



BR9939125



CNEN/SP

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

INIS BR - 3737

**AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE ALGUNS ELEMENTOS
ESSENCIAIS E TÓXICOS EM DIETAS DE CRIANÇAS E
IDOSOS PELO MÉTODO DE ANÁLISE POR ATIVAÇÃO
COM NÊUTRONS**

VERA AKIKO MAIHARA

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear.**

Orientadora:

Dra. Marina B. A. Vasconcellos

São Paulo

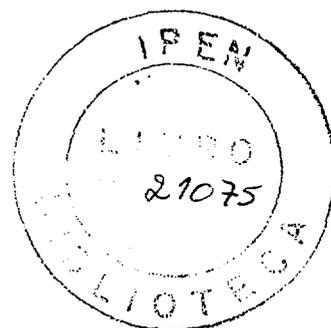
1996

R 30-44

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

**AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE ALGUNS ELEMENTOS
ESSENCIAIS E TÓXICOS EM DIETAS DE CRIANÇAS E
IDOSOS PELO MÉTODO DE ANÁLISE POR ATIVAÇÃO
COM NÊUTRONS**

VERA AKIKO MAIHARA



**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do grau
de Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear.**

**Orientador:
Dra. Marina B. A. Vasconcellos**

**SÃO PAULO
1996**

AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO DE ALGUNS ELEMENTOS ESSENCIAIS E TÓXICOS EM DIETAS DE CRIANÇAS E IDOSOS PELO MÉTODO DE ANÁLISE POR ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS

Vera Akiko Maihara

RESUMO

Um estudo com 19 crianças de idade pré-escolar da creche central da USP e com 23 idosos de três instituições particulares de São Paulo foi realizado com o objetivo de avaliar o conteúdo de elementos essenciais e tóxicos presentes em dietas desses dois grupos de indivíduos. Utilizou-se a técnica de amostragem da porção em duplicata, que consistiu em coletar todos os alimentos e bebidas consumidos durante 3 dias consecutivos, para a avaliação dietética dos elementos presentes nas dietas.

Empregou-se o método de análise por ativação com nêutrons instrumental para a determinação de 14 elementos a nível de mg/g a ng/g.

Um procedimento radioquímico foi desenvolvido e aplicado para a determinação de Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, U, Th, W e Zn pela retenção desses elementos na resina quelante Chelex 100 em meio de HAc-NH₄Ac 0,1M, seguida da retenção de As e Se no trocador dióxido de estanho (TDO) em meio de HCl 6M.

Foram analisados também os teores de proteínas, lipídeos e carboidratos. Nas dietas das crianças, onde houve um elevado consumo de leite e derivados, o teor de proteínas foi adequado mostrando-se superior ao valor recomendado. Já nas dietas dos idosos, cujo consumo de alimentos de origem vegetal foi maior, houve um déficit proteico de 44,4% e 56% para homens e mulheres, respectivamente.

As dietas das crianças e dos idosos mostraram uma baixa adequação calórica, além de deficiências para os elementos essenciais cálcio, ferro e zinco. Para o selênio, apenas as dietas das crianças atingiram o nível de adequação preconizado pela RDA. Quanto aos outros elementos, as dietas apresentaram níveis de ingestão dietética dentro das faixas recomendadas como adequadas e seguras.

Os elementos tóxicos arsênio, cádmio, urânio e tório tiveram seus níveis de ingestão abaixo dos valores máximos permitidos, não apresentando riscos à saúde dos indivíduos estudados no presente trabalho.

SUMÁRIO

	página
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ALIMENTOS E DE INGESTÃO DIETÉTICA.....	15
2.1 <i>Avaliação do consumo de alimentos</i>	
2.1.1 Avaliação populacional.....	17
2.1.2 Avaliação individual.....	18
2.2 <i>Métodos de avaliação de ingestão dietética</i>	
2.2.1 Estudo da dieta total ou cesta de mercado.....	19
2.2.2 Estudos seletivos dos alimentos individuais.....	23
2.2.3 Estudo da porção em duplicata.....	24
3 PARTE EXPERIMENTAL	
3.1 <i>Coleta das dietas pela técnica da porção em duplicata.....</i>	29
3.1.1 Tratamento dos recipientes de coleta e dos materiais usados no processamento das amostras.....	29
3.1.2 Coleta das dietas das crianças da creche central da USP.....	30
3.1.2.1 Creche Central da USP.....	30
3.1.2.2 Metodologia da coleta.....	32
3.1.2.3 Preparação das dietas.....	33
3.1.2.4 Teste de homogeneidade.....	35
3.1.2.5 Composição percentual média das dietas das crianças.....	36
3.1.3 Coleta das dietas dos idosos.....	37
3.1.3.1 Metodologia de coleta.....	37
3.1.3.2 Preparação das dietas.....	39

3.1.3.3	Composição percentual média das dietas dos idosos.....	39
3.1.4	Determinação do teor de umidade das amostras de dietas e dos materiais de referência.....	40
3.1.5	Determinação do teor de cinzas.....	40
3.1.6	Determinação do teor de proteínas.....	40
3.1.7	Determinação do teor de lipídeos.....	41
3.1.8	Determinação do teor de fibras.....	41
3.2	<i>Análise das dietas pelo método de análise por ativação.....</i>	41
3.2.1	Análise por ativação com nêutrons instrumental (AANI).....	42
3.2.1.1	Reagentes utilizados.....	42
3.2.1.2	Equipamentos utilizados.....	43
3.2.1.3	Preparação dos padrões.....	43
3.2.1.4	Irradiação e medida das amostras de dietas e padrão.....	44
3.2.2	Análise por ativação com nêutrons com separação radioquímica (AANR).....	46
3.2.2.1	Reagentes utilizados.....	46
3.2.2.2	Materiais utilizados.....	47
3.2.2.3	Equipamentos utilizados.....	47
3.2.2.4	Preparação e irradiação das amostras e do padrão.....	48
3.2.2.5	Preparação das colunas.....	49
3.2.2.6	Procedimento de separação radioquímica.....	49
3.2.2.7	Determinação do rendimento químico da separação radioquímica.....	52
3.3	<i>Validação dos procedimentos analíticos.....</i>	52

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1	<i>Adequação das dietas analisadas em relação a proteínas, lipídeos e carboidratos.....</i>	54
-----	---	----

4.2	Resultados dos elementos determinados pelo método de análise por ativação instrumental (AANI).....	56
4.2.1	Resultados das análises dos materiais de referência biológicos por AANI.....	56
4.2.2	Resultados das análises das dietas das crianças.....	58
4.2.3	Resultados das análises das dietas dos idosos.....	60
4.2.4	Resultados dos limites de detecção e determinação.....	62
4.3	Resultados dos elementos determinados pelo método de análise por ativação com separação radioquímica (AANR).....	63
4.3.1	Resultados das análises dos materiais de referência biológicos.....	66
4.3.2	Resultados das análises das dietas das crianças.....	72
4.3.3	Resultados das análises das dietas dos idosos.....	72
4.3.4	Resultados dos limites de detecção e de determinação.....	76
4.4	Comparação dos resultados obtidos por AANI e AANR.....	77
5	DISCUSSÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E EFEITOS DOS ELEMENTOS INORGÂNICOS DETERMINADOS.....	80
5.1	Funções e efeitos dos elementos inorgânicos determinados.....	80
6	CONCLUSÕES.....	121
	ANEXO 1 - Características nucleares dos radioisótopos de interesse para o presente estudo.....	128
	ANEXO 2 - Expressões matemáticas para o cálculo dos limites de detecção e determinação	129

APÊNDICE 1 - Procedimento de coleta.....	131
APÊNDICE 2 - Dados antropométricos das crianças participantes do estudo.....	132
APÊNDICE 3 - Adequação das dietas das crianças.....	133
APÊNDICE 4 - Dados antropométricos dos idosos participantes do estudo.....	134
APÊNDICE 5 - Adequação das dietas dos idosos.....	135
APÊNDICE 6 - Resultados das análises das dietas das crianças AANI.....	136
APÊNDICE 7 - Resultados das análises das dietas dos idosos por AANI.....	137
APÊNDICE 8 - Resultados das análises das dietas das crianças por AANR.....	138
APÊNDICE 9 - Resultados das análises das dietas dos idosos por AANR.....	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O metabolismo, as funções vitais e as necessidades nutricionais de um número cada vez maior de elementos inorgânicos têm sido objeto de muitos estudos, nas últimas décadas. O corpo humano contém uma série de elementos necessários para a manutenção equilibrada de todas as suas funções vitais.

Estes elementos são distribuídos em compartimentos extra e intracelulares, como compostos orgânicos e inorgânicos. Uma característica importante desses compostos é que quando são metabolizados, os íons correspondentes são liberados e reutilizados pelo organismo, reduzindo assim as necessidades dietéticas (Carrazza, 1988).

Para serem considerados essenciais, os elementos químicos devem preencher certos critérios. Cotzias (1967) postulou os seguintes: o elemento deve estar presente em todos os tecidos saudáveis; sua concentração nesses tecidos deve ser relativamente constante; a sua retirada da dieta deve produzir alterações estruturais e fisiológicas similares em espécies diferentes e finalmente estas anormalidades devem ser prevenidas ou revertidas pela adição do elemento à dieta.

Underwood (1977) define vinte e seis elementos, como sendo essenciais. Os elementos C, H, N, O, P, S, Ca, Cl, K, Mg e Na, aparecem nos organismos e tecidos vivos como constituintes maiores, aparecendo em muitos casos na faixa de

percentagens. Os outros elementos Fe, I, Zn, Se, Mn, Cu, Cr, Mo, Co, Ni, F, Sn, Si, V e As ocorrem em quantidades muito pequenas, da ordem de $\mu\text{g/g}$ a ng/g .

Sanders(1979) classifica os elementos traço essenciais em 3 grupos, a saber: a) Grupo I: são os elementos necessários ao corpo humano em quantidades bem definidas, como Fe, I, Se e Zn; b) Grupo II: são aqueles que o corpo humano necessita porém não são conhecidas as quantidades exatas: Co, Cr, Cu, Mn e Mo; e finalmente c) Grupo III: são os elementos traço que são necessários a várias espécies animais, mas as necessidades para o organismo humano ainda não foram encontradas. Incluem-se neste grupo os elementos As, B, F, Ni, Si, Sn e V.

Estes elementos estão relacionados à saúde humana e às doenças, uma vez que sua deficiência ou excesso podem induzir mudanças fisiológicas (Abdulla e col., 1989; Gibson, 1989).

O sistema imunológico, que desempenha um papel chave na habilidade do organismo de combater infecções e reduzir o risco de desenvolvimento de doenças degenerativas, tem suas respostas imunológicas moduladas pelos elementos traço através de seus papéis críticos na atividade enzimática. Deficiências e excessos nutricionais influenciam vários componentes do sistema imunológico (Chandra & Chandra, 1986).

Atualmente são conhecidas várias doenças, facilmente diagnosticadas por seus sinais clínicos evidentes, que são causadas por uma grande deficiência de alguns elementos traço essenciais, tais como a anemia ferropriva devido à falta de ferro, bócio simples ou endêmico e cretinismo endêmico causados pela deficiência de iodo e acrodermatite enteropática e retardamento no crescimento devidos a deficiência grave de zinco (Krause & Mahan, 1984). Há evidências de que a deficiência de selênio seja um fator

crítico na doença de Keshan, uma cardiomiopatia que se dá principalmente em crianças chinesas residentes em regiões onde o solo é muito pobre em selênio (Levander,1994).

Entretanto pequenas deficiências de alguns elementos traço essenciais, como Cu, Se, Cr, Co, Zn, Mo entre outros, são mais difíceis de serem diagnosticadas. As suas ingestões inadequadas podem causar perda de peso, crescimento e desenvolvimento deficitários, podendo levar a disfunções celulares e fisiológicas (Diplock,1987). Há algumas evidências de que os elementos Cr, Mo, Ni, As e V podem ter significado nutricional sob condições de estresse (Nielsen,1990).

Alguns elementos traço, como Cr, Cu e Se têm efeitos benéficos nos fatores de risco associados com doenças cardiovasculares, sugerindo que uma diminuição do risco de doença cardiovascular pode ser obtida por uma ingestão adequada de elementos traço (Anderson,1986). Outros elementos têm sido relacionados com o decréscimo do risco de câncer. Há evidências de que a mortalidade devido a câncer em seres humanos é muito menor em regiões cujos solos são ricos em selênio (Abdulla e Chmielnicka,1990).

A ausência de sintomas característicos e de técnicas de fácil diagnóstico é a maior razão para que as pequenas deficiências não sejam identificadas nos seus estágios iniciais. Mesmo quando a ingestão é restrita, as funções normais do corpo são mantidas por um certo período de tempo pelos mecanismos homeostáticos e pelo uso de reservas do corpo.

O mecanismo de transporte de alguns elementos traço essenciais que estão envolvidos em funções metabólicas normais pode ser utilizado também por alguns elementos não essenciais.

Cerca de 20 a 30 elementos que não são considerados essenciais à saúde humana como os elementos Br, Sb, Rb, Sc, e muitos outros, são encontrados em diversas matrizes biológicas como tecidos, plasma e sangue. Até a presente data não se conhece nenhuma função importante para esses elementos, mas sabe-se que eles são também incorporados ao organismo humano pelo meio ambiente, seja na forma de ar, água ou alimentos.

Há ainda outro grupo de elementos, os chamados elementos tóxicos, que possuem propriedades potencialmente tóxicas a concentrações extremamente baixas. Enquadram-se nessa classificação apenas os elementos Hg, Cd e Pb (Underwood, 1977).

Os elementos tóxicos afetam marcadamente o metabolismo de alguns elementos traço essenciais, tais como Cu, Zn, Fe, Mn e Se, pela competição por ligantes nos sistemas biológicos. Tal competição e a combinação com ligantes devem ter efeitos adversos na disposição e homeostase dos elementos traço essenciais. Há muitos estudos indicando que deficiências dietéticas de alguns nutrientes, incluindo os elementos traço, podem favorecer a absorção de elementos tóxicos em animais de laboratório e em seres humanos (Abdulla e Chmielnicka, 1990).

Sob as condições ambientais atuais, um aumento da concentração de Cd, Pb e Hg é esperado. Os efeitos resultantes poderão ser vistos particularmente na cadeia alimentar. A ingestão diária dos elementos tóxicos varia muito e depende também dos hábitos alimentares e das suas concentrações nos alimentos (Abdulla e Chmielnicka, 1990).

Não se pode, entretanto, classificar os elementos de acordo com sua toxicidade de uma forma muito rígida, uma vez que qualquer elemento, mesmo aquele considerado essencial,

será tóxico se for inalado ou ingerido em quantidades suficientemente altas e por um período longo de tempo.

Assim, para cada elemento essencial existem duas faixas de exposição ou ingestão associadas com efeitos adversos à saúde humana: se a ingestão for muito baixa resulta numa deficiência nutricional, e por outro lado, se a ingestão for muito elevada causa toxicidade (Mertz e col., 1994).

O risco de se ter uma deficiência específica depende de uma série de fatores, tais como a ingestão inadequada e/ou insuficiente, a presença de outras substâncias que podem afetar a biodisponibilidade do elemento, estresse e estados infecciosos, onde ocorrem absorção ou excreção excessiva levando a uma necessidade maior de elementos essenciais pelo organismo, provocados por uma redução dos estoques no corpo (Gibson, 1989).

O aumento do consumo de alimentos refinados e de enlatados pela população também tem levado a redução das ingestões dos elementos traço importantes, acarretando deficiências nutricionais em certos grupos populacionais. O processamento industrial dos alimentos pode acarretar perdas de vários elementos essenciais, assim como nos alimentos enlatados, os possíveis contaminantes presentes podem competir com os elementos essenciais.

Do ponto de vista de saúde pública é importante assegurar à população que a ingestão de todos os nutrientes, incluindo os elementos maiores e os elementos traço essenciais, seja adequada numa dieta normal. Ao mesmo tempo, a dieta não deve conter níveis de elementos tóxicos maiores do que os níveis permissíveis. Com exceção da exposição ambiental, a maior entrada desses elementos, essenciais e tóxicos, no organismo humano, é via a cadeia alimentar.

A avaliação do estado nutricional envolve o estudo de diversos fatores que regularizam o metabolismo dos nutrientes, que incluem níveis de ingestão e biodisponibilidade, transporte, estocagem e excreção dos nutrientes.

Um dos maiores problemas quando se quer estudar a ingestão dos elementos traço essenciais ou tóxicos de uma determinada população é a obtenção de dados confiáveis do consumo real de alimentos.

O registro e a avaliação exatos da ingestão dietética de um indivíduo ou de uma população são os aspectos mais difíceis de uma avaliação nutricional. Quando as pessoas são observadas, questionadas a respeito do que elas comem, ou quando se pede para que elas descrevam o que comem, o padrão normalmente tende a mudar. Muitas vezes as pessoas não conseguem se lembrar do que comeram e em que quantidades. Desse modo é muito difícil avaliar de modo exato a quantidade do alimento ingerido.

Vários métodos de avaliação dietética têm sido utilizados (Pennington, 1991), entretanto as técnicas convencionais como estudos com históricos da dieta, métodos recordatórios, utilização de tabelas de alimentos que constituem uma dieta normal regional, muitas vezes não fornecem os níveis de ingestão verdadeiros das dietas.

As tabelas de composição alimentar não são completas, nem exatas para os alimentos consumidos atualmente. O modo de preparação varia muito e pode influenciar bastante os valores nutritivos (Abdulla, 1983).

Flores e Menchú (1968) já observavam que existiam limitações nas diversas tabelas de alimentos disponíveis na época. Na maioria das vezes, os valores fornecidos pelas

tabelas constituíam a média de análise química de um número limitado de alimentos representativos de uma determinada região.

Na maioria dos casos a composição dos alimentos que aparecem nas tabelas correspondem ao estado crú, entretanto, geralmente os alimentos são consumidos após submetidos ao processo de cozimento em diversas condições de temperatura, tempo e exposição ao ar. Portanto, salvo nos casos das frutas e alguns vegetais, as perdas ou as mudanças que podem ocorrer durante a preparação do alimento constituem causas de erros nos cálculos de nutrientes.

Muitos produtos industrializados não estão relacionados nas tabelas atuais e a informação tem que ser obtida diretamente do fabricante.

Segundo o comitê do Codex Alimentarius da FAO/WHO(1985) existem três métodos confiáveis para estimar a ingestão dos nutrientes, baseados na coleta e análise química dos alimentos: 1) o método de dieta total, que considera uma cesta básica de alimentos para representar o consumo total de uma determinada população; 2) estudos seletivos de alimentos individuais e; 3) estudos da porção em duplicata, onde a dieta é composta a partir de duplicata de todo alimento e bebida consumidos durante o período de estudo.

No Capítulo 2 serão apresentados os vários métodos que têm sido utilizados para a avaliação do consumo de alimentos assim como os estudos realizados para fazer uma avaliação nutricional dos nutrientes e contaminantes presentes em dietas, mostrando-se as vantagens e desvantagens de cada método.

Não há um método simples que satisfaça inteiramente a finalidade de estimar a ingestão dos nutrientes em seres humanos, uma vez que cada método tem suas limitações.

Independentemente da escolha do método, é importante assegurar que a amostragem seja bastante representativa do grupo que se deseja estudar.

Alguns grupos de indivíduos, como crianças, gestantes, alcoólatras e idosos são particularmente sensíveis às deficiências, resultantes do consumo de dietas inadequadas, devendo ser alvo de constantes estudos para verificar se as necessidades diárias dos nutrientes estabelecidas pelos Organismos Internacionais de Saúde estão sendo alcançadas.

As melhorias na dieta são particularmente importantes para as crianças, uma vez que o período de crescimento e desenvolvimento é o mais sensível às deficiências nutricionais. O grupo dos idosos é também bastante vulnerável a problemas nutricionais e muitas doenças crônicas comuns no idoso estão associadas a seu estado nutricional (Gibson, 1989).

Levando esses fatos em consideração, conclui-se que se deve monitorar o conteúdo de elementos traço nas dietas humanas, principalmente dietas de crianças e idosos, e avaliar as ingestões desses elementos e compará-las com os valores já estabelecidos por organismos internacionais de Saúde Pública, como o "Food and Nutritional Board of the National Research Council" da Academia Nacional de Ciências dos EUA, que estabelece os valores de RDA (Necessidades Dietéticas Recomendadas, 1989), que são aceitos pela maioria dos países como guia ou medida de comparação e avaliação de dietas para grupos populacionais ou para indivíduos. Estes valores são definidos como os níveis de ingestão dos nutrientes essenciais considerados adequados para suprirem as

necessidades nutricionais de praticamente todas as pessoas saudáveis.

A Organização Mundial de Saúde (WHO,1994), através da Comissão do Codex Alimentarius da FAO/WHO estabelece, além das necessidades nutricionais para alguns nutrientes (Ca, Cu, Fe, Se e Zn), também os valores de ingestão semanal tolerável provisória (PTWI) ou os valores de ingestão diária aceitável (ADI) para os elementos tóxicos ou potencialmente tóxicos, como Al, As, Cd, Hg, Sn e Pb. A ingestão diária aceitável (ADI) para um elemento tóxico é a ingestão que, durante uma vida inteira, não apresenta risco apreciável em base de todos os fatos atualmente conhecidos (WHO,1985).

Outros países possuem os seus próprios valores para as necessidades nutricionais humanas, como o Canadá e o Reino Unido (Krause e Mahan,1984).

Como a grande maioria dos elementos de interesse estão na faixa de ng/g em alimentos e dietas, assim como na maioria dos materiais biológicos, como sangue, soro, urina e fezes, é necessário empregar métodos analíticos que forneçam resultados precisos e exatos nesta faixa de concentração.

Muitos são os métodos utilizados na análise de alimentos de alta sensibilidade, entre eles a espectrometria de absorção atômica, espectrometria de emissão com plasma induzido, voltametria com stripping, análise por ativação com nêutrons e ultimamente a espectrometria de massa com plasma induzido.

O método de análise por ativação com nêutrons tem sido muito utilizado para a análise dessas matrizes, uma vez que apresenta grande sensibilidade e exatidão para a maioria dos elementos de interesse nutricional e toxicológico, possuindo uma característica única entre os métodos de análise de

elementos traço, que é a de não necessitar da análise de um branco analítico, pois a amostra uma vez irradiada com nêutrons produz isótopos radioativos que são distinguidos dos não radioativos, por medidas em espectrômetros de raios gama. Uma grande vantagem é que o método pode ser não destrutivo, permitindo a determinação de vários elementos sem que haja a destruição da amostra.

Segundo Parr(1987), o método de análise por ativação é um dos mais indicados para a análise e certificação de elementos na faixa de $\mu\text{g/g}$ a ng/g em materiais de referência biológicos. Este método analítico vem desempenhando um importante papel na monitoração de elementos traço em diversas matrizes, e tem contribuído significativamente em termos de estabelecer valores exatos de ingestão diária de muitos elementos de interesse nutricional (Woittiez e Iyengar,1988; Iyengar e col.,1994), e de níveis normais em sangue e plasma dos elementos Mn, Cr, Mo e V (Versieck,1994).

O método de análise por ativação com nêutrons térmicos instrumental (AANI) tem sido utilizado nos últimos anos para a determinação simultânea de muitos elementos nutricionalmente importantes em diversos alimentos e dietas a níveis muito baixos, devido aos avanços obtidos com a introdução dos detectores de Ge hiperpuro e da espectrometria de alta resolução.

Al-Jobori e col.(1990) utilizaram a AANI para a determinação de Na, Al, Cl, K, Sc, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Mo e W em diversos cereais como arroz, farinha de trigo e cevada. Outros alimentos, como vegetais (Samudralwar e col., 1987), carnes, peixes (Landsberger,1984) e dietas variadas (Mannan,1992; Samudralwar e Garg,1994) foram analisados por AANI, demonstrando a aplicabilidade do método para a determinação dos constituintes inorgânicos nos

vários tipos de alimentos em toda a faixa de concentração de interesse prático.

A Supervisão de Radioquímica do IPEN/CNEN-SP vem aplicando a AANI para a determinação dos teores dos elementos constituintes em alimentos básicos como Na, Cl, Mn, Br, Fe, Zn, Sb, Sc, Cr, Al e Mg em leite em pó e pão (Maihara e Vasconcellos, 1988), e de Na, K, Br, As, Rb, Zn, Co, Fe e Sc em amostras de arroz (Maihara e Vasconcellos, 1989).

Entretanto, a determinação de importantes elementos traço presentes nos alimentos em baixíssimas concentrações, como Cd, As, Hg pelo método de ativação requer o emprego de separações radioquímicas, que permitem a eliminação de alguns radioisótopos interferentes presentes, principalmente ^{24}Na e ^{32}P . As atividades desses radioisótopos, que são produzidos após ativação com nêutrons térmicos, mascaram as atividades dos radionuclídeos presentes em menor abundância.

A forma mais simples de separação radioquímica é a remoção de um ou de alguns radionuclídeos interferentes em uma única operação, permitindo a determinação de vários elementos de interesse, utilizando um detector de Ge de alta resolução (Maihara e Vasconcellos, 1988). O outro extremo é separar um único radionuclídeo de interesse em seu estado quase puro radioquimicamente e analisá-lo em detectores de alta eficiência, como detectores de NaI(Tl) para a análise em ng/g ou sub ng/g (Goeij, 1988).

Atualmente devido à melhor capacidade de resolução dos detectores de germânio, muitos esquemas simplificados de separação radioquímica de grupos de elementos estão sendo desenvolvidos e empregados por diversos autores para a análise dos elementos traço em materiais biológicos por ativação com nêutrons (Woittiez e Tangonan, 1992; Vasconcellos e col., 1991; Fávares e col., 1994).

Um método de separação radioquímica utilizando as resinas BioRad AG2X8 e Chelex 100 foi desenvolvido e aplicado para a análise de Mo, Cd, Co e Cr em matrizes biológicas (Woittiez e Tangonan, 1992). Os rendimentos de recuperação dos elementos foram altos (acima de 97%), permitindo análises exatas e precisas em vários materiais de referência.

Vasconcellos e col. (1991) desenvolveram vários esquemas de separação radioquímica empregando técnicas de extração com solventes, troca iônica e retenção em trocadores inorgânicos para a análise de As, Cr, Hg, Sb e Se em materiais de referência biológicos. As amostras foram processadas após dissolução em sistema fechado, com recipientes de teflon em mistura de HNO_3 e H_2SO_4 ou apenas em meio nítrico. Após a separação dos interferentes foi possível analisar o conteúdo desses elementos presentes na faixa de ng/g.

Outro trabalho da Supervisão de Radioquímica (Fávaro e col., 1994) desenvolveu dois procedimentos de separação radioquímica para a análise de As, Cd, Cr, Cu, Hg, Sb e Se em dietas regionais brasileiras. O primeiro procedimento foi baseado na retenção de As, Sb e Se numa coluna de trocador inorgânico TDO (dióxido de estanho), em meio HNO_3 , seguida pela extração de Hg em $\text{Ni}(\text{DDC})_2$ em clorofórmio. No segundo procedimento os elementos Cr e Se ficaram retidos na coluna de HMD, em meio nítrico, e após ajuste apropriado da solução efluente os elementos Cu e Cd foram extraídos em $\text{Bi}(\text{DDC})_3$ em clorofórmio. Nos dois procedimentos radioquímicos desenvolvidos foram obtidos valores altos de rendimentos e suas precisão e exatidão foram testadas pelas análises dos materiais de referência.

Seguindo essa tendência atual, onde procedimentos mais simples e rápidos são utilizados, no presente trabalho foi desenvolvida e aplicada uma separação radioquímica bastante simples, envolvendo apenas duas etapas com colunas de resina

de troca iônica, de modo que os radionuclídeos interferentes fossem eliminados permitindo a determinação simultânea de 12 elementos importantes a nível de $\mu\text{g/g}$ a ng/g .

O procedimento radioquímico desenvolvido consiste na retenção dos elementos Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, U, Th, W e Zn na resina quelante CHELEX 100, forma NH_4^+ , em meio de $\text{HAc-NH}_4\text{Ac}$ 0,1M a pH 4,8, seguida da retenção de As e Se no trocador inorgânico TDO (dióxido de estanho) em meio HCl 6M.

Os métodos analíticos empregados para esse estudo serão detalhados no Capítulo 3 (Parte Experimental), mostrando todos os cuidados tomados para a coleta e preparação das dietas analisadas, para a obtenção de resultados precisos e exatos.

No presente estudo foi empregada a técnica de amostragem da porção em duplicata para a avaliação das ingestões dos elementos essenciais e tóxicos em dietas de crianças de idade pré-escolar e de idosos. A técnica foi escolhida pois é a que melhor reflete o consumo alimentar do grupo que se quer estudar e permite a coleta das dietas mais próximas à real, além de refletir todas as etapas que os alimentos sofrem antes de serem consumidos. Os métodos de avaliação utilizados nos estudos de ingestões dietéticas serão discutidos no Capítulo 2.

O método de análise por ativação com separação radioquímica desenvolvido (AANR), assim como o método de análise por ativação com nêutrons instrumental (AANI), permitiu a determinação dos elementos As, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cs, Fe, K, Mn, Mo, Na, Rb, Sb, Se, Th, U, W e Zn em dietas de crianças de idade pré-escolar, que permanecem por tempo integral na creche central da Universidade de São Paulo e dietas de idosos, na faixa de 70 a 90 anos, de instituições particulares do Município de São Paulo.

Os resultados dos valores de concentração e de ingestão diária dos elementos determinados nas dietas são apresentados e discutidos no Capítulo 4. Faz-se também uma comparação dos resultados dos elementos determinados por ambos os métodos e apresentam-se também os valores dos limites de detecção e determinação, determinados pelo critério de Currie.

Por último são discutidas as funções e os efeitos que os elementos inorgânicos exercem no organismo humano e apresentam-se os seus valores de ingestão dietética nas diversas dietas encontradas na literatura. Apresentam-se também as conclusões decorrentes do presente trabalho.

Este trabalho vem contribuir com valores de ingestão dos elementos As, Cd, Co, Cr, Cs, Mn, Mo, Sb, Th, U e W em dietas de dois grupos selecionados. Sendo esses dados os primeiros obtidos para esses elementos no Brasil, acredita-se que servirão como medida de comparação para futuros estudos.

CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ALIMENTOS E DA INGESTÃO DIETÉTICA

A coleta de dados válidos a respeito dos hábitos alimentares de uma população é um dos problemas mais difíceis de serem resolvidos na avaliação dietética de um nutriente ou contaminante..

Em certos grupos populacionais, há uma grande variação de consumo de alimentos entre os indivíduos .e essa variabilidade deve ser levada em conta na escolha do método de avaliação.

Entre os grupos que apresentam diferentes perfis de consumo em relação ao resto da população estão os seguintes: grupos étnicos e culturais minoritários dentro de uma comunidade; pessoas que produzem seus próprios alimentos; membros da população com hábitos alimentares extremos; bebês, crianças e idosos; grávidas e mulheres no período de amamentação; doentes (ex:diabéticos) e pessoas sob dietas restritas(ex: vegetarianas).

Normalmente os dados gerados por uma avaliação dos perfis de consumo de alimento fornecerão informações que não são representativas de uma população por inteiro, mas apenas de grupos específicos. Os dados de consumo de alimentos devem refletir o hábito alimentar típico do grupo estudado.

A seleção do método utilizado dependerá primeiramente das finalidades, das fontes de recursos disponíveis, de fatores como a idade, nível educacional, número de indivíduos que irão participar do estudo e a motivação dos indivíduos (Pennington, 1991).

A técnica de avaliação a ser utilizada para estudar o consumo de alimentos deverá ser baseada em dados geográficos disponíveis do grupo populacional de interesse, como a área ou região onde residem os indivíduos. A seleção das residências ou dos indivíduos deverá levar em conta as seguintes variáveis: idade, sexo, raça ou grupo étnico, posição socio-econômica, localização geográfica, gravidez ou lactância, moradia em instituição como hospital, universidade, casa de convalescença, etc. A religião dos participantes pode também ser de interesse se existirem muitas religiões com diferentes proibições dietéticas, dentro de uma mesma população. Outras variáveis como ocupação, uso de remédios, cigarro, fonte de água, podem também ser importantes dependendo dos objetivos a serem alcançados numa avaliação de uma dieta (FAO/WHO, 1985).

Se o objetivo for comparar as variações de ingestão entre diferentes grupos populacionais e estudar a tendência dessas variações, então a escolha da amostra de uma população apropriada deverá ser baseada numa informação do tipo "censo".

Estudos que avaliam o estado dietético e determinam a relação entre a dieta e a saúde necessitam informações confiáveis sobre o consumo de alimentos dos indivíduos ou população (Pennington, 1991).

Existem duas considerações gerais para obter informações sobre os consumos alimentares de uma população ou de indivíduos: aquela que envolve a coleta de dados sobre a

movimentação e desaparecimento de alimentos de uma dada região ou residência e aquela que envolve a coleta direta de dados pessoais sobre o consumo real do alimento consumido por um indivíduo (FAO/WHO,1985).

Os métodos para a coleta dos dados de consumo de alimentos podem ser divididos em dois tipos de avaliação: populacional e individual.

2.1 Métodos de avaliação do consumo de alimentos

2.1.1 Avaliação populacional

Numa avaliação populacional, os dados de desaparecimento dos alimentos são considerados como os dados de consumo nacional de alimentos. Essa avaliação é feita a partir de dados nacionais de produção, exportação, importação e estocagem dos alimentos. Os resultados são expressos como disponibilidade dos alimentos per capita.

Outro tipo de avaliação leva em conta o desaparecimento dos alimentos ocorridos dentro de casa. Os dados de consumo dos alimentos representam a quantidade dos alimentos que desaparecem de uma cozinha em um dado período, normalmente de uma semana, dividido pelo número de pessoas que moram na determinada casa. Solicita-se à dona de casa que faça um inventário de todos os alimentos mantidos na casa e mantenha o levantamento das compras e sobras. Deve-se levar em consideração se algum alimento foi dado a algum animal de estimação e também se durante o levantamento houve alguma pessoa de fora da casa que consumiu esses alimentos.

2.1.2 Avaliação individual

Entre os métodos de avaliação individual do consumo de alimentos estão os métodos: histórico alimentar, recordatório, de frequência, de registro e peso.

O método histórico alimentar (dietary history), propõe um estudo longo do perfil de ingestão normal do indivíduo. Neste método são necessárias entrevistas com nutricionistas bem treinados, onde as pessoas são solicitadas a preencherem um questionário a respeito do consumo de alimentos, de como são preparados e das porções servidas. Geralmente este método inclui o método recordatório e/ou o método de frequência de alimentos (Block, 1982).

No método recordatório de 24 horas (24 h recall) solicita-se à pessoa participante do estudo, a recordar da ingestão de todos os alimentos e bebidas das últimas 24 horas, através de entrevistas ou preenchimento de questionários. Em levantamento de grupos populacionais, este método tem sido um bom instrumento. Entretanto há significativas fontes de erros, tais como: a pessoa pode não ser capaz de se lembrar das quantidades exatas do alimento consumido nas últimas 24 horas; a dieta do dia pode ser atípica, não representando o seu hábito alimentar e por último a pessoa pode não dizer a verdade por uma série de motivos. Young (1953) constatou em um estudo que havia uma tendência de subestimar o tamanho da porção a medida que a porção crescia e de superestimar quando a porção diminuía, e esta tendência é ainda verificada nos dias atuais (Gibson, 1990).

