutrientes para um país ou grandes grupos populacionais. O presente estudo é o segundo realizado no Brasil, atualizado com dados da Pesquisa de Orçamento Familiar-POF 2008-2009 do IBGE, para avaliação de ingestão dietética dos elementos essenciais e tóxicos referente à região Sudeste do Brasil. Os alimentos que compõe a lista de alimentos foram coletados em mercados, preparados como prontos para consumo, liofilizados e homogeneizados para a análise pelos Métodos de Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental (INAA) e Absorção Atômica com Forno de Grafite (GF-AAS). Foram determinados os elementos As, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Rb, Sc, Se e Zn. Os valores de ingestão dietética diária dos elementos foram calculados e mostraram-se satisfatórios para os elementos Cl, Cu, Fe, Mg, Mn, Se e Zn. Para Ca, Cr e K as ingestões dietéticas calculadas encontraram-se abaixo das recomendações nutricionais. Já para os elementos cujos valores de ingestão diária média superaram as recomendações nutricionais (Cu, Fe, Mg e Mn), as ingestões foram comparadas com os valores de Limite tolerável de ingestão (UL). Concluiu-se que nenhum elemento se encontrava em quantidade acima desses limites, exceto o Na que apresentou valor ligeiramente mais alto que o UL. Em relação aos elementos tóxicos, os valores de concentração estiveram muito abaixo dos valores limites estabelecidos pela legislação brasileira, exceto para o As no grupo de peixes. Porém a ingestão de peixe é baixa, o que contribuiu para que a ingestão dietética de As nesse estudo estivesse bem abaixo do limite máximo tolerável preconizado pela JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives), assim como o valor de ingestão dietética mensal de Cd, que esteve bem abaixo limite tolerável mensal (PTMI).

EVALUATION OF ESSENTIAL AND TOXIC ELEMENTS IN FOODS FROM SÃO PAULO POPULATION DIET, ACCORDING TO 2008-2009 POF

JÉSSICA BRAGA AMBROGI

ABSTRACT

The World Health Organization (WHO) has been encouraging Total Diet Study (TDS) since WHO considered this study to be the most adequate method to estimate the dietary intakes of contaminants and nutrients of countries or populations on a large-scale. This study is the second carried out in Brazil, and is up to date with data from IBGE National Household Food Budget Survey POF 2008-2009, to evaluate essential and toxic element dietary intakes, concerning the Southeast Region of Brazil. The food represented in food list were collected in supermarkets, preparing read-to-consumed food, freeze-dried and homogenized for analyses, by Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA) and Atomic Absorption Spectroscopy (GFAAS). The elements As, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Rb, Sc, Se e Zn were determined. The daily intake values were calculated and the values were satisfactory for the elements Cl, Cu, Fe, Mg, Mn, Se and Zn. For Ca, Cr and K the dietary daily intake values were below the nutritional recommendation. For Cu, Fe, Na, Mg and Mn elements which average daily intakes exceeded the nutritional' recommendation, it was observed that no values were above than tolerable upper limits (UL), except for Na which values was slightly higher value than the UL. In relation of toxic elements, the concentration values were below than Brazilian legislation values, except for As in fish group. However the dietary intake of As is below than tolerable upper limit (UL) recommended by JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) since the fish intake is low in the São Paulo diet. For Cd the month dietary intake was below than PTMI (provisional tolerable monthly intake) recommendation.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO 13

1.1 Estudo de Dieta Total (EDT) 14

1.2 Estudo de Dieta Total no Brasil 19

1.3 Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 20

1.4 Lista de Alimentos 21

1.5 Regulamentação dos Elementos essenciais e tóxicos 24

2.OBJETIVOS 26

3.METODOLOGIA 27

3.1 Análise por Ativação com Nêutrons (NAA) 27

3.2 Espectrometria de Absorção Atômica (AAS) 29

4.PARTE EXPERIMENTAL 33

4.1 Coleta e preparo dos alimentos 33

4.2 Procedimento para Análise por Ativação com Nêutrons 35

4.2.1 Preparo das amostras para a irradiação 35

4.2.2 Preparo dos padrões sintéticos para a irradiação 35

4.2.3 Procedimento para irradiações longas 36

4.2.4 Procedimento para irradiações curtas 38

4.2.5 Medidas das atividades gama induzidas 39

4.3 Procedimento para Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GFAAS) 40

4.3.1 Preparo das amostras para a análise 40

4.3.2 Condições de determinação de Cd 41

4.3.3 Condições de determinação de Cu 41

4.3.4 Equipamento Utilizado 42
4.4 Cálculo da Incerteza 43
4.5 Análise dos materiais de referência 43
4.6 Limites de detecção 45
4.7 Cálculo da concentração como prontos para consumo 45
4.8 Cálculo da Ingestão 46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 48
5.1 Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental 48
5.1.1 Análise dos materiais de referência 48
5.1.2. Determinação dos valores de Limites de Detecção 50
5.1.3 Resultados das concentrações dos elementos determinados por INAA 52
5.1.3.1. Resultados de concentração dos alimentos liofilizados 52
5.1.3.2. Resultados de concentração dos alimentos prontos para consumo 52
5.1.3.3. Resultados de Ingestão diária 63
5.2 Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite 79
5.2.1 Análise dos materiais de referência por GF AAS 79
5.2.2 Determinação dos valores de Limites de Detecção 80
5.2.3 Resultados das concentrações dos elementos determinados 80
5.2.3.1 Resultados de concentração nos alimentos liofilizados e nos alimentos prontos para o consumo 80
5.2.3.2 Resultados de ingestão diária de Cd e Cu 82
6. CONCLUSÃO 86
APÊNDICE A: Lista de Alimentos, segundo compostos de alimentos. 88
APÊNDICE B: Protocolos padronizados para coleta e preparo dos alimentos da Lista de Alimentos. 92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grupos de alimentos analisados **23**

Tabela 2: Dados de regulamentação da ingestão diária dos nutrientes **25**

Tabela 3: Condições do método de dissolução no micro-ondas **41**

Tabela 4: Condições da determinação de Cd **41**

Tabela 5: Condições da determinação de Cu **42**

Tabela 6: Teor de umidade nos grupos de alimentosliofilizados **46**

Tabela 7: Ingestão diária dos grupos de alimentosdos elementos determinados por INAA **47**

Tabela 8: Resultados das análises dos materiais de referência por INAA **49**

Tabela 9: Limites de detecção dos elementos na análise das amostras por INAA **51**

Tabela 10: Concentração dos elementos em mg/kg, segundo grupos de alimentos analisados por INAA. **53**

Tabela 11: Concentração dos elementos em µg/kg, segundo grupos de alimentos analisados por INAA **54**

Tabela 12: Concentração dos elementos em mg/kg em grupos de alimentos prontos para o consumo analisados por INAA **55**

Tabela 13: Concentração de elementos em µg/kg em grupos de alimentos prontos para o consumo analisados por INAA **56**

Tabela 14: Ingestão diária média de elementos analisados por INAA **64**

Tabela 15: Ingestão diária média (µg/dia) de elementos analisados por INAA **65**

Tabela 16: Resultados dos materiais de referência por GF-AAS **79**

Tabela 17: Limites de detecção dos elementos determinados por GF-AAS **80**

Tabela 18: Resultados de concentração Cd, Cu nos grupos de alimentos **81**

Tabela 19: Resultados de ingestão dietética de Cd e Cu nos grupos de alimentos **83**

Tabela A: Lista de Alimentos, segundo compostos de alimentos. **88**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do processo da formação de um radionuclideo empregado na técnica INAA. **27**

Figura 2: Esquema da atomização que ocorre no tubo cilíndrico de grafite na análise GFAAS **31**

Figura 3: Liofilizador Thermo Electron Corporat (Modelo ModulyD) **34**

Figura 4: Padrões pipetados para irradiação longa e curta respectivamente. **36**

Figura 5: Recipiente de irradiação e a amostra embalada para irradiações longas **37**

Figura 6: Suporte para contagem **38**

Figura 7: Recipiente de irradiação, a amostra e padrão para irradiações curtas. **39**

Figura 8: Microondas utilizado para digestão das amostras MARS6. ..... **40**

Figura 9: Espectrômetro de absorção atômica Perkin Elmer modelo AAnalyst 800 ..... **42**

Figura 10: Valores absolutos de En score nos MR's para INAA **48**

Figura 11: Ingestão de As em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **66**

Figura 12: Ingestão de Br em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **67**

Figura 13: Ingestão de Ca em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **68**

Figura 14: Ingestão de Cl em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **69**

Figura 15: Ingestão de Co em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **70**

Figura 16: Ingestão de Cr em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **71**

Figura 17: Ingestão de Cs em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **71**

Figura 18: Ingestão de Sc em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **72**

Figura 19: Ingestão de Fe em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **73**

Figura 20: Ingestão de Mg em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **74**

Figura 21: Ingestão de Mn em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **75**

Figura 22: Ingestão de K em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **76**

Figura 23: Ingestão de Rb em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **76**

Figura 24: Ingestão de Se em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **77**
Figura 25: Ingestão de Na em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **78**
Figura 26: Ingestão de Zn em mg/dia nos grupos de alimentos analisados **79**
Figura 27: Valores absolutos de En score nos MR's para GF-AAS **80**
Figura 28: Ingestão de Cd em µg/dia nos grupos de alimentos analisados **84**
Figura 29: Ingestão de Cu em mg/dia nos grupos de alimentos analisados..... **85**

LISTA DE SIGLAS

AAS – Espectrometria de absorção atômica

CRPq – Centro do reator de pesquisas

EDT – Estudo de Dieta Total

GFAAS - Espectrometria de absorção atômica em forno de grafite

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INAA- Análise por ativação com nêutrons instrumental

IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

LAN – Laboratório de ativação neutrônica

NAA – Análise por ativação com nêutrons

OMS – Organização Mundial de Saúde

POF – Pesquisa de orçamentos familiares

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação com a segurança alimentar tem sido crescente, já que informações sobre o estado nutricional de indivíduos e populações são necessárias para iniciar qualquer tipo de intervenção na dieta. Sendo assim, a determinação e quantificação de minerais em alimentos são fundamentais para assegurar o planejamento dietético adequado para cada população e /ou grupo populacional.

Segurança alimentar e nutricional é a realização do direito ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade e quantidade suficiente para promover saúde, respeitando a diversidade cultural e sendo social, econômica e ambientalmente sustentável (CONSEA, 2004). Em termos de saúde e segurança alimentar torna-se de grande importância a determinação dos teores de minerais e contaminantes presentes nos alimentos consumidos pela população.

A alimentação representa a maior fonte de minerais que são absorvidos pelo corpo. Os minerais são nutrientes reconhecidos como essenciais para as funções do corpo humano e são tradicionalmente divididos em macrominerais e microminerais ou elementos traço. Macrominerais são necessários ao organismo humano em quantidades de 100 mg/dia ou mais, isto é, em grande quantidade, como Ca, Mg, Na, K. Microminerais ou elementos traço são necessários ao organismo humano em quantidades menores que 100 mg/dia, isto é, em quantidades de alguns miligramas ou mesmo microgramas como Fe, Zn, Mn. Atualmente, existe ainda os conhecidos como elementos ultra traço, que são necessários em quantidade de µg/dia como Se(GALLAGHER, 2008). Os minerais representam de 4 a 5 % do peso corpóreo, sendo 50% em Ca, 25% em P e cinco macrominerais essenciais (Mg, Na, K, Cl e S) e os outros 25% são onze microminerais (Fe, Zn, I, Se, Mn, F, Mo, Cu, Cr, Co e B) (GALLAGHER, 2008).

Todo elemento essencial pode ser tornar tóxico se ingerido em quantidades elevadas, em alguns casos, os valores entre a essencialidade e a

toxicidade tem pequena diferença. Existem também os elementos que são tóxicos em qualquer quantidade no corpo, como As, Cd, Hg e Pb.

A relação entre minerais, especialmente os microminerais, e a saúde é bem conhecida, dado que do ponto de vista nutricional estes são de extrema relevância. Os macrominerais e elementos traço na dieta da população humana são essenciais para os processos biológicos, participam das funções metabólicas e no desenvolvimento do organismo humano (CHEKR I*et al*., 2012).

Os micro e macrominerais são necessários em quantidades variadas, ou seja, cada mineral tem o seu valor de necessidade, todos precisam de quantidades específicas para desempenhar suas funções no organismo. Esses valores também regulam os níveis máximos de toxicidade dos elementos presentes no organismo (GALLAGHER, 2008). Esses valores de referência são regulados pelo Instituto de Medicina dos Estados Unidos (IOM).

A falta de elementos essenciais e o excesso de tóxicos tem influência no funcionamento dos órgãos do corpo, podendo causar doenças crônicas, como distúrbios arteriais e cardiovasculares, hipertensão, diabetes e certos tipos de câncer (FRAGA, 2005; PRASHANTH *et al.,* 2015).

A estimativa de exposição dietética é um pré-requisito para a avaliação do risco de deficiência de ingestão de elementos essenciais e de excesso de elementos tóxicos. Levando-se em consideração a importância da segurança da ingestão de macro e microminerais, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que seja feito um Estudo de Dieta Total (EDT).

1.1 Estudo de Dieta Total

O EDT é uma das abordagens básicas para estimar a ingestão dietética de elementos essenciais e contaminantes de uma determinada população, e é amplamente utilizado para avaliar a contaminação, deficiência ou excesso de micro e macro nutrientes e contaminantes na dieta de um determinado grupo populacional. (WHO, 2011).

A utilização desse estudo baseia-se na preocupação da segurança alimentar da população, como a presença de nutrientes e a ausência de elementos tóxicos na dieta.

O estudo de dieta total se baseia em três princípios essenciais:

- Representatividade da dieta, ou seja, o quanto a dieta analisada representa os hábitos alimentares da população estudada;
- Separação dos alimentos analisados, como e onde os alimentos serão coletados e como eles serão separados para utilizá-los como amostras;
- Preparação dos alimentos: os alimentos devem ser preparados como prontos para consumo antes de passarem pelo preparo para a análise (WHO, 2011).

A estimativa de exposição dietética é a combinação dos dados de consumo populacional dos alimentos com os resultados encontrados nas análises, sendo significativa para avaliar a adequação da dieta com respeito à essencialidade e possibilidade de exposição aos elementos tóxicos (TURCONI *et al*., 2009).

O EDT difere dos outros tipos de programas de monitoramento em alguns aspectos:

- Está sempre focado em substâncias químicas através da dieta, pelo uso da lista de alimentos;
- Os alimentos são analisados como prontos para o consumo, desta forma é considerado o impacto da preparação dos alimentos nos elementos e substâncias químicas a serem determinados, o que resulta em uma estimativa mais realista dos dados de ingestão;
- São analisadas somente as partes comestíveis dos alimentos;
- Avalia o conhecimento da exposição da dieta da população estudada de substâncias químicas regulamentadas e não regulamentadas ao invés de apenas estimar os valores através da comparação com o máximo de exposição permitida (WHO, 2011).

A preparação dos alimentos como prontos para o consumo é importante, pois esta pode afetar a concentração dos elementos, como, por exemplo, alguns contaminantes presentes nos alimentos crus podem ser dissolvidos, volatizados ou degradados, algumas concentrações podem aumentar pelo contato com utensílios de cozinha e também pode haver diminuição dos minerais pela retirada das partes não comestíveis dos alimentos (MOY, VANNORT, 2013).

Os estudos de dieta total vêm sendo feitos desde os anos 60 e foi disseminado quando, em 1968, o workshop de pesticidas e resíduos apoiou o uso do EDT para avaliar esses contaminantes em alimentos. No ano de 1978, os EDTs começaram a ser promovidos pela OMS e antes de 2011 mais de 30 países já haviam desenvolvido seus próprios EDT's. Na maioria dos casos o EDT é um estudo promovido por um órgão de saúde do país (WHO, 2011).

Por ser uma recomendação da OMS o EDT vem sendo realizado ao longo dos anos por diversos países do mundo, sendo os mais recentes, Canadá (DABEKA; CAO, 2013), China: Hong Kong(CHEN *et al.*, 2014;CHUNG *et al.*, 2014) e Shenzhen, província de Guangdong(JIANG *et al*., 2015), Espanha: Ilhas Canárias (GONZÁLEZ-WELLER et al., 2013) e Catalonia (PERELLÓ *et al*., 2015), França (ARNICH *et al*., 2012; CHEKRI *et a*l., 2012), Líbano (NASREDDINE *et al*., 2010), Suécia (BECKER *et al*., 2011), Itália (D'AMATO *et al*., 2013). Há países que realizam o EDT regularmente, como os Estados Unidos (EGAN, 2002; EGAN *et al*., 2002; FDA, 2008; PENNINGTON, 1983, 2000; WHO, 1999, 2002a, 2005), Nova Zelândia (NZFSA, 2005, 2006; THOMSON *et al*., 2008; VANNOORT *et al*., 2003; WHO, 1999, 2002b, 2005) e Austrália (FSANZ,2003; 2011). Descreve-se a seguir, de maneira resumida, a atualização dos EDT's dos países acima mencionados.

Austrália/ Nova Zelândia

O Food Standards Australia New Zealand (FSANZ) é a autoridade que desenvolve padrões de alimentos seguros para ambos os países, para resíduos de pesticidas, nutrientes e outras substâncias (FSANZ, 2005).

Austrália

O mais recente EDT da Austrália, *Australian Total Diet Study* (ATDS), o 23º ATDS, examinou a exposição dietética da população australiana a elementos químicos veterinários e da agricultura, contaminantes, micotoxinas e nutrientes em 92 alimentos (FSANZ, 2011).

Nova Zelândia

Os EDTs da Nova Zelândia, New Zealand Total Diet Survey (NZTDS) foram conduzidos seis vezes, em intervalos de cinco a seis anos, desde 1974, em 1974/75, 1982, 1987/88, 1990/91, 1997/98, 2003/2004 e 2009.

No NZTDS de 2009, o mais recente EDT do país, tendo em vista a ausência de informação de pesquisa de consumo alimentar atualizada desde a última NZTDS, foram utilizados os mesmos alimentos da NZTDS de 2003/2004. Os 123 alimentos mais consumidos foram analisados, sendo 61 alimentos regionais de quatro regiões e 62 alimentos nacionais de um local nacionalmente representativo, em duas estações do ano. As mudanças na lista de alimentos desde NZTDS de 2003/2004 incluem a separação da água de torneira e da água engarrafada, e aproximadamente 4330 amostras de alimentos foram compradas e preparadas "prontas para o consumo". No total, 982 amostras foram analisadas para determinar as concentrações de resíduos químicos da agricultura, contaminantes (arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio) e nutrientes (iodo, selênio e sódio).

China

Além de três ETDs governamentais, a China realizou o EDT em Shenzhen, província de Guangdong, com desenho similar ao usado no EDT chinês de 2007. Um total de 243 amostras de alimentos divididos em 10 grupos de alimentos foi coletado para análise de elementos essenciais (Jiang, J *et al*, 2014). Também foi realizado recentemente um EDT em Hong Kong, onde foram analisados oito metais contaminantes; os alimentos analisados foram obtidos através da pesquisa de consumo realizada em 2005 e foram divididos em 15 grupos para serem analisados (CHEN *et al*, 2014; CHUNG*et al*, 2014).

Espanha

Um dos mais recentes EDT espanhol determinou a ingestão dietética diária de 13 elementos essenciais e tóxicos na Catalonia, em 13 grupos de alimentos (PERRELLO *et al*, 2015). Outro EDT espanhol recente, realizado nas Ilhas Canarias, analisou 440 alimentos divididos em 22 grupos, que foram obtidos através da pesquisa de consumo de 2000 e obteve resultado de concentração para sete elementos :Al; Ba; Bi; Cr; Sr; Pb (GONZÁLEZ – WELLE R *et al*,2013).

França

A França conduziu dois EDTs. O EDT francês, conduzido em 2000, foi o primeiro estudo mais importante abrangendo a exposição à microtoxinas, elementos traço e essenciais presentes nos alimentos prontos para o consumo, pela população (LEBLANC et al., 2005; WHO, 2002b, 2005b).

No segundo EDT da França, foram analisados 1319 alimentos coletados de 2007 a 2009 (ARNICH *et al*, 2012;CHEKRI*et al*., 2012) que representaram 90% da dieta total e foram determinados 18 elementos essenciais e tóxicos.

Líbano

O EDT do Líbano foi realizado em 2004, onde foram encontrados dados de exposição de metais pesados e radionuclídeos gama. Esses dados foram determinados através de 81 alimentos que foram coletados, representando 80% da dieta da população do país (NASREDDINE *et al*,2010).

Canadá

O mais recente EDT foi conduzido entre 1992-1999. Nesse EDT foram determinados elementos traço, pesticidas e dioxinas. A pesquisa usada para obter os alimentos a serem analisados foi realizada em 1970 e obteve 141 alimentos que representavam a dieta total do país (DABEKA& CAO,2013).

Itália

A Itália conduziu três EDT, o mais recente realizado entre 2012-2014, teve por objetivo a avaliação de exposição dietética da população para elementos traço não essenciais e radionuclídeos. Alimentos “core” foram selecionados para ser representativos da dieta da população, assim como os dois prévios EDTs (D’AMATO et al, 2014).

Suécia

No EDT da Suécia foram determinados 15 elementos entre essenciais e tóxicos. Os alimentos analisados foram obtidos através de 12 grupos de alimentos que representam 90% da dieta da população do país (BECKER *et al*, 2011).

Estados Unidos

Os Estados Unidos, por meio do U.S. Food and Drug Administration's (FDA), foram os pioneiros na realização dos EDT, iniciados em 1961. Desde então, o FDA os têm conduzindo anualmente. Os EDTs envolvem amostras de alimentos de todo o país. Ingestões dietéticas de elementos de interesse são então estimadas para a população multiplicando os níveis encontrados nas amostras do EDT pelas quantidades de alimentos baseadas em pesquisas nacionais de consumo, que são atualizadas periodicamente. No EDT mais recente foram analisados 285 alimentos resultantes da mais recente lista realizada em 2003 (WHO, 2006)

1.2 Estudo de Dieta Total no Brasil

Esse é o segundo Estudo de Dieta Total no Brasil. O primeiro foi realizado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), no Centro de Pesquisas do Reator (CRPq) no Laboratório de Ativação Neutrônica (LAN) e desenvolvido como tese de doutorado da doutora Roseane P. Avegliano (AVEGLIANO, 2009).

No Brasil não existe um órgão governamental que facilite e/ou produza o EDT no país, por isso o estudo foi realizado como tese de doutorado com apoio de entidades de pesquisa e caracterizado como pesquisa e não um estudo da dieta oficial como é realizado em outros países.

Nesse estudo utilizou-se a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2002-2003 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde foi preparada uma cesta de mercado com 30 grupos de alimentos, contendo 71 alimentos que foram analisados. Os teores de elementos tóxicos e essenciais foram determinados e suas ingestões dietéticas foram avaliadas em relação às recomendações nutricionais. Os resultados apontaram baixa ingestão dos elementos essenciais, sendo menores ou similares às ingestões avaliadas em trabalhos brasileiros, mas especialmente, bem inferiores às ingestões dietéticas de EDTs de outros países.As concentrações de As e Cd ficaram abaixo dos limites máximos de tolerância da legislação brasileira (AVEGLIANO, 2009; AVEGLIANO *et al*, 2011).

1.3 Pesquisa de Orçamentos Familiares

A Pesquisa de Orçamentos Familiares é uma análise de orçamento doméstico, realizada pelo IBGE, que possibilita caracterizar um perfil de condições de vida da população brasileira. A POF leva em conta a questão orçamentária e também outros temas associados à qualidade de vida da população, como a avaliação nutricional da dieta da população (IBGE, 2011).

A POF 2008-2009 é a quinta pesquisa realizada pelo IBGE, sendo que é a segunda a trazer resultados nacionais. O bloco de consumo alimentar dessa POF foi desenvolvido com auxílio do Ministério da Saúde. Esse bloco serve para identificar os padrões e mudanças temporais na alimentação da população nacional. O bloco de consumo alimentar dessa POF é diferenciado dos blocos alimentares das POF anteriores, pois é a primeira vez que são coletadas informações sobre ingestão individual de todos os habitantes das residências pesquisadas, acima de 10 anos de idade.

A POF 2008-2009 constituiu-se em relatar e registrar detalhadamente por um período de 24 horas de dois dias não consecutivos, os nomes dos alimentos consumidos, o tipo de preparação realizada, a medida usada, a quantidade de alimentos consumida, o horário de consumo e se o alimento foi consumido dentro ou fora da residência. O registro foi realizado por todos os habitantes da residência, maiores de 10 anos, sendo registrado pelo próprio habitante ao longo do dia ou por outra pessoa da residência, caso este estivesse impossibilitado de realizar o registro.

Ao todo, no Brasil, foram pesquisadas 55.970 residências e dessas foram amostradas 24% para os resultados finais, ou seja, 13.569 residências, obtendo informações de 34.003 habitantes. O registro foi dividido por regiões do país. O presente estudo foi realizado com os dados da região sudeste. Segundo a POF, 14.078 residências foram pesquisadas nessa região e 3.064 foram escolhidas aleatoriamente, obtendo os dados de 7.302 habitantes (IBGE, 2011).

A POF 2008-2009 tem uma grande vantagem em relação às POF´s anteriores, pois nas anteriores os dados eram da disponibilidade dos alimentos na residência e não havia dados de ingestão. Com dados de disponibilidade alimentar não era possível obter resultados reais de ingestão dos elementos, já que não representavam os alimentos consumidos por cada habitante da residência. Outra vantagem é que a POF 2008-2009 leva em

consideração todos os alimentos consumidos fora das residências, que até então não haviam sido representados nas pesquisas anteriores.

1.4 Lista de Alimentos

Para realizar o presente estudo, as amostras analisadas foram estabelecidas em uma lista de alimentos. A lista de alimentos é composta por grupos de alimentos que representam a dieta da população estudada. Os grupos de alimentos foram estabelecidos de acordo com os dados de consumo por região do país, obtidos pela Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009.

A lista de alimentos usada nesse estudo foi desenvolvida pela Dra. Roseane P. Avegliano (AVEGLIANO *et al*., 2015) e foi feita através dos seguintes passos:

- Os alimentos foram divididos em 21 grupos, de acordo com a classificação da POF 2008-2009 do IBGE. Estavam presentes 103 alimentos que foram considerados em termos de consumo em g/dia, representando 100% do peso total diário consumido pela população;
- Alguns grupos definidos pelo IBGE foram subdividos, pois a divisão do IBGE é baseada na similaridade nutricional ou no ingrediente principal similar. Alguns alimentos continham diferenças significativas na quantidade de nutrientes e/ou contaminantes; como por exemplo, o grupo de carnes que foi dividido em 5 grupos diferentes. Resultando em 25 grupos de alimentos;
- A média de consumo per capita da região sudeste, de sal e farinha de trigo não estavam representados na lista. Por isso foram adicionados e os dados de consumo foram baseados no consumo representado na lista do país inteiro. O sal foi adicionado à lista por ser alta fonte de sódio e a farinha por ter grande importância de fornecimento de elemento essencial, como Fe;
- Dos 105 alimentos 23 não tinham descrição e estavam classificados como “outros tipos”. Por estar com informações faltando, a quantidade desses alimentos indefinidos foi incluída proporcionalmente em outros componentes do mesmo grupo. Assim a lista ficou com 1617,97g, e 82 alimentos divididos em 26 grupos;

- Para reduzir o número de grupos de alimentos, os alimentos contidos na lista foram divididos novamente e agrupados conforme a similaridade nutricional ou similaridade dos componentes.