O método de frequência dietética (dietary frequency), visa obter um perfil do consumo normal dos alimentos. A partir de uma lista de alimentos os indivíduos indicam o

número de vezes por dia, semana ou mês em que cada alimento é consumido (FAO/WHO, 1985).

Uma outra tentativa é o registro de ingestão real, onde a pessoa registra todos os alimentos e bebidas consumidos durante um certo período. O período a ser determinado depende da regularidade do padrão alimentar do indivíduo em estudo. A contribuição nutritiva de cada alimento é calculada, através das tabelas de composição. O registro alimentar é mais preciso e completo se a pessoa for instruída a anotar os dados logo após as refeições (Gibson, 1990).

Baseados nos dados obtidos pelas avaliações do consumo de alimentos três estudos podem ser adotados para estimar as ingestões diárias de um nutriente ou contaminante: estudos da dieta total ou cesta de mercado; estudos seletivos de alimentos individuais e estudos da porção em duplicata (FAO/WHO, 1985).

2.2 Métodos de avaliação de ingestão dietética

2.2.1 Estudo da dieta total ou cesta de mercado

O estudo da dieta total ou cesta de mercado é baseado na ingestão dietética média de uma população. Todos os alimentos que compõem a dieta são adquiridos em diversos centros de compras de uma dada região, resultando numa cesta de mercado. Os alimentos são preparados de acordo com os hábitos da população e agregados em grupos de alimentos. Cada grupo de alimentos é analisado separadamente. Informações a respeito das contribuições relativas para os diferentes tipos de alimentos também são obtidas.

A finalidade do estudo de dieta total é estimar a ingestão de elementos essenciais ou tóxicos em alimentos

preparados, prontos para o consumo. O processo de preparação dos alimentos deve alterar a concentração de certos contaminantes que poderiam ser encontrados em alimentos crus, como por exemplo resíduos de pesticidas que são perdidos no processo de cozimento por volatilização ou degradação, ou elementos traço que podem aumentar seus teores em contato com os utensílios de cozinha.

Para uma melhor representação da preparação típica caseira, os costumes habituais devem ser considerados na preparação dos alimentos, como por exemplo o uso de panelas de aço inox ou de alumínio pode ser típico em alguns países, enquanto em outros países faz-se uso de panelas de ferro ou cobre (FAO/WHO, 1985).

Após a preparação os alimentos, dos mais simples aos mais elaborados, são misturados em grupos específicos e analisados. A proporção de cada alimento que irá compor um determinado grupo de alimento será determinada a partir dos dados de consumo de alimentos obtidos pelos métodos descritos anteriormente. Como por exemplo, o grupo de laticínios será composto por alimentos similares como leite, queijo, manteiga, creme e outros.

A ingestão diária de um determinado elemento essencial ou tóxico será obtida somando-se as ingestões desse elemento, obtidas nos diversos grupos de alimentos que irão compor a dieta total.

As principais vantagens desse estudo são as seguintes:

- é possível saber quais os grupos de alimentos que são responsáveis pela maior ou menor ingestão dos nutrientes ou contaminantes.

- esse estudo leva em consideração os efeitos da preparação dos alimentos.

- dá informações das ingestões dos nutrientes e contaminantes para uma grande população ou para grupos de população selecionados, permitindo um monitoramento por um longo período.

As principais desvantagens são:

- não é possível obter informações de ingestão de pequenos grupos ou de indivíduos, que podem apresentar riscos de contaminação, uma vez que o estudo é baseado nos dados médios de consumo de alimentos.

- requer grandes fontes de recursos financeiros para a análise de uma grande quantidade de alimentos.

- requer uma estrutura especial de pessoas altamente treinadas para a coleta e preparação dos alimentos.

Os estudos da dieta total são adequados para avaliar as necessidades nutricionais em dietas de grupos populacionais, representando normalmente uma dieta nacional. Os estudos de dieta total, definidos e recomendados pela FAO/WHO (1985), são realizados há muitos anos nos EUA (Dugan e McFarland, 1967; Pennington, 1983), Holanda (Van Dokkum e col., 1982, 1989), Reino Unido (Peattie e col., 1983) e em outros países (Shah e col., 1991; Chen e Gao, 1993).

Os Estados Unidos da América, através do Food and Drug Administration (FDA), vêm realizando um programa intitulado "Total Diet" desde 1965 (Duggan e McFarland, 1967). Este programa anual envolve a compra e análise de 234 tipos de alimentos, em lojas e mercados locais de 4 regiões do país, sendo 33 alimentos comercialmente preparados para bebês e

recém-nascidos e o restante são alimentos normalmente consumidos pela população em geral. Esses alimentos são agrupados em diferentes categorias para a análise do conteúdo de 11 nutrientes e aproximadamente 120 contaminantes, entre eles pesticidas, elementos tóxicos e radionuclídeos. O estudo da Dieta Total permite monitorar a tendência de ingestão dessas substâncias tóxicas ao longo do tempo e comparar as ingestões dos nutrientes com as recomendações dietéticas vigentes (Pennington, 1983).

Van Dokkum e col. (1982, 1989) conduziram um estudo de dieta total para avaliar o perfil dietético de um grupo de adolescentes holandeses de 18 anos. O perfil dietético foi obtido por entrevistas com 187 jovens pelo método histórico da dieta. Um total de 221 itens de alimentos foram obtidos como representativos de suas dietas. Esses alimentos foram coletados em diversos centros de compra, levando-se em conta as diferentes marcas e variações sazonais (como frutas e legumes de época). Os alimentos foram preparados conforme os hábitos normais da população e agrupados em 23 diferentes grupos de alimentos. Cada grupo de alimentos foi homogeneizado e preparado para a determinação dos teores de nutrientes, contaminantes e aditivos.

O estudo da dieta total no Reino Unido tem sido efetuado regularmente desde 1966 e no início dos anos 80 sofreu algumas modificações (Peatti e col., 1983). Os alimentos são comprados em 24 regiões selecionadas por uma companhia de pesquisa em toda a Grã Bretanha. Os compradores são instruídos a adquirir os alimentos de acordo com instruções rigidamente especificadas e padronizadas, devendo anotar todas as informações a respeito dos alimentos coletados incluindo os pontos de coleta, a quantidade comprada e marcas. As quantidades dos alimentos são baseadas em dados do Estudo Nacional de Alimentos (National Food Survey). São coletados 115 tipos de alimentos, que agrupados em 20 grupos

diferentes são transportados para um laboratório central, onde são preparados conforme os costumes do país. Após a preparação os constituintes de cada grupo são completamente homogeneizados e congelados. As análises são efetuadas para permitir um monitoramento a longo prazo dos níveis de ingestão de contaminantes e nutrientes da dieta britânica.

2.2.2 Estudo seletivo dos alimentos individuais

O estudo seletivo dos alimentos individuais envolve a análise dos constituintes em alimentos básicos, processados ou não, que junto com os dados de consumo de alimentos permitem a avaliação das ingestões diárias dos nutrientes e contaminantes.

A principal finalidade desse estudo é obter dados de ingestão média de um determinado contaminante de modo a estimar os riscos a uma população. Esse estudo é particularmente adequado para estimar as ingestões de nutrientes ou não em bebês ou crianças, uma vez que os hábitos de consumo de alimentos são invariavelmente mais simples do que em adultos. Além disso, especialmente para crianças menores de 2 anos, os dados de consumo de alimentos disponíveis são amplamente representativos do perfil de consumo para quase o mundo inteiro (FAO/WHO, 1985).

As principais vantagens desse estudo são:

- as ingestões médias dos contaminantes podem ser determinadas para uma população como um todo ou grupo de indivíduos.

- os dados de monitoramento nos alimentos individuais são utilizados diretamente, isto é, é possível uma identificação imediata dos alimentos possivelmente contaminados.

Uma das desvantagens do método é que os alimentos analisados não são preparados conforme os consumos habituais, ou seja os efeitos da preparação e cozimento nos níveis dos nutrientes ou contaminantes não são levados em consideração.

2.2.3 Estudo da porção em duplicata

No método da porção em duplicata, um grupo de pessoas é convidado a participar do estudo, e solicitado a separar uma duplicata de toda refeição efetuada (após preparação), incluindo bebidas e lanches. Todo o prato com os alimentos é pesado antes e após o término de cada refeição. Desse modo, excluem-se as porções não consumidas.

As porções coletadas durante um certo período, que pode variar de um a 7 dias, são misturadas de modo a formar uma dieta completa. Os alimentos são estocados em potes de polietileno que devem ser tratados para evitar uma possível contaminação posterior a coleta. Deve-se manter os alimentos em refrigeradores ou freezers.

As principais vantagens desse estudo incluem:

- as análises são realizadas em uma réplica dos alimentos que são realmente consumidos por um indivíduo.
- dados de consumo de alimentos não são necessários.
- não há necessidade de grandes recursos financeiros.

A principal desvantagem é que os dados obtidos por esse estudo se restringem a uma população pequena. Além disso, uma vez que os alimentos são coletados e misturados em grandes recipientes, não é possível analisar os alimentos individuais ou grupos de alimentos.

Esta amostragem é utilizada principalmente quando se quer estudar grupos específicos. Em alguns casos os grupos são selecionados em instituições universitárias (Mumcu e col.,1988), empresas (Barberá e col.,1989), e muitas vezes ao acaso em residências de uma determinada região de interesse (Ellen e col.,1990; Bro e col.,1990; Liqiang e col.,1991).

Mumcu e col.(1988) analisaram as ingestões de Br, Co, Cs, Fe, K, Na, Rb, Sc, Se, Cr e Zn pela técnica de análise por ativação em dietas da população urbana e rural da Turquia. As porções em duplicata foram coletadas durante 3 dias consecutivos, totalizando 30 amostras. O grupo populacional urbano foi composto por pessoas de renda média pertencentes a universidade, enquanto que o grupo rural era composto por pessoas de renda média baixa, cujo dieta era constituída basicamente de alimentos com alto teor de carboidratos.

Brö e col.(1991) fizeram um amplo estudo da ingestão média das dietas consumidas por 100 homens dinamarqueses (30 a 34 anos), selecionados ao acaso entre a população de 3 áreas (2 urbanas e 1 rural). A amostragem consistiu da coleta de uma dieta de 48 horas, pelo método da porção em duplicata. Foram determinados os constituintes minerais, proteínas, lipídeos e carboidratos. Para avaliar se o método da porção em duplicata representou o hábito da dieta normal, as ingestões de Na, K e N analisadas nas dietas foram comparadas com as obtidas pelas excreções médias totais desses elementos na urina, coletada por 24 horas durante o estudo.

Barberá e col.(1989) estudaram os níveis de ingestão de Cd, Pb, Co, Cr, Ni, Cu, Mn e Zn em dietas de trabalhadores de uma indústria espanhola, que emprega 4350 pessoas. Foram coletadas 25 refeições de um dia pela amostragem de porção em duplicata. Os valores de ingestão foram comparados com os valores recomendados de RDA e com os valores de ingestão

diária tolerável (PTDI), não observando nenhuma ingestão excessiva de Pb e Cd, nem deficiência dos elementos essenciais analisados.

No Brasil os estudos existentes de avaliação dietética fazem a determinação de apenas alguns elementos essenciais, como Fe, Zn, Ca, Cu e Se em dietas regionais brasileiras.

Dantas e Cozzolino(1990) utilizaram os dados do Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF) de 1974, realizado pelo IBGE, para elaborar a ração da dieta de São Paulo para famílias com rendimentos de até 2 salários mínimos. Esse estudo do IBGE é ainda o inquérito do consumo alimentar mais representativo do país. A dieta foi composta de 61 ítems diferentes de alimentos, que foram preparados da forma habitualmente utilizada pela população em estudo. Foi avaliada por meio de estudo em ratos a biodisponibilidade de zinco e determinado na dieta os teores dos elementos Na e K por fotometria de chama, P por colorimetria e Ca, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica.

Outro trabalho baseado nos dados do ENDEF foi realizado por Pedrosa e Cozzolino(1990), que estudaram o efeito da suplementação com ferro na biodisponibilidade de zinco em ração de uma dieta regional do Nordeste, fornecida a ratos. A dieta foi elaborada com alimentos adquiridos em 2 cidades do Rio Grande do Norte, tomando-se como base o consumo médio diário dos alimento na região. Dos elementos analisados, Fe, Ca, Zn e P, apenas zinco e cálcio foram deficientes na dieta.

Harada(1993) preparou uma ração à base de uma dieta experimental elaborada a partir de um inquérito alimentar de 24 horas realizado com 22 alunos da Universidade de São Paulo. Foi solicitado que fossem anotados criteriosamente todos os alimentos ingeridos, com as quantidades estimadas em medidas caseiras. A partir destes dados, foram selecionados

5 alimentos mais representativos da dieta consumida pelos estudantes, para o preparo da ração. Os elementos Ca, Zn, Fe foram analisados pelo método de absorção atômica, enquanto P e Ca foram determinados por colorimetria. A dieta dos alunos apresentaram um acentuado déficit calórico e teores inferiores de Zn, Cu e Fe, os quais, segundo a autora, podem ser corrigidos com um aumento no aporte energético da dieta.

Boaventura(1994) fez a avaliação nutricional relativa ao selênio por fluorimetria, em dietas de 23 estudantes universitários por meio do inquérito do registro alimentar de 3 dias e da análise da duplicata da dieta de um dia. Constatou-se uma ingestão elevada de proteínas e uma eficiência em selênio e energia. Nesse estudo também foram determinadas as ingestões diárias dos elementos Ca, P por colorimetria e Zn por absorção atômica. Os valores de ingestão para Ca e P foram encontrados acima das recomendações da RDA, enquanto zinco ficou em níveis inferiores nas dietas dos estudantes.

Cordeiro(1994) também utilizou a técnica da porção em duplicata para fazer a avaliação de zinco em dietas de idosos institucionalizados. Foram analisadas dietas de 36 idosos coletadas por um período de 3 dias, onde foram determinadas as ingestões dos elementos Zn, Fe e Ca. Os elementos Fe e Zn foram determinados por absorção atômica, enquanto Ca foi analisado por permanganometria, após precipitação com oxalato de amônio. Somente as ingestões de cálcio foram acima dos valores recomendados pela RDA.

A técnica da porção em duplicata também foi utilizada no presente trabalho, para a avaliação dietética dos elementos essenciais e tóxicos em dietas de crianças e idosos da cidade de São Paulo. Como foi salientado, esta técnica é a que fornece resultados mais reais, pois reflete todas as etapas desde os alimentos sofrem antes de serem consumidos.

No Capítulo 3 será feita uma descrição detalhada da metodologia de amostragem da porção em duplicata utilizada para as coletas das dietas das crianças e dos idosos.

CAPÍTULO 3

PARTE EXPERIMENTAL

Neste Capítulo são descritas todas as etapas da coleta e preparação das dietas, salientando-se os cuidados tomados para evitar contaminação em cada uma delas, bem como os procedimentos analíticos adotados para a determinação dos elementos essenciais e tóxicos nas dietas.

3.1 Coleta das dietas pela técnica da porção em duplicata

Em vista da importância dessa etapa, uma vez que ela é fundamental para a obtenção dos dados reais de ingestão dos elementos traço essenciais ou não, foi realizado um trabalho cuidadoso na escolha e preparação de todos os materiais utilizados na coleta, armazenamento e tratamento das amostras.

3.1.1 Tratamento dos recipientes de coleta e dos materiais usados no processamento das amostras

Atualmente, para a análise de elementos traço principalmente em matrizes biológicas, os materiais para recipientes e os instrumentos utilizados para armazenamento e manipulação das amostras são de polietileno, teflon e metais de alta pureza, como o titânio (Parr, 1986).

Por esta razão os recipientes utilizados para a coleta foram constituídos de potes de polietileno para o armazenamento de bebidas, leite, sopas e de alimentos com molho e de sacos de polietileno usados para alimentos sólidos e secos. Estes recipientes foram previamente lavados com água e detergente líquido comum e deixados em ácido nítrico a 20% por 24 horas. Foram então enxaguados várias vezes com bastante água deionizada e por fim com água deionizada e destilada em destilador de quartzo.

Para o processamento das dietas das crianças foi utilizado um multiprocessador de uso doméstico, com copo de polietileno e adaptado com lâminas de titânio, com todas as partes metálicas (como parafusos) revestidas com teflon. Esse cuidado foi tomado para evitar a contaminação dos alimentos pelas partes metálicas do aparelho.

3.1.2 Coleta das dietas das crianças da creche central da USP

3.1.2.1 Creche central da USP

A Creche Central da Universidade de São Paulo, campus São Paulo, recebe aproximadamente 200 crianças, filhos de alunos e funcionários da USP, na faixa etária de 0 a 6 anos.

As crianças permanecem, em sua maioria, o dia inteiro nas dependências da creche. Elas são divididas em 3 módulos, conforme a idade: de 0 a 2 anos (1º módulo), de 3 a 5 anos (2º módulo) e de 5 a 7 anos (3º módulo). São oferecidas 2 refeições completas (almoço e jantar) e 2 lanches, normalmente composto de um copo de suco de fruta com bolacha ou doce.

Como além das refeições realizadas na creche, as crianças se alimentam também em suas casas, foi necessário pedir a ajuda dos pais para a coleta desses alimentos. Para isso foi realizada uma reunião com as funcionárias da creche juntamente com os pais das crianças interessados em participar como voluntários. Durante a reunião foi explicado o objetivo, salientando o papel fundamental que eles exerceriam no sucesso do estudo, uma vez que caberia a eles a coleta das refeições efetuadas pelas crianças nas residências. Foi enfatizado que era muito importante fazer a coleta de uma duplicata de todo alimento consumido, conforme as instruções constantes no Apêndice 1.

Vinte famílias concordaram em participar do estudo, recebendo um conjunto para a coleta, que consistiu de potes de polietileno de 2,5 l para o armazenamento de sucos e de leite, separadamente; de potes e sacos de polietileno para a coleta de alimentos com molhos, como feijão e macarrão e alimentos secos; etiquetas para anotar os nomes dos alimentos; formulário para o preenchimento das refeições efetuadas, com as receitas dos pratos; e por último as instruções de coleta.

Das vinte crianças, apenas uma delas não entregou a dieta consumida em casa. Assim somente 19 dietas foram processadas.

Na Tabela 3.1 são mostradas as médias das idades, pesos e alturas, segundo o sexo das crianças participantes do estudo. Os dados antropométricos de cada criança selecionada são apresentados no Apêndice 2.

Tabela 3.1 Características das crianças da creche central da USP, segundo sexo

Características	Meninos (n= 12)	Meninas (n= 7)	População Total (n = 19)
Idade Média (anos)	5,2 ± 0,9	4,9 ± 1,1	5,1 ± 0,9
Peso (kg)	19,9 ± 4,0	17,4 ± 2,5	19,0 ± 3,6
Altura (cm)	111 ± 7	108 ± 9	110 ± 8

3.1.2.2 Metodologia da coleta

As coletas das dietas na creche e nas respectivas residências foram efetuadas no período de 21/9/92 a 12/11/92, empregando como já foi mencionado anteriormente, a técnica da porção em duplicata, sendo coletados todos os alimentos consumidos na creche e em casa durante três dias.

Para facilitar o acompanhamento das crianças, assim como a coleta das refeições, as 20 crianças foram divididas em 4 grupos, conforme os módulos. Participaram crianças do 2^o e do 3^o módulos.

Para a coleta das dietas tomou-se o cuidado de separar a mesma quantidade dos alimentos fornecidas às crianças e desprezar as quantidades rejeitadas pelas mesmas.

Na semana anterior à coleta de cada grupo, foi fornecido às mães o conjunto de potes e as instruções de coleta. As coletas, normalmente começaram às segunda-feiras. Durante cada refeição e lanche as crianças participantes foram agrupadas para facilitar o acompanhamento.

À medida que cada criança foi servida no refeitório, quantidades iguais das porções foram colocadas em pratos

previamente identificados com os nomes das crianças. Após a refeição, as porções dos alimentos não consumidos foram também retiradas dos pratos marcados. Em seguida as porções foram pesadas, em balança semianalítica de marca Record, acondicionadas em sacos plásticos e potes de polietileno e mantidas em geladeiras e freezer da creche.

Os pais foram devidamente instruídos a procederem da mesma forma com os alimentos consumidos em casa. Esses alimentos foram posteriormente pesados na Supervisão de Radioquímica.

As Figuras 3.1 e 3.2 mostram o refeitório da Creche Central da USP no momento das refeições e a pesagem das porções em duplicatas.

3.1.2.3 Preparação das dietas

Terminado o período de coleta para cada grupo de crianças, todas as duplicatas dos alimentos consumidos dentro e fora da creche, durante os 3 dias, foram agrupadas nos recipientes de polietileno correspondentes (bebidas, arroz, alimentos com molho, frutas).

Os alimentos sólidos, como carnes, legumes, feijão, arroz e frutas foram triturados no multiprocessador, formando assim uma pasta que foi então homogeneizada num liquidificador com as bebidas (leite e sucos). Este procedimento foi realizado para cada dieta separadamente.

As dietas foram liofilizadas em um liofilizador industrial, marca ATLAS MARK, com capacidade de 500 L, da indústria Liotécnica de alimentos liofilizados, sendo mantidas em freezers por 48 horas e depois submetidas a alto vácuo (pressão de 0,1 a 0,3 mmHg) por 24 horas.



Figura 3.1 Refeitório da Creche Central da USP



Figura 3.2 Pesagem das porções em duplicatas

Após a liofilização as dietas foram novamente trituradas no multiprocessador, para obter uma maior homogeneização.

No final do tratamento foram obtidas amostras homogeneizadas, pesando em torno de 2,4 kg, prontas para serem analisadas.

Separou-se uma parte para a esterilização na fonte de Cobalto-60, nas seguintes condições: taxa de dose de 0,942 kGy/h a 15 cm de distância da fonte panorâmica de ^{60}Co e um tempo de exposição de 26,5 horas (Del Mastro, 1995).

3.1.2.4 Teste de homogeneidade

Para verificar a homogeneidade das amostras de dieta preparadas, adotou-se o procedimento proposto por Kucera e Soukal (1989), que testaram a homogeneidade de novos materiais de referência. Segundo os autores, a homogeneidade pode ser verificada analisando elementos para os quais obtém-se desvios padrão relativos teóricos em torno de 3%.

Assim, foram feitas determinações dos teores de Na, Mn e K em 5 alíquotas, obtidas do seguinte modo: tomou-se uma das dietas liofilizadas e dividiu-se aleatoriamente em cinco porções, de aproximadamente 10 g cada. Em seguida, pesaram-se 5 diferentes alíquotas de 150 a 200 mg de cada porção. Aplicou-se o método de análise por ativação instrumental para a análise desses elementos. Verificou-se pelas análises que foram obtidas dietas homogêneas (os desvios padrão relativos obtidos foram em torno de 3 a 5%).

3.1.2.5 Composição percentual média das dietas das crianças

Durante as coletas foram feitas anotações, discriminando o tipo e a quantidade de alimentos consumidos em cada refeição.

A Tabela 3.2 e a Figura 3.3 apresentam a distribuição da composição média em peso das 19 dietas das crianças, segundo os principais grupos de alimentos consumidos.

Tabela 3.2 Composição média percentual das dietas das crianças da creche da USP, em grupos de alimentos consumidos por 3 dias.

Grupos de alimentos	Quantidade (%)
Leite e Derivados	27,0
Arroz	7,2
Feijão	6,8
Carnes/Ovos	6,5
Macarrão/Batata/verduras	12,0
Pão e biscoitos	5,8
Frutas	7,1
Sucos/Refrigerantes	20,2
Doces	7,4

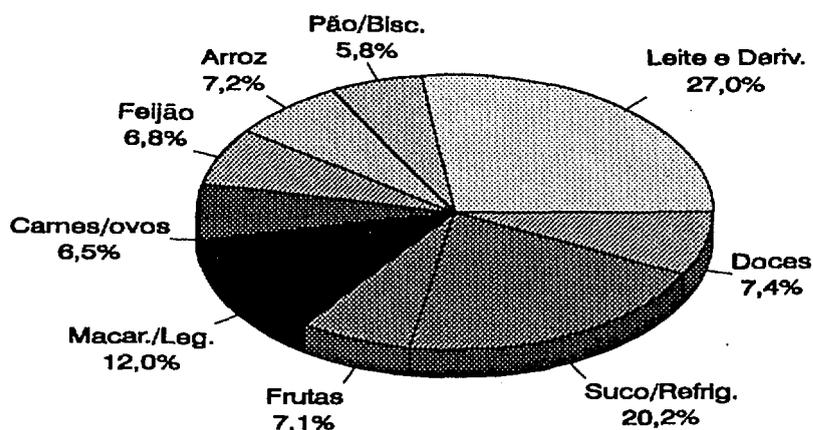


Figura 3.3 Composição percentual média das dietas das crianças

3.1.3 Coleta das dietas dos idosos

3.1.3.1 Metodologia de coleta

A coleta das dietas dos idosos foi efetuada pela Msc. Maria Bernarda C. Cordeiro, da Faculdade de Nutrição Experimental da USP, para o seu trabalho de Mestrado (Cordeiro, 1994).

O estudo foi conduzido em 36 indivíduos, selecionados de um total de 100 pessoas idosas residentes em três instituições particulares situadas no Município de São Paulo. Para esse trabalho foram fornecidos dietas de 23 idosos, cujas características médias são apresentadas na Tabela 3.3. As características individuais de cada idoso são apresentadas no Apêndice 4.

Tabela 3.3 Características dos idosos institucionalizados em casas de repouso no Município de São Paulo, segundo sexo

Características	Homens (n = 7)	Mulheres (n = 16)	População Total (n = 23)
Idade Média (anos)	83,9 ± 9,4	83,1 ± 6,0	83,9 ± 6,6
Peso (kg)	66,1 ± 15,8	52,4 ± 11,3	54,9 ± 18,6
Altura (cm)	164,4 ± 6,7	152,8 ± 8,2	157,1 ± 9,7

Foram utilizados alguns critérios para a seleção dos idosos, como: ter idade igual ou superior a 60 anos; ter um tempo de institucionalização igual ou maior a 3 meses; ter ausência de doenças tais como câncer, diabetes mellitus, distúrbios digestivos, infecções e procedimentos cirúrgicos recentes; e finalmente ausência de suplementação de zinco e/ou uso de medicamentos que pudessem interferir na absorção do zinco.

As dietas dos idosos foram também coletadas através da técnica da porção em duplicata. Todos os alimentos e bebidas oferecidos pela instituição, nas 24 h/dia, durante 3 dias, foram coletados no momento das refeições.

As duplicatas de cada refeição foram colocadas em pratos individuais previamente identificados. Os alimentos que permaneceram no prato dos idosos, após o término de cada refeição, também foram coletados, pesados como resto alimentar e deduzidos das suas respectivas porções alimentares. Em seguida as porções foram acondicionadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, pesados em balança digital (Acatec mod. BEC 100) e conservadas em freezer.

3.1.3.2 Preparação das dietas

As dietas dos idosos foram secadas em estufa ventilada a 50 °C, por cerca de 12 horas, pesadas e pulverizadas em moedor de facas de aço inox, homogeneizadas no Departamento de Nutrição Experimental da USP e conservadas separadamente em sacos plásticos hermeticamente fechados em geladeiras a 4 °C até a posterior análise.

3.1.3.3 Composição percentual média das dietas dos idosos

A Tabela 3.4 e a Figura 3.4 mostram a composição percentual média das dietas dos idosos, oferecidas nas casas de repouso do Município de São Paulo, segundo grupo de alimentos. Os dados foram extraídos da Dissertação de Mestrado de Cordeiro (1994).

Tabela 3.4 Composição média percentual das dietas oferecida aos indivíduos idosos em casas de repouso do Município de São Paulo, em grupos de alimentos consumidos por 3 dias.

Componentes	Quantidade (%)
Gorduras/ Óleos/Açúcares	16,0
Leite e Derivados	13,8
Carnes/Ovos/Feijão	12,8
Verduras	8,4
Frutas	19,6
Pães/Cereais/Massas	27,8
Miscelâneas (café/chá/sal)	1,8

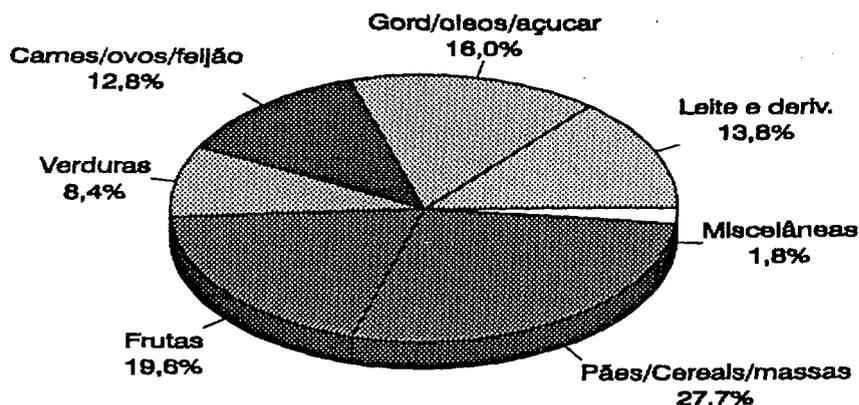


Figura 3.4 Composição percentual das dietas dos idosos

3.1.4 Determinação do teor de umidade das amostras de dietas e dos materiais de referência

O cálculo das concentrações dos elementos analisados nas amostras é feito em base seca. Para a determinação do teor de umidade das dietas das crianças e dos idosos, sequeu-se cerca de 1 grama de cada amostra em estufa à 105°C até peso constante (Adolfo Lutz, 1985).

Para a determinação do teor de umidade dos materiais de referência analisados no presente trabalho, seguiram-se os procedimentos fornecidos pelos certificados de análise para cada material.

3.1.5 Determinação do teor de cinzas

A determinação do teor de cinzas nas dietas foi feita por gravimetria após deixar as amostras em mufla a 550°C por 8 horas (Adolfo Lutz, 1985).

3.1.6 Determinação do teor de proteínas

O teor de proteínas é obtido pela determinação do teor de nitrogênio total presente nas dietas. O método de micro-

Kjeldahl, utilizado para a determinação de N total, baseia-se na destruição da matéria orgânica com H_2SO_4 concentrado, seguida de destilação da amônia, sendo o nitrogênio dosado por titulação volumétrica (AOAC, 1984).

3.1.7 Determinação do teor de lipídeos

O teor de lipídeos ou extrato etéreo foi determinado por gravimetria em extrator intermitente de Soxhlet, utilizando-se éter etílico como solvente (Adolfo Lutz, 1985).

3.1.8 Determinação do teor de fibras

O teor de fibras foi determinado por método enzimático, onde celite 545, usado como filtro, foi substituído por lã de vidro (Cordeiro, 1994).

3.2 Análise das dietas pelo método de análise por ativação

As amostras de dietas foram analisadas usando-se o método comparativo de análise por ativação com nêutrons (AAN).

Como o objetivo não é descrever os pormenores do método, visto que podem ser encontrados em vários livros textos (De Soete, 1972; Alfassi, 1990), será apresentado apenas em linhas gerais o método analítico aplicado.

A AAN comparativa consiste em submeter simultaneamente a amostra e padrão a um fluxo de nêutrons provenientes de um reator nuclear ou outra fonte de nêutrons. Os elementos constituintes da amostra e do padrão interagem com esses nêutrons por meio de reações nucleares formando isótopos radioativos. Cada isótopo radioativo formado neste processo

tem características de emissão (tipo, meia vida e energia) próprias.

A detecção dos radionuclídeos formados é feita por espectrometria gama, utilizando detectores semicondutores de Ge hiperpuro ou de Germânio-Lítio, que possuem elevado poder de resolução, permitindo análises multielementares.

Os espectros de raios gama obtidos são analisados por programas de computação especialmente desenvolvidos para esta finalidade, que são capazes de localizar os fotopicos, determinar suas energias e calcular a sua área.

O número de desintegrações detectadas para uma dada energia é diretamente proporcional à quantidade do isótopo alvo existente na amostra.

A concentração de um elemento pode ser obtida pelo cálculo da área do pico associado ao radioisótopo formado na ativação da amostra e de um padrão de massa conhecida.

O método de análise por ativação, aplicado nas análises das dietas, pode ser dividido em análise não destrutiva ou análise por ativação com nêutrons instrumental (AANI) e análise com separação radioquímica (AANR).

3.2.1 Análise por ativação com nêutrons instrumental (AANI)

3.2.1.1 Reagentes utilizados

Os reagentes utilizados foram de grau analítico :

- Ácido nítrico 65% Merck-
- Ácido fluorídrico Merck
- Ácido sulfúrico Merck

- Ácido clorídrico Merck
- Sais, metais e óxidos suprapuros dos elementos K, Br, Na, Cl, Co, Cr, Fe, Mn, Sb, Se, Sc e Zn

3.2.1.2 Equipamentos utilizados

- Balança analítica, marca Mettler com precisão de $5 \cdot 10^{-5}$ g.
- Sistema de espectrometria de raios gama, composto por um detector de Ge hiperpuro modelo POP TOP da EG&ORTEC com 20% de eficiência e resolução de 1,9 keV para o fotopico de 1332,49 keV do ^{60}Co . Ao detector é acoplado um sistema eletrônico composto de multicanal, fonte de alta tensão, amplificador e um microcomputador compatível com IBM/PC para a análise dos espectros gama, da Supervisão de Radióquímica do IPEN/CNEN-SP.

3.2.1.3 Preparação de padrões

Quando se utiliza a forma comparativa do método de análise por ativação com nêutrons, a exatidão dos resultados está intimamente associada à qualidade dos padrões utilizados.

Desta maneira procurou-se utilizar sais e óxidos suprapuros para a preparação das soluções padrão dos elementos a serem analisados, dissolvidos em ácidos puros e bi-destilados, de preferência ácido nítrico, e/ou em água destilada em destilador de quartzo.

Alíquotas apropriadas das soluções multielementares foram pipetadas sobre papel de filtro Whatman 41, e secadas

sob lâmpadas de raios infravermelhos ou à temperatura ambiente, dependendo da volatilidade do elemento e colocados em envelopes de polietileno, previamente limpos conforme descrito no item 3.1.1.

Para diminuir o número de padrões a serem manipulados nas análises, foram preparadas soluções multielementares agrupando as soluções individuais, como apresentado na Tabela 3.5. Esses elementos foram agrupados segundo as características nucleares como os valores de suas energias e meias-vida.

3.2.1.4 Irradiação e medida das amostras de dietas e padrão

Cerca de 100 a 200 mg de dieta foram pesadas em envelopes de polietileno e irradiadas juntamente com os padrões multielementares em várias condições de irradiação no reator nuclear IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP. A Tabela 3.6 dá as condições experimentais para a determinação de cada radioisótopo analisado por AANI nas dietas. Os valores das energias e as constantes nucleares utilizados para a identificação dos radioisótopos são apresentados no Anexo 1.

As atividades induzidas foram medidas em espectrômetros de raios gama após tempos de decaimentos adequados.

A análise dos espectros foi feita utilizando o programa Vispect, em linguagem TURBO BASIC, desenvolvido pelo Dr.D.Piccot, do laboratório de Pierre Sue, Centro de Estudos de Saclay, França.

Tabela 3.5: Soluções padrão dos elementos analisados por AANI

Grupo	Elemento	Sal	Tratamento Prévio	Dissolução	Massa Irradiada (μg)
	Na	NaCl (Merck)	800°C - 10min	H ₂ O dest.	130,1
G-1	Cl	NaCl (Merck)	800°C - 10min	H ₂ O dest.	200,6
	Mn	MnO ₂ (JM)	105°C - 2h	HNO ₃ e H ₂ O ₂	13,4
G-2	Br	KBr (Merck)	-	H ₂ O dest.	115,8
G-3	K	K ₂ CO ₃ (Aldrich)	-	H ₂ O dest.	1060
G-4	Ca	CaO (Aldrich)	-	HNO ₃ c/aquec.	1084
	Fe	Fe _{pó} (JM)	-	HNO ₃ e H ₂ O ₂ c/aquec.	439
G-5	Se	SeO ₂ (JM)	-	H ₂ O dest.	0,401
	Zn	ZnO (JM)	105°C - 2h	HCl e HNO ₃ c/aquec.	22,6
	Co	Co _{pó} (Aldrich)	-	HNO ₃ c/aquec.	0,524
	Cr	Cr _{metal} (JM)	lavagem c/HF	H ₂ SO ₄ e HF c/aquec.	2,44
G-6	Rb	RbCl (JM)	-	H ₂ O dest.	9,81
	Cs	CsCl (Merck)	90°C - 10h	H ₂ O dest.	0,503
	Sb	Sb _{pó} (Aldrich)	-	HNO ₃ e HCl	1,59
	Sc	Sc ₂ O ₃ (JM)	800°C - 2h	HNO ₃ c/aquec.	0,189

Tabela 3.6 Condições das análises realizadas por AANI

T _{Irradiação}	Fluxo de nêutrons n cm ⁻² s ⁻¹	T _{Dcaimento}	T _{Medida}	Radioisótopo medido
5 minutos	5x10 ¹¹	10-20 min	10-30 min	²⁴ Na, ³⁸ Cl, ⁵⁶ Mn
15 minutos	5x10 ¹²	1 dia	60 min	⁴² K, ⁸² Br
8 horas	1x10 ¹³	10 dias	12 horas	⁴⁷ Ca, ⁵¹ Cr, ⁶⁰ Co ¹³⁴ Cs, ⁵⁹ Fe, ⁸⁷ Rb ⁷⁵ Se, ⁴⁶ Sc, ⁶⁵ Zn

3.2.2 Análise por ativação com nêutrons com separação radioquímica (AANR)

Como foi mencionado no Capítulo 1, a determinação dos elementos presentes em concentrações muito baixas, como As, Cd, Mo em amostras de alimentos, necessita empregar uma separação radioquímica para eliminar os principais interferentes do método, que são ²⁴Na e ³²P, em amostras biológicas.

O procedimento de separação radioquímica que permitiu a eliminação dos principais interferentes, consiste na retenção de Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, Th, U, W e Zn por troca iônica na resina quelante Chelex 100, em meio de HAC-NH₄Ac 0,1M a pH 4,8 e retenção de As e Se no trocador inorgânico TDO em HCl 6M.

3.2.2.1 Reagentes utilizados

Todos os reagentes utilizados foram novamente de grau analítico ou suprapuros :

- Ácidos concentrados Merck: HNO_3 , HF, HCl, HAc
- Acetato de Amônio, Baker PA
- Soluções padrão primárias da British Drug House (BDH) dos elementos As, Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, Se, U, Th, W e Zn de grau suprapuros. As concentrações dessas soluções variaram de (10000 ± 50) mg/mL para o Fe e (1000 ± 2) mg/mL para o restante
- Resina Chelex 100 na forma Na^+ (100 - 200 mesh)-Bio-rad Laboratories
- Trocador Inorgânico : Dióxido de estanho TDO - Carlo Erba

3.2.2.2 Materiais utilizados

- Colunas de polietileno da Carlo Erba de 12 cm de altura, 1 cm de diâmetro interno com reservatório de 50 mL
- Bombas Parr: copo de 25 mL e tampa de teflon , dentro de copo de aço inox com tampa rosqueável
- Frascos de cintilação de 20 mL para contagem da resina Chelex e do trocador TDO no espectrômetro de raios gama

3.2.2.3 Equipamentos utilizados

- Balança analítica, marca Mettler com precisão de $5 \cdot 10^{-5}$ g
- Estufa Fanem de 50 a 200 °C
- Timer programável- Kienzle para controlar o tempo da dissolução na estufa
- Medidor digital de pH da marca Chemcadet
- Sistemas de espectrometria de raios gama, compostos por:

- Detector de Ge POP TOP GMX com 20% de eficiência e resolução de 1,93 keV no pico de 1332,49 keV do ^{60}Co , acoplado a um analisador multicanal ADCAM TM e a eletrônica associada, pertencentes ao Centro de Radiochimica e Analisi per Attivazione, Pavia, Itália.
- Detector de Ge hiperpuro modelo POP TOP da EG&ORTEC com eficiência de 20% e resolução de 1,9 keV para o fotopico de 1332,49 keV do ^{60}Co . Ao detector é acoplado um sistema eletrônico composto de multicanal, fonte de alta tensão, amplificador e um microcomputador compatível com IBM/PC para a análise dos espectros gama, da Supervisão de Radioquímica.

3.2.2.4 Preparação e irradiação das amostras e do padrão

Foi preparada uma solução padrão multielementar de As, Cd, Cr, Co, Fe, Mo, Sb, Se, U, Th, W e Zn, a partir da diluição a volumes apropriados de soluções padrão elementares da BDH (British Drug House).

Para a separação radioquímica, as amostras das dietas e 400 μL da solução padrão foram irradiadas em ampolas de quartzo, previamente lavadas com ácido nítrico, por 8 horas em fluxos de $10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no reator TRIGA MARK II da Universidade de Pavia, Itália e no reator IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP.

Foram irradiadas 3 ampolas em cada recipiente de irradiação (2 amostras e 1 padrão).

3.2.2.5 Preparação das colunas

As colunas de polietileno da Carlo Erba foram utilizadas para a retenção dos elementos na resina Chelex 100 e no trocador inorgânico TDO. Duas colunas foram colocadas em série para a percolação das soluções cargas.

A resina Chelex 100 (volume de 5 mL) foi condicionada com 20 mL de HNO_3 2 M, 40 mL de NH_4OH 1 M a 50°C , e então lavada com 50 mL de água destilada à temperatura ambiente. Este procedimento permitiu transformar a resina da forma Na^+ para a forma NH_4^+ , para a retenção dos elementos de interesse. Antes da percolação da solução carga, a coluna da Chelex 100 foi condicionada com 50 mL de solução tampão ácido acético-acetato de amônio.

O trocador inorgânico TDO (dióxido de estanho) foi primeiramente lavado com água deionizada, para a retirada dos finos. Após a lavagem foi deixado em solução de HCl 6 M por 24 horas, antes de ser utilizado. Para o condicionamento da coluna duas alíquotas de 15 mL de HCl 6M foram percoladas na coluna de TDO, antes do processamento.

3.2.2.6 Procedimento de separação radioquímica

As ampolas de quartzo das amostras e do padrão multielementar irradiadas por 8 horas, foram resfriadas em nitrogênio líquido, antes de serem abertas, após 1 a 2 dias de decaimento radioativo. As amostras foram transferidas para um copo de teflon com 5 mL de ácido nítrico e 100 μL de soluções de carregadores (com cerca de 50 a 100 μg de cada elemento de interesse).

O copo de teflon foi colocado numa bomba de aço inox (Bomba Parr) e esse conjunto foi deixado numa estufa a 150°C

por 10 horas. O mesmo procedimento foi adotado para o padrão, onde 50 μL da solução irradiada foi pipetada em 100 mg de dieta não irradiada. Após as 10 horas de aquecimento, a estufa foi desligada por meio de um timer programável durante a noite. Isto permitiu que se pudesse abrir as bombas de aço inox, já à temperatura ambiente, na manhã seguinte para o processamento químico.

O copo de teflon contendo a solução dissolvida, foi retirado da bomba de aço inox e foi adicionado 1 mL de HF à solução dissolvida, para assegurar que o resíduo de sílica, se houvesse, fosse totalmente eliminado. A solução foi levada quase a secura por evaporação controlada a 60 °C, para evitar perdas dos elementos voláteis.

O resíduo foi retomado com 10 mL de solução tampão de ácido acético 0,1 M - acetato de amônio 0,1 M a pH 4,8. Obteve-se assim solução límpida.

A solução tamponada foi então percolada na coluna com resina Chelex 100 (previamente condicionada com 50 mL da solução tampão) e, na coluna de TDO (previamente condicionada com 30 mL de HCl 6 M), colocadas em série.

Durante a percolação da solução carga, ácido clorídrico foi gotejado na coluna de TDO, de modo a manter sempre a solução em meio HCl 6 M.

Os elementos Cd, Cr, Mo, W, U, Th, Sb, Fe, Zn e Co foram retidos quantitativamente na resina Chelex 100, enquanto os elementos As e Se foram retidos na coluna de TDO.

A resina Chelex 100, após lavagem com 100 mL com a solução tamponada foi transferida para um frasco de cintilação para contagem no espectrômetro de raios gama.

3.2.2.7 Determinação do rendimento químico da separação radioquímica

O procedimento de separação radioquímica foi testado com traçadores radioativos dos elementos de interesse para checar o rendimento de separação desses elementos após todo o processo analítico. Os radioisótopos ^{76}As (26,32h), ^{115}Cd - $^{115\text{m}}\text{In}$ (53,46h), ^{60}Co (5,27a), ^{51}Cr (27,7d), ^{59}Fe (44,5d), ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (65,94h), ^{122}Sb (2,70d), ^{75}Se (119,77d), ^{233}Pa (27,0d), ^{239}Np (2,36d), ^{186}W (23,9d) e ^{65}Zn (243,9d) foram utilizados para esse estudo. Alíquotas apropriadas de soluções desses traçadores foram pipetadas em copos de teflon contendo cerca de 200 mg de dieta não irradiada e ácido nítrico e foram processados conforme descrito no item 3.2.2.6.

Os experimentos com traçadores mostraram rendimentos de recuperação bastante altos e constantes para quase todos os elementos, exceto para o arsênio, para o qual o rendimento foi de 50%. Para os outros elementos foram obtidos os seguintes rendimentos: (95±3)% Cd, (98±2)% Co, (97±3)% Cr, (95±4)% Fe, (97±4)% Sb, (96±4)% Se, (96±5)% Th, (96±4)% U, (95±4)% W e (96±4)% Zn.

3.3 Validação dos procedimentos analíticos

A validação dos procedimentos analíticos foi feita por meio da análise de materiais de referência biológicos certificados do NIST, a saber: Oyster Tissue SRM 1560a, Total Diet SRM 1548, Citrus Leaves SRM 1572, Peach Leaves SRM 1547, Apple Leaves SRM 1515 e Spinach IAEA 331. Esses materiais foram analisados por AANI e AANR, nas mesmas condições utilizadas para as análises das dietas das crianças e dos idosos, descritas nos itens 3.2.1 e 3.2.2.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em primeiro lugar são apresentados os resultados da composição centesimal e os teores de proteína, lipídeos e carboidratos e faz-se uma discussão da adequação das dietas em relação a esses nutrientes.

O estudo da exatidão e precisão para cada método utilizado é mostrado através dos resultados das análises dos materiais de referência certificados.

A seguir são apresentados os resultados dos elementos determinados nas dietas das crianças e dos idosos analisadas pelos métodos de análise por ativação com nêutrons instrumental e com separação radioquímica.

Os valores de limites de detecção para cada elemento determinado por ambos os métodos analíticos, são calculados pelo critério de Currie (Currie, 1968).

Uma vez que foi possível no presente trabalho determinar vários elementos pelos dois métodos, faz-se uma comparação dos resultados obtidos, empregando o critério t de Student.

4.1 Adequação das dietas analisadas em relação a proteínas, lipídeos e carboidratos

Uma dieta alimentar balanceada e adequada, essencial para a manutenção das atividades metabólicas do organismo, depende da diversidade dos alimentos que a compõe. Assim sendo, para a composição de uma dieta deve-se considerar tanto a qualidade como a quantidade dos alimentos, para garantir o suprimento de energia e nutrientes a níveis que possam atender às necessidades dos indivíduos.

Analisando o consumo alimentar dos grupos estudados, observa-se que para as dietas das crianças os grupos de leite e derivados e dos sucos e refrigerantes, seguidos pelo grupo de macarrão, batatas e verduras contribuíram com os maiores percentuais das dietas (Tabela 3.4), enquanto que o grupo de pães, cereais e massas foi a base das dietas dos idosos (Tabela 3.5). Houve uma predominância de alimentos de origem vegetal nas dietas dos idosos, ao contrário das dietas das crianças onde o consumo de leite e derivados foi elevado.

Conforme pode-se observar pelas Tabelas 4.1 e 4.2, onde são mostradas as composições centesimais médias determinadas nas dietas das crianças e dos idosos, respectivamente, as necessidades calóricas não foram alcançadas. O valor de energia foi calculado a partir dos teores das frações de proteínas, lipídeos e carboidratos, utilizando-se os coeficientes específicos que levam em consideração os calores de combustão 4, 9 e 4 kcal, respectivamente.

Os Apêndices 3 e 5 dão os valores individuais dos teores de proteínas, lipídeos, carboidratos e energia determinados para as dietas das crianças e dos idosos, respectivamente.

Tabela 4.1 Composição e adequação das dietas das crianças

Componentes da dieta	Total diário ^(a)	Recomendações ^(b)	% Adequação
Energia ^(c) (kcal)	866,0	1800	48,1
Proteínas (g)	32,7	24	136
Lipídeos (g)	28,1	-	-
Carboidratos c/fração fibra(g)	120,7	-	-
Umidade (%)	5,22	-	-
Cinzas (%)	3,42	-	-

(a) Para uma ingestão média de 790g/dia

(b) Valores de RDA para crianças de 4 a 6 anos (RDA, 1989)

(c) Valor de energia calculado considerando a fração de carboidratos com a fração fibras juntos

Tabela 4.2 Composição e adequação das dietas dos idosos

Componentes da dieta	Total diário ^(a)	Recomendações ^(b)		% Adequação	
		H	M	H	M
Energia (kcal)	851,2	2300	1900	37,0	44,8
Proteínas (g)	28,0	63	50	44,4	56,0
Lipídeos (g)	19,8	-	-	-	-
Carboidratos (g)	139,3	-	-	-	-
Fibras (g)	10,8	12	12	90	90
Umidade (%)	4,78	-	-	-	-
Cinzas (%)	3,00	-	-	-	-

(a) Para uma ingestão média de 753,3 g/dia

(b) Valores de RDA para homens e mulheres acima de 51 anos (RDA, 1989)

Os consumos de energia determinados foram baixos em relação aos valores preconizados pela RDA, para as faixas etárias estudadas.

As dietas das crianças apresentaram um déficit calórico de 48,1%, mesmo considerando a fração fibras junto com o

carboidrato para o cálculo da energia total das dietas das crianças, cujo valor está superestimado (Tabela 4.1). O mesmo foi verificado nas dietas dos idosos, cujos déficits foram de 37% e 44,8% para homens e mulheres, respectivamente (Tabela 4.2). Essas deficiências calóricas foram também verificadas em outras dietas brasileiras (Dantas e Cozzolino, 1990; Harada, 1994).

O teor de proteínas encontra-se em níveis superiores aos recomendados nas dietas das crianças, uma vez que o consumo de leites e derivados, altamente proteicos, foi elevado. No entanto nas dietas dos idosos, onde o consumo de alimentos de origem vegetal foi maior, houve um déficit proteico de 44,4% e 56,0% para homens e mulheres, respectivamente.

4.2 Resultados dos elementos determinados pelo método de análise por ativação com nêutrons instrumental (AANI)

4.2.1 Resultados das análises dos materiais de referência biológicos por AANI:

A precisão e a exatidão do método de AANI foram avaliadas pela análise dos materiais de referência biológicos: Total Diet SRM 1548 e Oyster Tissue SRM 1566a, Citrus Leaves SRM 1572, todos do NIST, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.3, juntamente com os valores certificados.

Verifica-se por meio desses dados que, para os três materiais analisados, os erros relativos foram baixos, sendo menores que 5% para a maioria dos elementos determinados. Os casos menos favoráveis foram para o cloro e cálcio no Oyster Tissue, em 12%.

Tabela 4.3 Resultados das análises dos materiais de referência Oyster Tissue SRM 1560a, Total Diet SRM 1548 e Citrus Leaves SRM 1572 por AANI (peso seco)

Elemento	Média ± Desvio Padrão											
	Oyster Tissue SRM 1560a (NIST, 1989)				Total Diet SRM 1548 (NIST, 1990)				Citrus Leaves SRM 1572 (NIST, 1982)			
	Este trabalho (n = 6)	DP rel. %	Erro rel. %	Valor Certificado	Este trabalho (n = 5)	DP rel. %	Erro rel. %	Valor Certificado	Este trabalho (n = 5)	DP rel. %	Erro rel. %	Valor Certificado
Br µg/g	55,8 ± 2,1	3,8		(55)	7,9 ± 0,7	8,9		-	8,15 ± 0,07	0,9		(8,2)
Ca mg/kg	1,72 ± 0,13	7,6	12	1,96 ± 0,19	1,84 ± 0,16	8,7	5,7	1,74 ± 0,07	31,8 ± 0,2	0,6	1,0	31,5 ± 1,0
Cl mg/kg	9,3 ± 0,6	6,6	12	8,29 ± 0,14	8,39 ± 0,24	2,9	3,6	8,7 ± 0,4	0,376 ± 0,06	15		(0,414)
Co ng/g	565 ± 68	12,0	0,9	570 ± 110	42,7 ± 7,0	16		-	nd			(0,020)
Cr µg/g	1,47 ± 0,13	8,8	2,8	1,43 ± 0,46	0,101 ± 0,012	12		-	0,72 ± 0,06	8,3	10	0,8 ± 0,2
Cs ng/g	21,5 ± 2,8	13,0		(20)	15,7 ± 1,1	7,0		(14)	nd			(98)
Fe µg/g	498 ± 16	3,2	7,6	539 ± 15	30,6 ± 2,0	6,5	6,1	32,6 ± 3,6	79,9 ± 1,1	1,4	11	90 ± 10
K mg/kg	7,52 ± 0,14	1,9	4,8	7,90 ± 0,47	5,93 ± 0,13	2,2	2	6,06 ± 0,28	16,3 ± 1,6	9,8	10	18,2 ± 0,6
Mn µg/g	12,1 ± 1,1	9,1	1,6	12,3 ± 1,5	5,3 ± 0,4	7,6	1,9	5,2 ± 0,4	21 ± 1	4,8	8,7	23 ± 2
Na mg/kg	4,25 ± 0,49	12	1,9	4,17 ± 0,13	6,70 ± 0,29	4,3	7,2	6,25 ± 0,26	0,157 ± 0,02	13	1,9	0,160 ± 0,02
Rb µg/g	2,6 ± 0,2	7,7		(3)	4,5 ± 0,2	4,4		(4,8)	4,65 ± 0,08	1,7	3,9	4,84 ± 0,06
Se µg/g	2,25 ± 0,13	5,8	1,8	2,21 ± 0,24	0,252 ± 0,008	3,2	2,9	0,245 ± 0,005	nd			(0,025)
Zn µg/g	791 ± 23	2,9	4,7	830 ± 57	30,5 ± 0,8	2,6	1,0	30,8 ± 1,1	28,1 ± 1,5	5,3	3,1	29 ± 2

n : número de determinações individuais

() Valores não certificados

nd: Elemento não determinado

Com relação à precisão, os valores foram relativamente bons, abaixo dos 10%, exceto para cloro e sódio no Citrus Leaves, césio e cobalto no Oyster Tissue e crômio e cobalto no Total Diet. Porém os valores estiveram abaixo dos 16%, considerados bastante razoáveis a estes níveis de concentrações em que os elementos estão presentes nos materiais biológicos.

Com base nesses resultados podemos afirmar que o método de análise por ativação com nêutrons instrumental, empregado nas condições do presente trabalho, mostra-se bastante adequado para análise dos constituintes inorgânicos nas amostras das dietas.

4.2.2 Resultados das análises das dietas das crianças

Uma vez obtidas as melhores condições de análise pelo método de ativação com nêutrons instrumental, conforme o item 3.2.1 do Capítulo 3, efetuaram-se as análises das dietas.

A Tabela 4.4 mostra os valores médios e os desvios padrão e os intervalos das concentrações dos elementos presentes em maiores concentrações Ca, Cl, K e Na (mg/g) e dos elementos traço Br, Fe, Mn, Rb e Zn ($\mu\text{g/g}$) e Cr, Co, Cs, Se e Sc (ng/g), obtidas nas análises das 19 dietas das crianças da Creche da USP pelo método de análise por ativação instrumental. As concentrações variaram de 27,5 mg/g para o Cl a 1,1 ng/g para o Sc, para as 19 dietas consumidas pelas crianças durante os 3 dias de coleta. Com os valores das concentrações em peso seco por dia e do consumo de alimento de cada criança (em torno de 200 g de dieta seca/dia), foram calculadas as ingestões diárias para cada elemento analisado. Os valores médios das ingestões diárias são apresentados na Tabela 4.5, juntamente com os valores mínimos, máximos e medianas.

No apêndice 6 são apresentados os valores individuais das concentrações em peso seco para os elementos analisados em todas as dietas das crianças pelo método de AANI.

Tabela 4.4 - Resultados das análises das dietas das crianças da creche da USP por AANI (peso seco)

Elemento	Média \pm DP (n=19)	Intervalo de Concentração	Mediana
Br μ g/g	9,2 \pm 3,0	5,5 - 16,6	8,0
Ca mg/g	2,2 \pm 0,7	1,3 - 4,0	2,0
Cl mg/g	13,5 \pm 5,0	4,6 - 27,5	13,7
Co ng/g	50,8 \pm 15,8	23,2 - 84,1	46,4
Cr ng/g	105 \pm 41	30 - 198	99
Cs ng/g	85,0 \pm 24,7	58,6 - 154,3	78
Fe μ g/g	26,6 \pm 3,9	22,4 - 37,3	27,0
K mg/g	7,1 \pm 1,3	5,1 - 9,3	7,0
Mn μ g/g	7,3 \pm 2,6	4,6 - 14,8	6,7
Na mg/g	7,6 \pm 1,7	5,0 - 10,6	7,3
Rb μ g/g	11,9 \pm 2,7	7,5 - 18,6	12,5
Se ng/g	133 \pm 32	88 - 223	129
Sc ng/g	1,9 \pm 0,9	1,1 - 5,0	1,7
Zn μ g/g	24,5 \pm 4,5	18,6 - 33,3	24,7

n : número de amostras analisadas

Tabela 4.5 - Valores médios das ingestões diárias das dietas das crianças da creche da USP - AANI

Elemento	Média \pm DP	Intervalo	Mediana
Br mg/d	1,8 \pm 0,6	1,0 - 3,7	1,8
Ca mg/d	438 \pm 143	241 - 777	438
Cl mg/d	2725 \pm 1261	971 - 6258	2569
Co μ g/d	10,2 \pm 4,1	4,1 - 19,6	9,5
Cr μ g/d	20,6 \pm 8,1	6,2 - 38,8	20,0
Cs μ g/d	16,6 \pm 4,4	10,6 - 25,6	16,5
Fe mg/d	5,3 \pm 1,0	4,2 - 7,5	4,9
K mg/d	1408 \pm 340	946 - 2176	1339
Mn mg/d	1,5 \pm 0,5	0,8 - 2,6	1,4
Na mg/d	1502 \pm 408	872 - 2407	1394
Rb mg/d	2,4 \pm 0,5	1,6 - 3,1	2,3
Se μ g/d	26,3 \pm 7,3	15,9 - 39,7	24,1
Sc μ g/d	0,385 \pm 0,211	0,206 - 1,131	0,315
Zn mg/d	4,8 \pm 1,1	3,3 - 7,4	4,6

4.2.3 Resultado das análises das dietas dos idosos

As Tabelas 4.6 e 4.7 mostram respectivamente os valores de concentração e ingestão diária médios, seus valores máximos, mínimos e medianas das amostras de dietas dos idosos. Os valores individuais das concentrações em peso seco para os elementos determinados por AANI para as dietas dos idosos, analisados no presente trabalho, são apresentados no Apêndice 7.

Tabela 4.6 - Resultados das análises das dietas dos idosos
por AANI (peso seco)

Elemento	Média \pm DP (n)	Intervalo de concentração	Mediana
Br $\mu\text{g/g}$	8,1 \pm 1,6 (21)	3,9 - 12,2	7,9
Ca mg/g	1,6 \pm 0,3 (23)	1,0 - 2,4	1,6
Cl mg/g	9,0 \pm 1,1 (23)	7,4 - 11,0	8,9
Co ng/g	50,4 \pm 14,3 (23)	27,6 - 79,1	53,1
Cr ng/g	907 \pm 554 (23)	216 - 2318	808
Cs ng/g	71 \pm 20 (19)	53 - 131	62
K mg/g	5,2 \pm 1,0 (21)	3,0 - 7,2	5,3
Fe $\mu\text{g/g}$	24,3 \pm 5,9 (23)	16,4 - 39,7	23,3
Mn $\mu\text{g/g}$	5,2 \pm 2,2 (23)	3,1 - 10,7	4,3
Na mg/g	5,6 \pm 0,6 (23)	4,7 - 6,8	5,5
Rb $\mu\text{g/g}$	9,1 \pm 2,2 (21)	4,7 - 12,6	8,3
Se ng/g	138 \pm 27 (23)	67 - 174	138
Sc ng/g	1,8 \pm 0,4 (20)	1,0 - 2,6	1,6
Zn $\mu\text{g/g}$	16,3 \pm 2,4 (23)	11,0 - 22,4	16,1

n: número de amostras analisadas

Tabela 4.7 - Valores médios de ingestão diária das dietas dos idosos - AANI

Elemento	Média \pm DP	Intervalo	Mediana
Br mg/d	1,7 \pm 0,5	0,8 - 2,5	1,7
Ca mg/d	377 \pm 94	171 - 479	353
Cl mg/d	1922 \pm 494	814 - 2889	1820
Co μ g/d	10,9 \pm 4,7	5,2 - 24,1	10,2
Cr μ g/d	189 \pm 108	37,9 - 460	188
Cs μ g/d	14,9 \pm 4,9	8,9 - 26,2	12,6
Fe mg/d	5,2 \pm 1,6	1,9 - 8,7	5,0
K mg/d	1081 \pm 256	582 - 1447	1167
Mn mg/d	1,1 \pm 0,5	0,4 - 2,6	1,1
Na mg/d	1195 \pm 278	525 - 1807	1160
Rb mg/d	1,9 \pm 0,5	0,8 - 3,0	1,9
Se μ g/d	30,0 \pm 10,7	10,7 - 57,0	28,0
Sc μ g/d	0,39 \pm 0,14	0,11 - 0,69	0,33
Zn mg/d	3,5 \pm 1,1	1,5 - 5,9	3,5

4.2.4 Resultados dos limites de detecção e determinação

A determinação do limite de detecção tem grande importância em qualquer procedimento analítico, uma vez que ele expressa a concentração ou massa mínima de um elemento que pode ser detectada nas condições analíticas empregadas.

Existem várias definições e expressões matemáticas para calcular o limite de detecção. O critério de Currie(1968) continua sendo o mais utilizado nos trabalhos que empregam a técnica de análise por ativação.

O limite de detecção indica o nível acima do qual o elemento pode ser detectado, distinguido da radiação de fundo, dentro de um nível de confiança. Um outro conceito importante definido por Currie é o limite de determinação, que indica o nível no qual um elemento pode ser determinado quantitativamente com precisão.

Empregou-se portanto esse critério para determinar os valores de limites de detecção e de determinação dos elementos analisados no presente trabalho por AANI.

As expressões matemáticas utilizadas para o cálculo dos valores de limites de detecção e determinação são mostradas no Anexo 2.

A Tabela 4.8 mostra os valores dos limites de detecção e de determinação calculados para uma amostra de dieta de acordo com o critério de Currie, nas condições analíticas. Esses limites são fortemente influenciados tanto pelos parâmetros analíticos, tais como fluxo de nêutrons, tempos de irradiação, decaimento e medida, assim como também pela própria composição das amostras.

4.3 Resultados dos elementos determinados pelo método de análise por ativação com separação radioquímica (AANR)

O procedimento de separação radioquímica desenvolvido e aplicado no presente estudo permitiu determinar os teores de As, Cd, Mo, Sb, U, Th e W que não puderam ser analisados pelo método instrumental, devido às interferências espectrais dos elementos presentes em maiores concentrações.

Tabela 4.8 - Valores dos limites de detecção e determinação para os elementos analisados nas dietas por AANI

Elemento	Limite de Detecção	Limite de Determinação
Br $\mu\text{g/g}$	0,129	0,406
Ca mg/g	0,0393	0,113
Cl mg/g	0,0819	0,271
Co ng/g	2,27	7,56
Cr ng/g	7,23	22,2
Cs ng/g	3,16	9,55
Fe $\mu\text{g/g}$	1,13	3,69
K mg/g	0,337	1,074
Mn $\mu\text{g/g}$	0,336	1,08
Na mg/g	0,0186	0,0598
Rb $\mu\text{g/g}$	0,0751	0,243
Se ng/g	39,4	123
Sc ng/g	0,0662	0,210
Zn $\mu\text{g/g}$	0,0835	0,269

Sendo assim desenvolveu-se um procedimento simples que envolveu apenas duas etapas de separação com o uso da resina Chelex 100 e do trocador inorgânico dióxido de estanho.

A Chelex 100 é uma resina quelante com um grupo iminodiacético introduzido em uma matriz de estireno-divinilbenzeno. É muito empregada em processos de troca iônica e reações de complexação, uma vez que possui uma forte afinidade com a maioria dos íons, mesmo em soluções com alta salinidade (Greenberg, 1983). O fato desta resina ser capaz de concentrar os metais de transição e alguns outros elementos de interesse, torna-a um instrumento adequado para analisar esses elementos em matrizes biológicas.

Neste trabalho, os elementos Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, U, Th e W foram retidos quantitativamente na resina Chelex 100 em um pH de 4,8 em meio de HAc-NH₄Ac 0,1M. Nestas condições os radioisótopos ²⁴Na e ⁸²Br são praticamente eliminados, reduzindo o nível da radiação de fundo nas medidas, permitindo a determinação das atividades dos radioisótopos de interesse na resina quelante.

O trocador inorgânico dióxido de estanho (TDO) mostrou-se muito eficaz na retenção de As e Se em solução de HCl 6M. O uso de trocadores inorgânicos em separações radioquímicas é frequente, uma vez que se trata de um processo bastante simples e rápido.

Os trocadores inorgânicos apresentam grande seletividade para a maioria dos elementos, dependendo do tipo e concentração do ácido empregado para o condicionamento da solução e do trocador. No entanto, esses trocadores apresentam uma baixa capacidade de retenção e apenas elementos presentes a nível de traços (da ordem de µg/g) são eficientemente retidos. Além disso não podem ser reutilizados, uma vez que os elementos não são eluídos, tornando assim o seu uso restrito à análise por ativação.

Uma grande variedade de processos químicos e físicos ocorre durante a percolação da solução amostra pela coluna do trocador inorgânico: troca iônica e isotópica, adsorção física, reações redox, retenção de cristais mistos, etc. Esta variedade complica consideravelmente o estudo dos mecanismos de retenção (Carlo Erba, 1972). Apesar de vários mecanismos serem responsáveis pela retenção do elemento no trocador inorgânico, convencionou-se chamá-los dessa forma, apesar de em certos casos a troca não ser o único mecanismo de retenção.

4.3.1 Resultados das análises dos materiais de referência biológicos

As Tabelas 4.9 e 4.10 mostram os resultados das análises dos materiais de referência biológicos Peach Leaves e Apple Leaves, respectivamente, determinados por separação radioquímica, após a obtenção das melhores condições de análise.

Os resultados das médias e desvios padrões das análises com separação radioquímica para os elementos traço presentes no novo material certificado Spinach da AIEA e para o Total Diet SRM 1548, são apresentados nas Tabelas 4.11 e 4.12, respectivamente.

Pelos dados analíticos mostrados nas Tabelas 4.9, 4.10 e 4.11, pode-se observar que os resultados obtidos para Cd, Cr, Co, Fe, Se e Zn pela separação radioquímica, estão em boa concordância com os obtidos por Becker e col. (1992), Smolis e col. (1992) e com os valores certificados. Para U, Th e W não há valores certificados disponíveis e a comparação só pode ser feita com os valores de informação dados pelo NIST.

Verifica-se que os resultados apresentam uma precisão relativamente boa, com desvios padrão relativos menores que 20% para a maioria dos elementos.

Os erros relativos, calculados apenas em relação aos valores certificados pelo NIST, estiveram abaixo dos 15%, exceto para ferro no Peach Leaves (20%). Para os outros casos, onde são fornecidos apenas os valores informativos, pode-se observar que concentrações obtidas no presente estudo estiveram bastante concordantes com esses valores.