A lista de alimentos final contém 82 alimentos agrupados em 19 grupos e pesa o total de 1.617,97 g e está apresentada completa no Apêndice 1. Para a análise os 19 grupos de alimentos foram preparados separadamente, como detalhado no Apêndice A. A lista dos 19 grupos de alimentos analisados está na Tabela 1, com os respectivos alimentos que os compõem.

Tabela 1- Grupos de alimentos analisados.

Grupos de alimentos	**Alimentos**	**Siglas**
Bebidas	Bebidas destiladas, cerveja, vinho, sucos, café, chá, refrigerante de Cola, chá	BE
Bolos e biscoitos	Bolos, biscoito doce e salgado, biscoito recheado	BO
Carnes bovinas	Alcatra	CB
Carnes de frango	Frango inteiro	CF
Carnes processadas e vísceras	Linguiça, salsicha, mortadela, presunto, fígado bovino	CP
Carnes suínas	Pernil	CS
Cereais	Arroz polido, arroz integral, milho em grão	CE
Doces	Chocolate em pó, achocolatados em pó, doce a base de leite, doces de frutas em pasta	DO
Farinhas, massas e panificados	Farinha de mandioca, farofa, cereais matinais, massas, macarrão, macarrão instantâneo, farinha de trigo, pão francês, pão integral	FA
Frutas	Abacaxi, açaí, banana d´água, laranja pera, maçã, mamão, manga, melancia, tangerina, uva, salada de frutas	FT
Hortaliças	Alface, couve, repolho, abóbora, cenoura, chuchu, pepino, tomate, batata doce, batata inglesa, mandioca,	HO
Laticínios	Leite integral, desnatado, vitaminas de frutas, queijo minas, iogurte natural	LA
Leguminosas	Feijão ralado, feijão verde/corda	LE
Oleaginosas	Castanha do Pará, amêndoas, amendoim	OLG
Óleos e gorduras	Óleo de soja	OL
Ovos	Ovos de galinha	OV
Peixes	Sardinha fresca, sardinha em conserva, bacalhau	PE
Pizza, salgados, etc	Pizzas, salgado assado, industrializados, sopas e caldos, sanduiches, preparações mistas (prato de comida região sudeste)	PI
Sal	Sal refinado	AS

1.5 Regulamentação dos Elementos Essenciais e Tóxicos

A adequação da ingestão de nutrientes é feita a partir de valores de referência, que se constituem em estimativas das necessidades fisiológicas desses nutrientes e metas de ingestão dos mesmos.

No Brasil os dados de regulamentação desses nutrientes são escassos, sendo alguns deles encontrados no site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução RDC n^0 42 que dispõe sobre o regulamento técnico Mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos (BRASIL, 2013). Neste trabalho além da regulamentação brasileira foi utilizado também os valores de Referência de Ingestão Dietética (DRI) dos Estados Unidos (IOM, 2006)

Os valores de DRI's são um conjunto de quatro valores de referência de ingestão de nutrientes, estabelecidos e utilizados para o planejamento e avaliação das dietas do indivíduo ou grupos de indivíduos saudáveis, segundo estágio de vida e gênero. Estes valores incorporam as recomendações dietéticas Recommended Dietary Allowance (RDA) e foram desenvolvidos para a população americana e canadense. Para sua formulação, foram formados Comitês de Especialistas pelo Food and Nutrition Board, pelo Institute of Medicine da National Academy of Sciences dos Estados Unidos e pelo Health Canadá (MARCHIONI, 2004).

RDA é a quantidade do nutriente suficiente para atender à necessidade de aproximadamente 97% a 98% dos indivíduos saudáveis de um grupo em determinado estágio de vida e gênero. Além da adequação da quantidade indicada de nutrientes que deve ser ingerida por dia pela população, existe também uma regulamentação de um limite máximo que os nutrientes podem ser ingeridos diariamente, o Tolerable Upper Intake Level (UL). O UL é o mais alto nível de ingestão habitual do nutriente que provavelmente não coloca em risco a efeitos adversos para quase todos os indivíduos em um determinado estágio de vida e gênero. À medida que a ingestão aumenta acima do UL, aumenta o risco potencial de efeitos prejudiciais à saúde (MARCHIONI, 2004). Os dados utilizados para RDA e UL estão apresentados na Tabela 2.

Para os contaminantes inorgânicos os dados utilizados foram os apresentados pela resolução 42 da ANVISA.

Tabela 2- Dados de regulamentação da ingestão diária dos nutrientes

Elemento		Valor
Ca	RDA	800 -1000 mg /dia
	UL	2500 mg/dia
Cl	RDA	1800-2300 mg/dia
	UL	-
Cr	RDA	20-35 µg/dia
	UL	-
Fe	RDA	5 - 8,1 mg/dia
	UL	45 mg/dia
K	RDA	4700 mg/dia
	UL	-
Mg	RDA	255-350 mg/dia
	UL	350 mg/dia
Mn	RDA	1,8-2,3 µg/dia
	UL	11 µg/dia
Na	RDA	1200-1500 mg/dia
	UL	2300 mg/dia
Se	RDA	45-55 µg/dia
	UL	400 µg/dia
Zn	RDA	6,8-9,4 mg/dia
	UL	40 mg/dia

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desse estudo foi determinar a concentração e os valores de ingestão dietética dos elementos essenciais e tóxicos presentes nos alimentos que compõem a dieta da população de São Paulo, segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar POF-2008-2009 do IBGE, pelo Método de Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental (INAA) e Absorção Atômica em Forno de Grafite (GFAAS).

Para alcançar o objetivo foram propostas as seguintes atividades:

- Obtenção dos valores de ingestão dietética dos elementos;
- Comparação com os dados de ingestão encontrados nos EDT de outros países
- Comparação com os valores obtidos no 1^0 EDT realizado anteriormente no Brasil
- Comparação com as recomendações nutricionais.

3. METODOLOGIA

3.1 Análise por Ativação com Nêutrons (NAA)

O princípio da análise por ativação com nêutrons consiste na irradiação de amostras no reator para a formação de isótopos radioativos, por meio de reações nucleares. Na irradiação, quando um nêutron interage com um núcleo alvo ($^{A}_{Z}X$) por meio de uma colisão não elástica, forma-se um núcleo composto ($^{A+1}_{Z}X*$) num estado excitado. O núcleo composto, quase que instantaneamente, sofre desexcitação para uma configuração mais estável, por meio da emissão de raios gama "pronto" característicos. O tempo de vida do núcleo composto é da ordem de 10^{-16} a 10^{-9} s.

Em geral, esta nova configuração produz um núcleo radioativo ($^{A+1}_{Z}X*$), que emite um raio gama característico que chamamos de raio gama de decaimento que é medido, e também pode emitir uma partícula β^{+} ou β^{-} que decai para um novo nuclídeo ($^{A+1}_{Z+1}Y*$) que também sofre desexcitação por meio da emissão de um ou mais raios gama característico. Este processo de interação para formação de um radionuclídeo é representado no esquema da reação nuclear apresentado na Figura1.

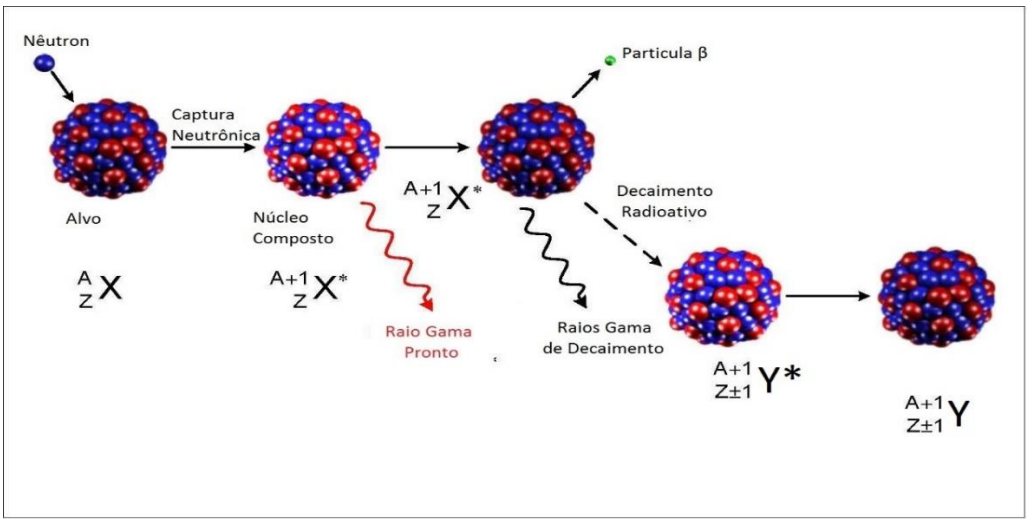


Figura 1:Esquema do processo da formação de um radionuclideo empregado na técnica INAA (Fonte: NMI,2015)

A probabilidade de que ocorra a reação nuclear, a abundância isotópica do núcleo alvo e a meia-vida do radioisótopo formado devem ter uma ordem de grandeza suficiente para que a análise se torne viável. A análise por ativação é um dos métodos mais importantes dentre os disponíveis para a análise de traço. A técnica apresenta uma grande variedade de aplicações que estão relacionados com as vantagens da mesma:

- Método não destrutivo, isto é, não é necessário fazer separação química dos elementos de interesse;
- Técnica multielementar, é possível determinar as concentrações de diversos elementos na mesma amostra em uma única análise;
- Alta precisão e exatidão dos resultados para a maioria dos elementos;
- Alta sensibilidade da técnica que permite a determinação de elementos em concentrações muito baixas, da ordem de µg. kg^{-1}, dependendo do elemento e da composição da amostra;
- Os elementos podem ser analisados independentemente do estado químico em que se encontram;
- É necessária apenas uma pequena quantidade de massa da amostra para análise;
- Não há problema de contaminação da amostra após a irradiação.

No presente estudo foi utilizado o método comparativo, onde as amostras são irradiadas simultaneamente com padrões contendo quantidades conhecidas dos elementos de interesse. Após a irradiação, as atividades dos radionuclídeos presentes nas amostras e padrões são medidas em espectrômetros de raios gama sob a mesma geometria de contagem. A concentração é obtida pela comparação de áreas dos picos referentes a padrões que são ativados juntamente com as amostras, utilizando-se a Equação 1:

$$C_a^i = \frac{\left(A_p^i m_p C_p^i\right) e^{\lambda\left(t_a - t_p\right)}}{A_a^i m_a} \qquad (1)$$

Onde:

C_a^ieC_p^i: concentrações do elemento i na amostra e no padrão, respectivamente

A_a^ieA_p^i : atividades do elemento i na amostra e no padrão;

m_aem_p: massas da amostra e do padrão,

λ: constante de decaimento do radionuclídeo;

t_aet_p: t: tempo de resfriamento da amostra e do padrão.

.

3.2 Espectrometria de Absorção Atômica (AAS)

A espectrometria de absorção atômica é uma técnica analítica baseada na medida da absorção da radiação eletromagnética proveniente de uma fonte de radiação por átomos no estado fundamental. A fonte externa de radiação incide sobre o vapor do analito, se a fonte de radiação externa for de frequência (comprimento de onda) apropriada, poderá ser absorvida pelos átomos do analito e promovê-los a estados excitados. Após alguns nanossegundos, os átomos retornam para o seu estado fundamental transferindo seu excesso de energia para os outros átomos ou moléculas no meio. A fonte de radiação mais útil para a espectroscopia de absorção atômica é a lâmpada de cátodo oco(SKOOG *et al*., 2007).

A quantidade de energia absorvida é proporcional à concentração dos elementos na amostra; essa proporcionalidade é obtida através de curvas de calibração construídas com padrões dos elementos de interesse com quantidades conhecidas.

A lei de Lambert- Beer permite relacionar a concentração de átomos no estado fundamental com a absorção, temos então a Equação 2:

$$A = \log I_o/I_t = ALC \quad (2)$$

Onde:

A: absorbância

I_o: intensidade da radiação emitida pela fonte de luz

I_t: intensidade da radiação transmitida (não absorvida)

A: coeficiente de absortividade molar do meio

L: espessura da célula de absorção

C: concentração de átomos no estado fundamental

Teoricamente, a absorção atômica deveria seguir a lei de Beer com a absorbância sendo diretamente proporcional à concentração, porém na realidade, desvios na linearidade são encontrados frequentemente, e seria temerário realizar uma análise de absorção atômica sem que tenha sido determinado se esta relação linear existe ou não. Então, periodicamente, uma curva de calibração que cubra o intervalo das concentrações encontradas nas amostras deve ser preparada (SKOOG *et al.,*2007). O cálculo da concentração do analito é dado pela Equação 3 da reta:

$$y = ax + b \qquad (3)$$

Onde

y: absorbância (A)

a: coeficiente angular ou inclinação da reta

x: concentração do analito (C)

b: coeficiente linear (A_0)

Então temos:

$$A = aC + A_0$$

Na espectrometria de absorção atômica em forno de grafite (GFAAS), aatomização ocorre em um tubo cilíndrico de grafite aberto em suas duas extremidades e que contém um orifício central para a introdução da amostra como mostrado na Figura 2. O tubo descartável de grafite adapta-se perfeitamente a um par de contatos elétricos feitos de grafite localizados nas duas extremidades do tubo. (SKOOG *et al*., 2007).

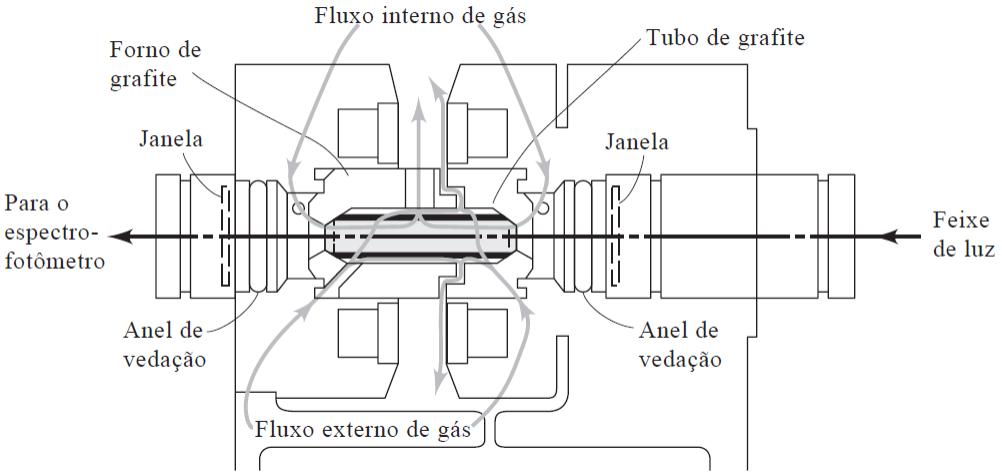


Figura 2: Esquema da atomização que ocorre no tubo cilíndrico de grafite na análise GFAAS (extraído de SKOOG *et al*, 2007)

Após a injeção da amostra no tubo de grafite, este é submetido a um programa de aquecimento que inclui usualmente cinco etapas básicas: 1) secagem, 2) queima ou pirólise, 3) atomização 4) limpeza do forno e 5) resfriamento. Na etapa de **secagem**, o solvente é evaporado lentamente da amostra de maneira controlada, para evitar respingos e perda do analito. A etapa de **pirólise** tem como objetivo remover a matriz tanto quanto possível antes da atomização, diminuindo a possibilidade de interferências e reduzindo a magnitude do sinal de fundo. Essa etapa é particularmente crítica na determinação de elementos voláteis como Hg, As, Se, Cd e Pb, que podem ser parcial ou totalmente volatilizados junto com a matriz. O tempo e a temperatura de pirólise devem ser controlados de tal forma que se elimine o máximo dos componentes da matriz sem perdas do analito, ou seja, são determinados pelas estabilidades térmicas relativas do analito e da matriz. O tempo de pirólise deve ser suficientemente longo para permitir que o sinal de fundo retorne à linha base antes da atomização. Na etapa de **atomização** são formados átomos livres no estado fundamental. A temperatura de atomização deve ser alta suficiente para garantir a completa e rápida volatilização do analito. Uma velocidade de aquecimento rápida e uma baixa temperatura de atomização são desejáveis a fim de prolongar o tempo de vida útil do tubo. A **limpeza** é feita elevando a temperatura do atomizador até um valor máximo por um curto período de tempo, para eliminar qualquer resíduo que tenha permanecido no tubo. O **resfriamento** é

feito para garantir que a plataforma esteja à temperatura ambiente antes da introdução de uma nova amostra. Em cada etapa, é utilizada uma rampa de aquecimento e um tempo de permanência. A rampa é a elevação gradual e controlada de temperatura entre duas etapas em um programa de aquecimento do forno e a permanência é o tempo em que o forno mantém determinada temperatura.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Coleta e preparo dos alimentos

A coleta dos alimentos foi feita em pontos de comércio da cidade de São Paulo, principalmente em supermercados, de acordo com cada tipo de alimento definido na lista de alimentos. Os alimentos que compõem cada grupo de alimentos foram coletados em quantidades adequadas para se aproximar ao máximo do definido na lista de alimentos a partir de suas embalagens originais. A coleta foi a primeira fase de amostragem do trabalho.

A preparação dos alimentos foi feita como prontos para o consumo. Para o pré-preparo foram retiradas as partes não comestíveis dos alimentos, como gorduras; ossos; pele, etc; e, em seguida, os alimentos foram picados e cortados. O preparo dos alimentos variou de acordo com a maneira em que é consumido, ou seja, variou de simples lavagens e cortes até cocção. Alguns alimentos industrializados consumidos conforme adquiridos não passaram por nenhum procedimento de preparo adicional.

Inicialmente, os alimentos foram homogeneizados, quando possível, nas próprias embalagens por meio de agitação antes da abertura. As amostras liquidas foram agitadas até homogeneização completa e as bebidas gaseificadas foram agitadas a fim de eliminar o gás.

Foram pesados grupos de 500 g de acordo com a proporção estabelecida na lista de alimentos. Cada alimento do grupo foi preparado separadamente. Os alimentos cozidos foram preparados sem qualquer tipo de tempero, condimentos, óleos e gorduras. Utilizou-se um método de cocção apenas com água deionizada em panelas de vidro do tipo PYREX®. A adição de temperos poderia ter interferido no resultado das concentrações dos elementos contidos nos alimentos.

Depois de preparados, os alimentos de um grupo foram misturados e homogeneizados até que uma mistura homogênea de todo o grupo fosse

encontrada. Uma vez homogeneizados, os alimentos foram separados em grupos onde era necessário fazer a liofilização dos que não necessitavam. Os grupos de alimentos que seriam liofilizados foram divididos em pequenos potes previamente desmineralizados e estes foram congelados em freezer por 24 horas. Após esse período, os grupos de alimentos foram liofilizados no equipamento da Thermo Electron Corporat (Modelo ModulyD) (Figura 3), por aproximadamente 10 horas, até que os alimentos fossem submetidos à temperatura de -53 ºC e à pressão de 45 µbar.

Figura 3: Liofilizador Thermo Electron Corporat (Modelo ModulyD)

Após a liofilização, os grupos de alimentos foram pesados para determinar a perda de água. Após a pesagem, os grupos de alimentos foram triturado sem um liquidificador com lâminas de titânio para a moagem de modo a se obter um pó. Os grupos de alimentos que não foram liofilizados, como biscoitos, oleaginosas e doces, foram homogeneizados após a mistura dos alimentos que compunham cada grupo e levados ao liquidificador para a moagem. Os grupos já em forma de pó foram peneirados e novamente homogeneizados. Os grupos Bebida e Óleos e Gorduras não foram liofilizados e foram homogeneizados por agitação. A preparação de cada grupo de alimentos está detalhada no Apêndice B.

Após o preparo, os grupos foram armazenados em frascos de polietileno. Todos os frascos de polietileno usados para armazenar as amostras

foram previamente limpos e desmineralizados. Primeiramente foram lavados com água e detergente líquido comum, enxaguados com água de torneira e com água deionizada, mantidos em Extran® 10% por no mínimo 12 horas, novamente enxaguados abundantemente com água deionizada, mantidos em solução de ácido nítrico PA a 10% por no mínimo 12 horas, mais uma vez enxaguados abundantemente com água deionizada e secos a temperatura ambiente.

4.2 Procedimento para Análise por Ativação com Nêutrons

4.2.1 Preparo das amostras para a irradiação

Os frascos com os grupos de alimentos na forma de pó foram agitados manualmente na hora da retirada das amostras para a pesagem. Para determinação dos radionuclídeos de meia vida longa, cerca de 150 a 200 mg de amostras liofilizadas foram pesadas e para a determinação de radionuclídeos de meia vida curta, cerca de 100 a 150 mg de amostras foram pesadas, utilizando-se balança analítica com precisão de 0,00001g, em invólucros de polietileno previamente lavados e desmineralizados. Após a pesagem os invólucros contendo as amostras foram selados e identificados.

Cerca de 200 µl das amostras de bebida foram pipetadas em papel de Whatman 40, previamente pesados, secas sob lâmpadas de infravermelho e pesadas para obter o valor em massa para o uso no cálculo final de concentração. Após a secagem, as amostras no papel de filtro foram colocadas em invólucros de polietileno previamente lavados e desmineralizados, seladas e identificadas.

As amostras de óleos e gorduras foram pesadas em cápsulas de polietileno de alta pureza (conhecidas como “capsulas da Holanda”), seladas e identificadas.

4.2.2 Preparo dos padrões sintéticos para a irradiação

Os padrões de As; Br; Ca; Cl; Co; Cr; Cs; Fe; K; Mg, Mn, Na; Rb; Sc; Se e Zn foram preparados usando as soluções certificadas da SPEX, com concentrações de 10.000 mg L^{-1} para Ca, Fe K, Na, Cl e de 1.000 mg L^{-1} para as demais. Algumas soluções estoque passaram por dissoluções intermediarias para

que a concentração desejada fosse obtida. As soluções foram pipetadas em papel de filtro Whatman 40, com pipetas Eppendorf, previamente verificadas quanto à sua calibração e secas sob lâmpada de infravermelho ou á temperatura ambiente. Após a secagem, os padrões foram colocados em invólucros de polietileno previamente limpos e desmineralizados. A Figura 4 mostra os padrões pipetados para irradiação longa (envolvido com papel de alumínio) e curta (em plástico de polietileno).

Figura 4: Padrões pipetados para irradiações longa e curta

As massas finais dos padrões foram: 2,488 µg.de As; 1,241 µg de Br; 992,9 µg de Ca; 24,82 µg de Cl; 2,478 µg de Co; 2,489 µg de Cr; 0,1236 µg de Cs; 493,79 µg de Fe; 994,48 µg de K; 993,89 µg de Mg; 9,946 µg de Mn 125,5 µg de Na; 9,9947 µg de Rb; 0,2456 µg de Sc e 2,487 µg de Se e 24,6 µg de Zn.

Os padrões utilizados na análise das amostras de óleos e gorduras foram pipetados diretamente nas cápsulas de Holanda.

4.2.3 Procedimento para irradiações longas

Para determinação de ^{76}As, ^{82}Br, ^{47}Ca, ^{60}Co, ^{51}Cr, ^{137}Cs, ^{59}Fe, ^{42}K, ^{24}Na, ^{87}Rb, ^{46}Sc, ^{75}Se e ^{65}Zn, radionuclídeos de meia vida intermediária e longa (de alguma horas a anos), as amostras, padrões pipetados e material de referência foram irradiados por cerca de oito horas sob fluxo de nêutrons térmicos de 4,5 a 5,5 x10^{12} cm $^{-2}$.s^{-1}, no reator de pesquisa IEA-R1 do IPEN/CNEN-SP.

Para a determinação dos radionuclídeos de meia vida longa, foram irradiadas simultaneamente duas amostras, um material de referência e os padrões dos elementos a serem determinados, todos embalados separadamente em folhas de alumínio e posteriormente acondicionados juntos em outra folha de alumínio, em um cilindro de alumínio próprio para a irradiação no reator nuclear. O recipiente de irradiação e a amostra embalada para irradiações longas são mostrados na Figura 5.

Figura 5: Recipiente de irradiação e a amostra embalada para irradiações longas.

Para a medição da radiação gama emitida pelos padrões e amostras, estes foram retirados do recipiente de irradiação aproximadamente sete dias após a irradiação, sob a supervisão da proteção radiológica. As amostras e padrões foram colocados individualmente em suporte de aço, denominados de “panelinha”. As “panelinhas” foram fechadas com fita gomada (Figura 6). As amostras e padrões que foram irradiadas nas cápsulas de Holanda foram contadas em um suporte especifico para as cápsulas.

Figura 6: Suporte para contagem

Para a determinação dos elementos As, Br, Ca, K e Na as atividades gama foram medidas após 7 dias de decaimento. Os tempos de contagem das amostras foram de 7200 segundos e dos padrões 1800 segundos.

Após15 dias de decaimento, as atividades gama das amostras e padrões foram medidas novamente para a determinação dos elementos Co, Cr, Cs, Fe, Rb, Sc, Se e Zn. Os tempos de contagem das amostras foram de 50000 segundos e dos padrões de 2400 segundos.

4.2.4 Procedimento para Irradiações curtas

Para a determinação de ^{27}Mg, ^{37}Cl e ^{56}Mn, radionuclídeos de meia vida curta (de segundos a horas), as amostras foram irradiadas por 20 segundos em um fluxo de nêutrons térmicos de 1,0 $x10^{12}$n. $cm^{-2}.s^{-1}$, no sistema pneumático do reator IEA-R1 do IPEN/CNEN-SP.

Para a determinação dos elementos de meia vida curta foram irradiadas simultaneamente duas amostras, um material de referência e os padrões dos elementos em um recipiente de polietileno próprio para o uso na estação pneumática e irradiação no reator, denominado “coelho”. Após a irradiação as amostras e os padrões foram colocados no suporte para contagem e fechadas com fita gomada. Na Figura 7 estão apresentados o recipiente de irradiação (“coelho”), a amostra e padrão para as irradiações curtas.