Tabela 4.9- Resultado da análise de elementos traço no material certificado Peach Leaves SRM 1547 pela separação radioquímica desenvolvida -AANR- (peso seco)

Elemento	Este trabalho			Becker (1992)	Smodis (1992)	Valor Certificado (NIST,1991)
	Média ± DP (n = 3)	DP rel. %	Erro rel. %			
As ng/g	67 ± 7	11	12	66,6 ± 2,0	< 150	60 ± 18
Cd ng/g	28 ± 5	18	-	27,3 ± 0,3	< 1000	(30)
Co ng/g	70 ± 14	24	-	76 ± 3 [#]	66,1 ± 3,0	(70)
Cr µg/g	1,13 ± 0,18	16	-	1,16 ± 0,04 1,53 ± 0,10 [#]	1,47 ± 0,28	(1)
Fe µg/g	274 ± 15	5,5	26	220 ± 6 [#]	207 ± 15	218 ± 12
Mo ng/g	na	-	-	61 ± 20	< 500	60 ± 8
Sb ng/g	14,6 ± 1,4	9,6	-	24,6 ± 0,5	20	(20)
Se ng/g	123 ± 9	7,3	2,5	120,7 ± 3,6 117 ± 9 [#]	175 ± 55	120 ± 9
Th ng/g	50,3 ± 6,7	13	-	na	58 ± 9	(50)
U ng/g	15,7 ± 1,8	12	-	na	18 ± 3	(15)
W ng/g	23,8 ± 3,3	14	-	na	< 100	-
Zn µg/g	17,1 ± 2,0	12	4,5	17,72 ± 0,4 [#]	17,2 ± 1,3	17,9 ± 0,4

na : Elemento não analisado

: Elemento determinado por AANI

() : Valores não certificados

n : número de determinações individuais

Tabela 4.10 - Resultado da determinação dos elementos traço - no material Apple Leaves SRM 1515 pela separação radioquímica desenvolvida -AANR- (peso seco)

Elemento	Este trabalho			Becker (1992)	Valor Certificado (NIST,1991)
	Média ± DP (n = 3)	DP rel %	Erro rel %		
As ng/g	40 ± 5	13	-	35,9 ± 1,7	(38)
Cd ng/g	14 ± 2	14	-	13,8 ± 0,9	(14)
Co ng/g	86 ± 4	4,7	-	101 ± 4 [#]	(90)
Cr ng/g	332 ± 25	7,5	-	312 ± 25 391 ± 55 [#]	(300)
Fe µg/g	80 ± 18	22,5	-	82,9 ± 3,0 [#]	(80)
Mo ng/g	95 ± 3	3,2	1,1	89 ± 17	94 ± 13
Sb ng/g			-	12,6 ± 0,9	(13)
Se ng/g	58 ± 4	6,9	16	51,3 ± 1,3 55 ± 6 [#]	50 ± 9
Th ng/g	34,0 ± 4,6	13,5	-	na	(30)
U ng/g	9,9 ± 0,6	6,1	-	na	(6)
W ng/g	8,0 ± 2,3	29	-	na	-
Zn µg/g	11,1 ± 2,0	18	11	12,65 ± 0,30 [#]	12,5 ± 0,3

na : Elemento não analisado

: Elemento determinado por AANI

() : Valores não certificados

n : número de determinações individuais

Tabela 4.11 Resultado da análise dos elementos traço no material Total Diet SRM 1548 pela separação radioquímica desenvolvida AANR- (peso seco)

Elemento	Este trabalho			Valor Certificado. (NIST,1990)
	Média \pm DP (n = 3)	DP rel. %	Erro rel. %	
As ng/g	96,6 \pm 19,9	21	-	-
Cd ng/g	24,7 \pm 0,4	1,6	12	28 \pm 4
Co ng/g	44,5 \pm 6,6	15	-	-
Cr μ g/g	0,131 \pm 0,009	6,9	-	-
Fe μ g/g	30,4 \pm 2,1	6,9	6,8	32,6 \pm 3,6
Mo ng/g	276 \pm 50	18	-	(270)
Sb ng/g	8,0 \pm 0,6	7,5	-	-
Se ng/g	246 \pm 25	10	0,4	245 \pm 5
Th ng/g	64,5 \pm 6,4	9,9	-	-
U ng/g	3,9 \pm 0,7	18	-	-
W ng/g	13,9 \pm 3,4	25	-	-
Zn μ g/g	27,4 \pm 2,9	11	11	30,8 \pm 1,1

n : número de determinações individuais

(): Valores não certificados

Tabela 4.12 Resultado da análise de elementos traço no material Spinach IAEA 331 pela separação radioquímica desenvolvida -AANR- (peso seco)

Elemento	Este trabalho			Valor Certificado NIST (1994)	Zeisler(1995) intervalo-AIEA ^b
	Média ± DP (n=7)	DP rel. %	Erro rel. %		
As ng/g	113 ± 7	14	66	68 ± 12	66,5 - 114,6
Cd ng/g	2600 ± 26	10	10	2890 ± 7	2444 - 2790
Co ng/g	354 ± 22	6,2	9,2	390 ± 5	358 - 442
Cr ng/g	1,50 ± 0,13	8,7	22	1,92 ± 0,04	1,638 - 1,884
Fe µg/g	256 ± 21	8,2	13	293 ± 6	252,2 - 267,5
Mo ng/g	948 ± 67	7,1	-	-	362 - 498
	(519 - 905) ^a				
Sb ng/g	14,0 ± 1,7	12	5,3	13,3 ± 2,3	11,1 - 17,0
Se ng/g	117 ± 5	4,3	0	117 ± 9	92,5 - 123,5
Th ng/g	51,3 ± 3,7	7,2	6,9	48 ± 3	45 - 67,6
U ng/g	143 ± 10	7,0	-	-	-
W ng/g	15,7 ± 3,2	20	-	-	-
Zn µg/g	79,1 ± 7,6	9,6	3,5	82 ± 3	77,75 - 81,92

n : número de determinações individuais

a : intervalo obtido após subtração da contribuição do Urânio

b : intervalo obtido a um nível de 95% de confiança

O material Spinach IAEA 331 foi distribuído recentemente pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) à diversos laboratórios para um exercício de intercomparação. Zeisler(1995) publicou os resultados obtidos por essa intercomparação juntamente com os valores certificados pelo NIST. Podemos observar pela Tabela 4.12, concordância para

Se, Sb, Th, Zn e Co, com erros relativos abaixo dos 10%. Os casos mais discrepantes foram para Fe, Cr e principalmente para As, com erros relativos muito elevados. Entretanto os valores obtidos por esse trabalho estiveram dentro do intervalo de confiança de 95% dos valores obtidos pela intercomparação da AIEA.

No caso do arsênio, apesar da recuperação não ter sido total na coluna de TDO, ficando uma parte retida na resina Chelex 100, seu rendimento de separação foi constante (50%), sendo este valor levado em consideração para o cálculo final da concentração de arsênio.

A concentração de molibdênio determinado no Spinach IAEA 331, foi muito superior ao intervalo de concentração obtido na intercomparação. Como a concentração de urânio presente neste material é relativamente alta (143 ng/g) em se tratando de matriz biológica, provavelmente este elemento interfere na determinação de molibdênio por meio da produção do radioisótopo ^{99}Mo pela fissão do urânio. Nesse caso deve-se fazer uma subtração da contribuição do urânio para obter valores mais exatos para o molibdênio. A Tabela 4.10 dá o intervalo de 519 a 905 ng/g para o Mo com subtração da contribuição do urânio, considerando que a irradiação de 1 μg de U natural em reator nuclear pode levar a formação de uma atividade correspondente as massas de 0,3 a 3 μg de Mo, dependendo das condições do reator (Danko e Dybczynski, 1995).

Uma vez comprovada a validade do procedimento da separação radioquímica desenvolvido, através das análises dos materiais de referência certificados, partiu-se então para as determinações radioquímicas das amostras das dietas.

4.3.2 Resultados das análises das dietas das crianças

A Tabela 4.13 mostra as médias e os desvios padrão das concentrações de As, Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, Se, U, Th, W e Zn obtidos pelas análises das 19 dietas das crianças pela separação radioquímica desenvolvida. As concentrações variaram de 36,7 µg/g para o Fe a 1,2 ng/g para o Sb para as dietas consumidas pelas crianças durante os 3 dias de coleta. As concentrações determinadas para cada dieta das crianças são apresentadas no Apêndice 8. Com os valores das concentrações em peso seco por dia e do consumo de alimento de cada criança, foram calculadas as ingestões diárias para cada elemento analisado. Os valores de ingestão diárias dos elementos para cada dieta são apresentados na Tabela 4.14, com as respectivas médias aritméticas e o desvio padrão, os valores mínimos e máximos e as medianas.

4.3.3 Resultados das análises das dietas dos idosos

Nas Tabelas 4.15 e 4.16 são apresentados, respectivamente os resultados das análises das dietas dos idosos pelo método radioquímico e os valores das ingestões diárias. O Apêndice 9 mostra os valores individuais das concentrações em peso seco para as dietas dos idosos.

Tabela 4.13 - Resultados das análises das dietas das crianças da creche da USP pela separação radioquímica desenvolvida - AANR- (peso seco)

Elemento	Média \pm DP (n)	Intervalo de Concentração	Mediana
As ng/g	61,6 \pm 41,4 (19)	9,3 - 161	64,7
Cd ng/g	20,8 \pm 18,8 (18)	6,1 - 82,6	14,5
Co ng/g	50,2 \pm 15,1 (19)	28,5 - 72,0	46,1
Cr ng/g	111 \pm 40 (19)	36 - 200	113
Mo ng/g	456 \pm 227 (18)	145 - 816	486
Sb ng/g	5,3 \pm 5,1 (19)	1,2 - 19,4	3,7
Se ng/g	132 \pm 36 (19)	84 - 203	125
U ng/g	6,7 \pm 5,0 (18)	1,8 - 21,7	5,4
Th ng/g	14,0 \pm 22,3 (14)	1,6 - 87,8	6,1
W ng/g	34,6 \pm 37,1 (19)	3,4 - 166	29,7
Fe μ g/g	25,6 \pm 4,4 (19)	20,5 - 36,7	24,4
Zn μ g/g	25,4 \pm 4,4 (19)	17,7 - 31,3	26,1

n : número de amostras analisadas

Tabela 4.14 - Valores médios das ingestões diárias
dietas da creche da USP - AANR

Elemento	Média \pm DP	Intervalo	Mediana
As $\mu\text{g/d}$	12,4 \pm 9,0	1,6 - 37	12,1
Cd $\mu\text{g/d}$	4,1 \pm 3,9	1,4 - 17	3,0
Co $\mu\text{g/d}$	10,1 \pm 3,7	5,4 - 16,7	10,3
Cr $\mu\text{g/d}$	21,8 \pm 7,8	7,6 - 41,5	24,0
Mo $\mu\text{g/d}$	93,1 \pm 53,3	22,0 - 186	108
Sb $\mu\text{g/d}$	1,1 \pm 1,1	0,2 - 4,5	0,73
Se $\mu\text{g/d}$	26,3 \pm 8,3	12,8 - 44,1	25,1
U $\mu\text{g/d}$	1,4 \pm 1,1	0,4 - 4,5	1,1
Th $\mu\text{g/d}$	2,6 \pm 3,7	0,3 - 14	1,1
W $\mu\text{g/d}$	6,7 \pm 6,7	0,7 - 29	5,4
Fe mg/d	5,1 \pm 1,1	3,5 - 7,4	4,7
Zn mg/d	5,0 \pm 1,1	3,3 - 7,0	5,1

abela 4.15 : Resultados das análises das dietas dos idosos pela separação radioquímica desenvolvida - AANR-(peso seco)

Elemento	Média \pm DP (n = 15)	Intervalo	Mediana
As ng/g	31,3 \pm 37,4	2,3 - 128	17,5
Cd ng/g	11,2 \pm 8,5	5,8 - 27,0	7,0
Co ng/g	45,8 \pm 13,2	25,5 - 74,0	49,2
Cr ng/g	925 \pm 485	210 - 2185	841
Mo ng/g	583 \pm 226	238 - 915	509
Sb ng/g	11,0 \pm 10,2	2,4 - 37,0	7,0
Se ng/g	134 \pm 31	59 - 203	130
U ng/g	4,1 \pm 3,9	1,1 - 16,5	3,5
Th ng/g	6,0 \pm 4,5	1,3 - 13,9	4,5
W ng/g	48,2 \pm 35,6	5,6 - 139	41,3
Fe μ g/g	23,9 \pm 5,1	16,5 - 37,6	23,8
Zn μ g/g	16,3 \pm 3,1	12,3 - 23,2	15,5

(n) : Número de amostras analisadas

Tabela 4.16 : Valores médios das ingestão diária dietas dos idosos determinados por AANR

Elemento	Média \pm DP	Intervalo	Mediana
As $\mu\text{g/d}$	6,9 \pm 8,6	0,62 - 26,5	3,6
Cd $\mu\text{g/d}$	2,7 \pm 2,2	1,2 - 6,9	1,9
Co $\mu\text{g/d}$	9,7 \pm 2,6	4,8 - 15,2	9,9
Cr $\mu\text{g/d}$	193 \pm 96	51 - 434	191
Mo $\mu\text{g/d}$	126 \pm 56	47 - 222	114
Sb $\mu\text{g/d}$	2,3 \pm 2,0	0,49 - 7,4	1,7
Se $\mu\text{g/d}$	28,4 \pm 7,5	15,2 - 41,9	27,6
U $\mu\text{g/d}$	0,81 \pm 0,58	0,22 - 2,3	0,73
Th $\mu\text{g/d}$	1,2 \pm 0,9	0,3 - 3,0	0,88
W $\mu\text{g/d}$	9,9 \pm 7,0	1,5 - 26	7,1
Fe mg/d	5,1 \pm 1,2	3,5 - 7,5	4,9
Zn mg/d	3,5 \pm 0,7	2,5 - 4,5	3,3

4.3.4 Resultados dos limites de detecção e determinação

Os valores dos limites de detecção e de determinação para os elementos analisados pela separação radioquímica desenvolvida, calculados pelo critério de Currie, são apresentados na Tabela .17.

Tabela 4.17 Valores dos limites de detecção e de determinação para os elementos analisados pela separação radioquímica desenvolvida - AANR

Elemento	Limite de Detecção	Limite de Determinação
As ng/g	1,79	6,07
Cd ng/g	4,70	24,6
Co ng/g	3,62	12,1
Cr ng/g	26,4	83,1
Mo ng/g	39,2	117
Sb ng/g	0,280	1,69
Se ng/g	29,8	96,8
U ng/g	1,83	4,13
Th ng/g	1,58	4,95
W ng/g	1,96	6,34
Fe µg/g	1,97	6,38
Zn µg/g	0,165	0,527

4.4 Comparação dos resultados obtidos por AANI e AANR

O teste t (Miller e Miller, 1988) foi aplicado para verificar se as médias obtidas pelos dois métodos diferem ou não significativamente.

Em primeiro lugar verificou-se se as variâncias S_x^2 e S_y^2 não diferem a um nível de significância de 0,05 uma da outra pelo teste F, com $(n_1 - 1)$ e $(n_2 - 1)$ graus de liberdade:

$$F = \frac{S_x^2}{S_y^2}, \text{ onde } S_x^2 > S_y^2 \text{ e } n_1 \text{ é o número}$$

de resultados pelo primeiro método e n_2 o número de resultados do segundo método.

Uma vez verificada a igualdade das variâncias, ou seja $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$, calculou-se o valor de t :

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{s} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

onde s é a variância ponderada:

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1) \cdot s_x^2 + (n_2 - 1) \cdot s_y^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Se o valor de t calculado for menor que o t tabelado para $(n_1 + n_2 - 2)$ graus de liberdade e a um nível de significância de 0,05, pode-se concluir que as médias dos resultados obtidos pelos dois métodos são iguais.

As Tabelas 4.18 e 4.19 mostram os resultados da aplicação desses dois critérios estatísticos para a comparação das médias dos elementos Co, Cr, Fe, Se e Zn obtidas pelos dois métodos analíticos. Observa-se pelos valores de F e de t calculados, todos menores que os valores tabelados, que as médias obtidas pelos dois métodos analíticos empregados podem ser consideradas estatisticamente iguais a um nível de significância de 0,05.

Tabela 4.18 Valores de F e t calculados para as médias obtidas pelos métodos AANI e AANR para as amostras da Creche da USP

Elemento	Média		Variância		Teste F ^a		Teste t ^b	
	AANI	AANR	AANI	AANR	F _{calc}	F _{tab}	t _{cal}	t _{tab}
Co	50,8	50,2	250,1	227,9	1,097	2,217	0,122	1,689
Cr	105	111	1705	1569	1,086	2,217	-0,490	1,689
Fe	26,6	25,6	15,0	19,0	1,268	2,217	-0,743	1,689
Se	133	132	1003	1260	1,256	2,217	-0,073	1,689
Zn	24,5	25,4	20,4	19,3	1,058	2,217	-0,619	1,689

a : para 18 graus de liberdade

b : para 36 graus de liberdade

Tabela 4.19 Valores de F e t calculados para as médias obtidas pelos métodos AANI e AANR para as amostras das Dietas dos Idosos

Elemento	Média		Variância		Teste F ^a		Teste t ^b	
	AANI	AANR	AANI	AANR	F _{calc}	F _{tab}	t _{calc}	t _{tab}
Co	45,9	45,8	178,1	175,7	1,014	2,484	0,494	1,701
Cr	994	925	271347	235437	1,153	2,484	0,355	1,701
Fe	24,5	23,9	28,0	25,6	1,095	2,484	0,372	1,701
Se	139,4	133,6	921	935	1,015	2,484	0,302	1,701
Zn	16,9	16,3	5,5	9,4	1,707	2,484	0,285	1,701

a: para 14 graus de liberdade

b: para 28 graus de liberdade

Comparando as concentrações dos elementos analisados nas dietas das crianças com os valores obtidos nas dietas dos idosos, pode-se observar de um modo geral, que os teores obtidos estão na mesma faixa de concentração, com algumas diferenças encontradas para o zinco, rubídio e cálcio, onde os teores foram ligeiramente superiores nas dietas das crianças. Uma grande diferença foi obtida nos teores de cromo, onde a média das concentrações nas dietas dos idosos foi da ordem de 9 vezes superior.

Esta grande variação pode ser explicada pelas diferentes formas de tratamento realizadas para a homogeneização das dietas. Para a homogeneização das amostras das dietas das crianças foi utilizado um multiprocessador adaptado com facas de titânio, enquanto que as dietas dos idosos foram misturadas num moinho de facas de aço inox, acarretando possivelmente uma contaminação das amostras pelo elemento cromo. Esta contaminação também foi observada por Liu e col. (1991), que tratou uma amostra de dieta em misturador com facas de aço inox com diferentes tempos de agitação e frequência. As diferentes porções, após a homogeneização, foram analisadas pelo método de análise por ativação instrumental. A porção da dieta onde foram aplicados tempos de agitação maiores, isto é, a porção que ficou em contato maior com as facas de aço inox, apresentou ligeira contaminação dos elementos K, Sc e Se, e principalmente de Cr, que foi ao redor de 27%.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E EFEITOS DOS ELEMENTOS INORGÂNICOS DETERMINADOS

Serão abordadas neste Capítulo algumas das principais funções que os elementos determinados no presente estudo exercem no organismo humano, assim como os efeitos que apresentam quando suas ingestões dietéticas são deficientes ou quando são ingeridos em excesso.

Para um melhor entendimento optou-se por discutir cada elemento separadamente, mostrando os níveis de ingestão dietética determinados na literatura nos últimos anos. Por último apresenta-se uma comparação dos valores de ingestão dietética desses elementos nas dietas das crianças e dos idosos analisadas no presente trabalho, em relação aos valores de RDA e ADI.

5.1 Funções e efeitos dos elementos inorgânicos determinados

Antimônio:

O elemento antimônio não possui função essencial conhecida, apesar de ser encontrado em todos os tecidos do corpo humano. Tem uma toxicidade relativamente baixa e é emitido no meio ambiente por vários processos industriais (WHO, 1994).

Os efeitos tóxicos dos compostos de antimônio são similares àqueles correspondentes aos compostos de arsênio. Sendo assim, os compostos trivalentes são os mais tóxicos. As ocorrências de intoxicações pelo antimônio e/ou seus compostos são raras, porém quando acontecem os efeitos crônicos provocam erupções na pele, alergia, pneumonia e bronquite (Iffland, 1988).

A Food and Drug Administration (FDA) dos EUA estabelece o valor de 2 $\mu\text{g/g}$ como limite máximo tolerável para o antimônio em alimentos (Iffland, 1988).

Atualmente poucos dados são disponíveis a respeito dos níveis de antimônio no meio ambiente, nos organismos e nos alimentos. Sabe-se que os alimentos enlatados podem conter quantidades apreciáveis do elemento (Underwood, 1977).

Dados recentes sobre ingestão diária desse elemento dão níveis mais baixos em relação aos obtidos em anos anteriores. Schelenz (1977) determinou uma ingestão média de 23 $\mu\text{g/d}$ em dietas da Alemanha, empregando o método de análise por ativação. Mannan e col. (1992) utilizando o mesmo método analítico obtiveram ingestões diárias médias de 1,29 $\mu\text{g/d}$ e 1,61 $\mu\text{g/d}$ em dietas do Paquistão.

Dados semelhantes foram obtidos no presente trabalho para as dietas das crianças e dos idosos, cujas médias foram respectivamente 1,1 $\mu\text{g/d}$ e 2,3 $\mu\text{g/d}$, com uma grande variação entre as amostras, conforme pode ser observada na Figura 5.1, que mostra a distribuição de frequência do antimônio determinado por AANR.

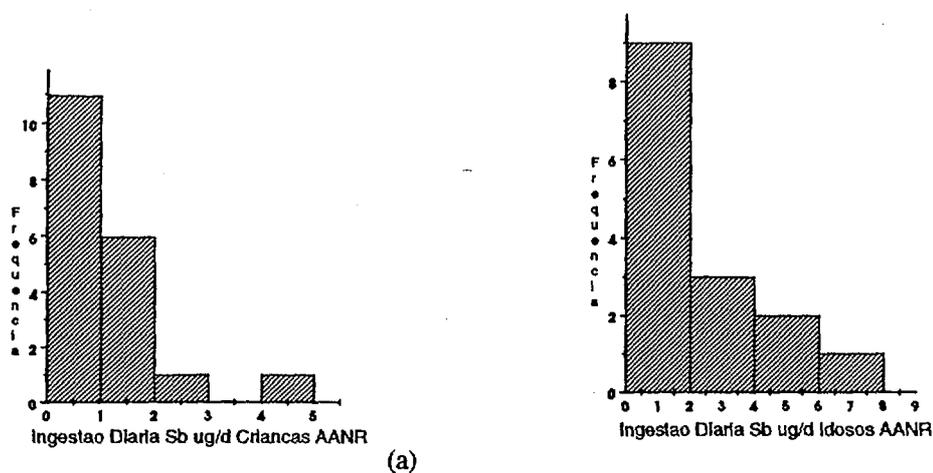


Figura 5.1 Distribuição de frequência de ingestão diária do antimônio analisado por AANR

Arsênio:

O arsênio é amplamente distribuído nos tecidos e fluidos do corpo em concentrações variáveis. O elemento ocorre na natureza na forma de vários compostos inorgânicos e orgânicos. Os compostos inorgânicos de arsênio são tóxicos, especialmente na forma trivalente (As III), ao contrário dos compostos orgânicos de arsênio que são considerados não tóxicos (WHO, 1994).

Normalmente a água contém arsênio na forma inorgânica, enquanto que as formas orgânicas são encontradas nos alimentos. Por essa razão é desejável relatar a forma química do elemento, no entanto frequentemente os dados apresentados são de arsênio total.

As emissões antropogênicas no meio ambiente são principalmente associadas à extração de minério de cobre, queima dos combustíveis, uso de pesticidas contendo arsênio (incluindo preservação da madeira ou como remédios) e pelos vários usos industriais (Arnold, 1988).

Os efeitos carcinogênicos do arsênio em seres humanos são bastantes conhecidos há muitos anos e sabe-se que os compostos inorgânicos podem causar câncer de pele e pulmão (Fowler, 1994). Porém nos últimos anos estudos têm demonstrado algumas evidências da essencialidade dos compostos orgânicos de arsênio para o crescimento de alguns animais (Underwood, 1977; Nielsen, 1990).

Os sintomas de envenenamento agudo de arsênio via oral, como diarréia, vômitos, queimação na boca e garganta e muitas dores no abdômen têm sido descritos. Exposição crônica de pequenas doses tóxicas resulta em fraqueza, prostração e dores musculares contínuas com alguns sintomas gastrointestinais (Arnold, 1988).

Muitos países têm estabelecido níveis máximos para arsênio em diversos alimentos. Os níveis têm diminuído devido às restrições impostas ao uso de fungicidas a base de arsênio e ao uso de seus compostos orgânicos para o crescimento de aves e porcos.

O elemento ocorre na maioria dos alimentos em teores extremamente baixos. As mais importantes fontes são peixes e frutos do mar, onde o composto arsenobetaina é a forma predominante.

Outras importantes fontes de arsênio podem ser a carne de aves, provavelmente relacionada com a alimentação a base de peixes, e cereais, especialmente o arroz.

Assim, normalmente a ingestão de arsênio é muito influenciada pela quantidade de peixe consumida na dieta e por isso mostra-se muito variável.

A Organização Mundial de Saúde (WHO,1994) estabelece um valor de ingestão semanal tolerável provisória (PTWI) de 0,015 mg por kg de peso corpóreo para arsênio inorgânico.

Buchet e col.(1983) determinaram uma grande variação nos teores de ingestão de arsênio em 124 dietas de mulheres belgas de renda média, de 0,1 a 720 $\mu\text{g}/\text{d}$, com uma ingestão média de 45 $\mu\text{g}/\text{d}$. Wyttenbach e col.(1987) estudaram 40 refeições de várias instituições, como hospital e indústrias, na Suíça e relataram ingestão média de 8 $\mu\text{gAs}/\text{d}$. Valores bem menores de 0,6 a 1,8 $\mu\text{g}/\text{d}$ foram obtidos em dietas de 1768 crianças em um estudo de Dieta Total na Finlândia (Mykkänen e col.,1986).

Praticamente não existem dados a respeito da ingestão dietética de arsênio pela população brasileira, obtida pela análise direta da dieta. Fávaro e col.(1994) estudando os níveis de alguns elementos tóxicos presentes em quatro dietas regionais brasileiras (de Santa Catarina de renda média e baixa, de Manaus e de estudantes de São Paulo), determinaram níveis de 18,7 a 159,3 $\mu\text{g}/\text{d}$. Os níveis elevados foram determinados nas dietas de Santa Catarina de renda média, onde houve um consumo maior de peixes, carnes e avés.

Para as dietas das crianças a ingestão dietética variou de 1,6 a 37 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Figura 5.2a), com uma média de 12,4 $\mu\text{g}/\text{d}$ representando cerca de 29% da ingestão diária aceitável(ADI) para uma criança de 20 kg, que é de 43 $\mu\text{g}/\text{d}$.

Os níveis de ingestão encontrados nas dietas dos idosos foram menores (Figura 5.2b), apesar do alto consumo de cereais, que poderiam contribuir para um aumento de arsênio nas dietas. A ingestão média foi de 6,9 $\mu\text{g}/\text{d}$, valor que

representa 5% da ingestão diária aceitável, que para um adulto pesando 60 kg é de 130 $\mu\text{g}/\text{d}$.

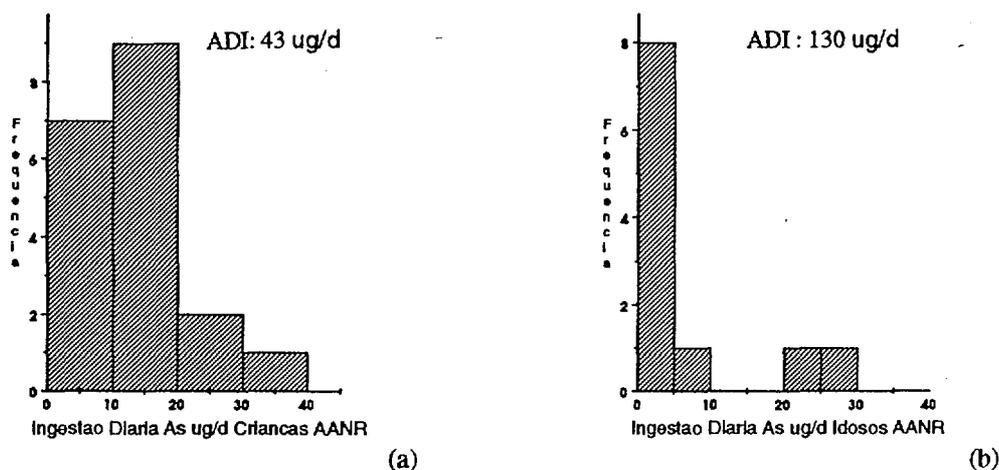


Figura 5.2 Distribuição de frequência de ingestão diária do arsênio determinado por AANR

Bromo:

O bromo é um dos elementos traço mais abundantes na biosfera. Não há nenhuma evidência da essencialidade de bromo para os seres humanos, animais e para as plantas (Underwood, 1977).

A ingestão diária aceitável (ADI) para brometo é de 1 mg de Br^-/kg de peso corpóreo (WHO, 1972).

Os efeitos de intoxicação pelo bromo em seres humanos atuam no sistema nervoso central, levando a sintomas como letargia, perda de memória e concentração, desorientação e alucinações (Sticht e Käferstein, 1988).

Existem poucos dados a respeito de ingestão dietética de bromo. Os poucos trabalhos utilizam o método de análise por ativação e relatam dados de ingestão média de 2,3 a 3,5 mg/d (Schelenz, 1977; Wyttenbach e col., 1987; Liu e col., 1992). As

médias obtidas para este elemento nas dietas das crianças e dos idosos estudadas foram praticamente iguais, de 1,7 e 1,8 mg/d, respectivamente.

A Figura 5.3 mostra a distribuição de frequência dos valores de ingestão do bromo determinado por AANI.

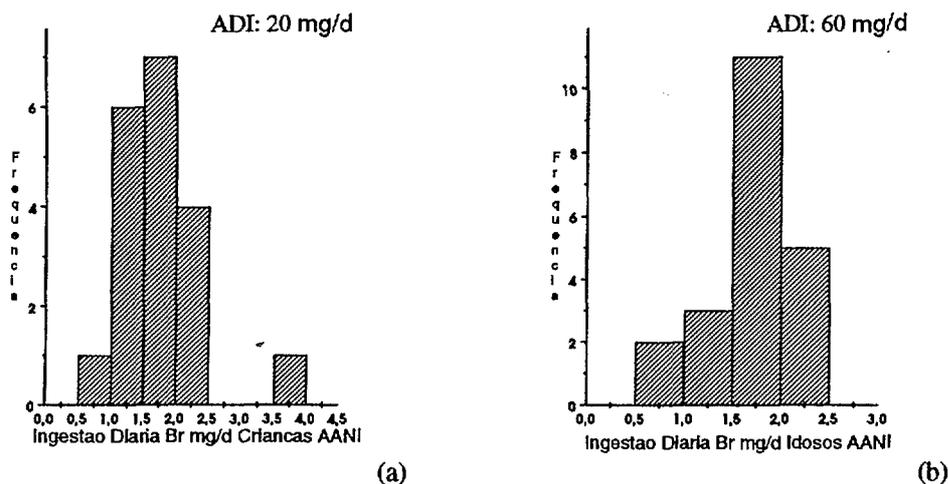


Figura 5.3 Distribuição de frequência da ingestão diária do bromo determinado por AANI

Cádmio:

A toxicidade de cádmio tornou-se conhecida em 1955 no Japão, quando mulheres apresentaram descalcificação nos ossos devido a contaminação industrial em alimentos e na água potável pela emissão de fundições desse elemento. A doença conhecida como "itai-itai" foi caracterizada por fortes dores nas juntas, resultando em perdas de material ósseo, com os ossos tornando-se flexíveis como tecidos moles (Chatt, 1988).

A anemia é a manifestação mais comum da intoxicação crônica de cádmio em todas as espécies, devido em parte ao seu antagonismo com Fe e Cu. O seu metabolismo é fortemente influenciado pela presença de Zn, Fe, Ca, Cu e Se presentes na dieta. Assim uma alta ingestão de cádmio diminui a

absorção dos elementos essenciais, como cálcio e ferro (Underwood, 1977).

A exposição ao cádmio também provoca disfunção hepática e posteriormente disfunção renal. A concentração crítica do cádmio no sangue é de 90 $\mu\text{g}/\text{l}$. Quando a concentração de cádmio no córtex renal excede a um valor crítico de 200 $\mu\text{g}/\text{g}$, provoca lesões renais irreversíveis (Nomiyama e Nomiyama, 1995).

O elemento é tóxico a todo sistema animal, se inalado ou ingerido. Provavelmente a forma inalada é a melhor absorvida pelo organismo. Em condições normais, a inalação de cádmio pelo ar é praticamente desprezível, exceto para os "grandes fumantes", que inalam cerca de 5 $\mu\text{gCd}/\text{dia}$ a partir dos cigarros (Underwood, 1977).

As principais fontes de cádmio na biosfera vêm do uso em galvanoplastia, em plásticos como estabilizador, em tintas como pigmentos e em baterias de cádmio. Os alimentos são normalmente a maior fonte de cádmio para os animais e pessoas não fumantes (Underwood, 1977).

O elemento se acumula principalmente nos rins, e em menor quantidade no fígado e outros órgãos. Sua meia-vida biológica é alta e é estimada entre 16 e 33 anos (Friberg e col., 1986).

A maioria dos alimentos tem concentrações de cádmio variando em torno de 0,005 a 0,1 mg/kg . Certos alimentos, como rim e ostras, podem conter valores mais elevados (Dunnick e Fowler, 1988).

O comitê do Códex Alimentarius sobre contaminantes e aditivos em alimentos da Organização Mundial da Saúde (WHO, 1994), estabelece uma ingestão semanal tolerável

provisória (PTWI) de 7 $\mu\text{gCd/kg}$ de peso corpóreo. Extrapolando esse valor para uma criança pesando cerca de 20 kg e para um adulto de 60 kg os valores de ingestão diária aceitável (ADI) são de 20 $\mu\text{g/d}$ e 60 $\mu\text{g/d}$, respectivamente.

As ingestões diárias de cádmio variam amplamente. Brö e col.(1990) registraram uma faixa de 3 a 102 $\mu\text{gCd/d}$ com uma média de ingestão de 15 $\mu\text{g/d}$, em dietas de homens adultos na Dinamarca e Chen e col.(1994) determinaram a ingestão média de 43 $\mu\text{g/d}$ em dietas de 21 comunidades chinesas.

Em um estudo de dieta de porção em duplicata Buchet e col.(1983) determinaram uma ingestão diária média de 18 $\mu\text{gCd/d}$, com uma variação de 2,1 a 88,1 $\mu\text{g/d}$ em dietas de mulheres belgas de 30 a 65 anos. Ellen e col.(1990) estudando as ingestões de vários contaminantes em dietas da população holandesa obtiveram teores de Cd na faixa de 3 a 55 $\mu\text{g/d}$, com uma média de ingestão de 10 $\mu\text{g/d}$. Este valor foi também obtido por Barberá e col.(1989) em refeições servidas em uma indústria espanhola, com teores variando de 5,3 a 17,1 $\mu\text{g/d}$. Dabeka e Mckenzie (1992) registraram uma ingestão média de 14,5 $\mu\text{g/d}$ em seus estudos de dieta total em populações no Canadá.

As ingestões médias de 4,1 $\mu\text{g/d}$ determinadas no presente trabalho para as dietas das crianças e de 2,7 $\mu\text{g/d}$ nas dietas dos idosos, correspondem respectivamente a 21 e 4,5% da ingestão diária aceitável. Estes valores foram inferiores aos obtidos por Fávaro e col.(1994), cujos níveis determinados variaram de 6,1 a 31,5 $\mu\text{gCd/d}$ nas dietas regionais brasileiras.

Cerca de 70% dos valores de ingestão dietética do cádmio obtidos nas dietas das crianças foram menores que 5 $\mu\text{g}/\text{d}$. Apenas duas dietas apresentaram valores acima de 15 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Figura 5.4 a).

Os teores de cádmio foram determinados em apenas seis das 15 dietas dos idosos analisadas pela separação radioquímica. Nas dietas restantes o elemento não foi detectado, estando o seu valor abaixo do limite de detecção (4,7 $\mu\text{g}/\text{g}$). Considerando uma ingestão diária média de 200 mg de dieta seca, tem-se que 40% das dietas apresentaram valores de ingestão abaixo de 1 $\mu\text{g}/\text{dia}$. A Figura 5.4.b mostra apenas a distribuição de frequência para os valores de ingestão das dietas onde os teores do elemento foram superiores aos limites de detecção do método empregado.

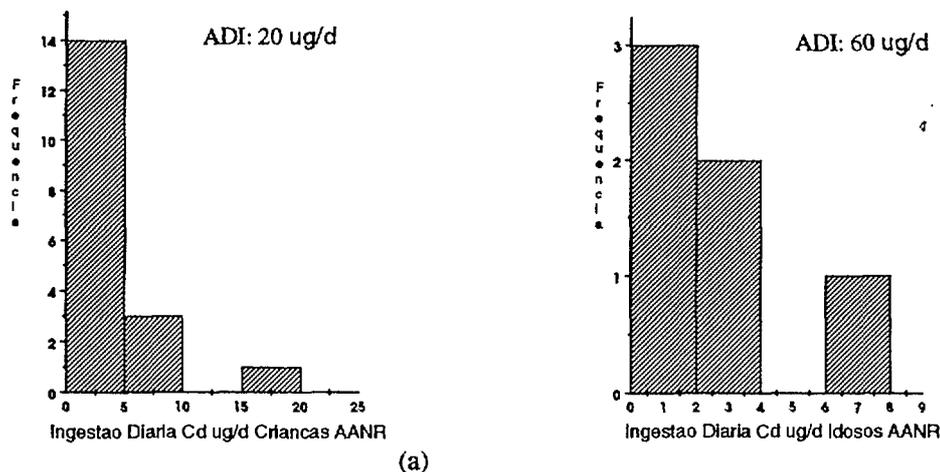


Figura 5.4 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do cádmio determinado por AANR

Cálcio:

O organismo humano necessita de cálcio ao longo de toda a vida, especialmente durante os períodos de crescimento, gestação e lactação. Representa em torno de 1 a 2 % do peso corpóreo e 39% dos elementos inorgânicos presentes, sendo que 99% estão presentes nos ossos e dentes (Krause e Mahan, 1984).