Figura 7: Recipiente de irradiação, a amostra e padrão para irradiações curtas

As medições das atividades gama foram feitas em duas etapas: para a determinação de Mg e Cl as amostras e os padrões foram contados cerca de três minutos de decaimento e o tempo de contagem foi de 300 segundos. Para a determinação de Mn as amostras e padrão foram contadas após 60 minutos de decaimento e o tempo de contagem foi de 3600 segundos para as amostras e 1800 segundos para o padrão.

4.2.5 Medidas das atividades gama induzidas

As medidas da radiação gama emitidas pelos radioisótopos produzidos na irradiação das amostras, materiais de referência e dos padrões foram feitas em dois espectrômetros de raios gama: um sistema de contagem, constituído de detector de Germânio hiperpuro da E&G ORTEC, de alta resolução de 1,85 KeV para o pico de 1332,49keV do ^{60}Co e um espectrômetro de raios gama da Canberra constituído de detector de Ge Hp Modelo GX3018, com resolução de 1,64 keV para ^{60}Co. Esses detectores estão acoplados a analisadores multicanais e a microcomputadores para aquisição e processamentos dos dados.

Para análise dos espectros de energia dos raios gama obtidos no sistema ORTEC foi utilizado o programa de computação VISPECT 2 em linguagem TURBOBASIC. Já no sistema Canberra, a análise dos espectros foi feita pelo programa GENIE 2000.

A verificação do funcionamento do sistema de contagem foi feita diariamente antes de iniciar as medições, por meio de uma fonte de^{57}Coe ^{60}Co.

4.3 Procedimento para espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (GF AAS)

4.3.1 Preparo das amostras para a análise

Para a determinação de Cd e Cu por GFAAS as amostras foram submetidas a uma digestão prévia. Essa digestão foi realizada em um micro-ondas, com alta eficiência, rapidez e baixa contaminação.

Para a digestão foram pesadas cerca de 350 gramas de amostras e materiais de referência em tubos Xpress do micro-ondas MARS 6 da CEM Corporation com auxílio de balança semianalítica, OHAUS modelo Adventurer I. A Figura 8 apresenta o micro-ondas utilizado para digestão das amostras.

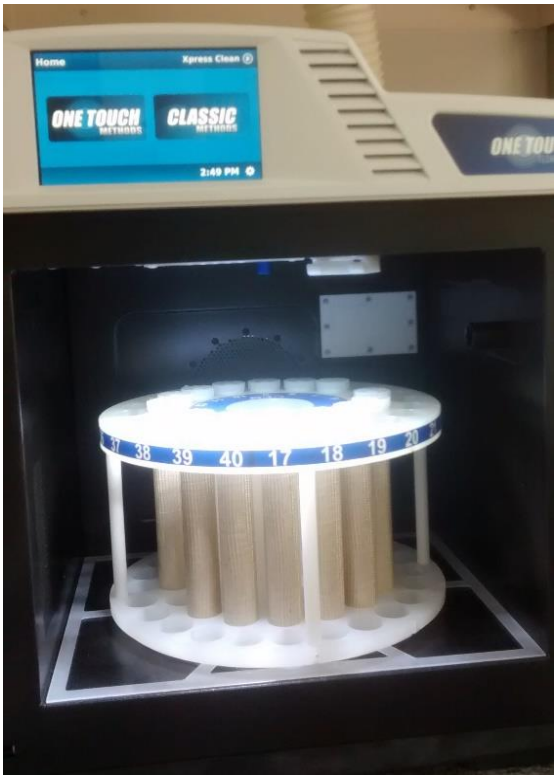


Figura 8: Microondas (MARS 6) utilizado para digestão das amostras.

Em seguida, foram adicionados 10 mL de HNO_3 concentrado e o tubo foi deixado em repouso por aproximadamente 30 minutos. Após esse período os tubos foram fechados e colocados no carrossel do micro-ondas, de acordo com a recomendação da do equipamento. As condições do método de digestão “Food” estão especificadas na Tabela 3.

Tabela 3: Condições do método “Food” de dissolução no micro-ondas

Rampa de aquecimento	Entre 20 e 25 minutos
Patamar	15 minutos
Temperatura máxima	210℃
Potência	Entre 1030 e 1800 W

4.3.2 Condições da determinação de Cd

Para a construção da curva de calibração foi utilizada uma solução de 7,0 ng Cd/mL. Essa solução foi obtida a partir de diluições apropriadas da solução certificada de (1000 ± 3 mg/L) da Spex. A curva foi construída para as seguintes concentrações: 1,3948µg/L, 2,7896 µg/L, 4,1844 µg/L, 5,5792 µg/L e 6,974 µg/L. O coeficiente de correlação da curva obtido foi de 0,998978. As condições da análise para Cd estão especificadas na Tabela 4.

Uma alíquota de 20 µL da solução da amostra e 10 µL do modificador da matriz ($NH_4H_2PO_4$ 0,5% (m/v) e $Mg(NO_3)_2$ 0,03% (m/v)) foram introduzidos no forno de grafite pelo auto amostrador. Após a etapa de atomização, concentrações e desvio padrão de Cd foram calculadas pelo programa do espectrômetro após medidas de duas leituras para a mesma amostra.

Tabela 4: Condições da determinação de Cd

Etapa	Temperatura ℃	Rampa de aquecimento ℃. s^{-1}	Patamar S	Fluxo interno de argônio mL min^{-1}	Leitura
Secagem 1	110	1	30	250	Não
Secagem 2	130	15	30	250	Não
Pirólise	500	10	20	250	Não
Atomização	1500	0	5	0	Sim
Limpeza	2450	1	3	250	Não

4.3.3 Condições da determinação de Cu

Para a construção da curva de calibração foi utilizada uma solução de 410,4 µg Cu/L. Essa solução foi obtida a partir de diluições apropriadas da solução certificada de (1001 ± 5 µg/ml), Spex. A curva foi construída para as seguintes concentrações: 82,08 µg/L, 164,2 µg/L, 246,2 µg/L, 328,3 µg/L e

410,4 µg/L. O coeficiente de correlação encontrado foi de 0,993941. As condições de análise para Cu estão especificadas na Tabela 5.

Uma alíquota de 20 µL da solução da amostra e 10 µL do modificador da matriz ($NH_4H_2PO_4$ 0,5% (m/v) e $Mg(NO_3)_2$ 0,03% (m/v)) foram introduzidos no forno de grafite pelo auto amostrador. Após a etapa de atomização, concentrações e seus desvios padrão de Cu foram calculados pelo programa do espectrômetro após medidas de duas leituras para a mesma amostra.

Tabela 5: Condições da determinação de Cu

Etapa	Temperatura ℃	Rampa de aquecimento ℃. s^{-1}	Patamar S	Fluxo interno de argônio mL. min^{-1}	Leitura
Secagem 1	110	1	30	250	Não
Secagem 2	130	15	30	250	Não
Pirólise	1200	10	20	250	Não
Atomização	2000	0	5	0	Sim
Limpeza	2450	1	3	250	Não

4.3.4 Equipamento Utilizado

O espectrômetro de absorção atômica Perkin Elmer modelo AAnalyst 800 (Figura 9) com correção Zeeman foi utilizado para a determinação de Cd e Cu.

Figura 9: Espectrômetro de absorção atômica Perkin Elmer modelo AAnalyst800

Foi utilizado o programa Winlab 32 daAAS (Perkin Elmer) para a construção da curva analítica e leitura das amostras. As curvas de calibração foram checadas por índice de correlação (r) e obteve-se r >0,99. Desta forma a reta foi considerada um modelo matemático adequado para o estudo.

4.4 Cálculo de incerteza

Segundo KONIECZKA (2009) se um parâmetro da análise predomina na estimativa da incerteza do cálculo, a estimativa da incerteza total pode ser feita através desse parâmetro. Se esse parâmetro for a repetitibilidade de medidas a incerteza expandida pode ser calculada de acordo com a seguinte equação 4.

$$U = \frac{SD}{\sqrt{n}} \, . \, t \qquad (4)$$

Sendo:

U : Incerteza expandida da análise;

SD : Desvio padrão;

n : Número de determinações;

t : valor indicado na tabela t student para o número de determinações realizadas.

No caso deste trabalho essa equação foi utilizada para o cálculo de incerteza, pois para a maioria dos resultados das três determinações o desvio padrão foi a maior fonte de incertezas. O valor de t utilizado foi de 3,182, que é o valor de t para três determinações com 95% de confiança.

4.5 Análise dos materiais de referência

Para o controle de qualidade das técnicas utilizadas no presente estudo, foram analisados materiais de referência juntamente com as amostras. Esses materiais possuem níveis confiáveis de homogeneidade, incerteza e rastreabilidade dos resultados, com alto grau de confiança em relação ao seu uso.

Neste trabalho foram usados vários tipos de materiais de referência de modo a se aproximar ao máximo das matrizes analisadas. Foram utilizados os seguintes materiais na técnica de INAA: Bovine Liver (SRM 1577b), Whole Milk Powder (RM 8435), Whole Egg (RM 8415), Typical Diet (SRM 1548a) do National Institute of Standards and Technology (NIST) dos EUA e Mixed Polish Herbs

(INCH-MPH2) do Institute of Nuclear Chemistry and Technology da Polônia.Para que os resultados fossem apresentados em base seca foram feitas as determinações do percentual de umidade em cada material. Para determinar esse percentual foi pesado cerca de 1 g de cada material em pesas-filtro individuais, que estavam com peso constante, e em seguida, os pesa-filtros foram colocados na estufa a uma temperatura de 85 ^{0}C por 24 horas. Os valoresde umidade encontrados foram: 6,3% para Bovine Liver.4,0% para Whole Milk Powder,0,71%para Whole Egg 3,14,0% para Typical Diet e 7,5% para Mixed Polish Herbs.

Para a técnica de GFAAS foram usados: Oyster Tissue(SRM 1566b), Apple Leaves (SRM 1515), Bovine Liver (SRM 1577b), Typical Diet (SRM 1548a) do National Institute of Standards and Technology (NIST),e Mixed Polish Herbs (INCH-MPH2) do Institute of Nuclear Chemistry and Technology. Os materiais analisados passaram pelo mesmo processo de digestão das amostras.

Para verificar a precisão e exatidão das técnicas utilizadas foi aplicado o teste En Score nos materiais de referência analisados. Para incerteza dos dados encontrados no presente estudo utiliza-se o desvio padrão, e nos certificados dos materiais de referência o dado de incerteza usado é a incerteza expandida. Para o cálculo do En score os dados da incerteza dos certificados foram divididos por k, que é o fator de abrangência com valor de dois, sendo assim transformada em incerteza combinada. O teste foi realizado através da Equação 5(INMETRO,2010):

$$E_n = \frac{C_i - C_{ref\ i}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref\ i}^2}} \qquad (5)$$

Sendo:

C_i: Concentração do elemento i obtido no estudo;

C_{ref} : Concentração no certificado para o elemento i;

U_i: Incerteza expandida da concentração do valor encontrado para o elemento i;

$U_{ref,i}$: Incerteza expandida da concentração do valor certificado para o elemento i;

De acordo com esse critério, valores de En obtidos entre 0 < |En| <1 são considerados satisfatórios e os resultados estão dentro da faixa dos valores certificados em um nível de significância de 95%.

4.6 Limites de detecção

O limite de detecção L_D é importante para verificar se a técnica analítica atende as necessidades da medição. Está relacionado ao valor mínimo que pode ser detectado por um método analítico (CURRIE,1999).

Para calcular o L_D dos elementos em INAA, utilizou-se o critério de Currie, segundo a Equação 6:

$$L_D = 3{,}29\frac{\sqrt{BG}}{LT} \qquad (6)$$

Onde:

BG é a taxa de contagem da radiação de fundo;

LT é o tempo de contagem.

Os valores de BG foram obtidos na saída de dados do processamento do espectro. Uma vez obtidos os dados de L_D em taxa de contagem, as concentrações foram calculadas utilizando o método comparativo.

O LD dos elementos em AAS, foram calculados a partir da Equação 7:

$$L_D = \frac{3\sigma_0}{a} \qquad (7)$$

Onde:

σ_0é o desvio padrão de dez determinações do branco analítico;

a é o coeficiente angular da curva analítica de calibração.

4.7 Cálculo da concentração como prontos para consumo

A perda de água durante o processo de liofilização dos compostos estão apresentados na Tabela 6. Esses valores foram considerados para calcular as concentrações dos elementos nos alimentos prontos para o consumo, utilizando a Equação 8, para os grupos de alimentos liofilizados. Os seguintes

grupos de alimentos não foram liofilizados: Bolos e biscoitos, Bebidas, Doces, Óleos e gorduras e Sal.

$$C_{pronto\ para\ consumo} = \frac{C_{liof} * (100 - perda\ de\ água\ (\%))}{100} \quad (8)$$

Tabela 6: Perda de àgua(%) nos grupos de alimentos liofilizados

Grupos de alimentos	Teor de umidade (%)
Carnes bovinas	27
Carnes de frango	53
Carnes processadas e vísceras	21
Carnes suínas	32
Cereais	46
Farinhas, massas e panificados	36
Frutas	64
Hortaliças	85
Laticínios	72
Leguminosas	67
Ovos	76
Peixes	60
Pizza, salgados, etc	69

4.8 Cálculo da Ingestão

Para o cálculo da ingestão, através da Equação 9, foram usados dados de ingestão que estão no Apêndice 2 e indicados separadamente na Tabela 7.

$$Ingestão\ diária = Dados\ de\ ingestão\ do\ grupo * C_{pronto\ para\ consumo} \quad (9)$$

Onde:

$C_{pronto\ para\ o\ consumo}$: Concentração do elemento no alimento pronto para o consumo.

Tabela7: Ingestão diaria (g) dos grupos de alimentos

Grupos de alimentos	Ingestão diária (g)
Bebidas	0,56
Bolos e biscoitos	0,029
Carnes bovinas	0,067
Carnes de frango	0,033
Carnes processadas e vísceras	0,014
Carnes suínas	0,0097
Cereais	0,19
Doces	0,023
Farinhas, massas e panificados	0,11
Frutas	0,081
Hortaliças	0,078
Laticínios	0,076
Leguminosas	0,22
Oleaginosas	0,00020
Óleos e gorduras	0,0076
Ovos	0,0099
Peixes	0,015
Pizza, salgados, etc	0,080
Sal *	0,0046

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental

5.1.1 Análise dos materiais de referência

Na Tabela 8 são apresentados os resultados dos materiais de referência analisados, juntamente com os valores de referência para a comparação e o En score citado anteriormente.

O En score foi calculado apenas para os elementos que possuem valor certificado ou recomendado. De acordo com a Tabela 5, os resultados de En score foram considerados satisfatórios para quase todos os elementos, exceto para Cl e Na no material de referência Whole Egg e Ca no Mixed Polish Herb. Os resultados de En estão também mostrados na Figura 10.

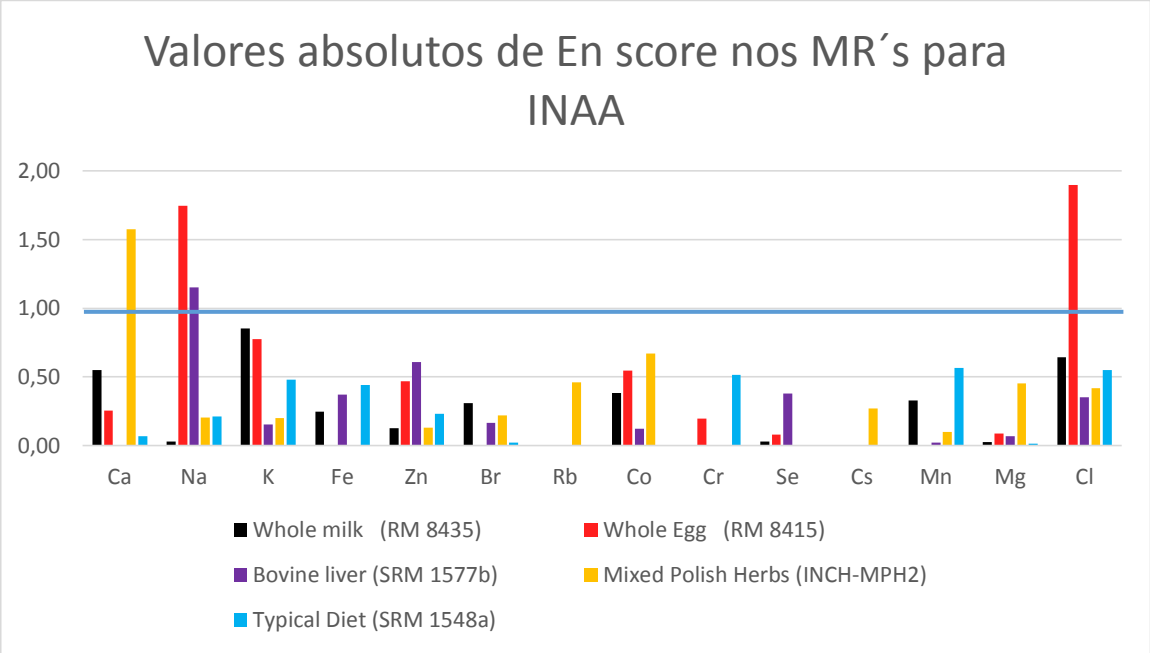


Figura 10: Valores absolutos de En score nos MR's analisados por INAA

Tabela 8: Resultados das análises dos materiais de referência por INAA

Elementos		Whole Milk Powder (RM 8435)	Whole Egg Powder (RM 8415)	Bovine liver (SRM 1577b)	Mixed Polish Herbs (INCH-MPH2)	Typical Diet (SRM 1548a)
Br (mg/kg)	Este trabalho	21,55 ± 0,13	9,55 ± 0,88	9,8 ± 1,0	8,2 ± 2,2	9,7 ± 3,1
	Valor certificado	20 ± 10		9,7	7,71 ± 0,61	9,64
	En score	0,31		0,10	0,22	0,02
Ca (mg/kg)	Este trabalho	9480 ± 401	2442 ± 114		10213 ± 127	1996 ± 406
	Valor certificado	9220 ± 490	2480 ± 190	ND	10800 ± 700	1967 ± 113
	En score	0,55	0,26		1,6	0,07
Cl (mg/kg)	Este trabalho	7895 ± 788	4612 ± 187	2528 ± 718	2634 ± 483	10900 ± 2134
	Valor certificado	8420 ± 440	5080 ± 320	2780 ± 60	2840 ± 200	12078 ± 356
	En score	0,64	1,9	0,35	0,42	0,55
Co (µg/kg)	Este trabalho	3,31 ± 0,81	15,0 ± 4,9	246 ± 32	215,0 ± 7,3	
	Valor certificado	3	12 ± 5	250	210 ± 2,5	ND
	En score	0,38	0,55	0,13	0,68	
Cr (µg/kg)	Este trabalho		389 ± 36			122 ± 46
	Valor certificado	ND	370 ± 180	ND	ND	98 ± 3
	En score		0,20			0,52
Cs (µg/kg)	Este trabalho	23,0 ± 7,9		12,8 ± 3,6	84 ± 29	
	Valor certificado		ND		76 ± 0,7	ND
	En score				0,28	
Fe (mg/kg)	Este trabalho	1,40 ± 0,78	112,0 ± 8,4	188,3 ± 8,8		34,3 ± 1,2
	Valor certificado	1,8 ± 1,1	112 ± 16	184 ± 15	ND	35,3 ± 3,77
	En score	0,42	0,00	0,37		0,45
K (mg/kg)	Este trabalho	12948 ± 764	2837 ± 415	9626 ± 2053	17204 ± 9382	5734 ± 2579
	Valor certificado	13630 ± 470	3190 ± 370	9940 ± 200	19100 ± 1200	6970 ± 125
	En score	0,85	0,78	0,15	0,20	0,48
Mg (mg/kg)	Este trabalho	810 ± 160	332 ± 170	610 ± 134	3136 ± 468	579 ± 55
	Valor certificado	814 ± 76	305 ± 27	601 ± 28	2920 ± 180	580 ± 26,7
	En score	0,02	0,16	0,07	0,45	0,02
Mn (µg/kg)	Este trabalho	0,190±0,055	1,70± 0,073	10,6 ± 4,4	183 ± 79	5,93 ± 0,31
	Valor certificado	0,17 ± 0,050		10,5 ± 1,7	191 ± 12	5,75 ± 0,17
	En score	0,33		0,02	0,10	0,56
Na (mg/kg)	Este trabalho	3554 ± 59	3442 ± 80	2220 ± 171	362 ± 59	7810 ± 1445
	Valor certificado	3560 ± 400	3770 ± 340	2420 ± 60	350	8132 ± 942
	En score	0,03	1,8	1,2	0,20	0,21
Rb (mg/kg)	Este trabalho	13,4 ± 2,0	3,36 ± 0,39	13,3 ± 1,1	11,5 ± 1,7	4,6 ± 1,1
	Valor certificado				10,7 ± 0,7	
	En score				0,46	
Sc (µg/kg)	Este trabalho	6,2 ± 1,8	459 ± 10			
	Valor certificado			ND	ND	ND
	En score					
Se (µg/kg)	Este trabalho	132 ± 26	1383 ± 11	750 ± 42		245 ± 122
	Valor certificado	131 ± 14	1390 ± 170	730 ± 60	ND	245 ± 28
	En score	0,04	0,08	0,38		0,000
Zn(mg/kg)	Este trabalho	27,5 ± 3,2	64,3 ± 5,7	117 ± 15	34,0 ± 3,7	26,3 ± 7,1
	Valor certificado	28 ± 3,1	67,5 ± 7,6	127 ± 16	33,5 ± 2,1	24,6 ± 1,79
	En score	0,14	0,47	0,61	0,13	0,24

5.1.2. Determinação dos valores de Limites de Detecção

Na Tabela 9 estão os resultados de L_D para os elementos determinados pela técnica de INAA. Os valores de L_D indicam que a técnica INAA é adequada para a determinação desses elementos nas amostras de alimentos analisadas.

Tabela 9: Limites de detecção dos elementos na análise das amostras por INAA.

Grupos de alimentos	As mg/kg	Br mg/kg	Ca mg/kg	Cl mg/kg	Co µg/kg	Cr µg/kg	Cs µg/kg	Fe mg/kg	K mg/kg	Mg mg/kg	Mn µg/kg	Na mg/kg	Rb mg/kg	Sc µg/kg	Se µg/kg	Zn mg/kg
Bebidas	0,14	0,086	197	21	2,4	37	3,0	1,4	22	25	0,050	0,49	0,091	1,3	58	0,068
Bolos e biscoitos	0,11	0,12	325	48	3,1	32	3,4	1,9	195	118	0,14	3,9	0,093	1,9	49	0,11
Carnes bovinas	0,074	0,11	127	19	3,8	49	7,7	2,7	97	28	0,059	0,87	0,15	2,3	75	0,16
Carnes de frango	0,073	0,081	146	26	3,3	56	6,2	1,9	160	46	0,092	1,8	0,11	2,0	86	0,11
Carnes processadas e vísceras	0,00070	0,0030	50	162	3,4	62	5,6	2,1	27	209	0,20	0,029	0,11	3,3	97	0,13
Carnes suínas	0,053	0,063	51	28	1,2	39	3,7	0,82	250	49	0,086	1,9	0,052	0,73	49	0,041
Cereais	0,0031	0,0050	44	12	0,90	20	1,5	1,0	4,1	20	0,28	0,039	0,11	1,5	14	0,040
Doces	10	0,011	58	11	0,25	5,3	1,8	0,7	29	16	0,040	0,17	0,044	0,085	17	0,046
Farinhas, massas e panificados	0,093	0,10	153	52	2,9	38	2,8	2,3	1141	99	0,15	4,7	0,17	2,1	36	0,11
Frutas	0,015	0,031	242	12	3,6	27	4,2	1,5	30	18	0,027	0,27	0,091	1,9	38	0,10
Hortaliças	0,057	0,033	131	28	3,7	54	4,0	2,6	117	34	0,059	0,64	0,22	2,9	43	0,13
Laticínios	0,062	0,067	231	74	3,5	73	4,9	2,0	270	103	0,12	2,6	0,25	3,0	76	0,12
Leguminosas	0,010	0,012	103	4,3	2,8	55	3,1	1,7	31	15	0,029	0,22	0,11	1,7	57	0,082
Oleaginosas	0,14	0,046	267	20	2,7	58	4,0	1,8	92	30	0,046	0,76	0,36	1,7	69	0,083
Óleos e gorduras	Nd	0,29	20	1,5	0,49	83	2,9	3,2	9,3	1,8	0,0036	0,19	0,20	0,22	148	0,12
Ovos	0,042	0,050	359	46	2,1	53	3,6	1,8	237	59	0,18	1,2	0,11	1,7	86	0,080
Peixes	0,13	0,10	325	75	3,8	65	5,5	2,2	131	161	0,077	7,9	0,10	2,1	76	0,14
Pizza, salgados, etc	0,18	0,19	490	107	3,3	48	4,1	1,8	1098	149	0,17	10,7	0,11	1,8	41	0,11

5.1.3 Resultados das concentrações dos elementos determinados por INAA

5.1.3.1. Resultados de concentração dos alimentos liofilizados

Os resultados apresentados nas Tabelas 10 e 11 são os valores médios de concentração dos elementos obtidos nas análises dos grupos de alimentos liofilizados em mg/kg e μg/kg, respectivamente. Os resultados foram obtidos pela técnica de INAA e as concentrações foram calculadas utilizando o método comparativo, de acordo com a Equação 1. As médias foram obtidas a partir de três determinações de amostras de cada grupo. Os valores para o composto Sal foram obtidos no 1º EDT do Brasil realizado por Avegliano (2009, 2011).

5.1.3.2. Resultados de concentração dos alimentos prontos para consumo

Nas Tabelas12e 13 são apresentadas as concentrações dos elementos nos alimentos prontos para o consumo em mg/kg e μg/kg, respectivamente.

Tabela 10 - Concentração dos elementos em mg/kg, segundo grupos de alimentos analisados por INAA.