Nos ossos, o cálcio ocorre na forma de sais, como hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), que dá resistência e rigidez.

O cálcio remanescente (cerca de 1%) é encontrado nos fluidos extracelulares, estruturas intracelulares e nas membranas celulares. Sua função é vital para a condução nervosa, a contração muscular, a transmissão nervosa e a regulação dos batimentos cardíacos (RDA, 1989).

A absorção de cálcio depende de vários fatores fisiológicos e nutricionais e diminui com a idade. Em crianças, cerca de 75% do cálcio ingerido é absorvido, enquanto que 20 a 30% é absorvido por adultos. A vitamina D é reconhecidamente um fator que ajuda na absorção de cálcio, enquanto que as funções das proteínas e do fósforo, para a melhor absorção do cálcio no organismo, ainda não estão totalmente esclarecidas. Oxalatos, fitatos e certas fibras presentes nos alimentos prejudicam a absorção de cálcio, pela formação de compostos insolúveis (Shils e Young, 1988).

A deficiência de cálcio em crianças pode levá-las ao raquitismo, com retardamento no crescimento e deformidades ósseas. A deficiência nos adultos pode resultar em osteomalácia, uma falha na mineralização da matriz óssea, resultando numa redução do conteúdo mineral do osso.

As necessidades de cálcio em pessoas idosas têm despertado a atenção nos últimos anos, especialmente devido

ao seu papel no desenvolvimento e prevenção da osteoporose. Muitos estudos indicam que a ingestão de cálcio em idosos é insuficiente, baseados no valor de RDA de 1989 (Shills e Young,1988).

Por outro lado, altas ingestões de cálcio (hipercalcemia) podem causar náuseas e um aumento no risco de formação de pedras urinárias. Além de inibir a absorção de Fe, Zn e outros elementos essenciais (RDA,1989).

O leite e os produtos derivados são as melhores fontes de cálcio. Folhas vegetais verdes, brócolis, repolho crespo, folhas de mostarda, sardinha, mariscos e ostras são também boas fontes desse elemento, embora possuam oxalatos que interferem na absorção de cálcio pelo organismo (Krause e Mahan,1984).

Uma ingestão diária de 1200 mg é recomendada para homens e mulheres na faixa de 11 a 24 anos. Para faixas etárias maiores o valor de RDA é de 800 mg, que é o mesmo para crianças de 1 a 10 anos (RDA,1989). Essas necessidades são maiores do que a recomendada pela FAO/WHO , que é de 500 mg/d.

No estudo de dieta total dos EUA (Pennington,1984) a ingestão diária média para as dietas coletadas em 1979 foi de 1143 mg para os adultos e 957 mg para as crianças. Kim e col.(1984) determinaram valores menores em dietas coletadas em 1982, obtendo valores de 724 a 891 mg/d para adultos americanos.

Van Dokkum e col.(1989) estudando dietas de adolescentes holandeses determinaram faixas de ingestões entre 1260 a 1490 mg/d, valores bem superiores aos obtidos por Chen e Gao (1993) que foi de 582 mg/d no estudo de dieta total chinesa,

e por Liu e col.(1992), cujos valores foram de 210 a 570 mg/d para dietas de adultos de renda média de Taiwan.

Os dados para a ingestão de cálcio nas dietas chinesas foram semelhantes aos determinados nas dietas do presente trabalho. A adequação foi baixa, em ambas as dietas, em relação ao valor preconizado pela RDA, o que está de acordo com outros estudos realizados com dietas brasileiras (Cozzolino e Colli,1990; Tramonte,1994).

Para as dietas das crianças, apesar da alta ingestão de leite e derivados, a ingestão média para o cálcio foi de 438 mg/d, mostrando uma adequação de apenas 55%. Das 19 dietas analisadas, cerca de 58% apresentaram valores de ingestão dietética em torno de 500 mg/d, valor recomendado como adequado pela Organização Mundial de Saúde, conforme pode ser observado na Figura 5.5.a. As dietas dos idosos mostram uma adequação de 43% em relação ao valor de RDA. Cerca de 60% dos valores de ingestão diária foram superiores a 350 mg/d (Figura 5.5.b)

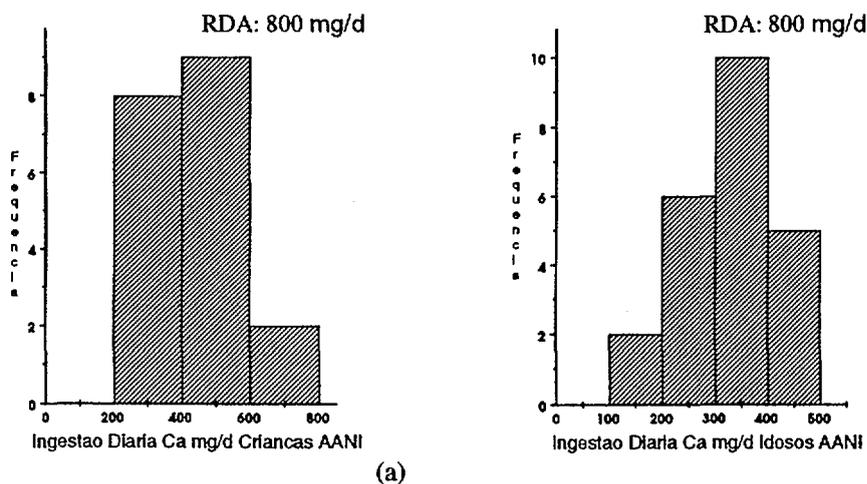


Figura 5.5 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do cálcio determinado por AANI

Césio:

Os sais de césio podem ser considerados como sendo não tóxicos. Sua meia-vida biológica é em torno de 80 dias.

O limite de tolerância a exposição a longo prazo é de 2 mg/m^3 no ar para o composto hidróxido de césio (Davie e Coleman, 1988).

Este elemento não apresenta muito interesse nos estudos de ingestão dietética, por isso são raros os trabalhos que fazem a sua determinação. Apenas trabalhos que empregaram o método de análise por ativação com nêutrons instrumental (Gibson e col., 1984; Wyttenbach e col., 1987 e Liu e col., 1992) determinaram ingestão dietética de césio, cuja média variou de 5,0 a 7,22 $\mu\text{g/d}$. No presente trabalho os valores médios de ingestão diária para césio foram de 16,6 $\mu\text{g/d}$ e 15,3 $\mu\text{g/d}$ nas dietas das crianças e dos idosos, respectivamente.

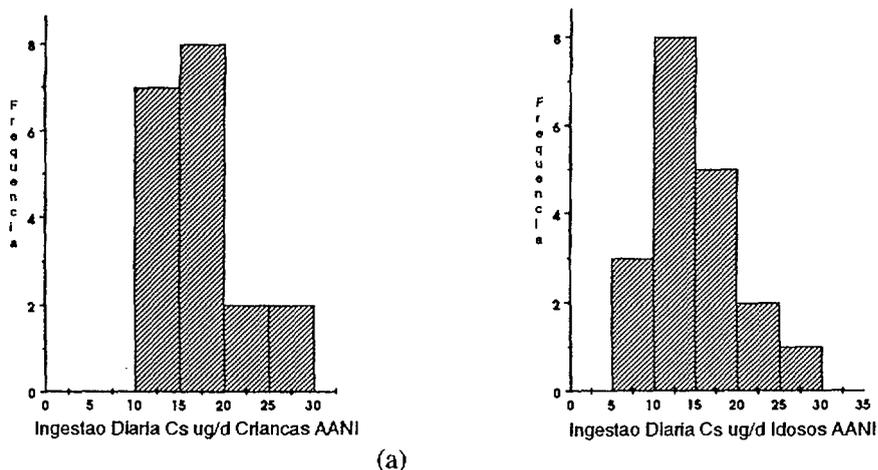


Figura 5.6 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do césio determinado por AANI

Cloro:

O elemento cloro está amplamente distribuído no organismo na forma de cloreto, sendo o principal ânion dos fluídos celulares. Tem função, juntamente com o sódio e o potássio, de manter o equilíbrio hídrico e a pressão osmótica (Krause & Mahan, 1984).

O cloreto é quase completamente absorvido no intestino e excretado nos rins. A maioria do cloro ingerido na dieta está na forma de NaCl. Portanto as fontes dietéticas de cloro são essencialmente as mesmas do sódio, sendo os alimentos processados as melhores fontes (RDA, 1989).

As necessidades mínimas recomendadas para cloro vão de 180 mg para os bebês a 750 mg para os adultos. Normalmente essas recomendações são superadas. Os níveis de ingestão dietética médios para cloro neste estudo foram de 2,7 g/d para as dietas das crianças e 1,9 g/d nas dietas dos idosos. Os valores obtidos foram menores do que os valores normalmente determinados em dietas mistas, que apresentam ingestões em torno de 2,8 a 3,5 g/d (Liu e col., 1992) e 7,6 g/d (Wytttenbach e col., 1987).

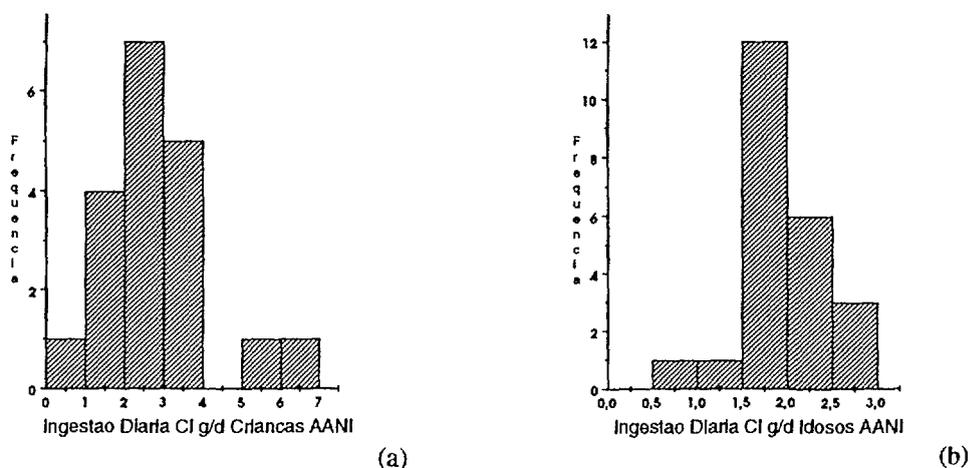


Figura 5.7 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do cloro determinado por AANI

Cobalto:

Sendo um constituinte da vitamina B₁₂, o cobalto é um elemento traço essencial a animais e ao homem.

A vitamina B₁₂ é essencial para a maturação das células vermelhas do sangue e atua como coenzima em muitos processos bioquímicos. A sua deficiência produz a anemia perniciosa (Angerer e Heinrich, 1988).

Há casos na literatura em que uma alta ingestão de cobalto inorgânico nas dietas animais produz policitemia (superprodução de eritrócitos), hiperplasia da medula óssea e aumento do fluxo sanguíneo (Krause e Mahan, 1984), podendo acarretar anemia, pois uma alta ingestão de cobalto leva a uma baixa absorção de ferro (Underwood, 1977).

São também conhecidos casos de intoxicação decorrentes da alta ingestão de cobalto. Estes casos ocorreram nos EUA, Bélgica e Canadá quando sais de cobalto foram adicionados à cerveja em concentrações acima de 2 ppm. Segundo Angerer e Heinrich (1988), doses diárias de 10 a 20 mg de cobalto apresentam efeitos tóxicos fatais.

Os vegetais de folhas verdes contém as mais altas concentrações desse elemento. As frutas, vegetais e cereais não contém cobalto na forma de vitamina B₁₂ (WHO, 1994).

As carnes, como fígado e rim são boas fontes, estando o elemento na forma de vitamina B₁₂, que é mais rapidamente absorvida e utilizada.

A necessidade dietética de cobalto é de 1 µg/d na forma de vitamina B₁₂. Não existem informações suficientes em relação às necessidades do próprio cobalto em si. Desse modo,

não há valores de RDA e nem de PTWI estabelecidos para o elemento.

Os dados de literatura mostram grande variação nos teores de cobalto nos alimentos. No estudo da dieta total dos EUA (Pennington, 1987) determinaram-se níveis de ingestão dietética de 5,2 a 11,6 $\mu\text{g}/\text{d}$ em dietas de crianças, adultos e idosos da população americana. Dietas da Espanha (Barberá e col., 1984) e da Suíça (Wytttenbach e col., 1987) registram valores médios de ingestão ao redor de 20 $\mu\text{g}/\text{d}$. Valores superiores foram reportados por Schelenz (1977), estimada em torno de 40 a 50 $\mu\text{g}/\text{d}$.

As ingestões médias determinadas para o cobalto foram de 10,3 $\mu\text{g}/\text{d}$ e 11,1 $\mu\text{g}/\text{d}$ nas dietas das crianças e dos idosos, respectivamente. As distribuições de frequência são mostradas na Figura 5.8.

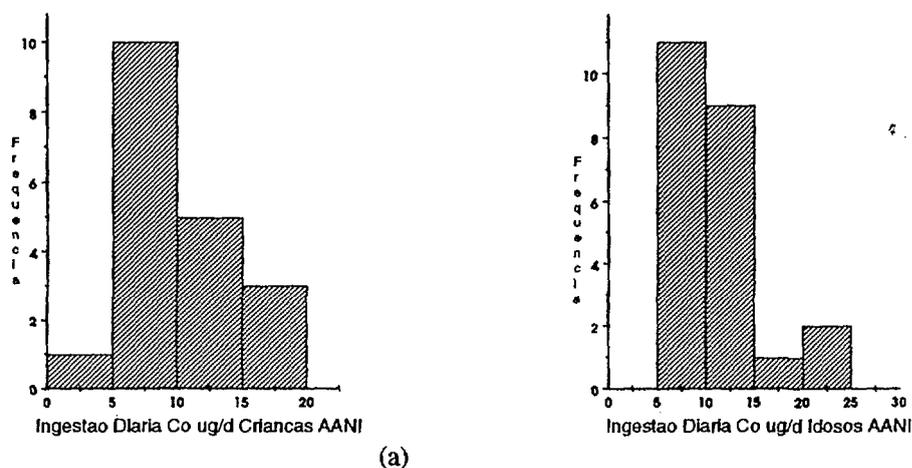


Figura 5.8 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do cobalto determinado por AANI

Crômio:

O crômio é um elemento traço essencial para o homem. Está presente nos alimentos, principalmente na forma trivalente. Os compostos de crômio III são necessários para a manutenção do metabolismo normal da glicose, atuando como co-fator para a insulina (RDA, 1989).

Os casos de deficiências em relação ao crômio foram observados em pacientes que receberam alimentação parenteral a longo prazo, ocasionando uma diminuição da tolerância à glicose, incapacidade de utilizar a glicose como energia, distúrbios na utilização de aminoácidos para a síntese de proteínas (Underwood, 1977; Hamilton e Wetterhahn, 1988; Soecker, 1994).

A forma Cr VI, que é tóxica e carcinogênica, é facilmente reduzida na presença de material orgânico (WHO, 1994).

Há algumas evidências que complexos orgânicos naturais presentes na dieta são mais disponíveis do que sais inorgânicos de crômio, pois estes compostos são poucos absorvidos. O fermento de padeiro é uma excelente fonte desse elemento, assim como os cereais. Perdas apreciáveis de crômio ocorrem com o refinamento e processamento de certos alimentos, como grãos, farinha e açúcar (Krause e Mahan, 1984).

Dados analíticos antigos mostravam teores mais elevados do que os dados recentes, provavelmente devido a contaminação das amostras pelos utensílios analíticos que continham crômio (WHO, 1994).

O intervalo de ingestão entre 50 a 200 $\mu\text{g}/\text{d}$ é recomendado para adultos. Esta faixa é baseada na ausência de sinais de deficiência de crômio na maior parte dos Estados Unidos, que

normalmente consomem dietas que contém em média 50 $\mu\text{g}/\text{d}$ de Cr. Foi estabelecida uma ingestão de segurança de 200 $\mu\text{g}/\text{d}$, pois este valor foi obtido em muitos estudos e nenhum efeito adverso foi observado. Para as outras faixas etárias os valores foram derivados por extrapolação dos dados de ingestão dos alimentos. Para crianças de faixa etária de 1 a 3 anos, o intervalo adequado e de segurança é de 20 a 80 $\mu\text{g}/\text{d}$ e de 30 a 120 $\mu\text{g}/\text{d}$ para crianças de 4 a 7 anos (RDA,1989).

A ingestão de crômio em dietas típicas varia de 25 $\mu\text{g}/\text{d}$ para idosos na Inglaterra (Bunker e Clayton,1989), 50 $\mu\text{g}/\text{d}$ na Suíça (Wyttenbach e col.,1987) e de 200 $\mu\text{g}/\text{d}$ em dietas da Bélgica e Suécia (Buchet e Lavwerys,1983; Abdulla e col.,1983).

No presente trabalho os valores de ingestão de crômio variaram bastante nas duas dietas analisadas. Conforme já discutido no capítulo anterior, as ingestões médias das crianças (20,6 $\mu\text{g}/\text{d}$) foram bem inferiores às obtidas para as dietas dos idosos (192 $\mu\text{g}/\text{d}$). A maioria das dietas das crianças (85%) apresentou uma adequação de 66% em relação ao menor valor de RDA, considerado adequado às necessidades para crianças de 4 a 7 anos (Figura 5.9.a). Por outro lado, 48% das dietas dos idosos mostraram-se superiores ao valor máximo de 200 $\mu\text{g}/\text{d}$ recomendado como adequado (Figura 5.9.b).

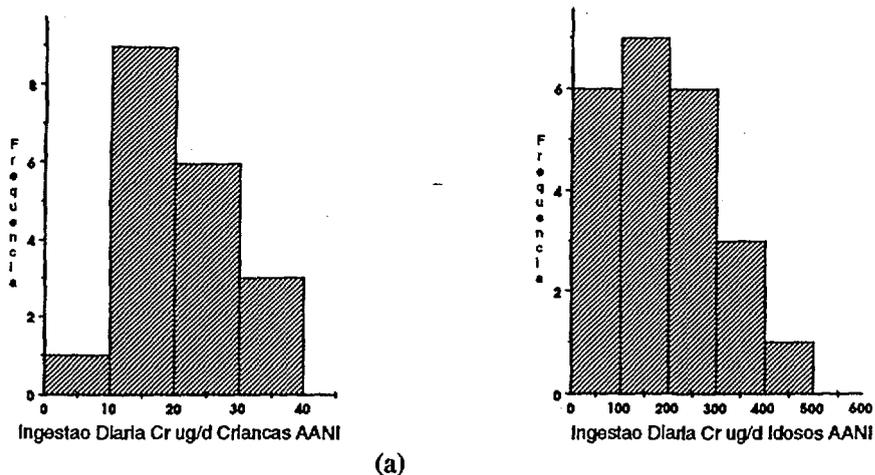


Figura 5.9 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do cromo determinado por AANI

Escândio:

O escândio e seus sais são considerados praticamente como não tóxicos, não representando um perigo à saúde e ao meio ambiente. O elemento pode se ligar a proteínas, aminoácidos e ácidos nucleicos.

Não há dados disponíveis a respeito dos níveis de tolerância e praticamente não existem dados de ingestão dietética na literatura (Lambotte-VanDerpaer e Buvenger-VanBogaert, 1988).

Os poucos dados existentes dão valores muito baixos para a ingestão dietética para o Sc, de 0,03 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Clemente e col., 1977) a 0,4 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Gibson e col., 1984). As ingestões médias obtidas neste trabalho para ambas as dietas analisadas foram de 0,39 $\mu\text{g}/\text{d}$.

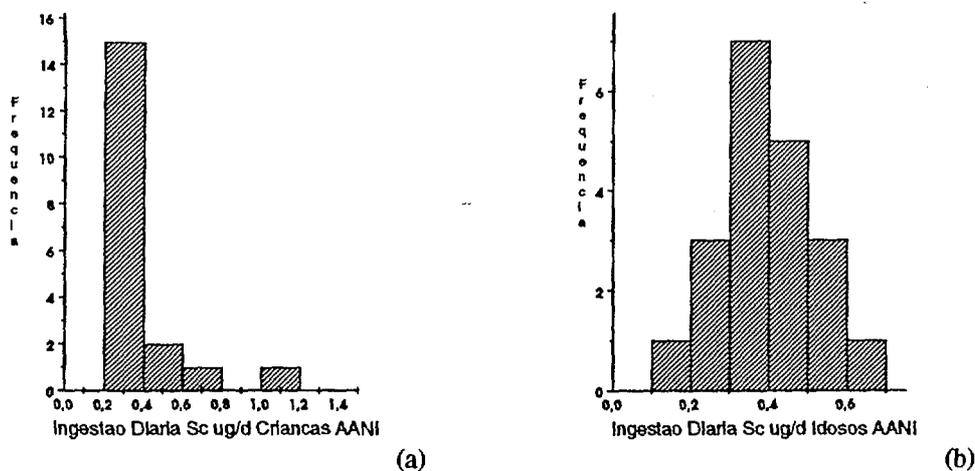


Figura 5.10 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do escândio determinado por AANI

Ferro:

O elemento é identificado como essencial há mais de 100 anos. É constituinte da hemoglobina, mioglobina e certas enzimas respiratórias, que catalizam os processos de oxidação-redução dentro da célula, sendo responsável pelo transporte de O_2 e CO_2 no processo da respiração.

A sua deficiência acarreta anemia ferropriva, que é a carência nutricional mais frequente no mundo, e isto é atribuído à baixa absorção do elemento pelo organismo humano (Underwood, 1977).

A absorção de ferro é influenciada pelo estoque do elemento no organismo, pela quantidade e forma química presente nos alimentos ingeridos e, por uma variedade de fatores dietéticos que aumentam ou diminuem a disponibilidade de ferro para a sua utilização (RDA, 1989).

O ferro ocorre nos alimentos tanto nas formas inorgânicas como Fe^{2+} e Fe^{3+} (ferro não-heme), sendo a forma Fe^{2+} a melhor absorvida, quanto ligado a compostos orgânicos, denominado de

Fe-heme, derivado da hemoglobina. Somente de 3 a 8% do elemento é absorvido das fontes vegetais, que está presente como ferro não-heme, e até 25% como ferro-heme, presente nas carnes (Tramonte,1994).

Entre os fatores dietéticos que ajudam a absorção do elemento está a presença de vitamina C. A vitamina C em níveis adequados, pode minimizar os efeitos dos inibidores da absorção de ferro, e de outros elementos, e é um fator que ajuda na absorção do ferro não-heme. Por outro lado, a presença de fitatos, fosfato de cálcio, oxalatos podem inibir a absorção de ferro (Krause & Mahan,1984).

A necessidade dietética recomendada para crianças, homens e idosos é de 10 mg/d. Uma ingestão diária de 12 e 15 mg é recomendada respectivamente para adolescentes masculinos e mulheres na idade fértil. Durante a gravidez é necessária uma suplementação de ferro, de modo a obter as necessidades recomendadas de 30 mg/d (RDA,1989).

Uma dieta típica da Europa e dos EUA fornece cerca de 6 mg Fe/1000 kcal, registrando uma faixa de ingestão diária de 9,6 mg na Suíça (Wytttenbach,1987) a 21 mg nos EUA (Pennington,1984).

Em seu estudo da dieta da porção em duplicata da população masculina na Dinamarca, Brö e col.(1990) determinaram uma ampla faixa de ingestão dietética de 2,7 a 26 mg/dia, com uma média de 11,9 mg/d.

Harada (1994) e Tramonte (1994) determinaram em dietas brasileiras valores de ingestões dietéticas próximos aos valores recomendados, porém as autoras observam que as maiores fontes de ferro são de origem vegetal, portanto de baixa disponibilidade tornando-o pouco utilizável pelo organismo.

O ferro foi deficiente tanto nas dietas das crianças quanto nas dietas dos idosos, apresentando uma adequação de apenas 53% em ambos os grupos. Em nenhuma das dietas analisadas, o valor de RDA (10 mg/d) foi alcançado (Figura 5.11).

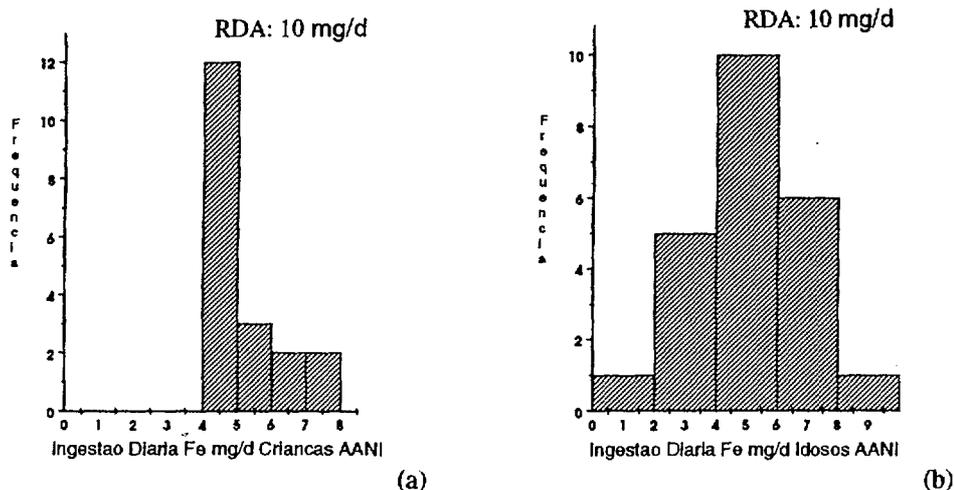


Figura 5.11 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do ferro determinado por AANI

Manganês:

Não há dúvidas a respeito da essencialidade do manganês, porém as necessidades para o organismo humano não foram ainda estabelecidas. O manganês é conhecido por sua ação de ativador em muitas enzimas, como arginase e superóxido dismutase. Deficiências dietéticas desse elemento podem produzir uma variedade de anormalidades estruturais e fisiológicas (Saric, 1988).

O manganês pode, por outro lado, ser um elemento tóxico e por isso é necessário estabelecer limites para a sua incorporação. Em seres humanos, efeitos tóxicos foram observados em trabalhadores de mineradoras e indústrias que emitem manganês no meio ambiente, expostos a poeiras ou fumos de manganês no ar com teores maiores do que 5 mg/m^3 . Esses trabalhadores apresentaram sintomas de desordens no sistema

trabalhadores apresentaram sintomas de desordens no sistema nervoso central, como desorientação, falha na memória, alucinações (Underwood,1977; Keen,1988).

Atualmente há muitos dados relativos aos teores de manganês nos alimentos, porém nada se sabe sobre as formas químicas presentes e sobre a biodisponibilidade de manganês na dieta. A sua absorção é relativamente pequena (RDA,1989).

Os cereais e grãos inteiros são as fontes mais ricas de manganês, seguidas de frutas e vegetais. Chá e café possuem quantidades relativamente altas. Por isso, as dietas vegetarianas podem introduzir altas doses de manganês.

A concentração típica de manganês em alimentos varia de 0,02 a 25 $\mu\text{g/g}$ (Keen,1988).

Vários intervalos de ingestão dietética provisória para o manganês são recomendados, segundo faixa etária (RDA, 1989): para os adultos varia de 2,0 a 5,0 mg/d, enquanto para bebês de 0,5 a 1 ano é de 0,6 a 1,0 mg/d e para crianças de 4 a 6 anos é de 1,5 a 2,0 mg/d.

No estudo de dieta total conduzido nos EUA entre 1982 e 1986, a média de ingestão de manganês foi de 3,63 mg/d para adultos e para crianças foi de 1,1 mg/d (Pennington e col.,1984). Em um outro estudo de dieta total, no Canadá, a ingestão dietética foi de 1,9 mg/d.

Ingestões diárias entre 3,4 a 6,5 mg foram registradas no Reino Unido em dietas de idosos (Bunker e Clayton,1989), enquanto na Dinamarca a ingestão dietética para adultos variou de 1,2 a 13,8 mg/d, com uma média de 4,5 mg/d (Brö e col.,1990).

dietas dos idosos (1,1 mg/d). Entretanto as variações determinadas foram semelhantes (0,8 a 2,6 mg/d para as dietas das crianças e de 0,4 a 2,6 mg/d para as dietas dos idosos), como podem ser observadas nas Figuras 5.12.a e 5.12.b.

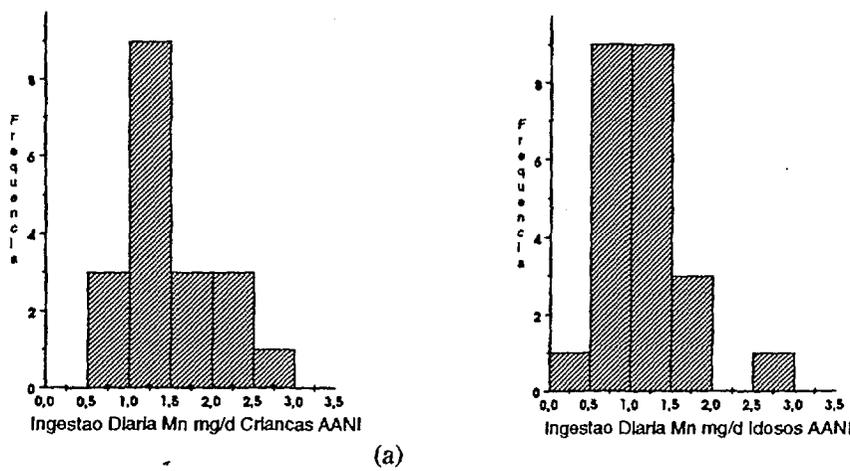


Figura 5.12 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do manganês determinado por AANI

Molibdênio:

O papel do molibdênio na saúde humana não é suficientemente esclarecido. Entretanto é classificado como essencial visto que faz parte de algumas enzimas importantes para o metabolismo e neutralização dos compostos tóxicos de enxofre. O molibdênio também é importante para a produção da hemoglobina (Tolonen, 1995).

Os únicos efeitos adversos causados pela alta concentração de molibdênio no meio ambiente foram observados numa província da URSS, onde uma ingestão excessiva de 10 a 15 mg/dia pode ter sido a causa de uma síndrome de gota (RDA, 1989).

Os cereais, miúdos e leguminosas são boas fontes dietéticas. Normalmente os teores de molibdênio nas verduras

Os cereais, miúdos e leguminosas são boas fontes dietéticas. Normalmente os teores de molibdênio nas verduras e leguminosas são dependentes das características do solo. Os produtos de origem animal são pobres nesse elemento.

O intervalo recomendado provisório para a ingestão dietética, baseada nas ingestões médias registradas na literatura, é de 75 a 250 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para adultos e adolescentes. Os valores para outros grupos etários foram obtidos por extrapolação com base no peso corpóreo (RDA, 1989).

A ingestão diária de molibdênio pode ser estimada entre 100 a 500 μg (Friberg e Lener, 1986). Pennington (1987) determinou o conteúdo de molibdênio no estudo da dieta total dos EUA de 1984, obtendo valores de 78 a 126 $\mu\text{g}/\text{d}$ para mulheres e homens, respectivamente. Uma ampla faixa de ingestão foi determinada por Brö e col. (1990) na dieta dinamarquesa: de 20 a 560 $\mu\text{g}/\text{d}$, com uma média de 112 $\mu\text{g}/\text{d}$.

Chen e col. (1994) determinaram valores bem superiores, em média de 856 $\mu\text{g}/\text{d}$, com uma faixa de 401 a 1130 $\mu\text{g}/\text{d}$, em dietas chinesas pelo método da porção em duplicata.

Não existem dados a respeito dos níveis de ingestão dietética do molibdênio em dietas brasileiras. No presente estudo as ingestões médias de 93,1 $\mu\text{g}/\text{d}$ (dietas das crianças) e de 126 $\mu\text{g}/\text{d}$ (dieta dos idosos) estiveram dentro da faixa de valor de RDA, indicada como adequada e segura.

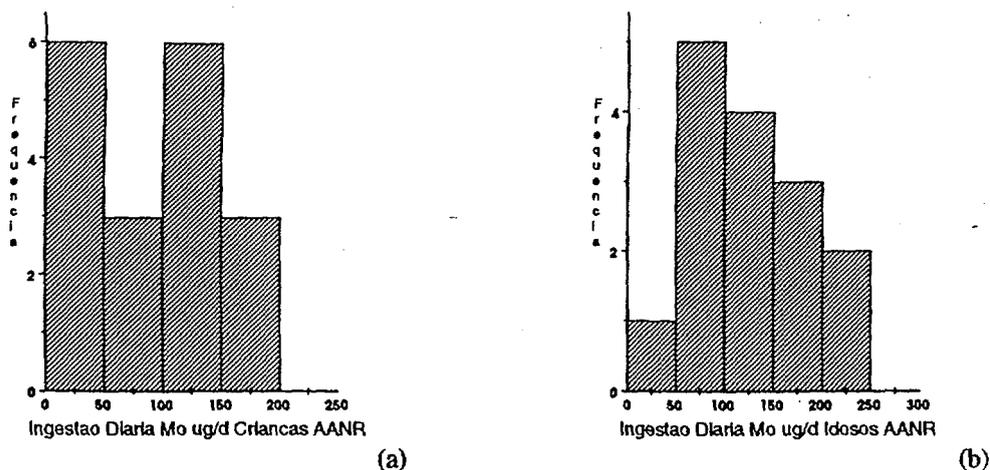


Figura 5.13 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do molibdênio determinado por AANR

Potássio:

O potássio constitui 5% do conteúdo mineral total do organismo. É o principal cátion do líquido intracelular e está envolvido também na manutenção dos equilíbrios hídrico, osmótico e ácido-básico normais. Ele é absorvido no intestino delgado e excretado principalmente na urina (RDA, 1989).

A pequena porcentagem de potássio extracelular é de fundamental importância fisiológica, contribuindo para a transmissão de impulsos nervosos, para o controle da contração muscular e para a manutenção da pressão sanguínea normal (Birch e Karim, 1988).

A perda excessiva de líquido extracelular pode resultar em deficiências do elemento. A perda pode ser causada por vômitos, diarreia, diurese excessiva ou desnutrição prolongada.

Geralmente não há deficiência de potássio devido a ingestão inadequada em indivíduos saudáveis, uma vez que o elemento se encontra amplamente distribuído nos alimentos. As

principais fontes dietéticas são os alimentos não processados, especialmente frutas, vegetais e carnes frescas. O leite de vaca contém uma alta concentração de potássio, cerca de 1365 mg/l (RDA,1989), sendo uma importante fonte para esse elemento.

As necessidades mínimas estimadas de potássio vão desde 500 a 700 mg/d para bebês de 0 a 11 meses, de 1000 a 1600 mg/d para as crianças de 1 a 9 anos e de 2000 mg/d para os adolescentes e adultos.

Pennington(1984) encontrou uma ingestão diária de 1684 mg/d para crianças e 3420 mg/d para adultos. Os valores relatados na literatura foram de 1,1-1,7 g/d (Chen e Gao,1993; Murphy e col.,1995) a 4,7 g/d (Van Dokkun e col.,1989).

As necessidades mínimas para o potássio não foram obtidas nas dietas dos idosos, cuja ingestão média foi de 1081 mg/d, cerca de 55% abaixo do valor recomendado para esse grupo de indivíduos. Resultado diferente foi determinado para as dietas das crianças, onde a ingestão dietética média de 1408 mg/d alcança as necessidades mínimas para o potássio nesta faixa etária.

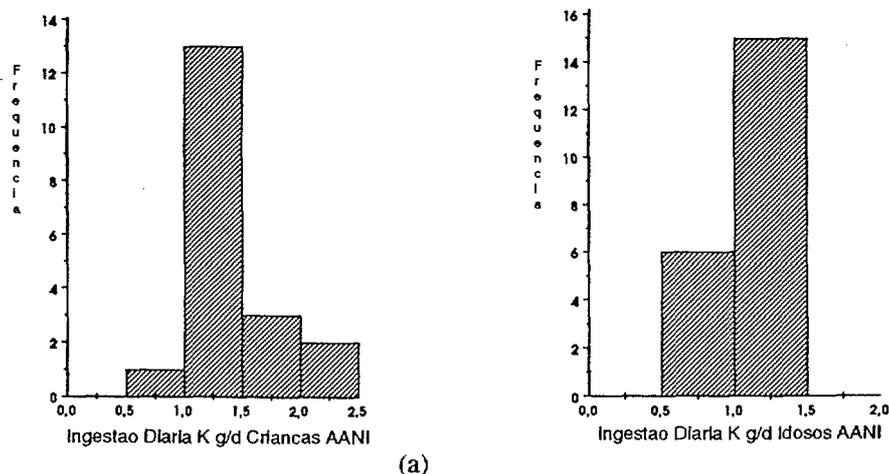


Figura 5.14 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do potássio determinado por AANI

Rubídio:

O interesse biológico pelo rubídio é estimulado por sua relação com o potássio e por sua presença em concentrações altas nos tecidos humanos. O teor de rubídio no corpo humano em torno de 0,32 g. Alguns estudos foram realizados com o objetivo de estudar a essencialidade desse elemento, porém ainda não foi comprovada (Davie e Coleman,1988).

Valores de ingestão dietética de rubídio foram estimados por AANI em 1,7 mg/d (Gibson e col.,1984) a 5,7 mg/d (Clemente e col.,1977). Os dados obtidos para o rubídio estão dentro desta faixa de valores: 2,4 mg/d para as dietas das crianças e 2,0 mg/d para as dietas dos idosos.

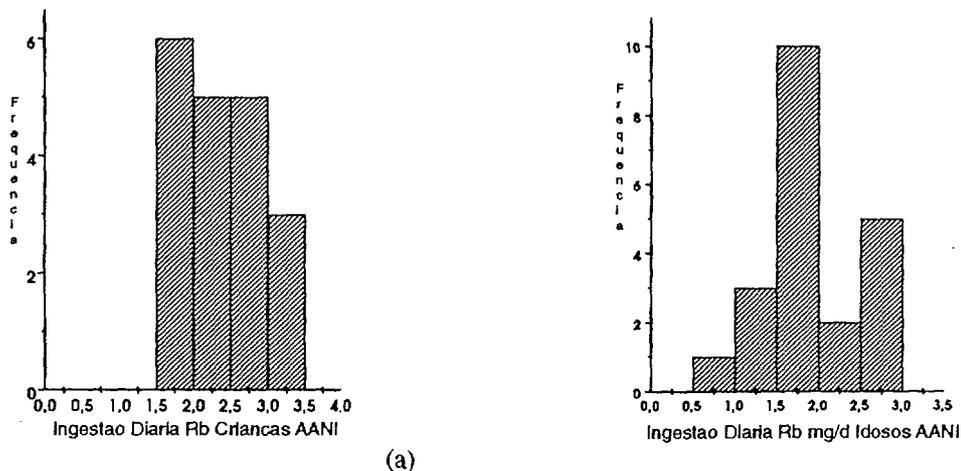


Figura 5.15 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do rubídio determinado por AANI

Selênio:

O selênio foi inicialmente identificado como sendo elemento traço tóxico antes de ser reconhecido como um micronutriente essencial. Os níveis de selênio que podem causar carência ou toxicidade estão relativamente próximos, comparados com outros nutrientes, razão pelo qual os conhecimentos sobre a sua deficiência ou excesso nos alimentos é de grande interesse (Levander, 1994).

O elemento selênio é absorvido do solo pelas plantas e incorporado em grande parte pelas proteínas na forma de selenometionina ou selenocisteína. Pouco se sabe de outras formas de selênio nos alimentos. Através das plantas, chega aos organismos animais, via alimentação (Jaffé, 1992).

O elemento faz parte da enzima glutathiona-peroxidase, que tem a função de proteger as membranas celulares, destruindo os peróxidos endógenos, inibindo assim a peroxidação dos lipídeos. Embora o papel do selênio na destruição dos peróxidos explique sua relação metabólica com a vitamina E, evidências de outras possíveis funções estão sendo muito investigadas (Rotruck e col., 1973).

A literatura é extensa a respeito do efeito protetor de selênio às doenças cardiovasculares e ao câncer (Diplock, 1987; Neves, 1989).

O elemento tem ainda a capacidade de reduzir a toxicidade dos elementos Hg, Cd e outros elementos tóxicos, pois possui uma forte tendência para complexar esses elementos. O metabolismo é portanto bastante influenciado pelos níveis dietéticos de muitos elementos tóxicos e radicais livres (Underwood, 1977).

Existem vários estudos comprovando que a suplementação de selênio, em certas situações, parece confirmar a essencialidade do elemento em seres humanos. Na China as deficiências de selênio nas áreas endêmicas das doenças de Keshan (uma cardiomiopatia que afeta crianças e mulheres) e de Keshin-Beck (uma doença com osteoartrose degenerativa) foram corrigidas pela suplementação de selênio, que incluíam a utilização de sal com o elemento, o uso de fermento enriquecido e também aplicação de fertilizantes (selenito de sódio) nos solos (Levander,1994).

São raros os relatos de distúrbios devido à alta exposição de selênio. Níveis de ingestões em torno de 5 mg/d provocam defeitos nas estruturas das unhas e perda de cabelos (Yang,1983). Nos EUA, algumas pessoas que ingeriram tabletes de selênio contendo 27 mg/tablete apresentaram sintomas como náuseas, dores abdominais, diarreia, mudanças nas unhas e cabelos, fadiga e irritabilidade (Helzlsouer e col.,1985).

Os alimentos do mar, rim, fígado e outras carnes em menor extensão são boas fontes de selênio, enquanto que os cereais são variáveis, dependendo do conteúdo de selênio no solo. Estudos indicam que as formas orgânicas são melhores retidas que as inorgânicas, mas todas as formas causam aumento na atividade da enzima glutathione peroxidase (RDA,1989).

Os valores de RDA (1989) são os seguintes: 70 µg/d para homens e 50 µg/d para mulheres, acima de 18 anos. Para crianças, o RDA varia de 10 µg/d (de 0 a 6 meses), 15 µg/d (6 meses a 1 ano) a 20 µg/d (crianças de 1 a 6 anos). Para os adolescentes varia conforme a idade e o sexo (de 40 a 50 µg/d). Essas necessidades foram encontradas em dietas dos EUA (Levander e Morris,1984), Suíça (Wyttenbach e col.,1987), Holanda (Van Dokkun e col.,1989) e Taiwan (Liu e Chung,1992).

Entretanto vários países possuem deficiência de selênio nos solos ocasionando problemas de saúde nos animais (gado) e em casos extremos na população humana (Nova Zelândia, Finlândia, parte dos EUA e principalmente China), acarretando valores de ingestão dietética baixos.

Nas regiões endêmicas da China, foram encontrados valores de ingestão muito baixos, como 3 a 5 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Liquing e col., 1991), enquanto em áreas não endêmicas os níveis das ingestões foram em torno de 42 $\mu\text{g}/\text{d}$ (Chen e Gao, 1993).

As dietas dos estudantes da USP estudadas apresentaram-se deficientes em selênio (Boaventura, 1994), o mesmo ocorrendo nas dietas dos idosos no presente estudo, cuja adequação foi de 55% para as mulheres e 43% para os homens. Já no caso das dietas das crianças o selênio mostrou-se adequado, sendo a ingestão média de 26,3 $\mu\text{g}/\text{d}$, com uma variação de 15,9 a 39,7 $\mu\text{g}/\text{d}$.

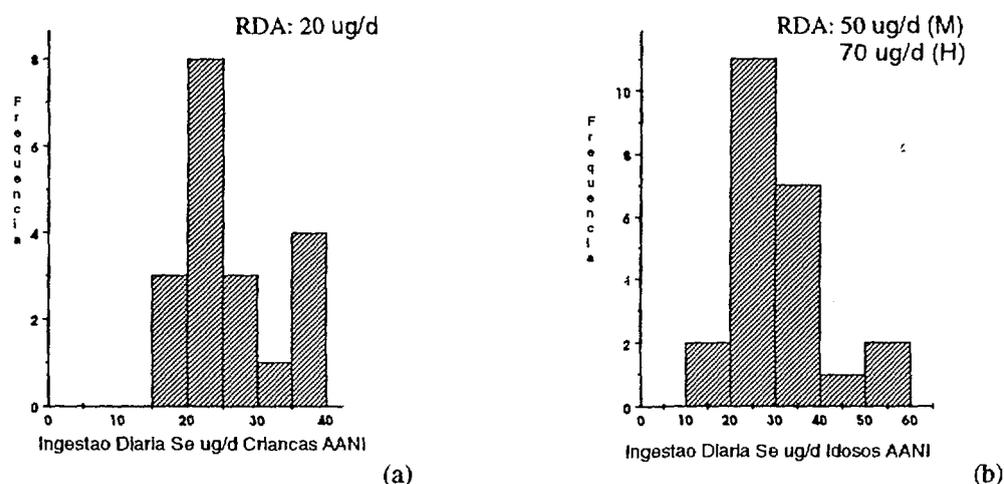


Figura 5.16 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do selênio determinado por AANI

Sódio:

O sódio tem a função importante, entre outras, de regular os equilíbrios ácido-básico e eletrolítico, a capacidade da condução nervosa e a produção de adrenalina e aminoácidos (Tolonen, 1995).

Cerca de 90 a 95% de sódio é eliminado pela urina e o restante é perdido nas fezes e na transpiração. Normalmente a quantidade de sódio excretada diariamente equivale à quantidade ingerida, de modo que os níveis de sódio na urina refletem a sua ingestão dietética (Krause e Mahan, 1984).

Raramente encontram-se deficiências em condições normais e o organismo funciona numa ampla faixa de ingestão através dos mecanismos que conservam e excretam sódio.

Além do sal de cozinha utilizado no processamento e tempero dos alimentos, o elemento sódio está presente na maioria dos alimentos em quantidades variadas. Normalmente uma dieta rica em alimentos processados fornece uma ingestão relativamente alta desse elemento, enquanto que em dietas onde prevalece a ingestão de frutas frescas, vegetais e legumes, os teores são baixos.

As necessidades mínimas recomendadas de sódio para adultos (500 mg/d) e para as crianças de 1 a 9 anos (300 a 400 mg/d) são normalmente excedidas em dietas normais (RDA, 1989). Embora não exista uma faixa de tolerância, acredita-se que o consumo alto de sódio deva ser restrito devido a susceptibilidade à hipertensão induzida pelo sal de cozinha. Por essa razão o comitê da Food and Nutrition Board dos EUA recomenda que a ingestão dietética do cloreto de sódio não ultrapasse a 6 g/d (2,4g de Na).

Ingestões dietéticas de sódio registradas variam de 1,8 g/d em dietas de mulheres vegetarianas (Nieman e col.,1989), 2,3-3,2 g/d (Liu e Chang,1992; Abdulla e col.,1989) a 5 g/d (Wytttenbach e col.,1990; Pennington e col.,1984).

Conforme o esperado, uma vez que o consumo de alimentos processados foi baixo nos grupos estudados, as ingestões dietéticas do sódio foram baixas em torno de 1,5 g/d (dietas das crianças) e 1,2 g/d (dietas dos idosos).

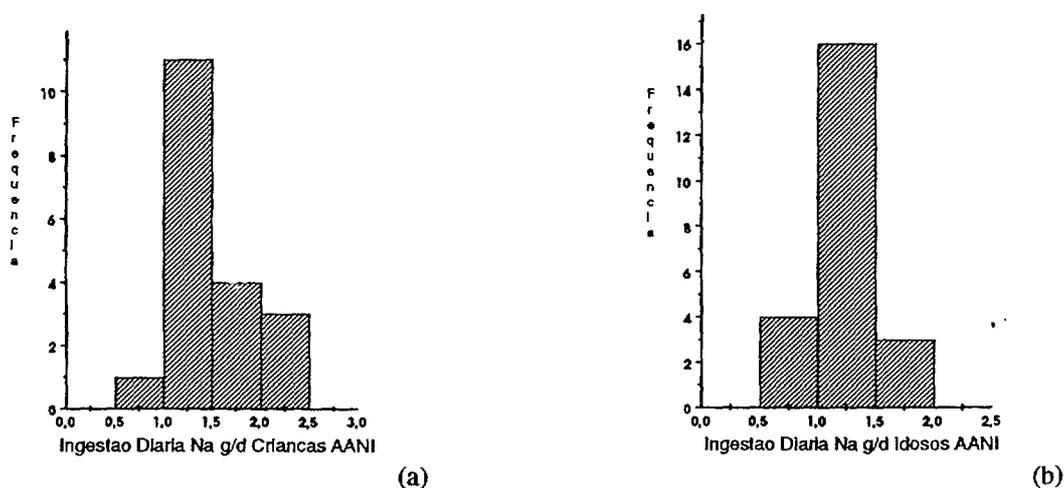


Figura 5.17 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do sódio determinado por AANI

Tório:

A absorção do tório pelo organismo humano se dá via inalação a partir do solo ou minério ou por alimentos e fluidos. A ingestão diária de tório pelos alimentos e fluidos foi estimada pela Comissão Internacional de Radioproteção (ICRP-1979) como sendo de 3 μg (Métivier,1988).

Valores bem maiores foram obtidos por Dang e col.(1992) que analisaram dietas pela técnica da porção em duplicata em duas regiões da Índia, com diferentes background em relação a

este elemento. Na área monazítica os valores de ingestão dietética diária para tório variaram de 8,6 a 62,4 μg , enquanto que na região normal os teores foram de 0,81 a 4,29 μg . Shirashi e Yamamoto(1995) determinaram a ingestão dietética de ^{232}Th de 0,55 μg /pessoa em alimentos que compõem uma cesta de mercado japonesa.

Os níveis de ingestão dietética do tório determinados no presente estudo estiveram abaixo do valor estimado pela ICRP; os valores médios foram de 2,6 $\mu\text{g}/\text{d}$ e 1,2 $\mu\text{g}/\text{d}$ para as dietas das crianças e dos idosos, respectivamente.

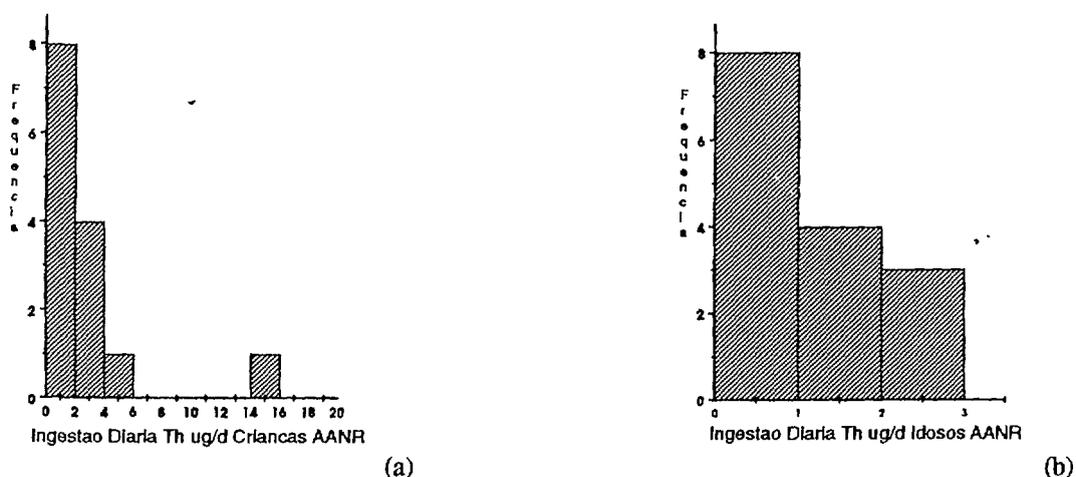


Figura 5.18 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do tório determinado por AANR

Tungstênio:

O elemento tungstênio não é essencial para a maioria dos mamíferos. O seu metabolismo está relacionado com o metabolismo do molibdênio, cujas propriedades químicas são similares. Estudos postularam que tungstênio pode preferencialmente ocupar sítios em enzimas que são normalmente ocupados pelo molibdênio (Kazantzis,1986).

Não existem muitas informações a respeito da toxicidade dos compostos de tungstênio. O uso de um composto de tungstênio produziu um efeito protetor em tumores mamários e leucemia em ratos (Wenning e Kirsch, 1988)

A ingestão dietética de tungstênio em dieta da Alemanha, estimada por AAN, variou de 5 a 34 $\mu\text{g}/\text{dia}$ (Schelenz, 1977). Dados semelhantes foram obtidos neste estudo, cuja variação foi bastante ampla para ambos os grupos: de 0,7 a 29 $\mu\text{g}/\text{d}$ (dietas das crianças) e de 1,5 a 26 $\mu\text{g}/\text{d}$ (dietas dos idosos), como pode ser observada nas Figuras 5.19.a e 5.19.b.

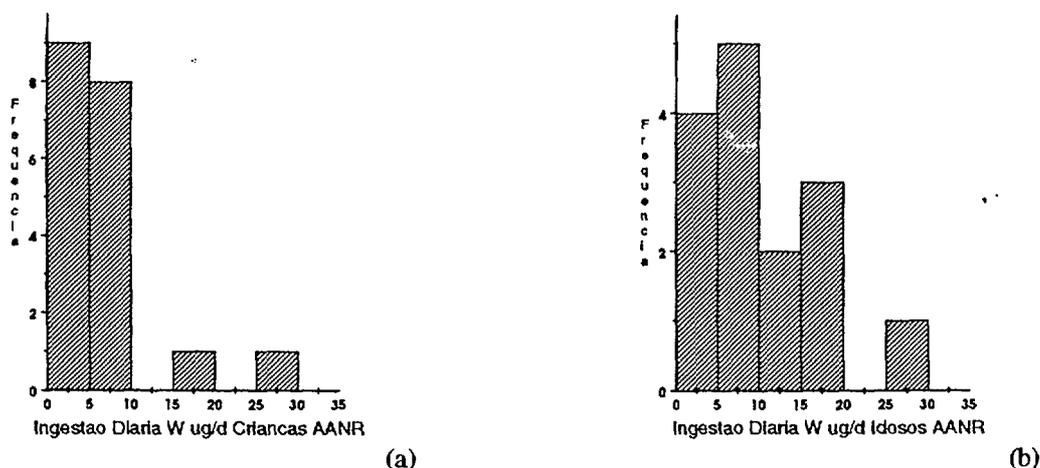


Figura 5.19 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do tungstênio determinado por AANR

Urânio:

O urânio ocorre no corpo humano na forma solúvel apenas como compostos tetravalente e hexavalente em complexos com íons carbonatos e proteínas. A absorção de seus sais pode ocorrer via inalação ou ingestão. Cerca de 95% do urânio retido é depositado nos ossos. Não há evidência de qualquer função metabólica que o elemento exerça no organismo humano (Berlin e Rudell, 1986).

Como todos os isótopos de urânio são radioativos o perigo da ingestão desse elemento é redobrado, devido a sua toxicidade química e aos danos radiológicos. O órgão mais crítico quanto a sua toxicidade química é o rim. Altas doses também afetam a corrente sanguínea, induzindo danos ao fígado e ao tecido muscular. O limite limiar no homem é de 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corpóreo (Fisher,1988).

Em áreas urbanas do Japão a ingestão dietética foi estimada em 1,25 $\mu\text{g}/\text{d}$ por Shiraishi e Yamamoto (1995). Dang e col.(1992) encontram uma ampla faixa de valores de ingestão dietética de 0,56 a 7,9 $\mu\text{g}/\text{d}$ em uma área monazítica e em uma região com nível de background normal os valores obtidos foram inferiores: 0,25 a 1,30 $\mu\text{g}/\text{d}$.

Segundo Yamamoto e col.(1994) os níveis de ingestão dietética do urânio em áreas normais no mundo apresentam uma ampla faixa que vai de 0,55 a 69,3 $\mu\text{g}/\text{dia}$. Os resultados obtidos neste trabalho encontram-se dentro dessa faixa de valores, cujas médias obtidas foram de 1,4 $\mu\text{g}/\text{d}$ e 0,8 $\mu\text{g}/\text{d}$ nas dietas das crianças e dos idosos, respectivamente.

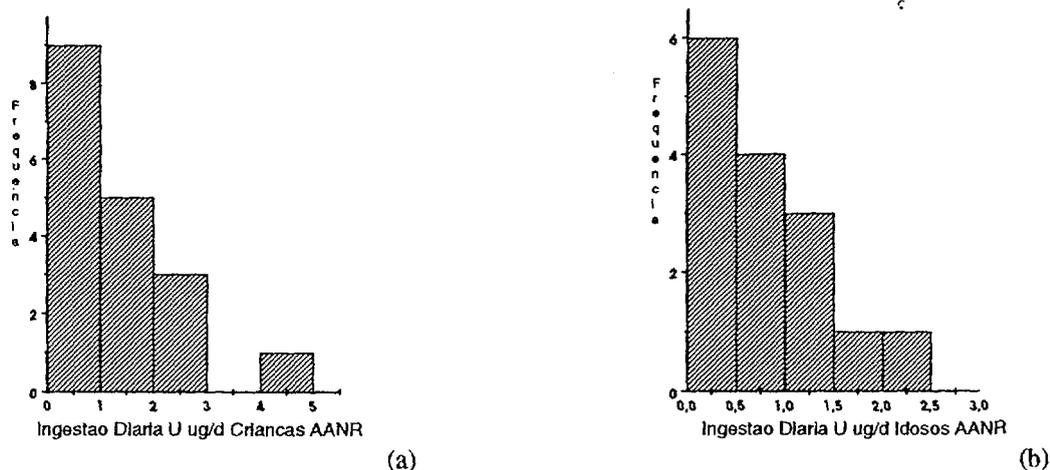


Figura 5.20 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do urânio determinado por AANR

Zinco:

O zinco é provavelmente um dos elementos traço mais importante relacionado a saúde humana. É essencial a plantas, animais e ao homem. Está envolvido em muitos processos bioquímicos e é um cofator de mais de 200 metaloenzimas, catalizando processos importantes como a síntese de proteínas e ácidos nucleicos, crescimento celular, maturação e função sexual, função neurofisiológica, entre outros (Underwood, 1977; Prasad, 1988).

As manifestações de deficiências de zinco em seres humanos podem ser revertidas após suplementação do elemento. A deficiência de zinco, que é mais proeminente em crianças em fase de crescimento, leva a diversos sintomas, tais como crescimento e desenvolvimento retardatários, falta de apetite, hipogonadismo em homens, falta de sentidos da gustação e olfato, alopecia (calvície), diarreia, letargia mental, prejuízo na cicatrização de feridas, rachadura de pele (Krause & Mahan, 1984; Prasad, 1988).

Uma pequena deficiência de zinco pode ocorrer associada a ingestão insuficiente ou a baixa disponibilidade do elemento na dieta, e isso tem sido observado por diversos autores, inclusive em países desenvolvidos. Nos EUA a deficiência de zinco é um problema dietético bastante frequente e está normalmente associado a doenças como alcoolismo, doenças renais e desordens no trato gastrointestinal (Fraker e col., 1987).

Devido a eficiência dos mecanismos homeostáticos que regulam a absorção e retenção de zinco, uma sobrecarga desse elemento no organismo humano é improvável e por isso o zinco pode ser considerado como essencialmente não tóxico para os seres humanos (Bertholf, 1988).

A composição da dieta tem importante efeito na biodisponibilidade de zinco. A presença de fitato e fibras, presentes nos alimentos de origem vegetal, inibe a absorção intestinal do elemento pela formação de quelatos insolúveis. Outras substâncias presentes na dieta como oxalato, cálcio e cobre podem também prejudicar a absorção de zinco. Desse modo, o zinco é mais disponível em alimentos de origem animal do que em alimentos de origem vegetal (Fairweather-Tait, 1988).

As principais fontes de zinco são ostras, fígado, carnes vermelhas e de porco, vitela, peixe. Os vegetais são pobres em zinco.

Os valores de RDA (1989) variam de 5 a 10 mg/d para as crianças de 0 a 6 anos. Para os adolescentes e adultos masculinos o valor é de 15 mg/d, enquanto para as mulheres a necessidade diária é menor: 12 mg/d.

Ellen e col. (1990) analisando a composição e a ingestão dos nutrientes de 110 dietas de adultos holandeses, verificaram que o consumo médio de 8,4 mgZn/d, com uma faixa de 2,6 a 17,8 mg/d, esteve abaixo dos padrões estabelecidos pela RDA para ambos os sexos.

Essa baixa ingestão dietética do zinco foi também verificada em estudos realizados com dietas de adultos americanos (Holden e col., 1979), em 900 dietas de crianças, adultos e idosos da Suécia (Abdulla e col., 1989), em um estudo de porção em duplicata com 90 mulheres idosas canadenses (Gibson e col., 1984) e no estudo de dieta total da China (Chen e col., 1994). As dietas brasileiras também mostraram-se deficientes em zinco (Dantas e Cozzolino, 1990; Tramonte, 1994).

Resultados semelhantes foram obtidos nas dietas das crianças, também deficientes em zinco mostrando uma adequação de apenas 48% em relação ao valor recomendado pela RDA de 10 mg/d. A ingestão dietética média foi de 4,8 mg/d, com uma variação entre 3,3 a 7,4 mg/d, como pode ser observado na Figura 5.21.a.

As mais baixas adequações foram obtidas para o zinco nas dietas dos idosos, onde uma ingestão média de 3,6 mg/d, com uma variação de 1,5 a 5,9 mg/g (Figura 5.21.b), foi determinada, representando 24% de adequação para os homens e 30% para as mulheres.

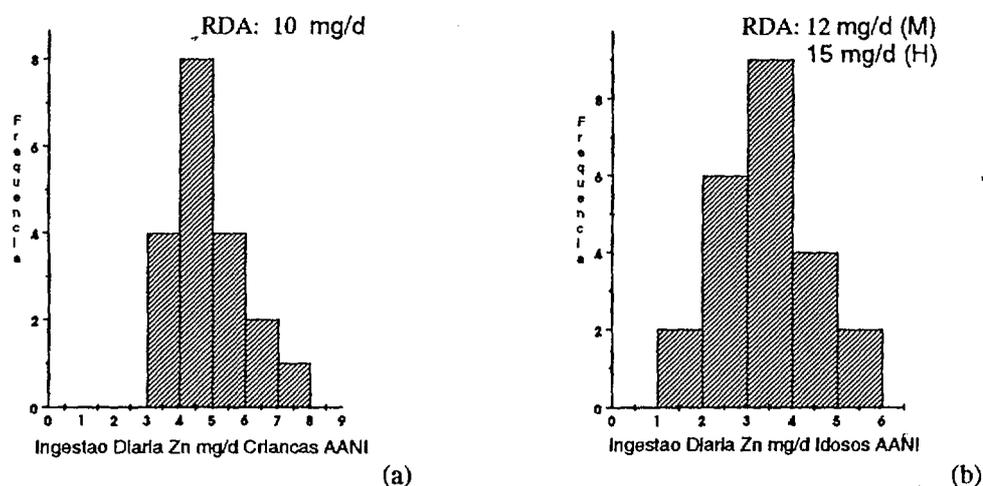


Figura 5.21 Distribuição de frequência dos valores de ingestão diária do zinco determinado por AANI

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Nas Tabelas 6.1 e 6.2 são apresentados os valores médios e os intervalos dos níveis de ingestão dietética de todos os elementos analisados nas dietas das crianças e dos idosos, respectivamente, juntamente com os valores de ingestão diária aceitável (ADI), das necessidades dietéticas recomendadas (RDA), das faixas de ingestão segura e adequada (IDSA) e das necessidades mínimas recomendadas.

Pode-se observar pela Tabela 6.1 e pela Figura 6.1 que as dietas das crianças mostraram adequação em selênio, de acordo com os valores recomendados pela RDA (1989). Segundo esse mesmo critério, as dietas das crianças foram deficientes em cálcio, ferro e zinco. As necessidades mínimas para cloro, crômio, manganês, molibdênio, potássio e sódio foram obtidas em praticamente todas as dietas, que também mostraram-se adequadas em relação às proteínas e deficientes em calorias.

Foi verificado também para as dietas dos idosos, que as necessidades mínimas foram alcançadas para os elementos Cr, Cl, Mn e Na. Todos os demais elementos essenciais determinados, cálcio, ferro, selênio e zinco, apresentaram valores bem abaixo dos valores de RDA recomendados pela Academia de Ciência dos Estados Unidos (1989), como pode ser observado na Tabela 6.2 e na Figura 6.2. Além disso, as dietas dos idosos foram também deficientes em calorias e proteínas.

Tabela 6.1 : Valores de ingestão diária dos elementos analisados nas dietas das crianças por AAN:

Elementos	Média ± DP	Intervalo	RDA - IDSA (1989)	ADI (WHO,1994)
As µg/d	12,4 ± 9,0 ^a	1,6 - 37	-	43 ^d
Br mg/d	1,8 ± 0,6	1,0 - 3,7	-	20 ^d
Ca mg/d	438 ± 143	241 - 777	800	-
Cd µg/d	4,1 ± 3,9 ^a	1,4 - 17	-	20 ^d
Cl mg/d	2725 ± 1261	971 - 6258	500 - 600 ^c	-
Co µg/d	10,2 ± 4,1	4,1 - 19,6	-	-
Cr µg/d	20,6 ± 8,1	6,2 - 38,8	30 - 120 ^b	-
Cs µg/d	16,6 ± 4,4	10,6 - 25,6	-	-
K mg/d	1408 ± 340	946 - 2176	1400 - 1600 ^c	-
Fe mg/d	5,3 ± 1,0	4,2 - 7,5	10	-
Mn mg/d	1,5 ± 0,5	0,8 - 2,6	1,5 - 2,0 ^b	-
Mo µg/d	93,1 ± 53,3 ^a	22,0 - 186	30 - 75 ^b	-
Na mg/d	1502 ± 408	872 - 2407	300 - 400 ^c	-
Rb mg/d	2,4 ± 0,5	1,6 - 3,1	-	-
Sb µg/d	1,1 ± 1,1 ^a	0,2 - 4,5	-	-
Sc µg/d	0,385 ± 0,211	0,206 - 1,131	-	-
Se µg/d	26,3 ± 7,3	15,9 - 39,7	20	-
Th µg/d	2,6 ± 3,7 ^a	0,3 - 14	-	-
U µg/d	1,4 ± 1,1 ^a	0,4 - 4,5	-	-
W µg/d	6,7 ± 6,7 ^a	0,7 - 29	-	-
Zn mg/d	4,8 ± 1,1	3,3 - 7,4	10	-

a: Elementos determinados por AANR;

b: faixa de ingestão diária segura e adequada estimada (IDSA);

c: estimativa mínima das necessidades para crianças da faixa etária de 2 a 9 anos.-

d: ingestão diária aceitável (ADI), calculada para uma criança de 20 kg - Valores não estimados

Ingestão Diária - Dietas das Crianças

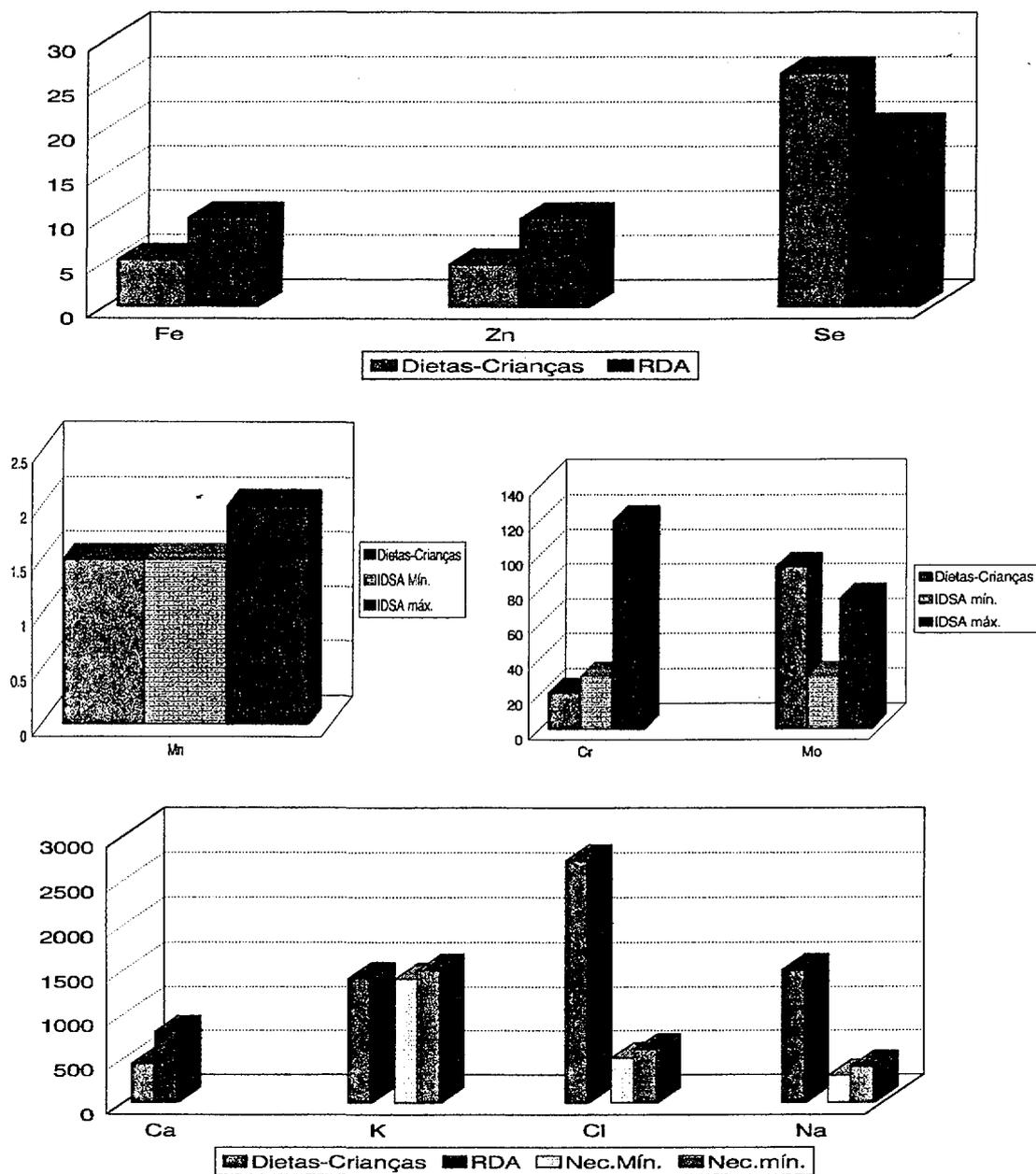


Figura 6.1 - Comparação dos valores de ingestão dietética dos elementos essenciais analisados nas dietas das crianças com os valores de RDA