Grupos	As (mg/kg)	Br (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cl (mg/kg)	Fe (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Rb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Bebidas	<0,14	2,64 ± 0,028	675 ± 37	1166 ± 119	16,5 ± 6,6	4777 ± 44	480 ± 29	807 ± 18	10,20 ± 0,18	8,1 ± 1,7
Bolos e biscoitos	<0,11	2,68 ± 0,21	753 ± 64	5402 ± 974	34,3 ± 5,7	1732 ± 77	252 ± 46	4647 ± 517	2,14 ± 0,08	10,57 ± 0,89
Carne suína	<0,074	1,36 ± 0,21	263 ± 67	1348 ± 187	25,81 ± 0,66	5963 ± 169	554 ± 55	1256 ± 111	12,56 ± 0,66	87,3 ± 1,3
Carnes bovinas	<0,073	26,8 ± 5	171 ± 28	799 ± 77	56,7 ± 8,7	5294 ± 896	518 ± 21	730 ± 63	51,1 ± 8,9	110 ± 16
Carnes de frango	<0,0007	2,25 ± 0,15	395 ± 50	2187 ± 312	21,13 ± 0,74	9966 ± 941	722 ± 167	1997 ± 38	20,8 ± 1,1	40,6 ± 2,8
Carnes processadas e vísceras	<0,053	3,16 ± 0,53	834 ± 35	19477 ± 1080	45,3 ± 4,2	3512 ± 581	311 ± 26	12925 ± 3132	6,77 ± 0,72	59,7 ± 7,0
Cereais	0,0771 ± 0,0052	0,574 ± 0,046	142,5 ± 9,1	195 ± 70	4,10 ± 0,92	648 ± 70	268 ± 88	6,9± 1,2	3,52 ± 0,38	17,4 ± 2,5
Doces	<10	0,75 ± 0,31	730 ± 37	648 ± 35	37,9 ± 3,7	2660 ± 610	781 ± 125	335 ± 61	3,84 ± 0,44	13,6 ± 1,5
Farinhas, massas e panificados	<0,093	6,81 ± 0,48	352 ± 27	9620 ± 1323	63,4 ± 6,6	1629 ± 79	330 ± 15	5553 ± 233	1,71 ± 0,24	12 ± 2
Frutas	<0,015	2,74 ± 0,52	526 ± 87	890 ± 165	6,76 ± 0,90	7815 ± 714	717 ± 73	94,3 ± 7,3	6,37 ± 0,74	7,40 ± 0,32
Hortaliças	<0,057	7,72 ± 0,88	3653 ± 666	3233 ± 851	33 ± 10	18141 ± 4212	1306 ± 134	307 ± 51	10,3 ± 1,3	21,0 ± 3,2
Laticínios	<0,062	9,61 ± 0,19	10483 ± 236	8769 ± 977	4,9 ± 1,4	10199 ± 413	622 ± 24	5482 ± 218	14,9 ± 1,5	38,7 ± 3,9
Leguminosas	<0,010	0,15 ± 0,013	969 ± 164	25,7 ± 4,9	67,0 ± 9,9	7115 ± 841	1175 ± 175	7,1 ± 1,2	5,04 ± 0,13	19,6 ± 2,3
Oleaginosas	<0,14	29,7 ± 3,4	1057 ± 185	1391 ± 169	35,2 ± 1,5	5301 ± 841	1585 ± 811	658 ± 80	24,4 ± 2,6	39,1 ± 3,4
Óleos e gorduras	Nd	<0,29	<20	<1,5	21,41 ± 0,55	<9,3	<1,8	<0,19	<0,20	63,3 ± 7,4
Ovos	<0,042	3,96 ± 0,99	2153 ± 241	6905 ± 243	74,0 ± 4,6	4478 ± 255	270 ± 44	4199 ± 301	5,7 ± 1,1	53,7 ± 7,6
Peixes	5,73 ± 0,18	7,89 ± 0,49	5557 ± 306	4476 ± 952	33,5 ± 4,5	3365 ± 98	482 ± 121	2963 ± 213	0,350 ± 0,025	32,5 ± 1,8
Pizza, salgados, etc	<0,18	9,1 ± 1,3	2530 ± 136	20740 ± 3606	34,3 ± 6,6	4754 ± 439	400 ± 105	11509 ± 1798	5,06 ± 0,85	27,0 ± 1,6
Sal*	Nd	Nd	<820	nd	6,0 ± 3,7	<2000	nd	256160 ± 12577	nd	<2

*Valores de Avegliano et al (2011)nd: não determinado

Tabela 11 - Concentração dos elementos em µg/kg, segundo grupos de alimentos analisados por INAA

Grupos	Co (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Cs (µg/kg)	Mn (µg/kg)	Sc (µg/kg)	Se (µg/kg)
Bebidas	56,1 ± 9,0	<37	<2,9	4,49 ± 0,92	18,4 ± 3,1	<58
Bolos e biscoitos	21,0 ± 4,2	<32	11,1 ± 1,5	8,97 ± 0,95	14,7 ± 2,0	<79
Carne suína	8,4 ± 1,8	62,5 ± 6,4	222 ± 20	0,243 ± 0,073	22,5 ± 8,8	343 ± 24
Carnes bovinas	26,4 ± 5,1	<49	455 ± 63	0,251 ± 0,046	7,4 ± 3,2	460 ± 58
Carnes de frango	6,5 ± 2,5	<56	79,9 ± 2,3	0,295 ± 0,087	3,06 ± 0,22	351 ± 83
Carnes processadas e vísceras	43,7 ± 1,5	<62	64,1 ± 7,3	1,49 ± 0,31	23 ± 12	315 ± 26
Cereais	78 ± 12	33,4 ± 2,2	46,5 ± 5,3	13,0 ± 4,6	5,81 ± 1,16	38,3 ± 7,3
Doces	141 ± 55	<20	15,2 ± 3,5	7,70 ± 0,96	55,0 ± 6,0	37,9 ± 3,7
Farinhas, massas e panificados	9,8 ± 1,1	62,2 ± 7,4	10,1 ± 1,5	8,0 ± 2,2	76,4 ± 4,3	110 ± 16
Frutas	19,4 ± 3,8	<27	21,5 ± 1,5	2,1 ± 0,75	5,0 ± 2,1	<37
Hortaliças	32,75 ± 0,18	<54	58,5 ± 9,2	18,3 ± 4,2	13,6 ± 1,5	<42
Laticínios	9,2 ± 1,2	<73	66 ± 12	0,802 ± 0,035	12,2 ± 1,3	184 ± 42
Leguminosas	86 ± 27	<55	15,8 ± 2,2	8,5 ± 2,2	17,8 ± 5,0	<57
Oleaginosas	255 ± 66	<58	287 ± 72	33,6 ± 8,4	6,04 ± 0,30	6661 ± 1658
Óleos e gorduras	<0,49	<83	<2,87	<0,0036	<0,22	<147
Ovos	3,8 ± 1,5	<53	11,6 ± 3,0	1,34 ± 0,13	7,0 ± 1,3	635 ± 59
Peixes	15,5 ± 1,4	<65	14,1 ± 2,8	1,29 ± 0,25	8,9 ± 3,9	762 ± 56
Pizza, salgados, etc	39,1 ± 0,9	<48	36,0 ± 2,8	6,3 ± 1,2	22,9 ± 1,5	<41
Sal*	Nd	<20	Nd	Nd	Nd	<15

Valores de Avegliano et al (2011) nd: não determinado

Tabela 12 - Concentração dos elementos em mg/kg em grupos de alimentos prontos para o consumo analisados por INAA

Grupos	As (mg/kg)	Br (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cl (mg/kg)	Fe (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Rb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Bebidas	-	2,6400 ± 0,0065	159,4 ± 8,7	275 ± 28	3,9 ± 1,6	1128 ± 10	113,3 ± 6,9	190,5 ± 4,3	2,408 ± 0,043	1,91 ± 0,39
Bolos e biscoitos	-	2,68 ± 0,21	753 ± 64	5402 ± 974	34,3 ± 5,7	1732 ± 77	252 ± 46	4647 ± 517	2,144 ± 0,084	10,57 ± 0,89
Carne suína	-	1,36 ± 0,14	177 ± 46	910 ± 126	17,42 ± 0,44	4025 ± 114	374 ± 37	848 ± 75	8,48 ± 0,45	58,93 ± 0,87
Carnes bovinas	-	26,8 ± 3,6	125 ± 20	583 ± 56	41,4 ± 6,4	3859 ± 653	378 ± 15	532 ± 46	37,3 ± 6,5	80 ± 12
Carnes de frango	-	2,245 ± 0,071	185 ± 24	1024 ± 146	9,89 ± 0,35	4664 ± 440	338 ± 78	935 ± 18	9,74 ± 0,54	19,0 ± 1,3
Carnes processadas e vísceras	-	3,16 ± 0,41	658 ± 28	15358 ± 852	35,7 ± 3,3	2769 ± 458	245 ± 20	10191 ± 2470	5,34 ± 0,57	47,0 ± 5,5
Cereais	0,0412 ± 0,0051	0,307 ± 0,024	76,2 ± 4,9	104 ± 37	2,19 ± 0,49	347 ± 38	143 ± 47	3,73 ± 0,63	1,88 ± 0,20	9,3 ± 1,4
Doces	-	0,75 ± 0,31	730 ± 37	648 ± 35	37,9 ± 3,7	2660 ± 610	781 ± 125	335 ± 61	3,84 ± 0,44	13,6 ± 1,5
Farinhas, massas e panificados	-	6,81 ± 0,31	225 ± 17	6159 ± 847	40,6 ± 4,2	1043 ± 51	211,3 ± 9,4	3555 ± 149	1,10 ± 0,16	7,7 ± 1,3
Frutas	-	2,74 ± 0,19	189 ± 31	320 ± 59	2,43 ± 0,32	2805 ± 256	257 ± 26	33,8 ± 2,6	2,29 ± 0,27	2,66 ± 0,12
Hortaliças	-	7,72 ± 0,13	548 ± 100	485 ± 128	5,0 ± 1,5	2721 ± 632	196 ± 20	46,1 ± 7,7	1,54 ± 0,20	3,15 ± 0,48
Laticínios	-	9,613 ± 0,052	2872 ± 65	2403 ± 268	1,33 ± 0,37	2795 ± 113	170,4 ± 6,5	1502 ± 60	4,08 ± 0,40	10,6 ± 1,1
Leguminosas	-	0,1497 ± 0,0041	318 ± 54	8,4 ± 1,6	22,0 ± 3,2	2334 ± 276	385 ± 57	2,34 ± 0,40	1,650 ± 0,040	6,44 ± 0,75
Oleaginosas	-	29,7 ± 3,3	1057 ± 185	1391 ± 169	35,2 ± 1,5	5301 ± 841	1585 ± 811	658 ± 80	24,4 ± 2,6	39,1 ± 3,4
Óleos e gorduras	-	-	-	-	21,41 ± 0,55	-	-	-	-	63,3 ± 7,4
Ovos	-	3,96 ± 0,23	510 ± 57	1636 ± 57	17,5 ± 1,1	1061 ± 60	64 ± 10	995 ± 71	1,34 ± 0,25	12,7 ± 1,8
Peixes	2,267 ± 0,073	7,89 ± 0,19	2199 ± 121	1771 ± 377	13,3 ± 1,8	1331 ± 39	191 ± 48	1172 ± 84	0,139 ± 0,010	12,85 ± 0,71
Pizza, salgados, etc	-	2,77 ± 0,39	765 ± 41	6274 ± 1091	10,4 ± 2,0	1438 ± 133	121 ± 32	3481 ± 544	1,53 ± 0,26	8,18 ± 0,48
Sal*	-	-	-	-	6,0 ± 3,7	-	-	256160 ± 12577	-	-

*Valores de Avegliano et al (2011)

Tabela 13:Concentração de elementos em µg/kg em grupos de alimentos prontos para o consumo analisados por INAA

Grupos	Co (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Cs (µg/kg)	Mn (µg/kg)	Sc (µg/kg)	Se (µg/kg)
Bebidas	13,2 ± 2,1	-	-	1,06 ± 0,22	4,34 ± 0,74	-
Bolos e biscoitos	21,0 ± 4,2	-	11,1 ± 1,5	8,97 ± 0,95	14,7 ± 2,0	-
Carne suína	5,7 ± 1,2	42,2 ± 4,3	150 ± 14	0,164 ± 0,050	15,2 ± 5,9	232 ± 16
Carnes bovinas	19,2 ± 3,8	-	331 ± 46	0,180 ± 0,030	5,4 ± 2,4	336 ± 42
Carnes de frango	3,0 ± 1,2	-	37,4 ± 1,1	0,138 ± 0,041	1,43 ± 0,10	164 ± 39
Carnes processadas e vísceras	34,5 ± 1,2	-	50,6 ± 5,7	1,17 ± 0,25	18,3 ± 9,2	248 ± 20
Cereais	41,8 ± 6,4	17,8 ± 1,2	24,9 ± 2,9	7,0 ± 2,5	3,11 ± 0,62	20,5 ± 3,9
Doces	141 ± 55	-	15,2 ± 3,5	7,70 ± 0,96	54,5 ± 5,5	37,9 ± 3,7
Farinhas, massas e panificados	6,29 ± 0,67	39,8 ± 4,7	6,4 ± 1,0	5,1 ± 1,4	48,9 ± 2,8	70 ± 10
Frutas	7,0 ± 1,4	-	7,71 ± 0,53	0,75 ± 0,27	1,78 ± 0,76	-
Hortaliças	4,913 ± 0,028	-	8,8 ± 1,4	2,75 ± 0,63	2,04 ± 0,22	-
Laticínios	2,53 ± 0,34	-	18,1 ± 3,4	0,220 ± 0,010	3,35 ± 0,34	51 ± 12
Leguminosas	28,3 ± 8,8	-	5,19 ± 0,73	2,78 ± 0,73	5,8 ± 1,6	-
Oleaginosas	255 ± 66	-	287 ± 72	33,6 ± 8,4	6,04 ± 0,30	6661 ± 1658
Óleos e gorduras	-	-	-	-	-	-
Ovos	0,89 ± 0,35	-	2,75 ± 0,72	0,318 ± 0,030	1,66 ± 0,30	150 ± 14
Peixes	6,13 ± 0,57	-	5,6 ± 1,1	0,51 ± 0,10	3,5 ± 1,5	302 ± 22
Pizza, salgados, etc	11,83 ± 0,28	-	10,88 ± 0,84	1,90 ± 0,35	6,92 ± 0,45	-
Sal*	-	-	-	-	-	-

*Valores de Avegliano (2011) et al

Arsênio

O As é considerado um elemento tóxico ao corpo humano, por isso a concentração nos alimentos deve ser muito baixa. As mais importantes fontes de exposição de Asa partir de consumo de alimentos são arroz (ZAVALA & DUXBURY, 2008), peixes e frutos do mar (WHO, 1998; OLMEDO *et al*., 2013; LEMOS NETO *et al*., 2014). O As está presente no solo, na água e é encontrado em pesticidas e ração animal. Até os dias atuais, ainda não foi estabelecido nenhuma função biológica no corpo humano e sua exposição pode causar fraqueza, dores musculares e pode chegar a causar câncer (TSUJI *et al*, 2014).

A Resolução - RDC n.42 de 29.08.2013 da legislação brasileira (BRASIL, 2013), estabelece os limites máximos para arsênio em vários alimentos, dos quais se destacam: 0,30 mg/kg arroz e seus derivados exceto óleo, 0,05 mg/kg leite fluido pronto para consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir nem concentrar; 0,1 mg/kg óleos e gorduras comestíveis de origem vegetal e/ou animal (incluindo margarina); 1,00 mg/kg peixes crus, congelados ou refrigerados, 1,00 mg/kg moluscos cefalópodos e moluscos bivalvos.

No presente estudo, As foi determinado apenas em dois grupos de alimentos, cereais e peixes. No caso do grupo de peixes o valor encontrado (2,267 mg/kg) foi superior ao limite estabelecido pela legislação brasileira. Valores elevados também foram obtidos por MORGANO *et al* (2011) que analisaram 4 espécies de peixes consumidos no estado de São Paulo, cujos valores de As variaram de (0,18-3,67) mg/kg para salmão e de (0,28 a 10,82) mg/kg para pargos.

Bromo

Bromo não é considerado essencial, não há evidência de sua essencialidade para humanos, animais ou plantas (UNDERWOOD, 1977).

As concentrações de Br foram determinadas em 17 dos 19 grupos de alimentos e seus valores variaram entre 0,149 mg/kg (Leguminosas) e 29,7 mg/kg (Oleaginosas). O grupo óleos e gorduras o teor de Br ficou abaixo do L_D e no grupo sal o elemento não foi determinado.

Cálcio

O Ca é considerado um elemento essencial ao corpo humano tendo como principais funções, a função estrutural de formação e manutenção do esqueleto, regulação da contração muscular e é elemento primordial da membrana celular (SILVA *et al.*, 2012). As principais fontes de Ca são os derivados de leite e alguns legumes como brócolis e espinafre.

A falta de Ca pode causar redução do mineral ósseo (osteoporose), câncer de colo e hipertensão. A carência de Ca está relacionada à carência de vitamina D. Carências profundas de cálcio são raras, por estar presente em vários alimentos (GALLAGHER, 2008).

No presente estudo o grupo de laticínio, como esperado, apresentou a maior concentração de Ca (2872 mg/kg), seguido pelo grupo dos peixes (2198 mg/kg) e as oleaginosas (1057 mg/kg), nos alimentos prontos para o consumo.

Cloro

O Cl tem função de auxílio na digestão, já que é necessário para a formação do ácido clorídrico utilizado, esse HCl é secretado no suco gástrico (TRAMONTE *et al*.,2012)

As concentrações de Cl foram determinadas em 17 dos 19 grupos de alimentos, no grupo Óleos e gorduras a concentração ficou abaixo do L_D e no Sal não foi determinado. Os valores de concentração variaram entre 8,4 mg/kg (Leguminosas) a 15358 mg /kg (Carnes processadas e vísceras).

Cobalto

Cobalto é um elemento traço, é constituinte da vitamina B_{12} e essencial para o metabolismo de ácidos graxos e folato. Em geral, as fontes mais ricas de Co são peixes, nozes, vegetais verdes folhosos e cereais frescos. O grupo de alimento que apresentou o maior teor de Co foi o grupo das oleaginosas (255 µg/kg). As concentrações de Co foram encontradas em 17 dos 19 grupos. No grupo Óleos e Gorduras a concentração ficou abaixo do L_D e não foi determinado no grupo Sal. As concentrações variaram entre 0,89 µg/kg (Ovos) a 255 µg/kg (Oleaginosas).

Cromo

Apesar de ser considerado um elemento essencial as funções do cromo no organismo não são totalmente conhecidas. Vários estudos relacionam a quantidade de Cr com a potencialização da insulina e redução de doenças vasculares (SILVA *et al*.,2012). Há estudos também que indicam que a presença de Cr no sangue com um efeito favorável à taxa de colesterol e lipoproteínas. As maiores fontes de Cr são carnes, feijão, cereais integrais e alguns legumes como brócolis e batata.

Não foram provadas que deficiência em Cr pode causar patologias graves, porém é possível que o desenvolvimento de diabetes tipo 2 (comum em gestantes e idosos) esteja relacionada com deficiência em Cr (SILVA *et al*.,2012).

As concentrações de Cr foram determinadas em apenas 5 dos 19 grupos analisados (Carnes Suínas, Cereais, Farinhas massas e panificados, Frutas e Óleos e gorduras). As concentrações variaram entre 6,7 µg/kg (Frutas) e 53 µg/kg (Oleaginosas). Destaca-se a Carne suína com concentração alta (42,2 µg/kg) conforme esperado e Cereais com baixa concentração (17,85 µg/kg).

Césio

As concentrações de Cs foram determinadas em 15 dos 19 grupos. Nos grupos Bebidas, Doces e Óleos e Gorduras as concentrações ficaram abaixo do L_D e não foi determinado no grupo Sal. As concentrações variaram entre 2,74 µg/kg (Ovos) a 331 µg/kg (Carne Bovina).

Escândio

As concentrações de Sc foram determinadas em 16 dos 19 grupos. Nos grupos Bebidas, e Óleos e Gorduras as concentrações ficaram abaixo do L_D e não foi possível sua determinação no grupo Sal. As concentrações variaram entre 1,432 µg/kg (Carnes de Frango) a 54,5 µg/kg (Doces).

Ferro

O Fe é um elemento essencial por ser indispensável para o desenvolvimento de numerosas funções fisiológicas, ser componente da hemoglobina (pigmento dos glóbulos vermelhos do sangue, transportador de oxigênio) e está em várias proteínas (HENRIQUES& COZZOLINO,2012).

Atualmente, a anemia é de longe a principal doença causada pela deficiência desse micronutriente (WHO, 2001). Aponta-se o Fe como micronutriente de grande importância para as ações de Saúde Pública no Brasil (IBGE, 2011).

Deficiência em ferro pode ocorrer por perdas excessivas (hemorragias digestivas, hemorroidas, ulcerações digestivas), por má absorção (diarreias e gastrectomia) ou por deficiência na dieta. A falta de ferro no sangue causa diminuição nas defesas imunitárias e é o fator desencadeante de anemia (doença causada pelo nível de hemoglobina abaixo do normal), já que o Fe representa 2/3 da hemoglobina. Os grupos considerados de maior risco de anemia são crianças de 2 anos de idade, meninas adolescentes, mulheres grávidas e idosos. Adolescentes grávidas são frequentemente de alto risco, em caso de maus hábitos alimentares e crescimento contínuo (GALLAGHER, 2008).

As concentrações variaram de 1,33 mg/kg (Laticínios) a 41,4 mg/kg (Carnes bovinas). O grupo de Farinhas, massas e panificado apresentou alto teor de Fe (40,6 mg/kg), como esperado, pois no Brasil ocorre o enriquecimento de Fe na farinha de trigo, desde 2002. Destaca-se também a baixa concentração encontrada nos Cereais (2,19 mg/kg), pois no refino os cereais perdem consideravelmente o teor de ferro que costuma ser bem alto para esse tipo de alimento (HENRIQUES& COZZOLINO,2012).

Magnésio

O Mg tem funções fisiológicas importantes, pois intervém para regular as atividades de mais de 300 reações enzimáticas, na duplicação de ácidos nucleicos, excitabilidade neural e transmissão do influxo nervoso. Magnésio no sangue pode ajudar a melhorar as funções pulmonares. As fontes de Mg são verduras, legumes, cereais integrais e oleaginosas (MAFRA & COZZOLINO, 2012). Deficiência de Mg pode afetar o metabolismo, crescimento e a proliferação celular.

As concentrações de Mg foram determinadas em 16 dos 19 grupos de alimentos. Nos grupos Doces e óleos e gorduras as concentrações ficaram abaixo do L_D e no grupo sal não foi determinado. As concentrações variaram de 64 mg/kg (Ovos) a 1585 mg/kg (Oleaginosas).

Manganês

O Mn tem funções importantes no corpo como antioxidantes, função de ativação de enzimas que participam do metabolismo de carboidratos, aminoácidos e colesterol e colabora na formação de cartilagem e ossos (SILVA *et al.*, 2012). São consideradas fontes de Mn cereais, nozes e leguminosas.

As concentrações de Mn foram determinadas em 16 dos 19 grupos de alimentos. Nos grupos Doces e óleos e gorduras as concentrações ficaram abaixo do L_D e no grupo sal não foi determinado. As concentrações variaram entre 0,138 μg/kg (Carnes bovinas) e 33,6 μg/kg (Oleaginosas).

Potássio

O K é um elemento essencial e tem como função ser o principal cátion intracelular que contribui para o metabolismo e síntese de proteínas, regulação do teor de água no organismo e tem importante papel na excitabilidade neuromuscular. Apresenta maior necessidade na fase de crescimento. As maiores fontes de K são frutas e legumes no geral como banana, tomate, batata e laranja. Peixes, carnes e aves também são ricos em K (GALLAGHER, 2008).

A deficiência de potássio pode causar distúrbios neuromusculares (câimbras e paralisias), aumento da pressão arterial ou, em casos raros, distúrbios graves do ritmo cardíaco. A causa da deficiência, além da falta na alimentação, pode ser a ingestão de diuréticos e laxativos. A ingestão inadequada de potássio pode aumentar o risco de doenças cardiovasculares, anormalidade do batimento cardíaco, fraqueza muscular (IOM, 2006). Por outro lado, ingestões muito elevadas podem causar desconforto gastrointestinal e estresse. As principais fontes alimentares são os alimentos não processados, como frutas, vegetais e carnes frescas, uma vez que o processamento pode levar a perdas desse elemento.

As concentrações de K foram determinadas em 15 dos 19 grupos alimentares. Nos grupos Óleos e gorduras e Sal as concentrações ficaram abaixo do L_D. As concentrações variaram entre 347 mg/kg (Cereais) e 5301 mg/kg (Oleaginosas). Destaca-se a concentração de frutas, pois é uma das fontes de K, com 2798 mg/kg.

Rubídio

As concentrações de Rb foram determinadas em 16 dos 19 grupos. Nos grupos Doces e Óleos e Gorduras as concentrações ficaram abaixo do L_D e não foi determinado no grupo Sal. As concentrações variaram entre 0,139 mg/kg (Peixes) e37,3 mg/kg (Carne de Frango).

Selênio

O Se é um elemento essencial que possui um intervalo estreito entre a deficiência na dieta e sua toxicidade. Selênio possui funções importantes, como participação nos hormônios tireoidianos, proteção contra metais pesados, prevenção de doenças crônicas e ação antioxidante. Estudos mostram a importância de Se na prevenção de câncer, fertilidade e envelhecimento (MARTENS *et al*., 2012). Como fontes de Se são identificadas as oleaginosas e as carnes.

Certas patologias estão relacionadas à deficiência de Se, como a doença de Keshan (cardiomiopatia endêmica) e doença de Kashin-Beck (osteoartrite endêmica) (MARTENS *et al.*,2012).

As concentrações de Se foram determinadas em 10 dos 19 grupos. Nos grupos Bebidas, Bolos e biscoitos, Doces, Frutas, Leguminosas, Óleos, Gorduras e Pizzas esalgados e Sal as concentrações ficaram abaixo do L_D. As concentrações variaram entre 20,5 µg/kg (Cereais) e 6661 µg/kg (Oleaginosas). Destaca-se também a concentração de Carnes bovinas (335 µg/kg) que é apontada como uma das fontes de Se.

Sódio

O Na é um elemento essencial e possui várias funções no corpo humano, como absorção de aminoácidos, regulação da pressão osmótica, estímulo de ação muscular, transmissão de impulsos nervosos, manutenção do equilíbrio hídrico do corpo e também é principal íon do fluido extracelular. Por ter grande volume no fluído extracelular, o Na regula também a pressão arterial. As principais fontes de Na além do sal são salsicha, presunto, batata chips e cenoura (TRAMONTE *et al*., 2012).

Deficiência em Na é rara já que a ingestão de sal é alta e constante como tempero. O maior efeito adverso da ingestão elevada de NaCl é a elevação da pressão sanguínea, reconhecidamente um fator de risco para doenças cardiovasculares e renais (IOM, 2006).

As concentrações de Na foram determinadas em 18 dos 19 grupos de alimentos. No grupo Óleos e gorduras a concentração ficou abaixo do L_D. As concentrações variaram de 256160 mg/kg (Sal) a 2,34 mg /kg (Leguminosas). Destaca-se a alta concentração nas Carnes processadas e vísceras (10191 mg/kg), grupo onde estão as salsichas, fonte conhecida de Na.

Zinco

É o segundo elemento mais abundante no corpo humano. É complemento essencial para a realização de reações químicas vitais de mais de 100 enzimas; tem função estrutural no crescimento e é componente da membrana celular e das proteínas. É necessário para o desenvolvimento neurológico e funções do sistema nervoso central. São fontes de Zn os seguintes alimentos: carne bovina, peixes, aves, carnes suínas e derivados de leite (GALLAGHER, 2008). A deficiência de Zn causa perda de apetite, alteração do paladar, atraso na maturidade sexual e déficit de crescimento (YUYAMA *et al*., 2012).

Foram determinadas concentrações de Zn em 18 dos 19 grupos de alimentos. No grupo Sal a concentração ficou abaixo do $L_{D.}$ As concentrações variaram de 1,91 mg/kg (Bebidas) a 80,5 mg/kg (Carnes bovinas). Destaca-se também as altas concentrações de Carnes suínas (58,93 mg/kg) e Carnes processadas e vísceras (47,0 mg/kg), que são indicados como fontes de Zn.

5.1.3.3. Resultados de ingestão diária dos elementos determinados por INAA

Estão apresentados nas Tabelas 14 e 15 os resultados de ingestão diária dos elementos determinados por INAA nos grupos de alimentos analisados.

Tabela 14- Ingestão diária média (mg/dia) de elementos analisados por INAA

Grupos	As (mg/kg)	Br (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Cl (mg/kg)	Fe (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Rb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Bebidas	-	0,351363 ± 0,000037	89,837 ± 0,049	155,19 ± 0,16	2,196 ± 0,0088	635,78 ± 0,059	63,884 ± 0,039	107,405 ± 0,024	1,35754 ± 0,00024	1,078 ± 0,0022
Bolos e biscoitos	-	0,080105 ± 0,000064	22,501 ± 0,019	161,47 ± 0,29	1,0248 ± 0,0017	51,779 ± 0,023	7,532 ± 0,014	138,91 ± 0,15	0,064073 ± 0,000025	0,31579 ± 0,00027
Carne suína	-	0,008889 ± 0,000014	1,7216 ± 0,0044	8,826 ± 0,012	0,168966 ± 0,000043	39,041 ± 0,011	3,6273 ± 0,0036	8,2263 ± 0,0073	0,082258 ± 0,000043	0,571597 ± 0,000084
Carnes bovinas	-	1,3117 ± 0,0024	8,365 ± 0,013	39,088 ± 0,038	2,7752 ± 0,0043	258,97 ± 0,44	25,34 ± 0,010	35,725 ± 0,031	2,5011 ± 0,0043	5,3987 ± 0,0077
Carnes de frango	-	0,034677 ± 0,000024	6,0979 ± 0,0078	33,776 ± 0,048	0,32638 ± 0,00011	153,92 ± 0,15	11,151 ± 0,026	30,8443 ± 0,0058	0,32154 ± 0,00018	0,62754 ± 0,00042
Carnes processadas e vísceras	-	0,035598 ± 0,000059	9,3965 ± 0,0040	219,46 ± 0,12	0,51023 ± 0,00047	39,572 ± 0,065	3,5042 ± 0,0029	145,63 ± 0,35	0,076275 ± 0,000081	0,67212 ± 0,00078
Cereais	0,0078713 ± 0,0000097	0,058606 ± 0,000047	14,5537 ± 0,0093	19,916 ± 0,071	0,41874 ± 0,00094	66,197 ± 0,072	27,371 ± 0,090	0,7115 ± 0,0012	0,3595 ± 0,00039	1,7754 ± 0,0026
Doces	-	0,01785 ± 0,000074	17,374 ± 0,0087	15,4224 ± 0,0083	0,90202 ± 0,00087	63,31 ± 0,15	18,588 ± 0,030	7,973 ± 0,014	0,09139 ± 0,00010	0,32368 ± 0,00035
Farinhas, massas e panificados	-	0,47238 ± 0,00033	24,366 ± 0,019	666,86 ± 0,92	4,3942 ± 0,0046	112,887 ± 0,055	22,876 ± 0,010	384,9 ± 0,16	0,11877 ± 0,00017	0,8344 ± 0,0014
Frutas	-	0,08067 ± 0,00015	15,466 ± 0,026	26,168 ± 0,049	0,19886 ± 0,00027	229,76 ± 0,21	21,081 ± 0,022	2,7716 ± 0,0022	0,18719 ± 0,00022	0,21748 ± 0,000100
Hortaliças	-	0,09095 ± 0,00010	43,008 ± 0,078	38,07 ± 0,10	0,3914 ± 0,0012	213,61 ± 0,50	15,378 ± 0,016	3,6164 ± 0,0061	0,12124 ± 0,00016	0,24688 ± 0,00038
Laticínios	-	0,200173 ± 0,000039	218,288 ± 0,049	182,61 ± 0,20	0,10131 ± 0,00028	212,388 ± 0,086	12,9525 ± 0,0050	114,158 ± 0,045	0,31028 ± 0,00031	0,80631 ± 0,00082
Leguminosas	-	0,0109771 ± 0,0000093	71,04 ± 0,12	1,8838 ± 0,0036	4,9155 ± 0,0072	521,83 ± 0,62	86,18 ± 0,13	0,5225 ± 0,00090	0,369638 ± 0,000094	1,4402 ± 0,0017
Oleaginosas	-	0,0059452 ± 0,0000067	0,2114 ± 0,00037	0,2782 ± 0,00034	0,0070347 ± 0,0000029	1,0603 ± 0,0017	0,317 ± 0,0016	0,13164 ± 0,00016	0,0048713 ± 0,0000051	0,007828 ± 0,0000069
Óleos e gorduras	-	-	-	-	0,162714 ± 0,000042	-	-	-	-	0,48097 ± 0,00056
Ovos	-	0,009283 ± 0,000023	5,051 ± 0,0057	16,2012 ± 0,0057	0,1737 ± 0,00011	10,5073 ± 0,006	0,6335 ± 0,0010	9,852 ± 0,0071	0,013296 ± 0,000025	0,12607 ± 0,00018
Peixes	0,033778 ± 0,000011	0,046535 ± 0,000029	32,758 ± 0,018	26,383 ± 0,056	0,1975 ± 0,00026	19,8373 ± 0,0058	2,8389 ± 0,0071	17,468 ± 0,013	0,0020653 ± 0,0000015	0,1915 ± 0,00011
Pizza, salgados, etc	-	0,22163 ± 0,00031	61,299 ± 0,033	502,51 ± 0,87	0,8301 ± 0,0016	115,17 ± 0,11	9,697 ± 0,025	278,84 ± 0,44	0,12267 ± 0,00021	0,65488 ± 0,00039
Sal*	-	-	-	-	0,0276 ± 0,00017	-	-	1178,34 ± 0,58	-	-
TOTAL	**0,042**	**3,0**	**641**	**2114**	**20**	**2746**	**333**	**2466**	**6,1**	**16**

*Valores de Avegliano (2011) et a

Tabela 15 - Ingestão diária média (µg/dia) de elementos analisados por INAA

Grupos	Co (µg/kg)	Cr (µg/kg)	Cs (µg/kg)	Mn (µg/kg)	Sc (µg/kg)	Se (µg/kg)
Bebidas	7,467 ± 0,012	-	-	0,5976 ± 0,0012	2,4489 ± 0,0042	-
Bolos e biscoitos	0,6288 ± 0,0013	-	0,33176 ± 0,00046	0,2682 ± 0,00028	0,43973 ± 0,00059	-
Carne suína	0,05487 ± 0,00012	0,40922 ± 0,00042	1,454 ± 0,0013	0,001591 ± 0,0000048	0,14718 ± 0,00057	2,2482 ± 0,0016
Carnes bovinas	1,2897 ± 0,0025	-	22,240 ± 0,031	0,012278 ± 0,000022	0,3600 ± 0,0016	22,518 ± 0,029
Carnes de frango	0,10023 ± 0,00038	-	1,23346 ± 0,00036	0,004556 ± 0,000013	0,047259 ± 0,000035	5,416 ± 0,013
Carnes processadas e vísceras	0,49265 ± 0,00017	-	0,72261 ± 0,00082	0,016789 ± 0,000035	0,2617 ± 0,0013	3,5459 ± 0,0029
Cereais	7,983 ± 0,012	3,4071 ± 0,0022	4,7448 ± 0,0055	1,3277 ± 0,0047	0,5934 ± 0,0012	3,9082 ± 0,0074
Doces	3,356 ± 0,013	-	0,36176 ± 0,00083	0,18326 ± 0,00023	1,2971 ± 0,0013	0,90202 ± 0,00087
Farinhas, massas e panificados	0,68072 ± 0,00073	4,3082 ± 0,0051	0,6983 ± 0,0010	0,5546 ± 0,0015	5,2990 ± 0,0030	7,591 ± 0,011
Frutas	0,5704 ± 0,0011	-	0,63117 ± 0,00044	0,06174 ± 0,00022	0,14603 ± 0,00063	-
Hortaliças	0,385631 ± 0,000022	-	0,6892 ± 0,0011	0,21548 ± 0,00050	0,16014 ± 0,00017	-
Laticínios	0,192 ± 0,00026	-	1,3755 ± 0,0026	0,0167008 ± 0,0000073	0,25475 ± 0,00026	3,8413 ± 0,0088
Leguminosas	6,324 ± 0,020	-	1,1595 ± 0,0016	0,6213 ± 0,0016	1,3018 ± 0,0037	-
Oleaginosas	0,051 ± 0,00013	-	0,0574 ± 0,00014	0,006728 ± 0,000017	0,00120733 ± 0,00000059	1,3321 ± 0,0033
Óleos e gorduras	-	-	-	-	-	-
Ovos	0,008838 ± 0,000035	-	0,027217 ± 0,000071	0,0031440 ± 0,0000030	0,016424 ± 0,000030	1,4891 ± 0,0014
Peixes	0,091402 ± 0,000085	-	0,08286 ± 0,00016	0,007589 ± 0,000015	0,05227 ± 0,00023	4,4939 ± 0,0033
Pizza, salgados, etc	0,94742 ± 0,00022	-	0,87122 ± 0,00067	0,15240 ± 0,00028	0,55406 ± 0,00036	<LD
Sal*	-	-	<LD	<LD	<LD	<LD
TOTAL	**31**	**8,1**	**37**	**4,0**	**13**	**57**

*Valores de Avegliano (2011) et al

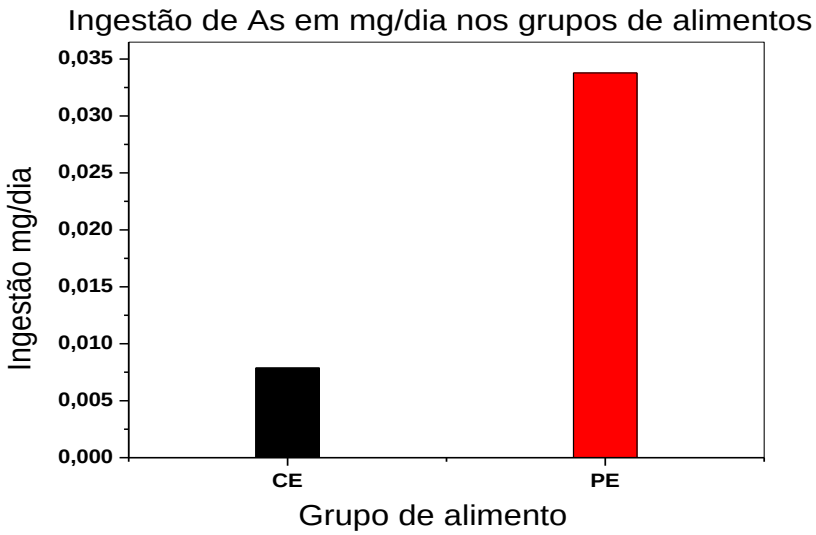
Arsênio

A ingestão total de As encontrado nesse estudo foi de 0,042 mg/dia. Em comparação aos EDT de outros países, temos a ingestão de As encontrada apenas no EDT francês (ARNICH *et al*.,2012). O resultado encontrado no EDT francês foi superior ao resultado obtido no presente estudo, sendo de 0,67 mg/dia de As.

No primeiro EDT brasileiro (AVEGLIANO, 2009), o resultado de As encontrado (1,53 mg As/dia) foi consideravelmente maior ao encontrado nesse estudo. Esse resultado deve-se ao fato de que no EDT anterior foi observado resultado maior que o L_D no composto de Hortaliças, que não foi observado no presente estudo.

A 72ª reunião do JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) (FAO/WHO, 2011) estabeleceu os valores de 2 a 7 µg por kg de peso corpóreo por dia como limite máximo tolerável, baseado na exposição dietética total estimada para arsênio inorgânico. Para um adulto de 70 kg a ingestão de As obtido no presente estudo corresponde a 0,59 µg/kg de peso corpóreo/dia, valor bem abaixo dos valores preconizados pela JEFCA.

Observa-se na Figura 11 que apenas o grupo de cereais e peixes contribuem para a ingestão de As.



.

Figura 11: Ingestão de As em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Bromo

A Ingestão diária total de Br encontrado nesse estudo foi de 3,0 mg/dia, sendo o grupo Carne bovina (CB) que mais contribuiu para esse valor, seguido pelo grupo da Farinha (FA), como pode ser observado na Figura 12. Não existem valores de ingestão desse elemento em outros EDTs.

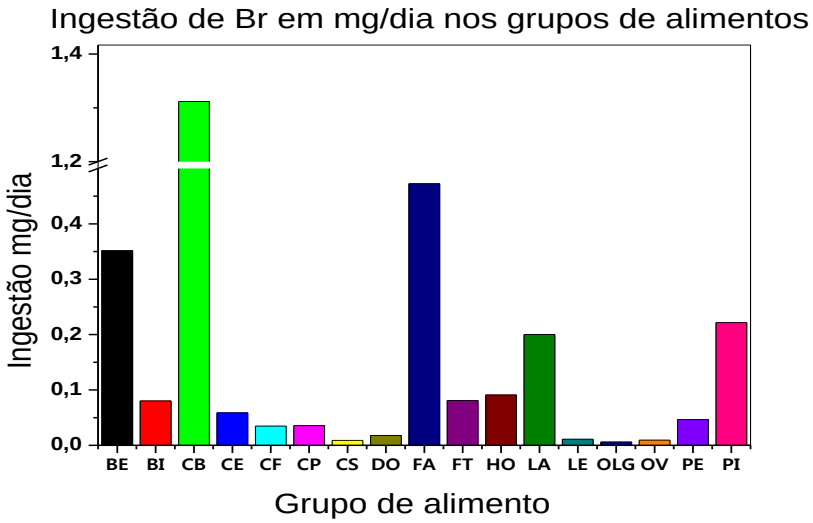


Figura 12: Ingestão de Br em mg/dia nos grupos de alimentos analisados.

Cálcio

A ingestão dietética total de Ca foi de 641 mg/dia. Os valores variaram de 0,211 mg/dia (Oleaginosas) a 218,3 mg/dia (Laticínios), como mostrado na Figura13. Observa-se que apesar do grupo Oleaginosas apresentar a concentração mais elevada de Ca, a sua contribuição para a ingestão dietética total foi de apenas 0,22 mg/dia, representando apenas 0,03% do total, uma vez que o consumo desse grupo é muito baixo.

O resultado obtido, em geral, foi semelhante aos EDT da Austrália (FSANZ, 2011), cujos valores ficaram entre 785-1000 mg/dia, 391 mg/dia da China (JIANG ,2014), 786 mg/dia da França (ARNICH *et al*.,2012) e 1110 mg/diada Suécia (BECKER, 2011).

O primeiro EDT brasileiro obteve resultado bem menor (275 mg/dia) do que esse EDT. Isso pode ter relação à adição dos alimentos consumidos fora de casa e a alta ingestão de laticínios.

A ingestão dietética recomendada (RDA) de Ca varia de 800 a 1000 mg/dia, conforme o sexo e a faixa etária. O valor de ingestão encontrado nesse EDT foi inferior ao valor de ingestão recomendado. O limite superior tolerável de ingestão (Tolerable Upper Intake Level- UL), que é o valor mais alto de ingestão diária continuada de um nutriente, é de 2500 mg/dia. O resultado encontrado nesse estudo ficou abaixo da recomendação.

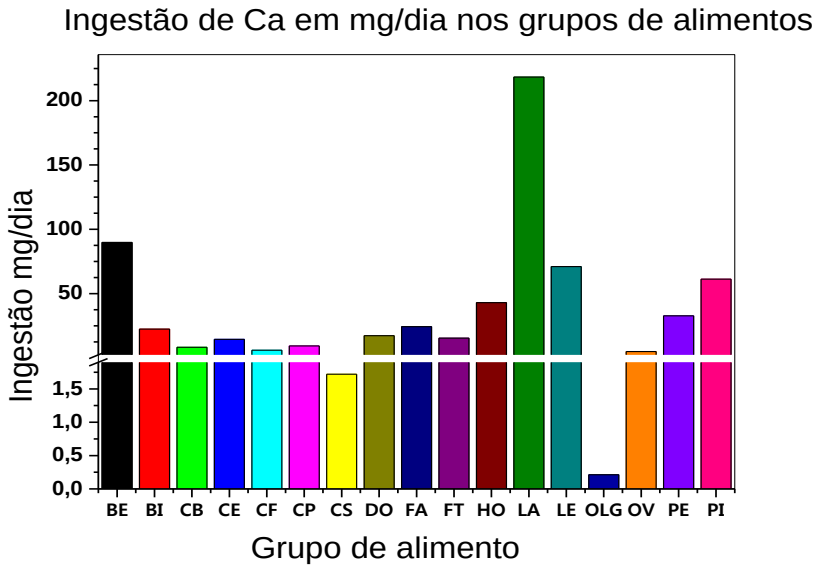


Figura 13: Ingestão de Ca em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Cloro

A ingestão dietética total de Cl foi de 2129 mg/dia. A ingestão de Cl variou de 0,278 mg/dia (Oleaginosas) a 502 mg/dia (Pizzas, salgados e etc) como mostrado na Figura14.Nos EDT de outros países o Cl não foi determinado, assim como no 1 ^{0} EDT brasileiro.

A recomendação nutricional está entre 1800-2300 mg/dia, portanto o resultado desse estudo atingiu a recomendação nutricional. Para Cl não existe um limite superior tolerável estabelecido.

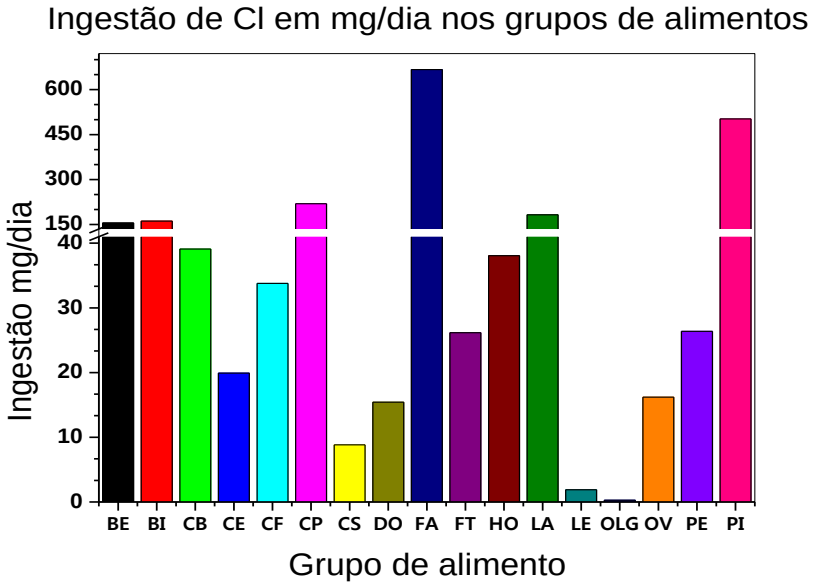


Figura 14: Ingestão de Cl em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Cobalto

A ingestão total de Co foi de 31 µg/dia. A ingestão de Co variou de 0,009 mg/dia (Ovos) a 7,98 µg/dia (Cereais), como mostrado na Figura 15.

Em comparação aos EDT de outros países, a ingestão observada ficou acima dos valores obtidos em alguns países, como Espanha (1,04-1,40 µg/dia), França (10,8 µg/dia), Líbano (11,4 µg/dia) (NASREDINNE, 2010) e Suécia (11µg/dia). Em outros países o resultado encontrado foi semelhante ao este estudo, como Austrália (26-33 µg/dia) e Itália (15-57 µg/dia) (TURCONI *et al*., 2012). No 1^0EDT brasileiro o elemento Co não foi determinado.

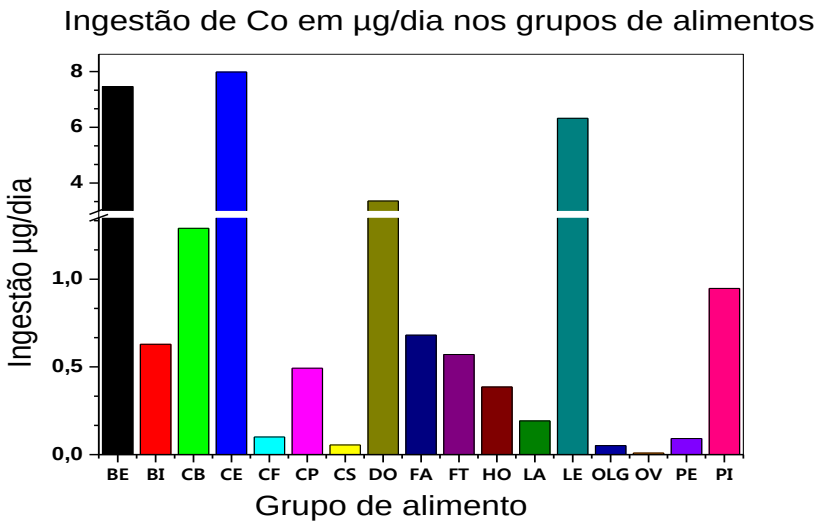


Figura 15: Ingestão de Co em µg/dia nos grupos de alimentos analisados

Cromo

A ingestão total de Cr foi de 8,1 µg/dia. A ingestão de Cr variou de 0,409 µg/dia (Carnes suínas) a 4,30 µg/dia (Farinhas, massas e panificados), como mostrado na Figura16. Em comparação com os EDT de outros países, o resultado encontrado foi relativamente menor: na Austrália (26-33 µg/dia), na Espanha (10,8-11,2 µg/dia) e na Suécia (25 µg/dia).

No 1^0EDT brasileiro a concentração encontrada de Cr foi de 8,69 µg/dia, próximo ao resultado encontrado nesse estudo.

A recomendação nutricional está entre 20-35 µg/dia, portanto o resultado desse estudo ficou bem abaixo da recomendação nutricional. Para Cr não existe um limite superior tolerável estabelecido.

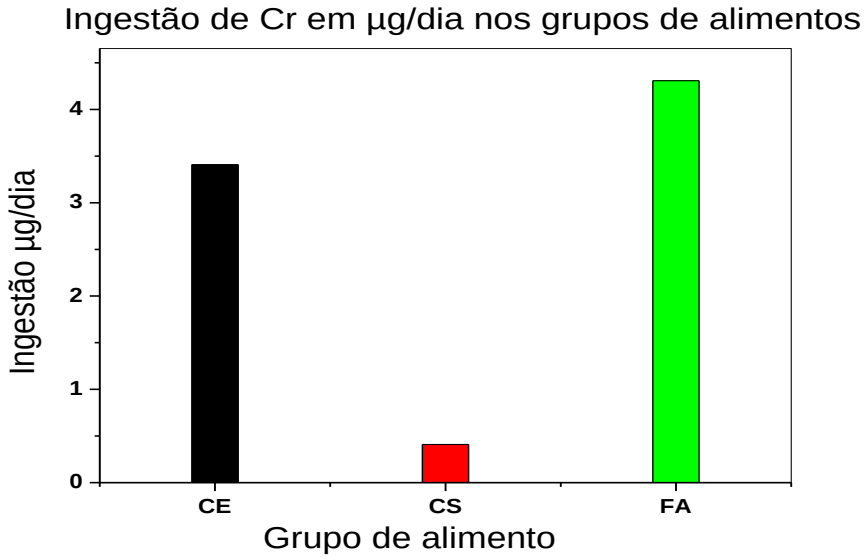


Figura 16: Ingestão de Cr em µg/dia nos grupos de alimentos analisados

Césio

A ingestão total de Cs foi de 36µg/dia. A ingestão de Cs variou de 0,027 µg/dia (Ovos) a22,2 µg/dia (Carnes Bovinas) como mostrado na Figura 17.

Nos EDT de outros países o Cs não foi determinado, assim como no 1^0 EDT brasileiro.

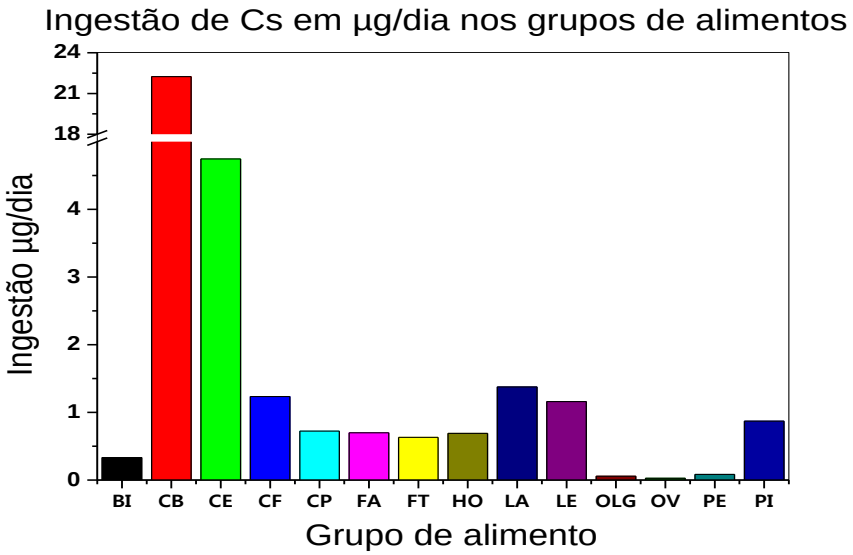


Figura 17: Ingestão de Cs em µg/dia nos grupos de alimentos analisados.

Escândio

A ingestão de Sc foi determinada em 16 dos 19 grupos de alimentos analisados. A ingestão variou entre 5,30 µg/dia (Farinhas, massas e panificados) e 0,0010 µg/dia (Oleaginosas), como mostrado na Figura 18. Destaca-se a diferença entre os dados de ingestão e concentração, já que em termos de concentração o grupo de Doces apresentou o maior valor, enquanto a maior ingestão foi do grupo de Farinhas, massas e panificados.

A ingestão total de Sc foi de 10 µg/dia. Nos EDT de outros países o Sc não foi determinado, assim como no 1^0 EDT brasileiro.