Tabela 6.2 : Valores de ingestão diária dos elementos analisados nas dietas dos idosos por AAN:

Elementos	Média ± DP	Intervalo	RDA - IDSA (1989)	ADI (WHO,1994)
As µg/d	6,9 ± 8,6 ^a	0,62 - 26,5	-	130 ^d
Br mg/d	1,7 ± 0,5	0,8 - 2,5	-	60 ^d
Ca mg/d	377 ± 94	171 - 479	800	-
Cd µg/d	2,7 ± 2,2 ^a	1,2 - 6,9	-	60 ^d
Cl mg/d	1922 ± 494	814 - 2889	750 ^c	-
Co µg/d	10,9 ± 4,7	5,2 - 24,1	-	-
Cr µg/d	189 ± 108	37,7 - 460	50 - 200 ^b	-
Cs µg/d	14,9 ± 4,9	8,9 - 26,2	-	-
Fe mg/d	5,2 ± 1,6	1,9 - 8,7	10	-
K mg/d	1081 ± 256	582 - 1447	2000 ^c	-
Mn mg/d	1,1 ± 0,5	0,4 - 2,6	2,0 - 5,0 ^b	-
Mo µg/d	126 ± 56 ^a	47 - 222	75 - 250 ^b	-
Na mg/d	1195 ± 278	525 - 1807	500 ^c	-
Rb mg/d	1,9 ± 0,5	0,8 - 3,0	-	-
Sb µg/d	2,3 ± 2,0 ^a	0,49 - 7,4	-	-
Sc µg/d	0,39 ± 0,14	0,11 - 0,69	-	-
Se µg/d	30,0 ± 10,7	10,7 - 57,0	55(M) - 70(H)	-
Th µg/d	1,2 ± 0,9 ^a	0,3 - 3,0	-	-
U µg/d	0,81 ± 0,58 ^a	0,22 - 2,3	-	-
W µg/d	9,9 ± 7,0 ^a	1,5 - 26	-	-
Zn mg/d	3,5 ± 1,1	1,5 - 5,9	12(M) - 15(H)	-

a: Elementos determinados por AANR; Valores de RDA para (M) mulheres e (H) homens;

b: faixa de ingestão diária segura e adequada estimada (IDSA);

c: estimativa mínima das necessidades para adulto acima de 18 anos;

d: ingestão diária aceitável (ADI), calculada para uma criança de 60 kg - Valores não estimados

Ingestão Diária - Dietas Idosos

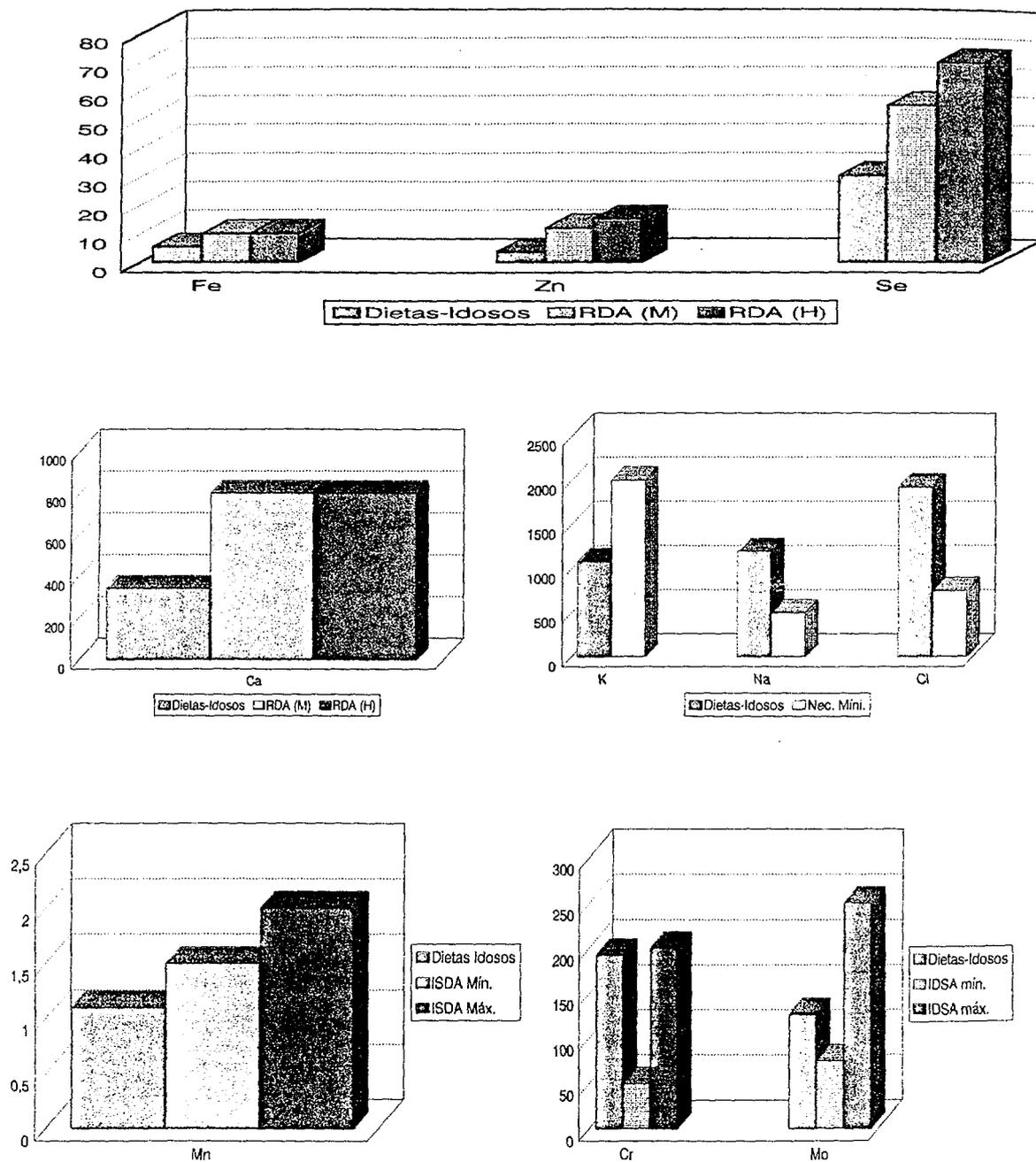
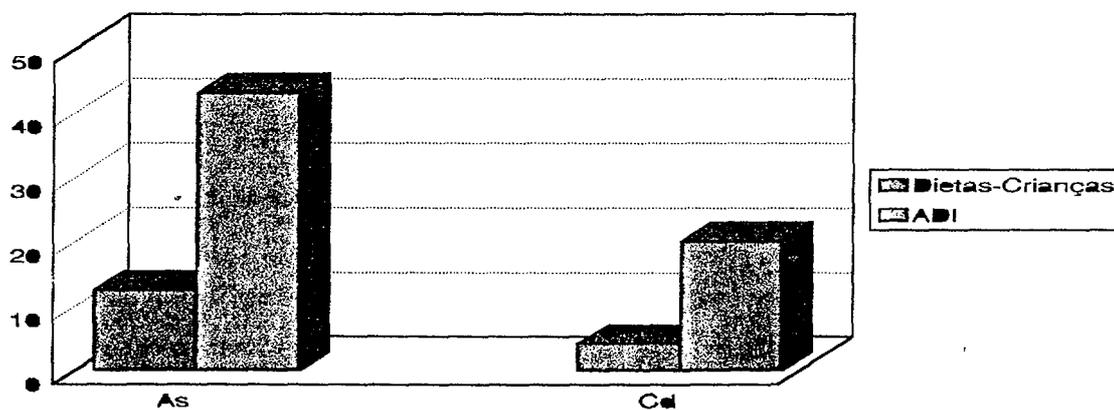


Figura 6.2 - Comparação dos valores de ingestão dietética dos elementos essenciais analisados nas dietas dos idosos com os valores de RDA

Os outros elementos, tóxicos e potencialmente tóxicos determinados no presente trabalho, como arsênio, cádmio apresentaram teores de ingestão abaixo dos valores de ADI (ingestão diária aceitável) em todas as dietas coletadas na creche e nas instituições para idosos (Figura 6.3).

Ingestão Diária dos Elementos Tóxicos - Dietas das Crianças



Ingestão Diária dos Elementos Tóxicos - Dietas dos Idosos

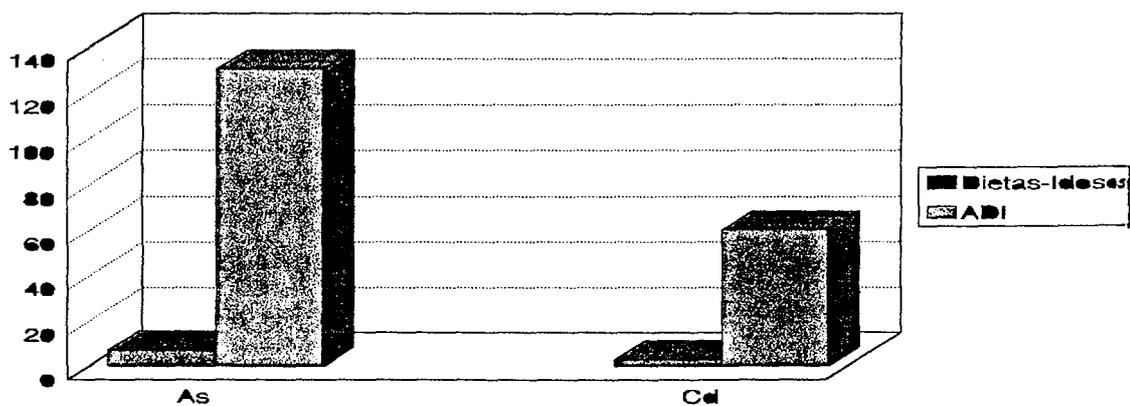


Figura 6.3 - Valores de ingestão dietética de As e Cd obtidos nas dietas das crianças e dos idosos comparados com os valores de ADI

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

O método de análise por ativação com nêutrons instrumental, aliado ao procedimento de separação radioquímica desenvolvido permitiu determinar um grande número de elementos biologicamente importantes, tanto sob o ponto de vista nutricional quanto toxicológico nas dietas das crianças e dos idosos.

O procedimento de separação radioquímica desenvolvido e aplicado mostrou um fator de descontaminação muito grande para os interferentes ^{24}Na e ^{32}P , além de apresentar rendimentos bastante elevados para os elementos Cd, Co, Cr, Fe, Mo, Sb, Se, U, Th, W e Zn. Os resultados foram precisos e exatos, como puderam ser observados pelas análises dos materiais de referência biológicos certificados.

A técnica de amostragem da porção em duplicata mostrou-se relativamente simples e adequada, e juntamente com o método analítico desenvolvido é uma boa alternativa para se fazer uma avaliação dietética real desses elementos em grupos pequenos de indivíduos.

Os valores de ingestão dos elementos antimônio, arsênio, cádmio, molibdênio, tório, tungstênio e urânio são os primeiros obtidos em dietas brasileiras e acredita-se que servirão como medida de comparação para estudos futuros.

Concluindo-se, a metodologia desenvolvida neste trabalho é uma contribuição importante para futuros estudos de possíveis correlações entre as deficiências dietéticas de elementos inorgânicos e enfermidades apresentadas por pequenos grupos de indivíduos.

ANEXO 1

Principais características nucleares dos radioisótopos de interesse para o presente estudo (IAEA-TECDOC-564, 1990)

Isótopo Natural	Isótopo Produzido	Abundância Isotópica (%)	Secção de Choque (barns)	Energias dos Raios Gama (keV)	Meia-Vida
²³ Na	²⁴ Na	100	0,513	1368,60	14,96 h
³⁷ Cl	³⁸ Cl	24,23	0,423	1642,69	37,24 min
⁴¹ K	⁴² K	6,73	1,45	1524,58	12,36h
⁴⁵ Sc	⁴⁶ Sc	100	26,3	889,28; 1120,55	83,81 d
⁴⁶ Ca	⁴⁷ Ca	0,004	0,62	1297,09	4,54 d
⁵⁰ Cr	⁵¹ Cr	4,35	15,2	320,08	27,7 d
⁵⁵ Mn	⁵⁶ Mn	100	13,2	846,76; 1810,72	2,58 h
⁵⁸ Fe	⁵⁹ Fe	0,28	1,31	1099,25; 1291,60	44,5 d
⁵⁹ Co	⁶⁰ Co	100	37,13	1173,24; 1332,50	5,27 a
⁶⁴ Zn	⁶⁵ Zn	48,60	0,726	1115,55	243,9 d
⁷⁴ Se	⁷⁵ Se	0,90	51,2	136,01; 264,66 279,54	119,77 d
⁷⁵ As	⁷⁶ As	100	3,86	559,10; 657,05	26,32 h
⁸¹ Br	⁸² Br	49,31	2,58	554,35; 776,52	35,3 h
⁸⁶ Rb	⁸⁷ Rb	72,17	0,494	1076,60	18,6 d
⁹⁸ Mo	⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc	24,13	0,131	140,51	65,94 h 6,01 h
¹¹⁴ Cd	¹¹⁵ Cd	28,73	0,22	336,26; 527,91	53,46 h
¹²¹ Sb	¹²² Sb	57,30	6,33	564,24; 692,65	2,70 d
¹³³ Cs	¹³⁴ Cs	100	30,7	604,70; 795,85	2,06 a
¹⁸⁶ W	¹⁸⁷ W	28,60	38,7	479,57; 685,74	23,9 h
²³² Th	²³³ Th- ²³³ Pa	100	7,26	312,01	27 d
²³⁸ U	²³⁹ U- ²³⁹ Np	99,27	2,75	228,18; 277,60	2,36 d

ANEXO 2

Expressões matemáticas para o cálculo dos limites de detecção e determinação

Currie (1968) estabelece três níveis de limites: Limite de Decisão (L_c), Limite de Detecção (L_D) e Limite de Determinação (L_Q).

As expressões gerais que serão dadas para a detecção e determinação admitem que as medidas obtidas e seus erros seguem uma distribuição normal.

O limite de decisão L_c , que é o nível crítico que indica a detecção ou não do elemento de interesse. Um sinal observado deve exceder L_c para levar à decisão de detectado.

Matematicamente, o nível crítico L_c é dado por:

$$L_c = k_\alpha \sigma_B$$

O valor de L_D é definido:

$$L_D = L_c - k_\beta \sigma_D$$

Os valores de k_α e k_β são escolhidos de acordo com o nível de confiança desejado.

Para o cálculo de L_c e L_D , Currie (1968) considera os erros de 1ª e 2ª espécies iguais a 0,05 ($\alpha = \beta = 0,05$). Nesse caso os valores de L_c e L_D são expressos pelas relações:

$$L_C = 2,33 \cdot \sqrt{\mu_B} \quad \text{e} \quad L_D = 2,71 + 4,65 \cdot \sqrt{\mu_B}$$

onde μ_B é a contagem de fundo (background)

O terceiro conceito introduzido por Currie, Limite de Determinação se refere ao nível na qual a precisão da medida obtida por um determinado procedimento será satisfatória para as determinações quantitativas.

Admitindo um desvio padrão, relativamente às contagens, igual a 10%, o Limite de Determinação é calculado pela relação :

$$L_D = 50 \cdot \left\{ 1 + \left[1 + \frac{\mu_B}{12,5} \right]^{1/2} \right\}$$

e μ_B se refer à taxa de contagens obtida para o branco, que corresponde às atividades devido à radiação de fundo e às contribuições nas atividades provenientes da presença de outros radioisótopos presentes na amostra.

APÊNDICE 1

Procedimento de coleta

1 - A coleta de alimentos deve ser feita da seguinte maneira:

A - Separe uma duplicata de toda comida e bebida que a criança comer durante 3 dias de estudo.

B - Ao preparar o prato certifique-se bem das quantidades exatas de cada alimento que você estiver colocando. Por exemplo: duas colheres de sopa de arroz, uma colher de sopa de feijão, um pedaço de torta salgada, um copo de 200 mL de leite...

C - Verifique ao final quanto a criança comeu na refeição, e separe essa mesma quantidades nos potes de plástico.

ATENÇÃO: A duplicata coletada deve ser igual a comida consumida. O resto não deve ser considerado.

D - Coloque em potes diversos os diferentes tipos de alimentos. Por exemplo: o feijão dos 3 dias será colocado em um pote diferente aos do leite, da carne, das frutas, etc.

E - Frutas ingeridas sem cascas, (banana, laranjas...), a duplicata deve ser coletada nas mesmas condições, ou seja, sem casca e na mesma quantidade.

F - Alguns alimentos, tais como arroz, bolachas, chocolates, podem ser colocados nos sacos plásticos fornecidos.

G - Após a coleta coloque os sacos plásticos na geladeira e os potes no congelador ou no freezer.

H - Especificar a composição dos pratos nos formulários.

2 - Para quaisquer esclarecimentos estarei na creche de 2ª a 4ª feira, durante as refeições das crianças.

APÊNDICE 2

Dados antropométricos das crianças participantes do estudo

Número	Nome	Idade (anos)	Sexo	Peso (Kg)	Altura (cm)
1	C.S.Z	5,3	M	18,6	110
2	J.J.C.	5,8	F	20,4	119
3	F.M.	6,9	M	21,6	118,5
4	M.O.M	5,0	F	18,4	110,5
5	I.I.K.	5,3	M	20,8	112
6	M.L.M.	5,3	F	16,1	105,5
7	I.F.	6,4	M	22,0	122
8	A.O.M.	6,3	F	20,5	118,5
9	P.M.S.	5,3	M	23,0	112
10	A.W.	5,4	M	29,7	122,5
11	R.C.	4,8	M	18,4	110,5
12	M.M.	4,3	M	17,4	102
13	G.L.	4,8	M	19,0	103
14	V.O.	4,0	M	17,6	104,5
15	C.K.	4,3	M	15,4	103
16	R.B.	5,0	F	16,8	109,5
17	L.V.B.D.	3,4	F	13,7	94,5
18	R.R.	3,4	F	16,2	98
19	T.T.S.F.	5,0	M	15,0	106,5

APÊNDICE 3

Adequação das Dietas das Crianças

Número	Peso Bruto (g/dia)	Peso Seco (g/dia)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos com fração fibras (%)	Energia (kcal/dia)
1	977	233	3,63	3,42	16,7	14,80	61,45	1038
2	765	234	3,88	3,28	15,0	14,79	63,05	1042
3	1023	242	4,55	2,81	15,0	12,93	64,71	1053
4	767	152	4,13	3,70	19,1	12,77	60,30	658
5	902	223	5,58	3,95	17,1	15,84	57,53	984
6	605	175	4,11	3,48	17,3	15,72	59,39	784
7	540	211	4,41	2,33	13,5	14,87	64,89	944
8	768	163	7,30	4,25	15,6	14,23	58,62	693
9	1018	217	5,92	3,38	18,6	12,03	60,07	918
10	927	228	5,27	4,63	21,3	13,88	54,92	980
11	740	176	5,12	3,14	14,2	14,57	62,97	774
12	757	190	4,34	3,62	17,4	14,85	59,79	841
13	598	209	6,28	2,86	16,4	14,29	60,17	909
14	1173	215	5,92	4,07	18,9	13,30	57,81	917
15	557	200	6,10	2,82	12,9	15,70	62,48	886
16	633	179	5,11	3,39	16,0	12,27	63,23	765
17	898	176	5,09	3,21	13,7	13,04	64,96	760
18	793	161	6,35	3,79	18,7	12,88	58,28	682
19	567	187	6,1	2,78	15,3	15,56	60,26	827

APÊNDICE 4

Dados antropométricos dos idosos participantes do estudo

Número	Nome	Idade (anos)	Sexo	Peso (Kg)	Altura (cm)
1	H.M.	84	M	78,0	171
2	E.M.C.	90	F	59,5	150
3	A.H.B.	84	F	70,0	170
4	H.P.	78	F	55,2	165
5	F.D.S.	84	F	44,0	153
6	E.M.	75	F	66,0	155
7	A.M.	86	M	69,5	172
8	S.R.B.	83	F	52,5	150
9	C.S.	87	F	33,0	154
10	V.P.	95	M	47,0	155
11	A.K.	81	F	64,0	152
12	D.M.	81	F	54,0	152
13	L.H.K.	85	M	49,0	162
14	J.P.	88	F	33,0	135
15	M.P.J.	80	F	50,5	145
16	F.B.	86	F	45,3	149
17	A.S.	94	F	42,5	*
18	J.D.C	80	F	63,5	154
19	Z.A.L.	88	F	*	*
20	F.S.B.	88	M	91,0	164
21	O.C.	93	M	63,0	166
22	A.N.	70	M	78,0	170
23	I.E.A.	70	F	53,0	155

APÊNDICE 5

Adequação das Dietas dos Idosos

Número	Peso Bruto (g/dia)	Peso Seco (g/dia)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)	Energia (kcal/d)	Fibra (%)
1	957,47	254,78	4,6	2,9	10,3	8,2	68,3	989,1	5,7
2	750,77	197,24	7,0	3,2	12,2	14,8	58,3	774,8	4,5
3	703,10	204,13	3,7	2,9	12,6	7,3	68,9	776,9	4,6
4	689,30	204,27	5,3	3,2	12,6	11,8	62,4	795,1	4,7
5	403,67	137,45	3,4	2,5	12,7	8,8	69,5	547,0	3,1
6	529,43	197,37	3,9	2,6	12,6	9,4	67,0	771,6	4,5
7	1027,90	278,66	4,6	2,9	11,4	6,6	68,0	1007,6	6,5
8	780,73	265,23	4,8	2,9	13,8	5,3	67,2	945,3	6,0
9	774,37	185,72	5,0	3,0	13,7	5,5	68,6	677,4	4,2
10	888,90	211,84	4,2	3,0	12,2	6,4	69,4	786,3	4,8
11	707,33	195,04	5,3	2,8	12,3	7,4	73,1	781,4	4,4
12	869,67	201,76	4,5	3,1	15,1	9,9	62,8	780,5	4,6
13	781,17	240,40	5,5	3,0	11,7	7,9	66,4	878,1	5,5
14	756,20	209,82	5,9	2,9	11,8	7,8	66,6	767,7	5,0
15	801,83	196,21	4,6	3,5	10,2	8,6	68,7	774,7	4,4
16	812,93	223,09	7,1	3,0	12,8	8,4	63,6	800,8	5,1
17	615,13	170,64	6,2	2,7	11,4	7,0	68,1	622,2	4,6
18	784,57	326,94	3,7	2,6	12,1	11,9	62,3	1293,2	7,4
19	555,33	173,76	3,4	2,8	15,1	10,1	64,6	1286,0	4,0
20	1215,37	375,67	4,1	2,9	12,5	8,5	63,5	1374,7	8,5
21	709,26	208,79	3,6	3,5	14,5	15,2	58,5	819,6	4,7
22	669,90	165,30	5,9	4,1	18,5	12,1	55,6	643,6	3,8
23	541,57	171,71	4,1	2,9	14,4	10,8	63,9	684,8	3,9

APÊNDICE 6

Resultado das Análises das Dietas das Crianças por AANI - Concentração em peso seco

Dieta	mg/g				ug/g					ng/g				
	Ca	Cl	K	Na	Br	Fe	Mn	Rb	Zn	Co	Cr	Cs	Se	Sc
1	2.0 ± 0.2	10.4 ± 0.9	9.3 ± 0.8	6.5 ± 0.4	7.9 ± 0.3	27.6 ± 0.9	4.8 ± 0.2	13.2 ± 0.9	27.4 ± 1.2	84.1 ± 1.1	99 ± 5	110 ± 14	156 ± 9	1.1 ± 0.1
2	1.3 ± 0.3	21.6 ± 0.8	5.7 ± 0.4	9.3 ± 0.8	7.8 ± 0.5	22.8 ± 1.9	7.6 ± 0.4	8.0 ± 0.8	20.4 ± 0.3	54.1 ± 2.1	111 ± 11	71 ± 3	170 ± 20	1.5 ± 0.6
3	2.1 ± 0.8	9.4 ± 0.5	6.7 ± 0.1	5.8 ± 0.3	7.8 ± 0.4	22.4 ± 0.5	6.0 ± 0.7	10.9 ± 0.3	19.0 ± 1.7	34.6 ± 3.2	83 ± 8	72 ± 3	130 ± 10	1.9 ± 0.6
4	1.9 ± 0.2	13.1 ± 1.2	7.9 ± 0.7	7.5 ± 0.5	9.5 ± 0.8	27.5 ± 1.7	6.7 ± 0.8	11.4 ± 0.9	33.3 ± 2.2	44.9 ± 3.6	198 ± 17	112 ± 17	104 ± 7	2.2 ± 0.1
5	2.5 ± 0.2	14.9 ± 1.3	9.3 ± 1.2	8.8 ± 0.7	16.6 ± 1.1	30.4 ± 0.4	7.0 ± 0.6	12.7 ± 1.6	28.5 ± 2.6	68.8 ± 2.1	90 ± 7	71 ± 10	107 ± 3	1.4 ± 0.3
6	2.6 ± 0.3	10.0 ± 1.0	8.0 ± 0.6	7.0 ± 0.5	8.6 ± 0.4	27.8 ± 1.1	4.6 ± 0.5	9.6 ± 0.6	24.9 ± 2.5	40.7 ± 4.8	60 ± 5	64 ± 11	120 ± 6	1.8 ± 0.1
7	2.3 ± 0.1	4.6 ± 0.5	5.1 ± 0.3	5.9 ± 0.1	5.8 ± 0.4	22.7 ± 1.5	6.5 ± 0.7	7.5 ± 0.2	18.6 ± 1.5	45.0 ± 5.1	108 ± 3	59 ± 5	88 ± 5	2.2 ± 0.2
8	4.0 ± 0.2	7.0 ± 0.1	9.2 ± 0.2	7.9 ± 0.5	14.3 ± 1.1	28.3 ± 2.0	4.6 ± 0.3	18.6 ± 1.0	26.0 ± 2.5	46.4 ± 4.3	74 ± 1	154 ± 17	133 ± 16	1.7 ± 0.1
9	1.6 ± 0.2	15.1 ± 0.1	6.5 ± 0.1	6.6 ± 0.4	11.5 ± 0.7	23.0 ± 1.6	7.8 ± 0.1	8.7 ± 0.3	24.6 ± 1.1	65.9 ± 5.9	179 ± 15	61 ± 5	115 ± 11	3.3 ± 0.5
10	2.3 ± 0.3	27.4 ± 1.8	8.6 ± 0.6	10.6 ± 0.3	10.1 ± 0.8	31.5 ± 2.5	10.2 ± 0.8	13.7 ± 1.1	32.6 ± 1.3	69.7 ± 1.1	58 ± 1	100 ± 12	166 ± 19	5.0 ± 0.2
11	1.4 ± 0.3	12.1 ± 0.1	5.4 ± 0.5	7.3 ± 0.8	6.4 ± 0.6	26.3 ± 1.7	4.6 ± 0.3	11.6 ± 1.0	21.6 ± 2.1	33.7 ± 4.2	73 ± 5	60 ± 2	223 ± 12	1.8 ± 0.5
12	1.9 ± 0.2	14.4 ± 0.5	6.0 ± 0.1	8.4 ± 0.7	8.0 ± 0.7	24.6 ± 0.1	6.4 ± 0.6	11.5 ± 1.0	26.4 ± 2.5	50.2 ± 2.1	129 ± 6	87 ± 8	110 ± 9	1.6 ± 0.3
13	2.0 ± 0.2	14.8 ± 0.3	6.7 ± 0.2	6.3 ± 0.2	8.0 ± 0.8	22.5 ± 1.8	10.0 ± 0.4	12.9 ± 0.5	23.9 ± 1.8	32.0 ± 3.5	30 ± 1	62 ± 2	108 ± 11	1.6 ± 0.1
14	3.6 ± 0.2	15.2 ± 0.1	7.1 ± 0.2	6.7 ± 0.1	8.6 ± 0.8	23.0 ± 1.8	5.5 ± 0.6	13.8 ± 1.1	27.0 ± 2.1	61.6 ± 4.7	153 ± 6	95 ± 5	118 ± 11	1.2 ± 0.2
15	1.5 ± 0.3	15.4 ± 0.7	6.0 ± 0.7	10.2 ± 0.8	6.8 ± 0.6	37.3 ± 2.1	10.2 ± 0.2	8.6 ± 0.4	20.0 ± 1.8	40.5 ± 4.6	93 ± 10	64 ± 5	131 ± 12	1.8 ± 0.2
16	1.6 ± 0.2	15.3 ± 0.3	7.0 ± 0.6	10.4 ± 0.6	5.5 ± 0.4	23.6 ± 2.0	14.8 ± 0.8	12.5 ± 0.8	19.2 ± 1.6	69.6 ± 6.3	109 ± 8	78 ± 4	129 ± 15	1.6 ± 0.4
17	3.4 ± 0.2	9.2 ± 0.3	7.0 ± 0.5	5.0 ± 0.6	6.7 ± 0.6	27.4 ± 1.5	5.9 ± 0.1	14.8 ± 0.4	18.9 ± 0.7	23.2 ± 1.1	99 ± 2	101 ± 7	106 ± 13	2.0 ± 0.4
18	1.9 ± 0.2	12.6 ± 0.9	7.0 ± 0.4	8.3 ± 1.0	12.2 ± 1.1	27.0 ± 2.5	7.5 ± 1.0	14.4 ± 0.6	28.5 ± 1.1	45.9 ± 3.2	106 ± 12	97 ± 1	149 ± 15	1.3 ± 0.1
19	2.3 ± 0.2	13.7 ± 0.3	6.3 ± 0.6	5.4 ± 0.2	12.6 ± 0.7	29.2 ± 2.1	8.0 ± 0.1	12.6 ± 0.3	24.7 ± 1.0	54.3 ± 6.4	135 ± 12	98 ± 3	155 ± 16	1.6 ± 0.2

APÊNDICE 7

Resultado das Análises das Dietas dos Idosos por AANI - Concentração em peso seco

Dieta	mg/g						ug/g					ng/g			
	Ca	Cl	K	Na	Mn	Br	Fe	Rb	Zn	Co	Cr	Cs	Se	Sc	
1	1.5 ± 0.1	9.1 ± 0.1	5.6 ± 1.0	5.5 ± 0.5	4.7 ± 0.4	6.4 ± 0.1	25.9 ± 3.0	7.8 ± 0.1	16.5 ± 1.7	46.8 ± 4.6	795 ± 36	81 ± 7	67 ± 7	1.7 ± 0.4	
2	2.0 ± 0.2	11.0 ± 0.6	5.9 ± 0.8	6.5 ± 0.1	4.2 ± 0.1	12.2 ± 0.7	25.7 ± 2.1	7.9 ± 0.1	18.4 ± 2.7	53.3 ± 8.7	808 ± 66	131 ± 10	162 ± 15		
3	1.3 ± 0.1	8.8 ± 0.5	5.8 ± 0.1	5.5 ± 0.6	5.6 ± 0.1	7.6 ± 0.3	30.3 ± 0.7	9.3 ± 0.2	22.4 ± 0.3	65.3 ± 7.5	1082 ± 96		103 ± 12		
4	1.7 ± 0.3	9.4 ± 0.5	6.1 ± 0.1	5.6 ± 0.6	3.3 ± 0.1	9.5 ± 0.1	20.0 ± 0.6	12.6 ± 0.3	18.3 ± 1.3	44.8 ± 4.3	433 ± 38		174 ± 16	1.6 ± 0.3	
5	1.8 ± 0.1	7.5 ± 0.1	7.2 ± 0.2	5.2 ± 0.4	4.3 ± 0.1	6.5 ± 0.1	26.5 ± 2.1	11.5 ± 0.2	20.1 ± 3.2	54.7 ± 0.3	893 ± 36	64 ± 2	162 ± 5	2.6 ± 0.1	
6	1.5 ± 0.1	8.1 ± 0.1	5.3 ± 0.3	4.9 ± 0.4	4.2 ± 0.3	7.9 ± 0.2	22.8 ± 0.5	9.5 ± 0.2	15.3 ± 1.0	49.9 ± 1.9	1183 ± 48	53 ± 1	172 ± 6	2.0 ± 0.1	
7	1.6 ± 0.3	8.9 ± 0.2	5.2 ± 0.1	4.7 ± 0.2	5.3 ± 0.6	7.9 ± 0.3	23.3 ± 2.3	10.2 ± 0.1	16.8 ± 1.0	37.6 ± 3.2	954 ± 85		117 ± 13	2.5 ± 0.2	
8	1.7 ± 0.1	10.8 ± 0.2	4.7 ± 0.2	5.7 ± 0.2	4.2 ± 0.1	9.0 ± 0.1	21.6 ± 1.7	7.5 ± 0.1	17.2 ± 2.2	29.9 ± 0.6	931 ± 84	63 ± 3	174 ± 17	1.8 ± 0.3	
9	1.8 ± 0.1	9.3 ± 0.3	4.4 ± 0.1	5.7 ± 0.2	3.1 ± 0.5	9.0 ± 0.2	20.2 ± 1.1	7.6 ± 0.1	15.4 ± 2.6	27.6 ± 3.0	1011 ± 92	62 ± 1	126 ± 15	1.9 ± 0.3	
10	1.7 ± 0.1	8.4 ± 0.2	5.5 ± 0.1	5.4 ± 0.3	3.9 ± 0.3	8.9 ± 0.5	16.4 ± 1.0	8.0 ± 0.1	13.9 ± 0.1	30.8 ± 1.5	348 ± 32	87 ± 1	115 ± 5	1.5 ± 0.4	
11	2.4 ± 0.5	8.5 ± 0.2	3.0 ± 0.3	5.5 ± 0.3	9.7 ± 0.5	3.9 ± 0.1	25.0 ± 0.6	7.8 ± 0.1	13.4 ± 1.0	34.0 ± 0.8	1525 ± 62	56 ± 1	152 ± 5		
12	1.7 ± 0.1	10.4 ± 0.3	4.1 ± 0.2	6.8 ± 0.3	5.2 ± 0.4	7.7 ± 0.1	24.3 ± 0.4	12.5 ± 0.2	17.6 ± 0.9	53.1 ± 2.0	1525 ± 180	62 ± 1	137 ± 21	1.6 ± 0.2	
13	1.4 ± 0.4	8.7 ± 0.4	5.3 ± 0.3	5.8 ± 0.4	10.7 ± 0.1	7.6 ± 0.9	23.3 ± 1.0	8.2 ± 0.1	14.9 ± 1.0	32.1 ± 0.4	217 ± 4	61 ± 2	138 ± 5	2.2 ± 0.1	
14	1.9 ± 0.1	8.1 ± 0.4	6.0 ± 0.1	5.9 ± 0.4	6.0 ± 0.1	9.6 ± 1.2	22.8 ± 0.4	12.2 ± 0.4	15.5 ± 0.8	61.3 ± 1.2	883 ± 104		159 ± 15	2.2 ± 0.3	
15	2.0 ± 0.1	8.6 ± 0.4	6.4 ± 0.2	5.3 ± 0.4	5.7 ± 0.1	8.5 ± 0.1	39.7 ± 0.6	11.6 ± 0.1	17.5 ± 1.2	67.3 ± 1.1	2318 ± 275	65 ± 5	134 ± 4	2.5 ± 0.3	
16	1.7 ± 0.2	9.4 ± 0.6	5.0 ± 0.2	5.8 ± 0.4	5.5 ± 0.1	7.6 ± 0.1	20.1 ± 1.1	8.3 ± 0.1	17.6 ± 1.4	79.1 ± 8.4	631 ± 53	75 ± 5	133 ± 23	1.5 ± 0.3	
17	1.2 ± 0.1	9.6 ± 0.6	4.0 ± 0.2	6.1 ± 0.5	10.5 ± 0.4	6.9 ± 0.6	18.0 ± 1.4	4.7 ± 0.1	14.3 ± 2.4	36.1 ± 2.1	758 ± 20	101 ± 4	116 ± 7	1.8 ± 0.5	
18	1.1 ± 0.1	7.8 ± 0.5	4.1 ± 0.2	4.9 ± 0.3	4.3 ± 0.1	7.0 ± 0.1	26.6 ± 1.7	5.7 ± 0.1	16.1 ± 2.8	63.8 ± 2.1	672 ± 18	56 ± 1	158 ± 9	1.5 ± 0.4	
19	1.0 ± 0.1	9.0 ± 0.1	5.5 ± 0.1	5.9 ± 0.1	3.4 ± 0.4	6.7 ± 0.1	28.8 ± 1.6	8.3 ± 0.1	11.0 ± 0.2	58.0 ± 1.5	216 ± 21	55 ± 4	125 ± 13	1.3 ± 0.2	
20	1.3 ± 0.4	7.4 ± 0.1	3.7 ± 0.1	4.8 ± 0.1	4.2 ± 0.1	8.5 ± 0.7	19.1 ± 1.2	7.8 ± 0.1	15.6 ± 0.6	63.8 ± 2.1	432 ± 40	58 ± 1	151 ± 21	1.6 ± 0.4	
21	1.5 ± 0.1	7.4 ± 0.1	6.2 ± 0.1	4.8 ± 0.1	3.5 ± 0.1	7.9 ± 0.1	17.5 ± 0.5	11.0 ± 0.1	13.7 ± 0.6	63.0 ± 1.8	600 ± 52	81 ± 5	97 ± 5	1.0 ± 0.1	
22	1.3 ± 0.1	11.0 ± 0.1	4.6 ± 0.1	6.7 ± 0.1	3.8 ± 0.1	8.2 ± 0.1	23.1 ± 1.4	8.6 ± 0.1	15.3 ± 0.2	48.7 ± 2.8	452 ± 45	86 ± 4	143 ± 21	1.5 ± 0.1	
23	1.3 ± 0.3	9.2 ± 0.1	5.8 ± 0.1	5.5 ± 0.1	3.7 ± 0.1	9.4 ± 0.8	39.1 ± 3.3	9.4 ± 0.1	17.6 ± 0.6	58.7 ± 1.6	2204 ± 203	58 ± 6	161 ± 36	1.7 ± 0.3	