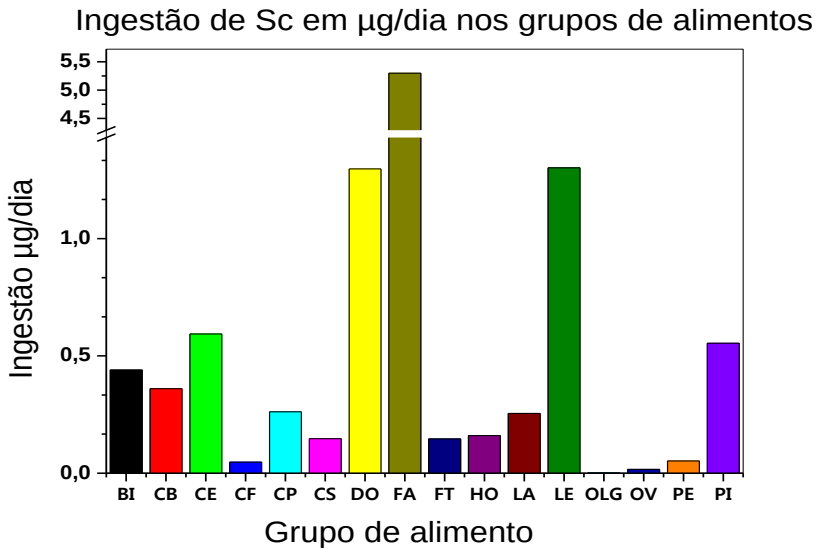


Figura 18: Ingestão de Sc em µg/dia nos grupos de alimentos analisados

Ferro

A ingestão dietética total de Fe foi de 20 mg/dia. A ingestão de Fe variou de 0,007 mg/dia (Oleaginosas) a 4,92 mg/dia (Leguminosas), como mostrado na Figura 19. As Leguminosas foram o grupo de alimentos mais consumidos (Tabela da Lista de Alimentos do Apêndice A), mesmo que não seja a mais elevada concentração em Fe. Embora carnes derivadas de fonte animal sejam consideradas boas fontes de Fe biodisponível, os grupos de carnes no presente estudo, contribuíram com apenas 19,3% do total da ingestão dietética; isso se deve ao seu baixo consumo. Os grupos de alimentos compostos por produtos de Farinha de trigo fortificada com Fe (Farinhas, massas e panificados) e leguminosas foram os principais contribuintes para a ingestão total de Fe. O

valor de ingestão de Fe no presente estudo esteve entre os mais elevados de todos os EDT pesquisados, como Austrália (9,3-13,4 mg/dia), China (7,28mg/dia), França (7,71 mg/dia), Líbano (13 mg/dia), Itália (6,41-19,45 mg/dia) e Suécia (9,2 mg/dia).

O 1^0EDT brasileiro obteve resultado bem menor (5,7 mg/dia) do que esse EDT. Isso pode ter relação à adição dos alimentos consumidos fora de casa.

A ingestão dietética de Fe do presente estudo ficou acima dos valores recomendados pela RDA, que variam de 5 a 8,1 mg/dia, de acordo com o sexo e a faixa etária. O limite máximo tolerável estabelecido é de 45 mg/dia, ou seja, apesar da ingestão encontrada nesse estudo ter sido mais alta que a recomendação nutricional, ela pode não causar danos ao corpo humano já que está abaixo do limite máximo tolerável.

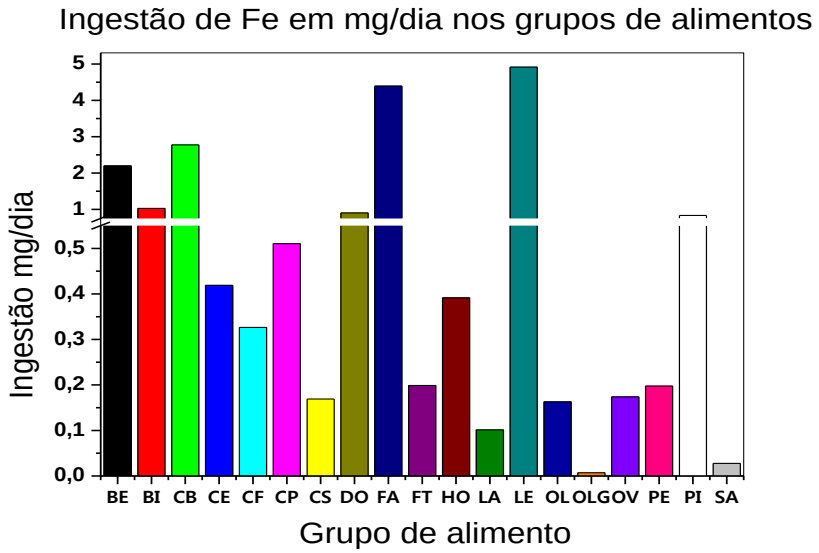


Figura 19: ingestão de Fe em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Magnésio

A ingestão total de Mg foi de 315 mg/dia. A ingestão de Mg variou de 0,317mg/dia (Oleaginosas) a 86,2 mg/dia (Leguminosas), como mostrado na Figura 20. Em comparação aos EDT de outros países, a ingestão observada ficou similar ao observado nos países França (304 mg/dia) e Suécia (285 mg/dia). Na China o resultado observado foi menor ao encontrado nesse estudo, sendo de 173 mg/dia. O 1^0 EDT brasileiro obteve resultado menor (175 mg/dia) do que esse EDT.

A recomendação nutricional está entre 255-350 mg/dia, portanto o resultado desse estudo ficou entre a recomendação nutricional. O limite máximo tolerável para Mg é de 350 mg/dia, assim o resultado desse estudo ficou abaixo do limite máximo.

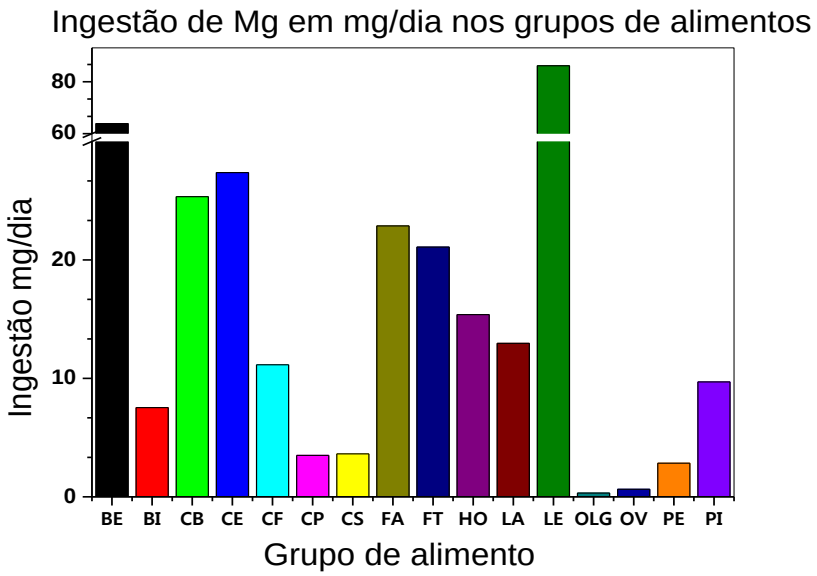


Figura 20: Ingestão de Mg em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Manganês

A ingestão de Mn variou de 0,0015 µg/dia (Carnes suínas) a 1,32 µg/dia (Cereais), como mostrado na Figura 21. Destaca-se a diferença entre os dados de ingestão e concentração, já que em termos de concentração o maior nível de Mn foi do grupo de Oleaginosas e em termos de ingestão foi o grupo de cereais e o menor nível de concentração foi da Carne de frango (0,046 µg/dia).

A ingestão dietética total de Mn foi de 3,9 µg/dia. Em comparação com os EDT de outros países, o resultado encontrado foi maior na China (2,09 µg/dia) na Espanha (1,04-1,40 µg/dia), na França (2,16 µg/dia), no Líbano (2,04 µg/dia), e na Itália (0,45-2,19 µg/dia). Na Suécia o resultado observado foi similar a esse estudo (3,5 µg/dia).

No primeiro EDT brasileiro a concentração encontrada de Mn foi de 1,34 µg/dia, o que é bem menor ao resultado encontrado nesse estudo. Isso pode ter relação à adição dos alimentos consumidos fora de casa e a alta ingestão encontrada nas leguminosas.

A recomendação nutricional está entre 1,8-2,3 µg/dia, conforme sexo e idade. O resultado desse estudo ficou ligeiramente acima da recomendação nutricional. O limite máximo tolerável é de 11 µg/dia.

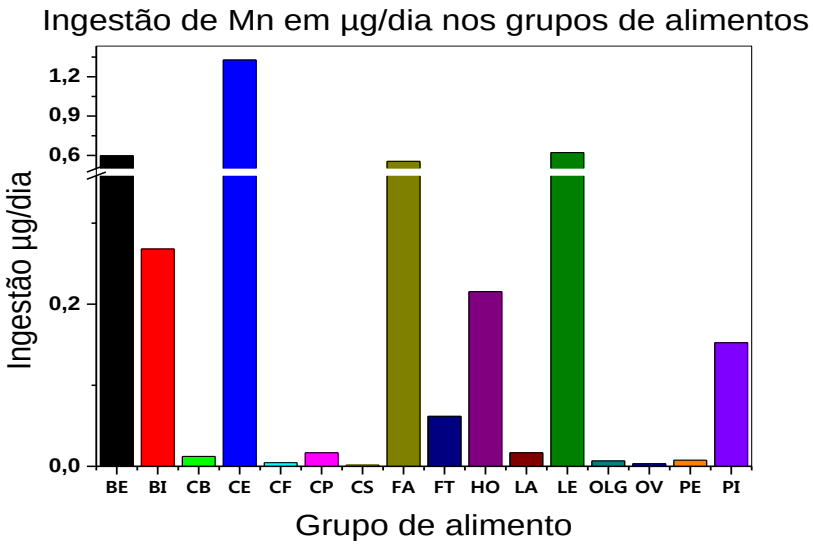


Figura 21: Ingestão de Mn em µg/dia nos grupos de alimentos analisados

Potássio

A ingestão total de K foi de 2745 mg/dia. A ingestão de K variou de 1,060 mg/dia (Oleaginosas) a 635,3 mg/dia (Bebidas) (Figura 22). As Oleaginosas, que são significativas fontes dietéticas de K, foram diluídas pela sua pequena quantidade na Lista de Alimentos (0,2 g/dia).

Em comparação aos EDT de outros países, a ingestão observada ficou similar ao observado nos países como China (2110 mg/dia) e França (2854 mg/dia). Nos países Austrália e Suécia os resultados observados foram maiores ao encontrado nesse estudo, sendo 3330-4340 mg/dia e 3320 mg/dia respectivamente.

O 1^0 EDT brasileiro obteve resultado bem menor (861 mg/dia) do que esse EDT. Isso pode ter relação à adição dos alimentos consumidos fora de casa, que apresentou alta ingestão de potássio e a ingestão encontrada nas bebidas que não foram observadas no primeiro EDT.

A recomendação nutricional é de 4700 mg/dia, portanto o resultado desse estudo ficou abaixo da recomendação nutricional. Não há limite máximo tolerável para K.

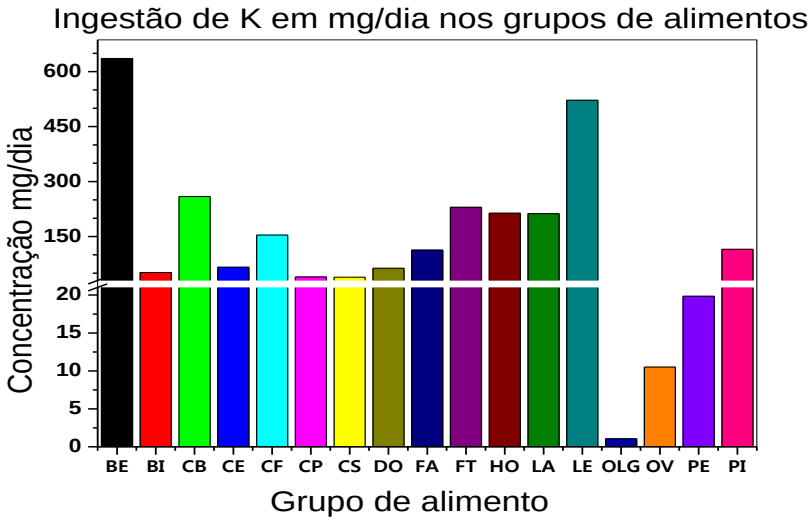


Figura 22: Ingestão de K em mg/dia nos grupos de alimentos analisados.

Rubídio

A ingestão dietética total de Rb foi de 6,0 mg/dia. A ingestão de Rb variou de 0,0021mg/dia (Peixes) a1,358 mg/dia (Bebidas) como mostrado na Figura 23.

Nos EDT de outros países o Rb não foi determinado, assim como no 1^0 EDT brasileiro.

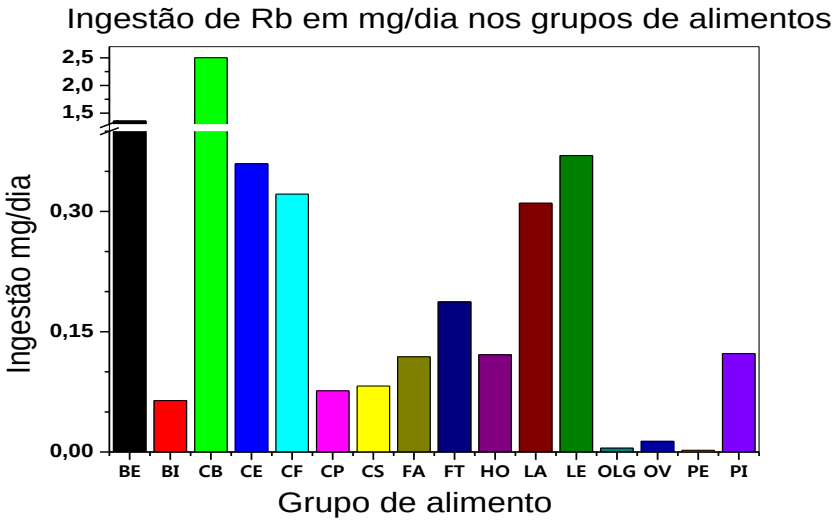


Figura 23: Ingestão de Rb em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Selênio

A ingestão total de Se foi de 56 µg/dia. A ingestão dietética de Se variou de 1,33 mg/dia (Oleaginosas) a 22,5 µg/dia (Carnes Bovina),como mostrado na Figura 24. Em comparação aos EDT de outros países, a ingestão observada ficou abaixo do que a Austrália (106-155 µg/dia), Espanha (125-130 µg/dia). Em outros países o resultado encontrado foi similar com o desse estudo, França (64,4 µg/dia) e Suécia (52 µg/dia). O primeiro EDT brasileiro obteve resultado similar (56,4 µg/dia) a esse estudo.

A recomendação nutricional é de 45 a 55 µg/dia, conforme sexo e idade e o limite máximo tolerável é de 400 µg/dia.

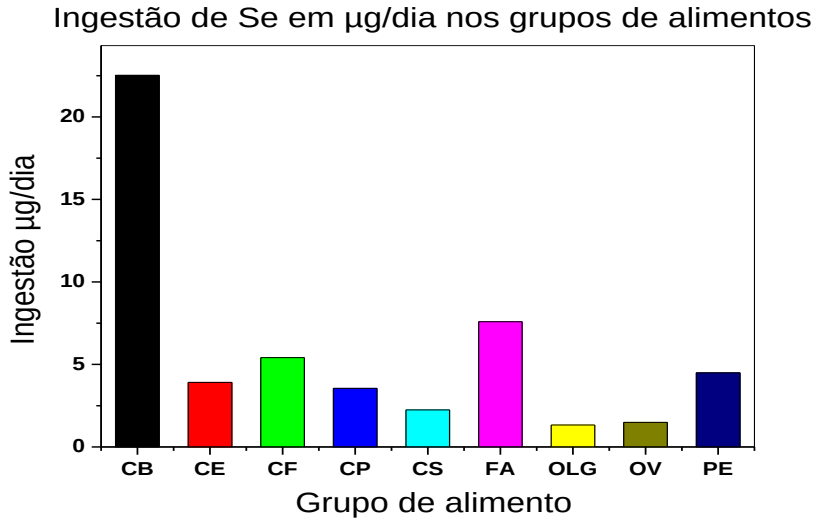


Figura 24: Ingestão de Se em µg/dia nos grupos de alimentos analisados

Sódio

A ingestão dietética total de Na foi de 2466 mg/dia. A ingestão dietética de Na variou de 0,132 mg/dia (Oleaginosas) a 1178 mg/dia (Sal), como mostrado na Figura 25. A ingestão observada ficou similar ao observado na China (2840mg/dia), França (2854 mg/dia) e Suécia (2580 mg/dia).

O primeiro EDT brasileiro obteve resultado bem menor (1928 mg/dia) do que esse EDT. Isso pode ter relação à adição dos alimentos consumidos fora de casa (Pizza, salgados, etc), que tem alta ingestão de Na (279 mg/dia).

A recomendação nutricional está entre 1200-1500 mg/dia, portanto o resultado desse estudo ficou acima da recomendação nutricional. O limite máximo tolerável é de 2300 mg/dia, ou seja, além da ingestão estar acima da

recomendada, a ingestão de Na também está acima do limite máximo tolerável, o que pode ser considerado perigoso, porém esse resultado é observado em várias dieta da população brasileira (AVEGLIANO, 2009)..

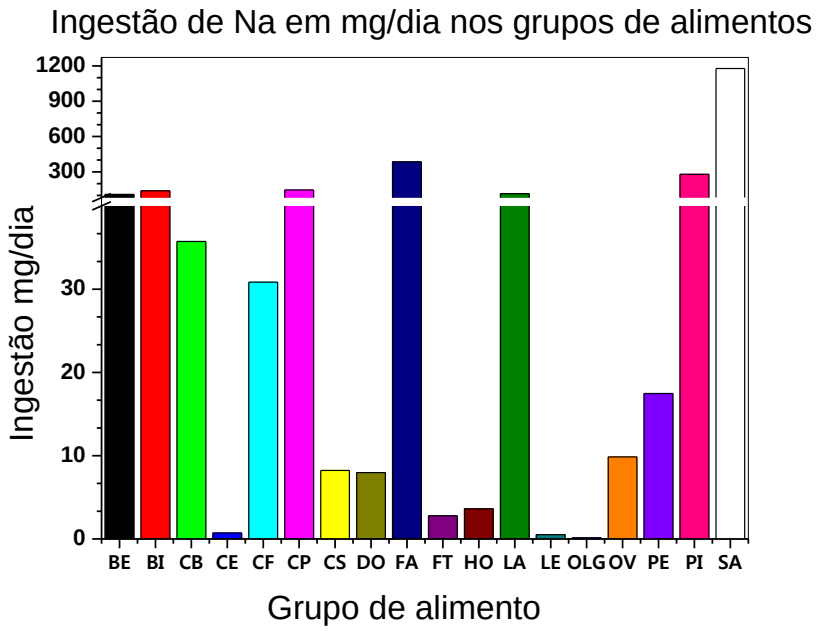


Figura 25: Ingestão de Na em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

Zinco

A ingestão dietética total de Zn foi de 16 mg/dia. A ingestão de Zn variou de 0,0078 mg/dia (Oleaginosas) a 1,78 mg/dia (Cereais), como mostrado na Figura 26. A ingestão observada ficou abaixo ao observado na Austrália (8,7-13,2 mg/dia) China (7,47mg/dia), França (7,93 mg/dia), Líbano (10,9 mg/dia) e Suécia (11,3 mg/dia), e na Espanha (19,9-23,8 mg/dia) e Itália (7,7-19,8 mg/dia) foram observados resultados similares.

O 1^0 EDT brasileiro obteve resultado similar (15,3 mg/dia) ao observado nesse EDT.

A recomendação nutricional está entre 6,8-9,4 mg/dia, conforme sexo e idade. Portanto o resultado desse estudo ficou acima da recomendação nutricional. O limite máximo tolerável é de 40 mg/dia, ou seja, apesar da ingestão encontrada nesse estudo ter sido mais alta que a recomendação nutricional ela ainda não deve causar danos ao corpo humano já que é abaixo do limite máximo tolerável.

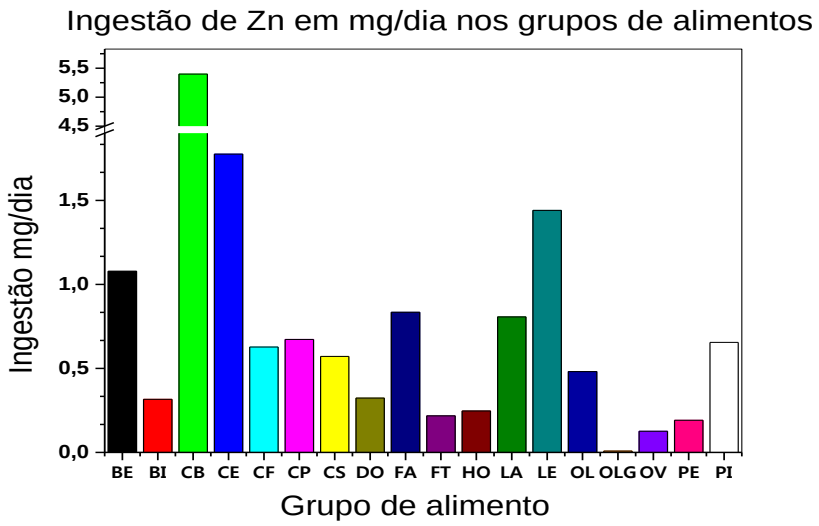


Figura 26: Ingestão de Zn em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

5.2 Espectrometria de absorção atômica com forno de grafite

5.2.1 Análise dos materiais de referência por GF AAS

Na Tabela 16 são apresentados os resultados dos materiais de referência analisados, juntamente com os valores de referência para a comparação e os valores de En score.

Tabela 16: Resultados das análises dos materiais de referência por GFAAS

Elementos		Bovine liver (SRM 1577b)	Mixed Polish Herbs (INCH-MPH2)	Oyster Tissue (SRM 1566b)	Apple Leaves (SRM 1515)	Typical Diet (SRM 1548a)
Cd (mg/kg)	Este trabalho	422 ± 78	186 ± 18	2493 ± 500	14 ± 3,3	35,6 ± 4,8
	Valor certificado	500 ± 30	199 ± 15	2480 ± 80	13 ± 2	35 ± 15
	|En score|	0,98	0,67	0,03	0,18	0,07
Cu (mg/kg)	Este trabalho	170 ± 5,8	7 ± 2	71 ± 6	5,2 ± 0,82	2,52 ± 0,33
	Valor certificado	160 ± 6	7,77 ± 0,53	71,6 ± 1,6	5,64 ± 0,24	2,36 ± 0,16
	|En score|	1,5	0,41	0,1	0,55	0,47

De acordo com a Tabela 15 os resultados de En score foram considerados satisfatórios para o Cd e Cu em praticamente em todos os MRs

analisados, exceto para Cu no material de referência Bovine liver. Os resultados de En estão mostrados na Figura 27.

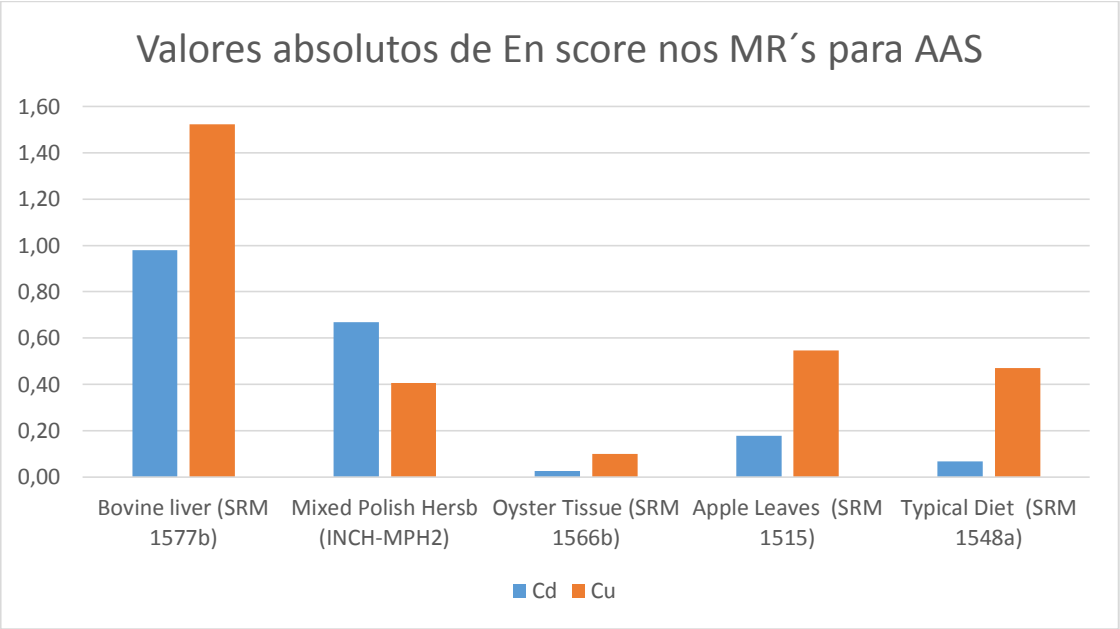


Figura 27: Valores absolutos de En score nos MR's para GFAAS

5.2.2 Determinação dos valores de limites de detecção

Estão listados na Tabela 17os resultados de L_D para os elementos determinados por GFAAS.

Os valores de L_D indicam que a técnica GFAAS foi adequada para a determinação desses elementos nas amostras analisadas.

Tabela17: Limites de detecção dos elementos determinados por GF-AAS.

Elementos	Limite de Detecção
Cádmio	1,2 ng/g
Cobre	154 ng/g

5.2.3 Resultados das concentrações dos elementos determinados por GF AAS

5.2.3.1 Resultados de concentração nos alimentos liofilizados e nos alimentos prontos para o consumo

Os resultados apresentados na Tabela 18 são os valores de concentração dos elementos nas análises dos grupos de alimentos liofilizados e nos alimentos prontos para o consumo em concentração de µg/kg e mg/kg, respectivamente. Os resultados representam a média e a incerteza expandida de três determinações de cada grupo.

Tabela 18: Resultados de concentração Cd, Cu nos grupos de alimentos

	Alimentos Liofilizados		**Alimentos prontos para consumo**	
Grupos	**Cd (µg/kg)**	**Cu (mg/kg)**	**Cd (µg/kg)**	**Cu (mg/kg)**
Bebidas	<LD	<LD	-	-
Bolos e biscoitos	<LD	1,15 ± 0,36	-	1,15 ± 0,36
Carnes bovinas	<LD	3,06 ± 0,49	-	2,23 ± 0,35
Carnes de frango	<LD	2,7 ± 1,5	-	1,25 ± 0,71
Carnes processadas e vísceras	6,5 ± 2,1	27,3 ± 3,8	5,1 ± 1,6	21,5 ± 3,0
Carnes suínas	<LD	3,13 ± 0,25	-	2,11 ± 0,17
Cereais	11,4 ± 1,5	2,67 ± 0,18	6,08 ± 0,79	1,43 ± 0,14
Doces	31,4 ± 2,4	6,06 ± 0,99	31,4 ± 2,4	6,06 ± 0,99
Farinhas, massas e panificados	<LD	4,5 ± 1,1	-	2,88 ± 0,72
Frutas	17 ± 10	1,58 ± 0,38	6,2 ± 3,7	0,57 ± 0,14
Hortaliças	55,2 ± 1,1	10,6 ± 2,0	8,28 ± 0,17	1,59 ± 0,3
Laticínios	<LD	<LD	-	-
Leguminosas	<LD	7,17 ± 0,84	-	2,35 ± 0,28
Oleaginosas	6,9 ± 1,3	20,1 ± 2,6	6,9 ± 1,3	20,1 ± 2,6
Óleos e gorduras	<LD	<LD	-	-
Ovos	<LD	2,68 ± 0,35	-	0,636 ± 0,084
Peixes	34 ± 13	47,1 ± 1,9	13,5 ± 5,1	18,63 ± 0,75
Pizza, salgados, etc	<LD	15,6 ± 2,1	-	4,71 ± 0,62
Sal*	<LD	<LD	-	-

Cádmio

Cádmio é um elemento tóxico que se encontra muito disperso na natureza. O excesso de Cd no corpo pode causar patologias cardiovasculares, renais, neurológica, nos ossos e até carcinogenêse (RADWAN & SALAMA,2006). Esse elemento tem aplicações em vários processos industriais e tem sido adicionado em solos através do uso de fertilizantes fosfatados (WHO, 1992). Vegetais e cereais são geralmente conhecidos como as fontes mais significativas de cádmio na dieta. Peixes contêm pequenas quantidades de cádmio, ao passo

que crustáceos e moluscos, por atuarem como filtros, podem absorver grandes quantidades de cádmio do seu ambiente. Alguns cogumelos selvagens podem conter altas concentrações de cádmio, mesmo quando crescem em solo não contaminado.

A legislação brasileira (BRASIL, 2013) dispõe valores limites para Cd para alguns alimentos, entre eles se destacam: 0,05 $mgkg^{-1}$ para cogumelos; de 0,05 mg/kg a 0,30 mg/kg para diversas espécies de peixes, moluscos bivalvos, 2,0 mg/kg e crustáceos, 0,50 mg/kg. Arroz e seus derivados, exceto óleo, 0,40 mg/kg; trigo e seus derivados, exceto óleo, 0,20 mg/kg; hortaliças de folha (incluídas as de *Brassica* de folhas soltas) e ervas aromáticas frescas, 0,20 mg/kg; hortaliças leguminosas, 0,10 mg/kg. No presente estudo, os valores de concentração de Cd variaram de 6,5 µg/kg para o grupo de carnes processadas a 55,2 µg/kg para o grupo de hortaliças.

Cobre

O Cu é um elemento essencial, mas que em altas concentrações pode se tornar toxico. Ótimo oxidante, componente de diversas enzimas envolvidas na produção de energia, na formação de tecidos e na produção de melanina. As maiores fontes de Cu são carnes, frutos do mar e oleaginosas.

A deficiência em Cu é rara, porem pode se manifestar em uma anemia que não se cura com Fe e também causa perdas gastrointestinais e fragilidade nos ossos (PEDROSA*et al*., 2012).

As concentrações de Cu foram determinadas em 15 dos 19 grupos de alimentos e variou de 1,15 mg/kg (Biscoitos e bolos) a 47,1 mg/kg (Peixes).

5.2.3.2 Resultados de Ingestão diária de Cd e Cu

Estão apresentados na Tabela 19 os resultados de ingestão diária dos elementos nos grupos de alimentos analisados. Para o cálculo da ingestão, foram usados dados de ingestão que estão no Apêndice A e indicados separadamente na Tabela 9.

Tabela 19: Resultados de ingestão dietética de Cd e Cu nos grupos de alimentos

Grupos	Valores de Ingestão Média Diária	
	Cd (µg/kg)	Cu (mg/kg)
Cereais	1,16 ± 0,15	0,273 ± 0,019
Pizza, salgados, etc	-	0,38 ± 0,05
Bolos e biscoitos	-	0,03 ± 0,011
Carnes bovinas	-	0,15 ± 0,024
Carnes processadas e vísceras	0,073 ± 0,023	0,31 ± 0,04
Carnes suínas	-	0,02 ± 0,002
Doces	0,747 ± 0,048	0,14 ± 0,02
Farinhas, massas e panificados	-	0,31 ± 0,08
Leguminosas	-	0,53 ± 0,062
Carnes de frango	-	0,04 ± 0,02
Frutas	0,51 ± 0,3	0,05 ± 0,011
Hortaliças	0,65 ± 0,013	0,12 ± 0,024
Laticínios	-	-
Oleaginosas	0,0014 ± 0,00026	0,004 ± 0,00052
Ovos	-	0,01 ± 0,001
Peixes	0,2 ± 0,1	0,28 ± 0,01
Sal*	-	-
Óleos e gorduras	-	-
Bebidas	-	-
Ingestão Total	**2,96**	**3,42**

Cádmio

A ingestão de Cd variou entre 1,16 µg/dia (Cereais) e 0,00139 µg/dia (Oleaginosas), como mostrado na Figura 28.

A partir de 2010, na 73ª reunião do JECFA, o valor para Cd foi reavaliado a partir de resultados de novos estudos epidemiológicos. Considerando a excepcional meia-vida biológica do Cd e o fato de que a ingestão diária ou semanal a partir de alimentos poderia ter um efeito pequeno ou mesmo negligenciável na exposição total, o Comitê decidiu por expressar a ingestão tolerável como valor mensal na forma de ingestão tolerável mensal provisória (PTMI - *provisional tolerablemonthlyintake*). O valor de 7 µg de cádmio/kg de peso corpóreo foi desconsiderado e estabelecido o valor de PTMI de 25 µg de cádmio/kg de peso corpóreo (FAO/WHO, 2011).

A ingestão total de Cd encontrado nesse estudo foi de 3,42 µg/dia. Para um adulto de 70 kg corresponde a uma ingestão mensal de 1,37 µg/kg de peso corpóreo, valor bem abaixo do valor de PTMI. Em comparação aos EDT de

outros países, a ingestão de Cd encontrada é menor que as encontradas nos outros EDT, como na França (9,6 µg/dia), Itália (14-32,7 µg/dia) e Suécia (10 µg/dia).

No primeiro EDT brasileiro o resultado de Cd encontrado foi menor ao encontrado nesse estudo, o valor foi de 1,32 µg/dia de Cd.

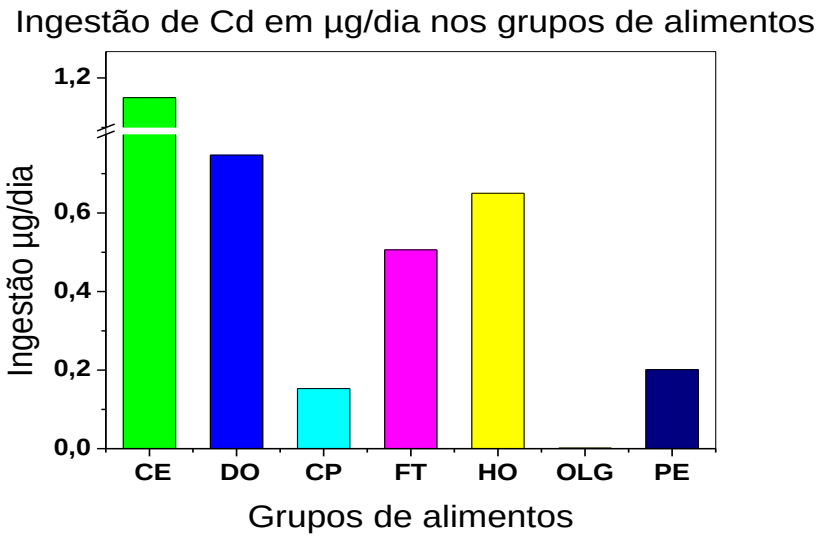


Figura 28: Ingestão de Cd em µg/dia nos grupos de alimentos analisados

Cobre

A ingestão total de Cu foi de 2,96 mg/dia. A ingestão de Cu variou de 0,0043 mg/dia (Oleaginosas) a 0,52 mg/dia (Leguminosas), como mostrado na Figura 29.

Em comparação aos EDT de outros países, a ingestão observada ficou acima aos observados nos países como China (1,1 mg/dia), Espanha (1,04-1,40 mg/dia), França (1,93 mg/dia) Líbano (1,1 mg/dia), Itália (0,73-1,96 mg/dia) e Suécia (1,15 mg/dia). O Cu não foi determinado no 1^0EDT brasileiro.

A recomendação nutricional é de 0,7 mg/dia, portanto o resultado desse estudo ficou acima da recomendação nutricional. O limite máximo tolerável é de 10 mg/dia, ou seja, apesar da ingestão encontrada nesse estudo ter sido mais alta que a recomendação nutricional, ela ainda se encontra abaixo do limite máximo tolerável.

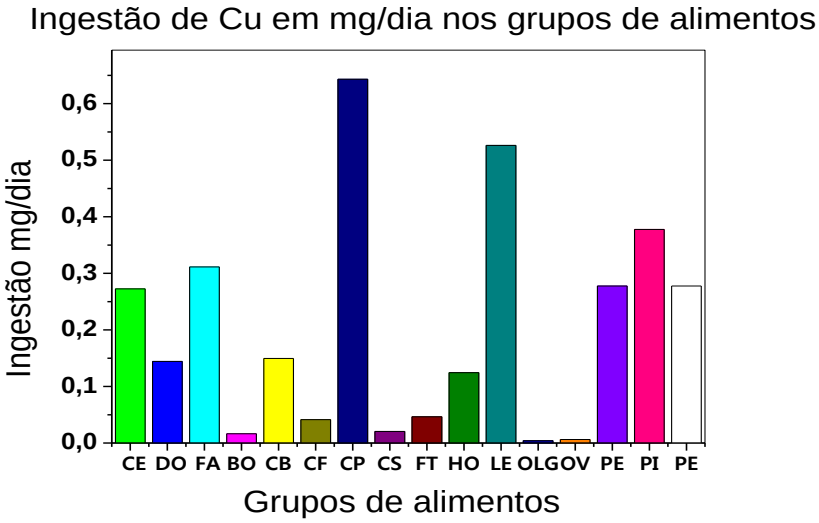


Figura 29: Ingestão de Cu em mg/dia nos grupos de alimentos analisados

6. CONCLUSÃO

Este EDT é o segundo realizado no Brasil. O presente estudo permitiu a realização de uma avaliação nutricional da dieta da região sudeste com relação à adequação de elementos essenciais e tóxicos. Foram avaliados, separadamente cada grupo que constituem a dieta dessa região, segundo a POF do IBGE 2008-2009, a última pesquisa realizada no pais até o presente momento.

Esse 2° EDT inclui alimentos consumidos dentro e fora do domicílio pela população da Região Sudeste do Brasil, resultando na análise de 19 grupos de alimentos, onde foram contemplados 82 alimentos. Alimentos como ovos, alimentos processados (pizza, salgados, etc), e oleaginosas foram incluídos permitindo a avaliação mais adequada da ingestão da população

Os dados da POF do IBGE de 2008-2009 constituíram-se na principal fonte de dados para este estudo, sendo possível analisar-se a quantidade total de alimentos consumidos per capita.

Os resultados dos materiais de referência analisados utilizando as técnicas INAA e GF AAS foram, em geral, concordantes com os valores de referência. Apresentaram valores de En score entre 0 e 1, indicando resultados aceitáveis, exceto para o elemento Cl e Na no material Whole Egg (RM 8415), Na no material Bovine Liver (SRM 1577b), Ca no material Mixed Polish Herbs (INCH-MPH2) e Cu no material Bovine Liver (SRM 1577b). Pelos resultados obtidos, pode- se concluir que os procedimentos de INAA e GF AAS adotados neste trabalho resultaram em resultados precisos e exatos.

A ingestão diária dos elementos foi comparada com os EDTs de outros países e os elementos Ca, K, Mg e Zn obtiveram resultados similares a média da ingestão de outros países, enquanto que os elementos Co, Cu, Fe, Na e Mn obtiveram resultados maiores que a média da ingestão de outros países. Para os elementos As, Cd, Cr e Se os resultados obtidos foram menores que a média da ingestão de outros países.

Em comparação ao 1º EDT brasileiro para a maioria dos elementos, os valores de ingestão foram maiores nesse estudo (Ca, Cd, Fe, K, Na, Mg, Mn, Se e Zn), exceto para os elementos As e Cr.

Concluindo, o EDT da região sudeste do Brasil, particularmente, do estado de São Paulo, se apresentou como adequada nutricionalmente para os elementos essenciais Ca, Cr, Fe, Mg, Mn, Se e Zn. Deficiente para os elementos Ca, Cr e K.

Os elementos essenciais Cu, Fe, Mg e Mn superaram a recomendação diária, porém ficaram bem abaixo do limite tolerável de ingestão. O elemento Na, foi o único que ultrapassou o limite tolerável de ingestão, confirmando os dados já publicados na literatura, de que a dieta brasileira, de maneira geral, consome Na em excesso, o que pode ser prejudicial à saúde, conforme já discutido anteriormente.

APÊNDICE A

Tabela A: Lista de Alimentos, segundo compostos de alimentos.

Compostos	Alimentos	Consumo médio per capita/dia (g) Composto Agregado	% composto agregado	Quantidade para composto de 500 g
Composto 1 -	**Cereais**			
	arroz polido	177,27	92,86%	464,30
	arroz integral	6,16	3,23%	16,13
	milho em grão	7,47	3,91%	19,57
	Total	**190,90**	**100,00%**	**500,00**
Composto 2 -	**Leguminosas**			
	feijão rajado	223,40	99,91%	499,54
	feijao verde/corda	0,20	0,09%	0,46
	Total	**223,60**	**100,00%**	**500,00**
Composto 3 -	**Hortaliças**			
	Alface	10,91	13,89%	69,46
	Couve	14,64	18,65%	93,23
	Repolho	3,16	4,02%	20,11
	Abóbora	3,83	4,87%	24,37
	Cenoura	1,99	2,53%	12,67
	Chuchu	1,84	2,34%	11,70
	Pepino	0,46	0,58%	2,92
	Tomate	12,09	15,40%	77,00
	batata doce	0,93	1,19%	5,93
	batata inglesa	24,01	30,59%	152,94
	batata inglesa frita	0,72	0,92%	4,61
	Mandioca	3,93	5,01%	25,05
	Total	**78,50**	**100,00%**	**500,00**
Composto 4 -	**Frutas**			
	Abacaxi	1,20	**1,46%**	7,31
	Acai	1,20	**1,46%**	7,31
	banana d'água	20,15	**24,60%**	123,01
	laranja pera	24,07	**29,39%**	146,94
	Maçã	13,61	**16,62%**	83,11
	Mamão	7,51	**9,18%**	45,88
	Manga	2,72	**3,32%**	16,62
	Melancia	3,59	**4,39%**	21,94
	Tangerina	4,57	**5,59%**	27,93
	Uva	1,20	**1,46%**	7,31
	salada de frutas	2,07	**2,53%**	12,63
	Total	**81,90**	**100,00%**	**500,00**
Composto 5	**Oleaginosas**			
	oleaginosas	**0,2**	**100%**	**500,00**
	Total	**0,2**		**500,00**

Tabela A: Lista de Alimentos, segundo compostos de alimentos (continuação)

Compostos	Alimentos	Consumo médio per capita/dia (g) Composto Agregado	% composto agregado	Quantidade para composto de 500 g
Composto 6 –	**Farinhas, massas e panificados**			
	farinha de mandioca	0,80	0,74%	3,69
	Farofa	1,50	1,39%	6,93
	cereais matinais	1,10	1,02%	5,08
	Massas	4,90	4,53%	22,63
	macarrãoinstantâneo	6,60	6,10%	30,48
	macarroes e preparacoes a base de macarroes	33,80	31,22%	156,09
	farinha de trigo	6,77	6,25%	31,26
	pao francês	52,10	48,12%	240,60
	pao integral	0,70	0,65%	3,23
	Total	**108,27**	**100,00%**	**500,00**
Composto 7 -	**Bolos e biscoitos**			
	Bolos	14,60	48,83%	244,15
	biscoito doce	4,00	13,39%	66,97
	biscoito salgado	6,98	23,35%	116,77
	biscoito recheado	4,31	14,42%	72,12
	Total	**29,90**	**100,00%**	**500,00**
Composto 8 -	**Carnes bovinas**			
	Alcatra	67,10	100,00%	500,00
	Total	**67,10**	**100,00%**	**500,00**
Composto 9 -	**Carnes suínas**			
	Pernil	9,70	100,00%	500,00
	Total	**67,10**	**100,00%**	**500,00**
Composto 10 -	**Carnes de frango**			
	frango inteiro	33,00	100,00%	500,00
	Total	**33,00**	**100,00%**	**500,00**

Tabela A: Lista de Alimentos, segundo compostos de alimentos (continuação)

Compostos	Alimentos	Consumo médio per capita/dia (g) Composto Agregado	% composto agregado	Quantidade para composto de 500 g
Composto 11 -	**Peixes**			
	sardinha fresca	11,80	79,17%	395,83
	sardinha em conserva	0,41	2,78%	13,89
	Bacalhau	2,69	18,06%	90,28
	Total	**14,90**	**100,00%**	**500,00**
Composto 12 -	**Carnes processadas e vísceras**			
	Linguiça	5,74	40,16%	200,79
	Salsicha	3,60	25,20%	125,98
	mortadela	1,58	11,02%	55,12
	Presunto	1,46	10,24%	51,18
	fígado bovino	1,91	13,39%	66,93
	Total	**14,30**	**100,00%**	**500,00**
Composto 13 -	**Ovos**			
	ovo de galinha	9,90	100,00%	500,00
	Total	**9,90**		**500,00**
Composto 14 -	**Laticínios**			
	leite integral de vaca pasteurizado	39,89	52,49%	262,46
	leite desnatado	6,35	8,36%	41,79
	vitaminas de frutas	9,03	11,88%	59,38
	queijo minas	9,14	12,02%	60,12
	iogurte natural	11,59	15,25%	76,25
	Total	**76,00**	**100,00%**	**500,00**
Composto 15 -	**Doces**			
	chocolate em pó	5,19	21,82%	109,09
	achocolatados em pó	1,73	7,27%	36,36
	doces a base de leite	8,08	33,94%	169,70
	doces de frutas em pasta	1,59	6,67%	33,33
	Sorvete	7,21	30,30%	151,52
	Total	**23,80**	**100,00%**	**500,00**

Tabela A: Lista de Alimentos, segundo compostos de alimentos (cont.)

Compostos	Alimentos	Consumo médio per capita/dia (g) Composto Agregado	% composto agregado	Quantidade para composto de 500 g
Composto 16	**Óleos e gorduras**			
	oleo de soja	7,60	100,00%	500,00
	Total	**7,60**	**100,00%**	**500,00**
Composto 17	**Bebidas**			
	bebidas destiladas	0,81	0,14%	0,72
	Cerveja	36,42	6,46%	32,30
	Vinho	1,63	0,29%	1,44
	suco de frutas envasado	149,34	26,49%	132,47
	refrigerante de Cola	113,64	20,16%	100,79
	bebidaslacteas com sabor e adocadas	28,49	5,05%	25,27
	bebidasa base de soja	2,65	0,47%	2,35
	Café	218,93	38,84%	194,19
	Chá	11,80	2,09%	10,47
	Total	**563,70**	**100,00%**	**500,00**
Composto 18 -	**Pizza, salgados, sanduíches; sopas e caldos; molhos e condimentos; preparações mistas**			
	Pizzas	4,70	5,87%	29,34
	salgados fritos e assados	12,60	15,73%	78,65
	salgadinhos industrializados (tipo Chips)	0,70	0,87%	4,37
	Sanduiches	14,30	17,85%	89,26
	sopas e caldos	42,30	52,81%	264,04
	molho de tomate	0,70	0,87%	4,37
	preparações mistas(prato de comida Região Sudeste)	4,80	5,99%	29,96
	Total	**80,10**	**100,00%**	**500,00**
Composto 19	**Sal**			
	sal refinado	4,6		500,00
	Total	**4,6**		**500,00**
Soma da total da Lista		**1617,97g**		

APÊNDICE B: Protocolos padronizados para coleta e preparo dos alimentos da Lista de Alimentos

Equipamentos e utensílios utilizados

Equipamentos

1 processador doméstico de alimentos, com recipiente e lâmina cortadora em plástico branco;

1 balança eletrônica de marca Shimadzu modelo UX4200H

Utensílios

- Facas de cerâmica e espátulas de plástico branco;
- tábua de cortar, em polietileno de boa qualidade, polidas, lisas, sem frestas e rachaduras;
- escorredores e potes com tampa de polietileno;
- panelas de vidro tipo pyrex®.

Procedimentos de higiene e limpeza dos equipamentos e utensílios

Usar luvas plásticas descartáveis sempre que o alimento entrar em contato com as mãos, trocando-as a cada mudança de alimento preparado, ao mudar de atividade ou quando houver contato com material que não seja o alimento.

Procedimentos para limpeza das partes dos equipamentos (peças) e utensílios (de plástico e inox), que entram em contato com o alimento:

- O material deve ser limpo após o uso e entre os preparos, para evitar a contaminação cruzada entre os compostos, da seguinte maneira:

- lavar em água fria de torneira e detergente comum utilizando esponja de nylon;
- enxaguar em água de torneira;

- mantidos em Extran® 10% por no mínimo 12 horas;
- enxaguados com água deionizada;
- mantidos em solução de ácido nítrico PA a 10% por no mínimo 12 horas;
- enxaguados com água deionizada e secos ao ar sob papel toalha branco limpo.

Cada alimento do composto deve ser coletado na “quantidade crua a ser coletada”

Pesar todos os alimentos:

Anotar:

Peso bruto, cru,

Peso líquido (após a retirada de partes não comestíveis) cru;

Peso cozido (peso após a cocção).

Procedimentos para coleta e preparo dos alimentos e compostos

Após o preparo, os alimentos “prontos para o consumo” foram pesados e estão presentes no composto de 500 gramas, nas mesmas proporções da quantidade do alimento definida para os respectivos compostos, constantes na Lista de Alimentos.

Composto 1 - Cereais

Consumidos cozidos

ARROZ POLIDO: pacote plástico de 1 kg, beneficiado, tipo longo fino, tipo 1. Lavar com água deionizada; desprezar a água; cozinhar com água deionizada;

ARROZ Integral: pacote plástico de 1 kg, tipo integral.

Descrição/embalagem:

Lavar com água deionizada; desprezar a água; cozinhar com água deionizada;

MILHO (EM GRÃO): em espigas

Tipo Milho verde, natural. Espigas embaladas em embalagem plástica. Retirar todos os grãos da espiga; misturar, pesar a quantidade crua a ser coletada, lavar os grãos com água deionizada; cozinhar com água deionizada;

- Todos os alimentos do composto cozidos foram homogeneizados juntos no processador.

Composto 2 - Leguminosas

Consumidas cozidas

FEIJÃO rajado: pacote plástico de 1 kg.

Lavar os grãos com água deionizada; desprezar á água, cozinhar em água deionizada; homogeneizar o caldo e o caroço no processador.

A diluição consistiu em 70% do alimento e 30% de caldo.

FEIJÃO verde/corda: a granel

Lavar os grãos com água deionizada; cozinhar em água deionizada;

- Todos os alimentos do composto cozidos foram homogeneizados juntos no processador.

Composto 3 – Hortaliças

Consumidas cruas ou cozidas, de acordo com a forma mais comum de preparo ou quando passíveis de consumir crua ou cozida, considerar crua.

ALFACE: 1 unidade (pé)

Consumida crua.

Retirar as partes não comestíveis; coletar de várias partes (miolo, meio e folhas externas); lavar folha por folha em água deionizada;

COUVE: picada, em pacote.

Consumida crua.

Retirar da embalagem e lavar em água deionizada;

REPOLHO: 1 cabeça

Consumida crua.

Retirar as partes não comestíveis; coletar de várias partes (miolo, meio e folhas externas); lavar folha por folha em água deionizada;

ABÓBORA: picada e descascada

Consumida cozida. Lavar em água deionizada; cortar; cozinhar em água deionizada.

CENOURA: 1 unidade

Consumida cozida.

Descascar, retirar as partes não comestíveis; lavar em água deionizada; cortar; cozinhar em água deionizada.

CHUCHU: 1 unidade.

Consumido cozido.

Descascar, retirar as partes não comestíveis (miolo e casca); lavar em água deionizada; cortar; cozinhar em água deionizada.

PEPINO: 1 unidade

Consumido cru.

Descascar, retirar as partes não comestíveis (casca); lavar em água deionizada; cortar;

TOMATE: 1 unidade, compra a granel

Consumido cru.

Lavar em água deionizada; cortar;

BATATA DOCE: Compra a granel

Consumida cozida.

Lavar com água deionizada; cozinhar com casca, em água deionizada; desprezar a água; descascar;

BATATA INGLESA: Compra a granel

Consumida cozida. Lavar com água deionizada; cozinhar com casca, em água deionizada; desprezar a água; descascar;

BATATA INGLESA frita: industrializada

Consumida “cozida “pronta para consumo”.

MANDIOCA: Compra a granel. Adquirida descascada e cortada

Consumida cozida, lavar em água deionizada; cozinhar em água deionizada; desprezar a água;

- Todos os alimentos do composto, cozidos ou não, foram homogeneizados juntos no processador.

Composto 4 – Frutas

Consumidas cruas

ABACAXI: 3 rodelas. Adquirido descascado e cortado em rodelas.

Retirado os miolos.

AÇAI: 1 Pote de 150g. Tipo: Açaí original, adquirido industrializado, pronto para consumo.

BANANA D'AGUA: Compra a granel

Lavar em água deionizada; descascar; cortar.

LARANJA PERA: Compra a granel

Lavar em água deionizada; descascar retirando o albedo (parte branca que fica ao redor); cortar; retirar os caroços.

MAÇÃ: Compra a granel

Descrição/embalagem: 2 unidades

Lavar as maçãs em água deionizada.

Pesar, para obter o PB.

Usando luvas, picar em 4 partes com faca de cerâmica em tábua.

Não retirar a casca

Lavar em deionizada; cortar em quatro partes; retirar com faca o miolo, o cabo e as sementes;

MAMÃO: Compra em embalagem: 2 fatias com casca e caroço. Tipo: formosa

Lavar em água deionizada; retirar a casca e sementes; picar;

MANGA: Compra a granel

Descrição/embalagem: 1 unidade

Lavar em água deionizada; retirar a casca e o caroço; cortar;

MELANCIA: Compra a granel

Descrição/embalagem: adquirida sem casca, com sementes.

Retirar as sementes.

TANGERINA: Compra a granel

Lavar em água deionizada; descascar retirando a parte branca que fica ao redor; cortar; retirar os caroços;

UVA:

Do tipo Crimson, sem sementes

Lavar em água deionizada;

SALADA DE FRUTAS:

Utilizar as seguintes 6 frutas, já descascadas para o composto: uva, mamão, maçã, laranja, banana, manga. Maça e uva foram colocadas com casca. Em quantidades iguais em peso líquido. Misturar.

- Homogeneizar todas as frutas no pote plástico com espátula. Não homogeneizar no processador. Colocada em potes.

Composto 5- Oleaginosas

MISTURA DE CASTANHAS. Comprada em pacotes, industrializada, misturar, homogeneizar no processador

Composto 6 – Farinhas, Massas e Panificados

FARINHA DE MANDIOCA: Consumida crua, em pacote plástico de 500 g

Homogeneizar agitando-se na própria embalagem e em vasilha com espátula.

FAROFA: Consumida crua.

Adquirir industrializada.

Homogeneizar agitando-se em vasilha com espátula.

CEREAIS MATINAIS: Consumida crua.

Cereal matinal de aveia industrializado.

Homogeneizar agitando-se em vasilha com espátula.

MACARRÃO COM OVOS: Consumidas cozidas, pacote plástico de 500 g

Cozinhar com água deionizada; escorrer; homogeneizar no processador.

MACARRÃO INSTANTANEO: Consumidas cozidas**,** industrializado, pacote plástico

Cozinhar com água deionizada; escorrer; homogeneizar no processador.

MACARRÕES e preparação à base de macarrão: MACARRÃO COM OVOS: Consumidas cozidas**.** Pacote plástico.

Cozinhar com água deionizada; escorrer; homogeneizar no processador.

FARINHA DE TRIGO:Consumida cozida, em pacote de plástico de 1 kg

Homogeneizar agitando-se na própria embalagem e em vasilha com espátula; submeter a alta temperatura, em panela, sem adição de água.

PÃO FRANCÊS: Consumidos conforme adquiridos, de trigo, fresco, com sal, a granel, de 50 g

Cortar; homogeneizar no processador.

PÃO INTEGRAL: Consumidos conforme adquiridos, de trigo integral, fresco, com sal, a granel, de 50 g. cortar; homogeneizar no processador.

Composto 7 – Bolos e Biscoitos

Consumidos conforme adquiridos

BOLOS:

Bolo industrializado, sabor laranja, pacote plástico de 250g,

Retirar do pacote; homogeneizar manualmente

BISCOITO DOCE: tipo maizena, pacote laminado

Retirar do pacote; homogeneizar manualmente

BISCOITO SALGADO:tipo Cream Cracker,pacote laminado

Retirar do pacote; homogeneizar manualmente

BISCOITO RECHEADO: tipo wafer recheado, sabor morango, pacote laminado

Retirar do pacote; homogeneizar manualmente

- Todos os alimentos do composto foram homogeneizados juntos no próprio pote de plástico com espátula.

Composto 8 - Carnes bovinas

Consumidas cozidas

ALCATRA:

Descrição/embalagem: adquirida limpa, sem aparas, cortada, tipo para preparo de estrogonofe.

Pesar para obter o PB. Cozinhar em água deionizada. Desprezar a água. Retirar da cocção e pesar 500 gramas. Homogeneizar no processador.

Composto 9 - Carnes suínas

Consumidas cozidas.

PERNIL: Compra a granel. Consumidos conforme adquiridos

Retirar as partes não comestíveis; cozinhar em água deionizada; cortar; desprezar a água. Homogeneizar no processador.

Composto 10 – Carnes de frango

Consumidas cozidas

FRANGO INTEIRO:

Frango inteiro: pacote de coxa e sobre coxa sem osso, coxas com osso com pele, peito de frango sem pele resfriado.

Cozinhar todas as partes juntas (ossos, carne e sengue) em água deionizada. Desprezar a água da cocção. Cortar em tábua de plástico, usando luvas, as partes não comestíveis (osso, pele, gorduras). Homogeneizar no processador.

Homogeneizar o composto no processador

Composto 11 – Peixes

Consumidos cozidos

SARDINHA FRESCA: importada. Adquirida limpa, retirada as partes não comestíveis (cabeça, vísceras, rabo, espinha central, escamas, espinhas laterais), mantida em gelo, sem embalagem. Lavar em água de torneira; cozinhar em água deionizada; homogeneizar no processador com a água da cocção.

SARDINHA EM CONSERVA: Consumidos conforme adquiridos em lata.

Retirar da lata, desprezando o conteúdo líquido; homogeneizar no processador.

BACALHAU: Adquirido seco. Deixar de molho por 24 horas em água da torneira para dessalgar. Desprezar a água. Ferver para dessalgar mais. Desprezar a água.

Cozinhar em água deionizada; retirar da cocção escorrendo a água; homogeneizar no processador.

Composto 12 – Carnes processadas e vísceras

Consumidos cozidos

LINGUIÇA: tipo Toscana, embalagem plástica ou à granel

Cozinhar em água deionizada; desprezar a água; Retirar pele; cortar;

SALSICHA: embalagem plástica ou à granel

Lavar com água deionizada; desprezar a água; cozinhar em água deionizada; desprezar a água da cocção; Cortar.

MORTADELA: Compra a granel. Consumidos conforme adquiridos

Cortar

PRESUNTO: Compra a granel. Consumidos conforme adquiridos

Presunto cozido, magro.

Cortar

FÍGADO BOVINO: Consumido cozido, fresco, Compra a granel.

Retirar as partes não comestíveis; Cozido em água deionizada; desprezar água; Cortar.

Homogeneizar o composto no processador

Composto 13-Ovos

OVO DE GALINHA: Consumido cozido, fresco, Compra a granel.

Lavar em água deionizada; cozinhar em água deionizada com casca; Retirar casca; Cortar e picar.

- Não foi homogeneizado no processador.

Composto 14- Laticínios

Consumidos crus

LEITE INTEGRAL DE VACA PASTEURIZADO: integral, tipo A embalagem garrafa plástica de 1 litro. Tipo homogeneizado.

Homogeneizar na própria embalagem, agitando-a; abrir;

LEITE DESNATADO: UHT, embalagem garrafa plástica de 1 litro. Tipo homogeneizado, pasteurizado tipo A. desnatado. Light A.

Homogeneizar na própria embalagem, agitando-a; abrir; verter o conteúdo em vasilha.

VITAMINA DE FRUTAS:

Leite integral, banana (sem casca) e maça (com casca), homogeneizados em processador.

Queijo MINAS: Consumidos como adquiridos.

Desprezar o soro, cortar. Adquirido a granel em embalagem plástica. Cortar.

IOGURTE NATURAL: Consumidos como adquiridos. Embalagem plástica

Homogeneizar na própria embalagem, agitando-a, natural, parcialmente desnatado.

- Todos os alimentos do composto foram homogeneizados em processador.

Composto 15- Doces

Consumidos como adquiridos

CHOCOLATE EM PÓ:

Chocolate em pó solúvel, marca Nestlé. Pacote de 200 g.

Homogeneizar na própria embalagem, agitando com espátula

ACHOCOLATADO EM PÓ:

Homogeneizar na própria embalagem, agitando com espátula

Diluir em água deionizada, seguindo diluição indicada na embalagem.

DOCES A BASE DE LEITE: pudim de leite, conforme p.31 da publicação “Tabela de Medidas Referidas para os alimentos consumidos” (IBGE, 2011b).

Sobremesa láctea sabor artificial baunilha com calda de caramelo.1 pote de 220g.Tipo flan.

Homogeneizar na própria embalagem, agitando com espátula.

DOCES DE FRUTAS EM PASTA: goiabada cremosa.

SORVETE: (INDUSTRIALIZADO):pote plástico pelo liquido de 1 kg, sabor chocolate.

Todos os alimentos do composto foram homogeneizados juntos no próprio pote de plástico com espátula.

Composto 16– Óleos e gorduras

Consumidos como adquiridos

ÓLEO DE SOJA: lata

Despejar em vasilha; homogeneizar.

Composto 17- Bebidas

Consumidas como adquiridas

BEBIDAS DESTILADAS: Cachaça. Pinga, 1 litro.

Homogeneizar na embalagem original, agitando o conteúdo; abrir.

CERVEJA: Em lata.

Os conteúdos foram em gramas e não em ml.

Abrir a lata. Despejar o conteúdo necessário para o composto.

VINHO: garrafa

Abrir a garrafa. Despejar o conteúdo necessário para o composto.

SUCO DE FRUTAS ENVASADO: suco de maracujá adoçado, embalagem Tetra Pak de 1 litro.

Homogeneizar na embalagem original, agitando o conteúdo.

REFRIGERANTE DE COLA: COCA COLA: Coca Cola, refrigerante de cola, tradicional, normal, lata de 350 mL

Homogeneizar na embalagem original, agitando o conteúdo; abrir, retirando o gás, com espátula, agitando

BEBIDAS LÁCTEAS COM SABOR E ADOÇADAS:

Sabor chocolate. Homogeneizar na embalagem original, agitando o conteúdo; abrir.

BEBIDAS À BASE DE SOJA: Sabor natural.

Homogeneizar na embalagem original, agitando o conteúdo; abrir,

CAFÉ

Consumidos em infusão

Café torrado e moído. Pacote laminado de 500 g. pacote de 500 g, encartonado com alumínio com solda.

Homogeneizar o pó na própria embalagem e em vasilha, com espátula; preparar a infusão do café a 10% (Ferver água deionizada em panela; desligar o fogo; colocar o pó de café em filtro de papel; acrescentar a água quente aos poucos).

CHÁ:Chá infusão mate

FEITO: 1 sache de 2 gramas em 1 xicara de água fervente, conforme a receita da caixa.

Colocar água no béquer. Ferver, colocar 1 saquinho e esperar por alguns minutos.

Retirar o saquinho. Pesar 10 g de chá pronto.

Todos os alimentos do composto foram homogeneizados juntos no próprio pote de plástico com espátula.

Composto 18 - Pizza, salgados, sanduíches; sopas e caldos; molhos e condimentos; preparações mistas.

Consumidos como adquiridos

PIZZA: adquirida pronta. Muçarela.

Cortar em pedaços, Homogeneizar

SALGADOS FRITOS E ASSADOS:

SALGADOS ASSADOS: adquirido pronto. Croquete de carne, conforme pg 31 da “Tabela de Medidas Referidas para os alimentos consumidos” (IBGE, 2011b).

Cortar em pedaços, Homogeneizar

SALGADINHOS INDUSTRIALIZADOS:

TIPO CHIPS

Adquirido pronto. Cortar em pedaços, Homogeneizar

SANDUÍCHES

Sanduíche de queijo prato, conforme exemplo da pg 32 da “Tabela de Medidas Referidas para os alimentos consumidos” (IBGE, 2011b).: 1 pão francês, 2 fatias de queijo prato, média quantidade de margarina sem sal no pão francês.

Cortar em pedaços, Homogeneizar.

SOPAS E CALDOS:

Adquirido pronto o tablete. Sopas de vegetais, na proporção da receita. Cozinhar em água deionizada. Homogeneizar.

MOLHO DE TOMATE: embalagem Tetra Pak

Homogeneizar agitando-se na própria embalagem; removendo da embalagem e homogeneizar com espátula; Aquecer levemente na panela, sem água.

PREPARAÇÕES MISTAS:

Consumido cozido

Prato de comida da Região Sudeste.

*** composta pelos 4 itens alimentares de maior consumo na região sudeste: arroz tipo1 cozido (99,02 g), óleo soja (0,98 ml), feijão (60 g), carne bovina (100 g), tomate cru (100 g). p. 340 da publicação “Tabelas de composição nutricional. (IBGE, 2011c)

Composto 19- Sal

Consumido conforme adquirido

SAL REFINADO: embalagem plástica.

Homogeneizar agitando-se na própria embalagem; remover da embalagem e homogeneizar

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNICH, N.; SIROT, V.; RIVIÈRE, G.; JEAN, J.; NOËL, L.; GUÉRIN, T.; LEBLANC, J.-C. Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the 2nd French Total Diet Study. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 7, p. 2432–2449, 2012. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691512002980>.

AVEGLIANO, R. P. **Estudo de dieta total no estado de são paulo : estimativa de ingestão dietética de elementos tóxicos (arsênio e cádmio) e essenciais (cálcio , cromo, ferro, selênio, sódio, potássio e zinco)**. 2009.Tese (Doutorado)- Instituto de Pesquisas Energeticas e Nucleares.

AVEGLIANO, R. P.; MAIHARA, V. A.; FERNANDO, F. A Brazilian Total Diet Study: Evaluatiuon of essential elements. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, p.1009-1016, 2011.

AVEGLIANO, R. P.; MAIHARA, V. A.; FERNANDO, F. Development of the Food List for a Brazilian Total Diet Study. **Food science and technology**, v. 35, n. 1, p. 207–212, 2015.

BECKER, W.; JORHEM, L.; SUNDSTRÖM, B.; GRAWÉ, K. P. Contents of mineral elements in Swedish market basket diets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 2, p. 279–287, 2011.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre limites máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de ago. 2013.

CHEKRI, R.; NOËL, L.; MILLOUR, S.; VASTEL, C.; KADAR, A.; SIROT, V.; LEBLANC, J. C.; GUÉRIN, T. Calcium, magnesium, sodium and potassium levels in foodstuffs from the second French Total Diet Study. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 25, n. 2, p. 97–107, 2012.

CHEN, M. Y. Y.; CHAN, B. T. P.; LAM, C. H.; CHUNG, S. W. C.; HO, Y.

Y.; XIAO, Y. Dietary exposures to eight metallic contaminants of the Hong Kong adult population from a total diet study. **Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment**, v. 31, n. 9, p. 1539–49, 2014. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25027784>.

CHUNG, S. W.; LAM, C.; CHAN, B. T. Total and inorganic arsenic in foods of the first Hong Kong total diet study. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 31, n. 4, p. 650–657, 2014. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19440049.2013.877162>.

CONSEA, Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional: textos de referência da II conferência nacional de segurança alimentar e nutricional**. Brasilia,DF.2004.

CURRIE, L. A. Detection and quantification limits: origins and historical overview. ***Analytical Chimica Acta*** v. 391, p. 127- 134, 1999.

D'AMATO, M.; TURRINI, A.; AURELI, F.; MORACCI, G.; RAGGI, A.; CHIARAVALLE, E.; MANGIACOTTI, M.; CENCI, T.; ORLETTI, R.; CANDELA, L.; DI SANDRO, A.; CUBADDA, F. Dietary exposure to trace elements and radionuclides: the methodology of the Italian Total Diet Study 2012-2014. **Ann Ist Super Sanità**, v. 46, n. 1, p. 66–80, 2013.

DABEKA, R.; CAO, X.-L. The Canadian total diet study design: 1992-1999. **Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment**, v. 30, n. 3, p. 477–90, 2013. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2s2.084874478206&partnerID=tZOtx3y1>.

EGAN, S. K.FDA's Total Diet Study: monitoring U.S. food supply safety. ***U.S Food and Drug Administration,*** Rockville, 2002. Disponível em: <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/tdsoview.html>. Acesso em: 9 jul. 2015

EGAN, S.K., TAO, S.S-H., PENNINGTON, J.A.T., Bolger, P.M. US Food and Drug Administration's Total Diet Study: intake of nutritional and toxic elements, 1991-96. ***Food Addit. Contam.***, 219, n. 2, p. 103-125, 2002.

FAO/WHO, Codex Alimentarius Commission. JOINT FAO/WHO Food Standards Programme CODEX Committeee on Contaminants in Foods), Fifth Session, 21-25 March 2011, Haia, The Netherlands. (CF/5 INF/1). Disponível em:

ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCCF/cccf5/cf05_INF.pdf. Acessado em: 26 de março de 2015.

FDA - U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Center for Food Safety and Applied Nutrition. ***Total Diet Study***. 2008. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/tds-toc.html>. Acesso em: 9 jul. 2015.

FRAGA, C.G. Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. Molecular aspects of Medicine, v. 26, p. 235-244, 2005.

FSZANZ-Food Standards Australia New Zealand. The 23rd Australian Total DietStudy.2011. Disponível em: http://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/23rdaustraliantotald5367.aspx. Acesso em 9 Jul 2015

FSANZ - Food Standards Australia New Zealand. ***The 20th Australian Total Diet Survey*:** SuplementaryInformation- Part 5. Food preparation instructions. 2003. Disponível em: <http://www.foodstandars.gov.au/newsroom/publications/20thaustraliantotaldietsurveyjanuary/20th.>Acesso em: 9 jul. 2015

GALLAGER, Margie L. The nutrientes and their metabolism. In: Mahan LK, Escott-Stump S (eds). Krause's Food nutrition therapy Saint Louis: Saunders, 2008.

GONZÁLEZ-WELLER, D.; RUBIO, C.; GUTIÉRREZ, Á. J.; GONZÁLEZ, G. L.; MESA, J. M. C.; GIRONÉS, C. R.; OJEDA, A. B.; HARDISSON, A. Dietary intake of barium, bismuth, chromium, lithium, and strontium in a Spanish population (Canary Islands, Spain). **Food and Chemical Toxicology**, v. 62, p. 856–868, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.10.026>.

HENRIQUES, G.S.; COZZOLINO, S.M.F. Ferro. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed.Barueri: Manole, p. 629-644, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ***Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009*:** Análise de consumo alimentar no Brasil. Rio de Janeiro,2011 Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf. Acesso em 15 jan. 2016.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. ***Orientação sobre validação de métodos analíticos*** (DOQ-CGCRE-008). Disponível em:<http:www.inmetro.gov.br/sidoq/arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_03.pdf> 2010.

IOM- Institute of Medicine.**Dietary Reference Intakes (DRIs)**: Estimated Average Requirements.Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. 2006.Disponívelem<http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Tables/recommended_intakes_individuals.pdf. Acesso em 22 jul. 2015

JIANG, J.; LU, S.; ZHANG, H.; LIU, G.; LIN, K.; HUANG, W.; LUO, R.; ZHANG, X.; TANG, C.; YU, Y. Dietary intake of human essential elements from a Total Diet Study in Shenzhen, Guangdong Province, China. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 39, p. 1–7, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157514001872>.

KONIECZKA, P.; NAMIESNIK, J. **Quality Assurance and Quality Control in the Analytical Chemical Laboratory – A Practical Approach**. CRC press Taylor & Francis Group. 2009.

LEMOS NETO, M.J,NASCIMENTO, E.S.;MAIHARA, V.A.; SILVA, P.S. C.; LANDGRAF, M.. Evaluation of As, Se and Zn in Octopus samples in different points of ales of the distribution chain in Brazil. **J. Radioanal. Nucl. Chem**.: 301: 573-579, 2014

LEBLANC, J-C.; GUÉRIN, T.; NOEL, L.; CALAMASSI-TRAN, G.; VOLATIER J-L.; VERGER, P. Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total Diet Study. ***Food Addit. Contam.***, 22 (7): 624-641, 2005.

MARCHIONI, L. Maria; SLATER, Beetzabeth, FIBERG, M. Regina. Aplicação das Dietary Reference Intakes na avaliação da ingestão de nutrientes para indivíduos. Rev. Nutr., Campinas, 17(2):207-216, abr./jun., 2004

MAFRA, D.; COZZOLINO, S.M.F. Magnésio. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed.Barueri: Manole, p. 629-644, 2012.

MARTENS, I.B.G.; MARTENS, A.; COZZOLINO, S.M.F. Selênio. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed.Barueri: Manole, p. 721-766, 2012.

MORGANO, M.A., RABONATO, L.C., MILANI, R.F., MIYAGUSHI, L., BALIAN S.C. Assessment of trace elements in fishes of Japanese foods marked in São Paulo, Brazil. **Food Control** 22(5): 778-785, 2011.

MOY G.G.; VANNORT, R.V. **Total Studies**, Springer New York, 2013.

NASREDDINE, L.; NASHALIAN, O.; NAJA, F.; ITANI, L.; PARENT-MASSIN, D.; NABHANI-ZEIDAN, M.; HWALLA, N. Dietary exposure to essential and toxic trace elements from a Total diet study in an adult Lebanese urban population. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 5, p. 1262–1269, 2010.

NMI, Neutron Scattering and Muon Spectroscopy (NMI3). Disponível em:<http://nmi3.eu/neutron-research/techniques-for-/chemical analysis.html> Acesso em 9 de jul. 2015

NZFSA - New Zealand Food Safety Authority. New Zealand Total Diet Survey. ***Introduction*.** Wellington, 2005. Disponívelem: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/research-projects/total-diet-survey/introduction.htm>Acessoem: 09 jul. 2015.

NZFSA - New Zealand Food Safety Authority. New Zealand Total Diet Survey. ***Report released*.** Wellington, 2006. Disponível em: <http://www.nzfsa.govt.nz/publications/media-releases/2006-02-24.htm>. Acesso em: 9 jul. 2015.

OLMEDO, P.; PLA, A.; HERNANDEZ, A. F.; BARBIER, F.; AYOUNI, L.; GIL, F.Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples. Risk assessment for the consumers **Environment International**Volume 59, Pages 63–72, 2013.

PEDROSA, L.F.C.; COMINETTI, C.; BUENO, R.B.; COZZOLINO, S.M.F. Cobre. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed.Barueri: Manole, p. 675-694, 2012.

PENNINGTON, J.A.T. Revision of the Total Diet Study food lists and diets. ***J. Am.Diet. Assoc*.**, v. 82, n. 2, p. 166-173, 1983.

PENNINGTON, J.A.T. Total Diet Studies - Experiences in the United States. ***J. Food Comp. Anal.***,v.13, n. 4, p. 539-544, 2000

PERELLÓ, G.; VICENTE, E.; CASTELL, V.; LLOBET, J. M.; NADAL, M.; DOMINGO, J. L. Dietary intake of trace elements by the population of {Catalonia} ({Spain}): results from a total diet study. **Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess**, n. September, p. 1–8, 2015.

PRASHANTH L, KATTAPAGARI KK, CHITTURI RT, BADDAM VR, PRASAD LK. A review on role of essential trace elements inhealth and disease. **Journalof Dr. NTR university health sciences**, v. 4, p.75-85, 2015

RADWAN.M.A.; SALAMA.A.K. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. **Food Chem.Toxicol.**,v. 44, n.8, p.1273-1278, 2006

SILVA, A.G.H.; PIRES, L.V.; COZZOLINO, S.M.F. Cálcio. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed.Barueri: Manole, p. 579-612, 2012.

SILVA, A.G.H.; ROCHA A. V. R., COZZOLINO, S.M.F. Cromo. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed.Barueri: Manole, p. 823-836,2012.

SILVA, A.G.H.; DONALDIO, J.L.S.; COZZOLINO, S.M.F. Manganês. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed. Barueri: Manole, p. 795-812*,* 2012.

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; CROUCH. **Principles of instrumental analysis**. 6 ed. Thomson Book/cole, 2007

TSUJI, Joyce S.; ALEXANDE, Dominik D.; PEREZ, Vanessa; MINK, Pamela J. Arsenic exposure and bladder cancer: Quantitative assessment ofstudies in human populations to detect risks at low doses. **Toxicology**p. 17–30.2014.

TRAMONTE, V.L.C.G., CALLOU, K.R.A., COZZOLINO, S.M.F. Sódio, Cloro e Potássio. In: COZZOLINO, S.M.F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed., Barueri.: Manole, p. 555-578, 2012.

TURCONI, G.; MINOIA, C.; RONCHI, A.; ROGGI, C. Dietary exposure estimates of twenty-one trace elements from a Total Diet Study carried out in Pavia, Northern Italy. **British Journal of Nutrition**, v. 101, n. 8, p. 1200–1208, 2009.

THOMSON, B.M.; VANNOORT, R.W.; HASLEMORE, R.M. Dietary exposure and trends of exposure to nutrient elements iodine, iron, selenium and sodium from the 2003-4 New Zealand Total Diet Survey. ***Br. J. Nutr.***, v. 99, n. 3, p. 614-25, 2008.

UNDERWOOD, E. **Trace elemets in human and animal nutrition**, New York, NY, Academic Press, 1977.

VANNOORT, R.W.; THOMSON, B.M. ***2003/04New Zealand Total Diet Survey*:**Analytical results – Q1. Wellington, 2003. (Report FW 03/77). Disponível em: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/research-projects/total-diet-survey/reports/quarter-1/quarter-1-nztds.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2015

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Cadmium. Environmental Health Criteria. Geneva, p.134 ,1992

World Health Organization **Elementos Traços na nutrição e saúde humana**, São Paulo, Roca, 1998

WHO - World Health Organization. Food Safety Programme. GEMS/Food Total Diet Studies. In: JOINT USFDA/WHO INTERNATIONAL WORKSHOP ON TOTAL DIET STUDIES, Kansas City, 26 July-6 August 1999. ***Report**...* Geneva, 1999. Disponível em: < http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/tds_aug1999.pdf>.Acesso em: 22 jun. 2015.

WHO - World Health Organization. Food Safety Department. GEMS/Food Total Diet Studies.In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON TOTAL DIET STUDIES, 2nd, 4-15 February 2002, Brisbane, Australia. ***Report*** Geneva, 2002**.**Disponívelem: <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/tds_feb2002.pdf>.Acessoem: 22 jun. 2015.

WHO - World Health Organization. Food Safety Department.***Total Diet Studies***: a recipe for safer food.Geneva; 2005a.Disponível em:

<http://www.who.int/foodsafety/chem/TDS_recipe_2005_en.pdf>. Acessoem: 22 jun. 2015.

WHO - World Health Organization. Food Safety Department. GEMS/Food Total Diet Studies. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON TOTAL DIET STUDIES, 4 th , 23-27 October 2006, Beijing , China. ***Report*...** Geneva; 2006.Disponível em:**<** http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/TDS_Beijing_2006_en.pdf >. Acesso em: 22 jun. 2015

WHO, World health organization; FAO, Food and AgricutureOrganization of the United Nations; EFSA, European Food Safety Autority. **TOWARDS A HARMONISED TOTAL DIET STUDY APPROACH : TOTAL DIET STUDY APPROACH : A GUIDANCE DOCUMENT** 2011.

ZAVALA, Y.L J. AND DUXBURY, J.M.Arsenic in Rice: I. Estimating Normal Levels of Total Arsenic in Rice **Grain** ***Environ. Sci. Technol****. 42,* 3856–3860, 2008

YUYAMA, L.K.O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J.P.L.; RODRIGUES, M.L.C.F., COZZOLINO, S.M.F. Zinco. In: COZZOLINO, S.M.F (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4.ed. Barueri.: Manole, p. 695-720, 2012.