APÊNDICE 8

Resultado das análises das dietas da creche por AANR- Concentração em peso seco

Dieta	ng/g										ug/g	
	As	Cd	Co	Cr	Mo	Sb	Se	U	Th	W	Fe	Zn
1	43.6 ± 2.1		71.8 ± 9.4	113 ± 19		6.6 ± 0.4	130 ± 5	10.1 ± 1.1	21.1 ± 3.0	14.2 ± 1.1	25.8 ± 2.2	23.9 ± 1.5
2	108.2 ± 1.0	30.2 ± 8.3	63.3 ± 5.3	125 ± 11	750 ± 36	19.4 ± 0.3	177 ± 21	5.8 ± 0.8	10.5 ± 2.0	31.7 ± 0.4	23.9 ± 2.1	25.0 ± 2.1
3	19.9 ± 1.0	7.3 ± 2.1	46.1 ± 1.0	101 ± 4	596 ± 23	6.8 ± 0.4	127 ± 5	4.9 ± 0.7		33.3 ± 2.4	22.4 ± 1.0	22.0 ± 1.0
4	22.9 ± 2.1	13.6 ± 5.2	38.1 ± 4.2	200 ± 16	145 ± 9	3.7 ± 0.2	84 ± 2	5.7 ± 2.3		19.8 ± 0.9	23.3 ± 1.8	28.8 ± 0.5
5	82.6 ± 2.1	7.4 ± 2.1	60.4 ± 11.7	115 ± 2	297 ± 7	3.3 ± 0.2	86 ± 8			74.1 ± 5.3	30.0 ± 1.5	30.7 ± 0.7
6	9.3 ± 1.1	42.8 ± 11.5	43.8 ± 9.4	64 ± 7	619 ± 18	7.9 ± 0.3	97 ± 7	7.7 ± 1.9	12.8 ± 0.8	165.8 ± 9.4	25.9 ± 0.8	26.1 ± 1.1
7	11.5 ± 2.1	82.6 ± 10.5	52.3 ± 5.2	119 ± 6	748 ± 21	1.6 ± 0.2	110 ± 8	12.4 ± 0.9	18.6 ± 0.7	22.5 ± 0.7	20.5 ± 0.8	18.3 ± 1.1
8	64.7 ± 1.1	19.4 ± 6.5	63.6 ± 2.2	97 ± 10	189 ± 8	17.5 ± 0.2	119 ± 4	2.7 ± 0.2	87.8 ± 1.7	57.4 ± 6.8	34.5 ± 3.2	31.3 ± 0.8
9	23.1 ± 0.4	10.3 ± 4.3	71.2 ± 4.3	191 ± 16	486 ± 17	4.6 ± 0.7	125 ± 1	4.6 ± 0.7	4.1 ± 1.0	29.7 ± 0.7	25.5 ± 1.1	29.9 ± 0.7
10	161.5 ± 8.4	6.1 ± 2.1	70.8 ± 2.1	64 ± 11	816 ± 25	4.5 ± 0.2	193 ± 13	7.0 ± 1.2	3.7 ± 1.0	38.0 ± 4.2	28.5 ± 3.2	30.8 ± 0.8
11	86.4 ± 1.1	40.1 ± 3.2	30.7 ± 1.1	96 ± 16	198 ± 4	5.7 ± 0.1	203 ± 14	6.6 ± 0.3	6.9 ± 0.4	42.2 ± 4.2	20.7 ± 1.4	23.0 ± 0.4
12	63.7 ± 1.1	10.3 ± 4.0	37.6 ± 2.1	90 ± 10	259 ± 5	1.2 ± 0.1	100 ± 1	3.7 ± 0.9	2.5 ± 0.7	3.7 ± 0.7	24.4 ± 0.9	26.2 ± 0.4
13	79.0 ± 1.1	19.4 ± 4.3	28.5 ± 2.1	36 ± 4	294 ± 9	6.7 ± 0.2	112 ± 18	21.7 ± 1.2	17.3 ± 1.0	46.0 ± 1.8	22.4 ± 0.9	25.1 ± 0.4
14	31.3 ± 0.4	15.2 ± 5.3	50.1 ± 2.4	113 ± 9	697 ± 13	2.0 ± 0.1	136 ± 13	2.1 ± 0.3	1.6 ± 0.6	3.4 ± 0.1	23.2 ± 0.5	28.9 ± 0.3
15	105.4 ± 2.1	13.8 ± 4.3	35.7 ± 1.4	81 ± 12	526 ± 14	1.4 ± 0.1	117 ± 11	1.8 ± 0.1		4.7 ± 0.5	36.7 ± 1.7	17.7 ± 0.2
16	74.9 ± 0.1	7.8 ± 3.3	72.0 ± 2.6	133 ± 9	492 ± 15	3.7 ± 0.3	141 ± 17	13.5 ± 2.1	5.3 ± 0.9	22.1 ± 1.3	22.0 ± 0.8	18.7 ± 0.2
17	12.4 ± 1.5	18.3 ± 1.6	33.7 ± 5.4	139 ± 9	637 ± 16	1.3 ± 0.1	106 ± 22	2.3 ± 0.9	1.8 ± 0.5	6.3 ± 1.1	23.5 ± 1.6	20.7 ± 0.4
19	100.4 ± 8.5	20.7 ± 5.7	41.8 ± 0.7	103 ± 9	233 ± 4	1.8 ± 0.1	156 ± 4	5.1 ± 0.5		33.3 ± 8.8	28.0 ± 0.6	27.7 ± 0.5
20	69.2 ± 3.2	8.5 ± 2.1	42.1 ± 1.7	128 ± 7	217 ± 34	1.7 ± 0.1	182 ± 27	3.4 ± 1.0	2.2 ± 0.4	8.5 ± 0.2	24.8 ± 0.4	27.9 ± 0.5

APÊNDICE 9

Resultado das Análises das Dietas dos Idosos por RNAA - Concentração em peso seco

Dieta	ng/g										ug/g	
	As	Cd	Co	Cr	Mo	Sb	Se	U	Th	W	Fe	Zn
1	13.9 ± 0.1	27.0 ± 0.4	45.2 ± 1.1	742 ± 43	329 ± 17	12.2 ± 1.9	59 ± 4	2.2 ± 0.5	1.3 ± 0.5	5.6 ± 0.3	24.2 ± 1.1	19.3 ± 1.2
2	13.1 ± 0.8		49.4 ± 2.9	985 ± 34	397 ± 11	37.0 ± 1.7	122 ± 9	1.6 ± 0.5	2.1 ± 0.1	16.4 ± 0.3	24.1 ± 1.0	18.0 ± 0.7
3	30.2 ± 0.2	14.8 ± 1.5	74.0 ± 3.2	841 ± 79	509 ± 14	24.4 ± 0.3	118 ± 4	3.5 ± 0.3	10.5 ± 1.2	78.9 ± 4.5	28.9 ± 0.4	23.2 ± 4.4
4	127.9 ± 1.1		55.6 ± 3.7	331 ± 31	887 ± 21	8.4 ± 0.2	202 ± 18	1.5 ± 0.6	3.5 ± 0.1	22.0 ± 1.3	19.5 ± 0.5	20.0 ± 1.7
5	22.4 ± 0.2		59.5 ± 1.8	1026 ± 15	418 ± 13	6.1 ± 0.8	130 ± 8	16.5 ± 2.2	13.1 ± 1.0	46.9 ± 0.7	27.5 ± 0.5	19.2 ± 0.5
6	19.2 ± 1.1	5.8 ± 0.9	49.2 ± 3.2	803 ± 7	741 ± 12	6.9 ± 0.5	157 ± 11	4.1 ± 0.6	13.9 ± 0.4	28.9 ± 2.1	19.5 ± 0.6	15.5 ± 1.0
7	75.3 ± 1.1	8.0 ± 0.2	35.2 ± 0.6	832 ± 88	490 ± 9	6.2 ± 0.4	122 ± 14	1.6 ± 0.6	10.5 ± 0.5	25.2 ± 1.1	22.8 ± 0.9	14.5 ± 3.8
8	2.3 ± 0.2	5.8 ± 0.2	39.7 ± 1.0	915 ± 60	781 ± 24	8.4 ± 0.2	152 ± 22	5.9 ± 0.5	7.1 ± 0.5	47.7 ± 1.5	21.5 ± 0.3	13.2 ± 0.4
9	7.2 ± 0.1		25.5 ± 0.6	1048 ± 13	464 ± 23	26.8 ± 0.2	115 ± 15	5.5 ± 0.6	9.4 ± 0.7	138.6 ± 1.1	19.8 ± 0.3	13.8 ± 0.3
10	15.1 ± 0.3		30.0 ± 0.5	415 ± 16	356 ± 18	5.3 ± 0.2	123 ± 10	3.5 ± 0.6	2.3 ± 0.8	79.4 ± 3.1	16.5 ± 0.8	15.6 ± 0.3
11			37.0 ± 9.5	1358 ± 19	580 ± 30	2.9 ± 0.3	141 ± 5	5.6 ± 1.2	4.5 ± 0.9	62.1 ± 5.0	21.7 ± 0.5	12.9 ± 0.2
12	17.5 ± 0.7		52.5 ± 0.5	1444 ± 12	888 ± 27	2.4 ± 0.2	135 ± 12	1.6 ± 0.3	1.5 ± 0.3	25.1 ± 0.9	23.8 ± 0.3	16.4 ± 0.3
13			28.5 ± 1.0	210 ± 6	915 ± 29	3.2 ± 0.1	128 ± 6	1.5 ± 0.5	1.3 ± 0.4	17.6 ± 1.7	23.8 ± 0.5	12.3 ± 0.8
14		6.1 ± 0.1	55.8 ± 5.9	736 ± 7	751 ± 14	3.9 ± 0.8	162 ± 7	1.1 ± 0.1	2.9 ± 0.1	87.1 ± 1.1	27.3 ± 0.7	15.3 ± 0.6
15			50.5 ± 2.1	2184 ± 12	238 ± 43	10.7 ± 0.4	136 ± 12	6.5 ± 0.2	5.8 ± 0.3	41.3 ± 1.2	37.6 ± 1.5	15.4 ± 1.2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLA, M. Public health/clinical significance of inorganic chemical elements. *Experimentia Suppl.*, v.44, p. 339-355, 1983.
- ABDULLA, M. ; BELBEHONI, A. ; DASHTI, H. Dietary intake and bioavailability of trace elements. *Biol. Trace Elem. Res.*, v.21, p.173-178, 1989.
- ABDULLA, M.; CHMIELNICKA, J. New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure toxic metals. *Biol. Trace Elem. Res.*, v.23, p.25-53, 1990.
- AL-JOBORI, S.M.; SHIHAB, K.M.; JALIL, M.; SAAD, A.; MOHSIN, A. Multielement determination in rice, wheat, and barley by instrumental neutron activation analysis. *Biol. Trace Elem. Res.*, v.26/27, p.637-645, 1990.
- ALEXANDER, J.; HOGBERG, J.; THOMASSEN, Y.; AASETH, J. Selenium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p.581-594.
- ALFASSI, Z.B. *Activation analysis*. Florida: CRC Press Inc. v.2, 1990.
- ANDERSON, R.A. Trace elements and cardiovasculares diseases. *Acta Pharmacol. Toxicol.*, suppl. 78, p 317-324, 1986.
- ANGERER, J. HEINRICH, R. Cobalt. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 251-264.

ARNOLD, W. Arsenic. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 79-93.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS *Official methods of analysis*. 15 ed. Arlington, 1984.

BARBERÁ, R.; FARRÉ, R.; LOZANO, A. Oral intake of cadmium, lead, cobalt, chromium, nickel, copper, manganese and zinc in the Spanish diet, estimated by a duplicate meal study. *J. Micronutr. Analys.*, v.6, p. 47-57, 1989.

BECKER, D. A.; GREENBERG, R. R.; STONE, S.F. The use of high accuracy NAA for the certification of NIST botanical standard reference materials. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.160, n.1, p. 41-53, 1992.

BERLIN, M.; RUDELL, M. Uranium. In: FRIBERG, L.; DORDBERG, G.F.; VOUK, V.B. (Eds.) *Handbook on the toxicology of metals*. New York, N.Y.: Elsevier., 1986. v .2. p. 623-637.

BERTHOLF, R.L. Zinc. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 787-800.

BIRCH, N.J.; KARIM, A.R. Potassium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 543-553.

BLOCK, G. A review of validation of dietary assessment methods. *Am. J. Epidemiol.*, v.115, n.4, 1982.

BOAVENTURA, G.T. *Avaliação nutricional relativa ao selênio de estudantes da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP*. São Paulo: 1994. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

- BRO, S.; SANDSTROM, B.; HEYDORN, K. Intake of essential and toxic trace elements in a random sample of Danish men as determined by the duplicate portion sampling technique. *J. Trace Elem. Electrolytes Health. Dis.* , v.4, n.3, p. 147-155, 1990.
- BUCHET, J.P.; LAUWERYS, R. Oral daily intake of cadmium, lead, manganese, copper, chromium, mercury, calcium, zinc and arsenic in Belgium: a duplicate meal study. *Fd. Chem. Toxic.*, v.21, n.1, p.19-24, 1983.
- BUNKER, V.W.; CLAYTON, B.E. Research Review: Studies in the nutrition of elderly people with particular reference to essential trace elements. *Age and Ageing*, v. 18, p. 422-429, 1989.
- CARLO ERBA *Selective ion retention media* Public. Sem., n.655, Milano, 1972.
- CARRAZA, F.R. Minerais em dietas latino-americanas *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.38, n.3, p.599-621, 1988.
- CHANDRA, S.; CHANDRA, R.K. Nutrition, immune response and outcome. *Prog. Food Nutr. Sci.*, v.10, n.1-2, p.1-65, 1986.
- CHATT, A.; KATZ, S.A. *Hair analysis: Applications in the biomedical and environmental sciences*. New York, N.Y.: VCH Publisher Inc, 1988.
- CHEN, F.; COLE, P.; WEN, L.; MI, Z.; TRAPIDO, E.J. Estimates of trace elements intakes in Chinese farmers. *J. Nutr.*, v.124, n.2, p.196-201, 1994.
- CHEN, J.; GAO, J. The chinese total diet study in 1990. Part II. Nutrients. *J. AOAC Int.*, v.76, n.6, p.1206-1213, 1993.

CLEMENTE, G.F.; ROSSI, L.G.L.; SANTARONI, G.P. Trace elements intake and excretion in the Italian population. *J. Radioanal. Chem.*, v. 37, p. 549-558, 1977.

CORDEIRO, M.B.C. *Adequação alimentar e avaliação do estado nutricional em relação ao zinco em grupos de idosos institucionalizados*. São Paulo: 1994. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.

COTZIAS, G.C. Trace Subst. Environ. Health-Proc. Univ. Mo. Annu. Conf., 1st, 1967, p.5 (1967) apud Underwood, E. *Trace elements in human and animal nutrition*. Academic Press, New York, 1977.

COZZOLINO, S.M.F.; COLLI, C. Valor biológico da fonte proteica de uma dieta representativa do Estado de São Paulo. *Rev. Bioquím. Univ. S. Paulo*, v.26, n.1, p.65-72, 1990.

CURRIE, L.A. Limits for qualitative detection and quantitative determination. *Anal. Chem.*, v.40, n.3, p.586-592, 1968.

DABEKA, R.W.; MCKENZIE, A.D. Total diet of study of lead and cadmium in food composities: Preliminary investigations. *J.AOAC Internat.*, v.75, n.3, p.386, 1992.

DANG, H.S.; PULLAT, V.R.; PILLAI, K.C. Simultaneous determination of ^{232}Th and ^{238}U in biological samples. Application to the estimation of their daily intake through diet. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, v. 162, n. 1, p.163-169, 1992.

DANKO, B.; DYBCZYNSKI, R. Radiochemical scheme for the determination of molybdenum and uranium in biological materials by NAA. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, v.192, n.1, p.117-129, 1995.

- DANTAS, R.P.; COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de zinco em dieta regional de São Paulo *Archiv. Latinoam. Nutr.*, v.40, n.2, p.221-230, 1990.
- DAVIE, R.J.; COLEMAN, I.P.L. Cesium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 217-221.
- DAVIE, R.J.; COLEMAN, I.P.L. Rubidium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 567-570.
- DE SOETE, D.; GIJBELS, R.; HOSTE, J. *Neutron Activation Analysis*. England: Wiley-Interscience, 1972.
- DEL MASTRO, N.L. Tecnologia da radiação na indústria químico-farmacêutica. *Rev. Quim. Ind.*, n.699, p.20-22, 1995.
- DIPLOCK, A. Trace element in human health with special reference to selenium. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.45, n.13, p.1313-1322, 1987.
- DUGGAN, R.E.; MCFARLAND, F.J. Residues in food and feed. Assessments include raw food and feed commodities, marked banded items prepared for consumption meat samples taken at slaughter. *Pestic. Monitor. J.*, v.1, n.1, p.1-5, 1967.
- DUNNICK, J.K.; FOWLER, B. A. Cadmium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 155-174.

- ELLEN, G.; EGMOND, E.; VAN LOON, J.W.; SAHERTIAN, E.T.; TOLSMA, K. Dietary intakes of some essential and non-essential trace elements, nitrate, nitrite and N-nitrosamines, by Dutch adults: estimative via a 24 hour duplicate portion study. *Food Addit. Contam.*, v.7, n.2, p.207-221, 1990.
- FAIRWEATHER-TAIT, S.J. Zinc in human nutrition. *Nutr. Res. Rev.*, v. 1, p. 23-27, 1988.
- FÁVARO, D.I.T.; MAIHARA, V.A.; ARMELIN, M.J.A.; VASCONCELLOS, M.B.A.; COZZOLINO, S.M. Determination of As, Cd, Cr, Cu, V, Hg, Sb and Se concentrations by radiochemical neutron activation analysis in different Brazilian region diets. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, v.181, n.2, p.385-394, 1994.
- FISHER, D.R. Uranium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 739-748.
- FLORES, M.; MENCHÚ, M.T. Evaluacion dietética por calculo aplicando tablas de composicion de alimentos. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.18,p. 283-300, 1968.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FAO)/WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) *Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants*. Geneva: WHO Offset Publication, n. 87, 1985.
- FOWLER, B.A. Nutritional and toxicological aspects of arsenic intake: an orview. In: MERTZ, W.; ABERNATHY, C.O.; OLIN, S.S.(Eds.) *Risk assessment of essential elements*. Washington, DC: ILSI Press, 1994, p.269-272.

- FRAKER, P.J.; JARDIEU, P.; COOK, J. Zinc deficiency and immune function. *Arch. Dermatol.*, v.123, p. 1699-1701, 1987.
- FRIBERG, L.; KJELLSTRÖM, T.; NORDBERG, G. Cadmium. In: FRIBERG, L.; DORDBERG, G.F.; VOUK, V.B. (Eds.) *Handbook on the toxicology of metals*. New York, N.Y.: Elsevier., 1986. v.2. p. 130-184.
- FRIBERG, L.; LENER, J. Molibdenum. In: FRIBERG, L.; DORDBERG, G.F.; VOUK, V.B. (Eds.) *Handbook on the toxicology of metals*. New York, N.Y.: Elsevier., 1986. v.2. p. 446-461.
- GIBSON, R.S.; Mac DONALD, A.C.; MARTINEZ, O.B. Dietary trace elements intakes of a selected samples of free-living Canadian elderly women. In: FIFTY INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUCLEAR METHODS IN ENVIRONMENTAL AND ENERGY RESEARCH. April, 1984, Porto Rico. *Proceedings, ...* Porto Rico, 1984. p. 226-227.
- GIBSON, R.S.; MARTINEZ, O.B.; MACDONALD, A.C. The zinc, copper and selenium status of a selected sample of Canadian elderly women. *J. Gerontol.*, v.40, n.3, p.296-302, 1985.
- GIBSON, R.S. Assessment of trace element status in humans. *Prog. Food Nutr. Sci.*, v.13, p.67-111, 1989.
- GIBSON, R.S. *Principles of nutritional assessment*. New York: University Press, 1990.
- GOEIJ, J. J. M. Radiochemical neutron activation analysis: status in chemical analysis. *Trans. Am. Nucl. Soc.*, v.56, p. 194-195, 1988.

- GREENBERG, R.R.; KINGSTON, H.M. Trace element analysis of natural water samples by neutron activation analysis with chelating resin. *Anal. Chem.*, v.55, n.7, p.1160-1165, 1983.
- HAMILTON, J.W.; WETTERHAHN, K.E. Chromium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 239-250.
- HARADA L.M. *Efeito da cimetidina na biodisponibilidade de zinco e cobre em dieta. Estudo em ratos*. São Paulo: 1993. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- HOLDEN, J.M.; WOLF, W.R.; MERTZ, W. Zinc and copper in self-selected diets. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.75, p.23-28, 1979.
- IFFLAND, R. Antimony. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 67-75.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*, 3 ed., v.1, São Paulo, 1985.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY *Practical Aspects of Operating a Neutron Activation Analysis Laboratory*. Vienna, 1990. (IAEA-TECDOC-564)
- IYENGAR, V. The role of neutron activation analysis in nutritional biomonitoring programs. *Trans. Am. Nucl. Soc.*, v.56, p. 233- 234 , 1988.
- IYENGAR, G.V.; WOLF, W.R.; GREENBERG, R.; DEMIRALP, R. Mixed total diet slurry as a prospective reference material. *Fres. J. Anal. Chem.*, v.348, p.426-429, 1994.

- JAFFÉ, W. Selenio, un elemento esencial y tóxico. Datos de Latioamérica. *Arch. Latioam. Nutr.*, v. 42, n. 2, p.90-93, 1992.
- KAZANTZIS, G. Tungsten. In: FRIBERG, L.; DORDBERG, G.F.; VOUK, V.B. (Eds.) *Handbook on the toxicology of metals*. New York, N.Y.: Elsevier., 1986. v .2. p. 610-622.
- KEEN, C. L. Manganes. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 405-415.
- KIM, W.W.; MERTZ, W., JUDD, J.T.; MARSHALL, M.W.; KELSAY, J.L.; PRATHER, E.S. Effect of making duplicate food collections on nutrient intakes calculated from diet records. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.40, p.1333-1337, 1984.
- KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K. *Food, Nutrition and Diet Therapy*. W.B. Saunders Company, 1984.
- KUCERA, J.; SOUKAL, L. Homogeneity tests and certification analyses of the Irant coal fly ash reference material ECO by instrumental neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v. 134, n.1, p.209-219, 1989.
- LAMBOTTE-VAN DERPAER, M.; BUVERGER-VAN BOGGAERT, M. Scandium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 577-580.
- LANDSBERGER, S.; HOFFMAN, E. Rapid determination of Se in various marine species by instrumental neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters*, v.87, n.1, p.41-50, 1984.

- LEVANDER, O.A.; MORRIS, V.C.; Dietary selenium levels needed to maintain balance in North American adults consuming self-selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 39, p. 809-815, 1984.
- LEVANDER, O.A. Human selenium nutrition and toxicity. In: MERTZ, W.; ALBERNOTH, C.O.; OLIN, S.S. (Eds.) *Risk assesement of essential elements*. Washington: ILSI Press, 1994. p.147-155.
- LIQUIANG, X.; WANGXING, S.; QINHUA, X.; HUIMING, H.; SCHRAMEL, P. Selenium in Kashin-Beck disease areas. *Biolog. Trace Elem. Res.*, v.31, n.1, p.1-9, 1991.
- LIU, S. M.; CHUNG, C.; CHUANG, J. T.; WANG, C. F.; ARAS, N.K. Daily dietary intake of minor and trace elements by upper social groups in Taiwan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.150, n.2, p. 397-415, 1991.
- LIU, S. M.; CHUNG, C. Trace elements in Taiwanese diet in different seasons. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, v.161, n.1, p. 27-38, 1992.
- MAIHARA, V.A.; VASCONCELLOS, M.B.A. Multielement analysis of Brazilian milk powder and bread samples by neutron activation. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.122, n.1, p. 161-173, 1988.
- MAIHARA, V.A.; VASCONCELLOS, M.B.A. Determination of trace elements in Brazilian rice grains and biological materials by neutron activation. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.132, n.2, p.329-337, 1989.
- MANNAN, A.; WAHEED, S.; AHMAD, S.; QUERSHI, I.H. Dietary evaluation of toxic elements through integrated diet *J. Radioanal. Nucl. Chem. Articles*, v.162, n.1, p.111-123, 1992.

- MERTZ, W.; ALBERNOTH, C.O.; OLIN, S.S. *Risk assesement of essential elements*. Washington: ILSI Press, 1994.
- METIVIER, H.J. Thorium. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p.689-694.
- MILLER, J. C.; MILLER, J.N. *Statistics for analytical chemistry*. England: Ellis Horwood Limited Publishers, 1988.
- MUMCU, T.; GOKMEN, I.; GOKMEN, A.; PARR, R.M.; ARAS, N.K. Determination of minor and trace elements in Turkish diet in duplicate portion technique. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.124, n.2, p.289-299, 1988.
- MURPHY, S.P.; CALLOWAY, D.H.; BEATON, G.H. Schoolchildren have similar predicted prevalences of inadequate intakes as toddlers in village populations in Egypt, Kenya and Mexico. *Europ. J. Clin. Nutr.*, v. 49, p. 647-657, 1995.
- MYKKANEN, H.; RASANEN, L.; AHOLA, M.; KIMPPA, S. Dietary intakes of mercury, lead, cadmium and arsenic by Finnish children. *Hum. Nutr.: Appl. Nutrit.*, v.40A, p.32-39, 1986.
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS & TECHNOLOGY (NIST)
Certificate of Analysis: Citrus Leaves SRM 1572, Washington D.C, December, 1982.
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS & TECHNOLOGY (NIST)
Certificate of Analysis: Oyster Tissue SRM 1566a, Washington D.C, October, 1989.
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS & TECHNOLOGY (NIST)
Certificate of Analysis: Total Diet SRM 1548, Washington D.C, September, 1990.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS & TECHNOLOGY (NIST)
Certificate of Analysis: Peach Leaves SRM 1547, Washington
DC, July 2, 1991.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS & TECHNOLOGY (NIST)
Certificate of Analysis : Apple Leaves SRM 1515,
Washington DC, July 2, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) *Recommended Dietary
Allowances (RDA)*. 10 ed., Washington, DC: National Academy
Press, 1989.

NEVES, J. Sélénium et pathologie cardiovasculaire. *Path.
Biol.*, v.37, n.10, p.1102-1106, 1989.

NIELSEN, F.H. - New essential trace elements for the life
sciences. *Biol. Trace Elem. Res.*, v.26/27, p.599-611,
1990.

NIEMAN, D.C.; UNDERWOOD, B.C.; SHERMAN, K.M.; ARABATZIS, K.;
BARBOSA, J.C.; JOHNSON, M.; SHULTZ, T.D. Dietary intakes
of Seventy-Day Adventist vegetarian and non-vegetarian
elderly women. *J. Am. Diet. Assoc.*, v. 89, p. 1763-1769,
1989.

NOMIYAMA, K.; NOMIYAMA, H. Prevention and/or treatment of
heavy metal induced health effects. *J. Trace Elem.
Experim. Med.*, v.8, n.2, p.101, 1995.

PARR, R.M. Technical considerations for sampling and sample
preparation of biomedical samples for trace elements
analysis. *J. Res. Nat. Bureau Stand.*, v.91, n.2, p.51-56,
1986.

- PARR, R.M. Techniques in human nutrition research as exemplified by research programmes of the International Atomic Energy Agency. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.110, n.2, p.491-502, 1987.
- PEATTIE, M.E.; BUSS, D.H.; LINDSAY, D.G.; SMART, G.A. Reorganization of the British total diet study for monitoring food constituents from 1981. *Fd Chem. Toxic.*, v.21, n.4, p.503-507, 1983.
- PEDROSA, L.F.C.; COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de zinco em dieta regional do Nordeste. *Rev. Farm. Bioq. Universidade de São Paulo*, v.26, p.123-133, 1990.
- PENNINGTON, J.A.T. Revision of the total diet study food list and diets. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.82, n.2, p.166-173, 1983.
- PENNINGTON, J.A.T.; WILSON, D.B.; NEWELL, R.F.; HARLAND, B.F.; JOHNSON, R.D.; VANDERVEEN, J.E. Selected minerals in food surveys, 1974 to 1981/82. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.84, n.7, p.771-780, 1984.
- PENNINGTON, J.A.T. Molybdenum, nickel, cobalt, vanadium and strontium in total diets. *J. Am. Diet. Assoc.*, v. 87, n. 2, p. 1644-1650, 1987.
- PENNINGTON, J.A.T. Methods for obtaining food consumption information. In: MACDONALD, I. (Ed.) *Monitoring dietary intakes*. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p.3-8.
- PRASAD, A.S. Clinical spectrum and diagnostic aspectus of human zinc deficiency. In: PRASAD, A.S. (Ed.) *essential and toxic trace elements in human health and disease*. New York, Alan R. Liss, 1988, p.3-53.

- ROTRUCK, J.T.; POPE, A.L.; GANTHER, H.E.; HAFEMAN, W.G.;
HOEKSTRA, W.G. Selenium: Biochemical role as a component
of glutathione peroxidase. *Science*, v. 179, p. 588-590,
1973.
- SAMUDRALWAR, D.L.; GARZ, A.M. Multielemental analysis of
vegetarian human diets and dietary components by NNA.
Fres. J. Anal. Chem, v.348, p.433-438, 1994.
- SAMULDRALWAR, D.L.; WANKHADE, H.K.; GARG, A.N. *J.*
Radioanal. Nucl. Chem., Articles, v. 116, p.307-315, 1987.
- SANDERS, H.J..Nutrition & Health *Chem. Eng. News*, v. 57,
n.13, p.27-48, 1979.
- SARIC, M. Manganese. In: FRIBERG, L.; DORDBERG, G.F.; VOUK,
V.B. (Eds.) *Handbook on the toxicology of metals*. New
York, N.Y.: Elsevier., 1986. v .2. p. 354-386.
- SCHELENZ, R. Dietary intake of 25 elements by man estimated
by neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.,
Articles*, v. 37, p.539-548, 1977.
- SHAH, B.G.; GIROUX, A.; BELONJE, B.; FISCHER, P.W.F.
Estimated mineral nutrients in a representative Canadian
diet. *Nutr. Res.*, v.11, p.265-272, 1991.
- SHILS, M.E.; YOUNG, V.R. *Modern nutrition in health and
disease*. 17 ed. Philadelphia, USA: Lea & Febiger, 1988.
- SHIRAIISHI, K.; YAMAMOTO, M. Dietary ^{232}Th and ^{238}U intakes for
Japanese as obtained in a market basket study and
contributions of imported foods to internal doses. *J.
Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, v. 196, n. 1, p. 89-96,
1995.

- SMODIS, B.; JACIMOVIC, R.; STENGAR, P.; JOVANOVIĆ, S. Multielement analysis of NIST proposed SRM 1547 Peach Leaves. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.160, p. 101-108, 1992.
- STICHT, G.; KÄFERSTEIN, H. Bromine. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 143-154.
- STOECKER, B.J. Derivation of the estimated safe and adequate daily dietary intake for chromium. In: MERTZ, W.; ALBERNOTH, C.O.; OLIN, S.S. (Eds.) *Risk assesement of essential elements*. Washington: ILSI Press, 1994. p. 197-205.
- TOLONEN, M. *Vitamins y minerales en la salud e la nutrición*. Zaragoza, Espanha: Acibia Editora, 1995.
- TRAMONTE, V.L.C.G. *Biodisponibilidade de ferro e zinco de dieta típica da população brasileira de baixa renda*. São Paulo: 1994. Tese (Doutoramento) - Universidade de São Paulo.
- UNDERWOOD, E. *Trace elements in human and animal nutrition*. New York, N.Y.: Academic Press, 1977.
- VAN DOKKUM, W.; DEVOS, R. H.; CLOUGHELEY, F.A.; HULSHOF, K.; WIJSMAN, J.A. Food additives and food components in total diets in The Netherlands. *Brit. J. Nutr.*, v.48, p.223-232, 1982.
- VAN DOKKUM, W.; DE VOS, R.M.; MUYS, T.H.; WESSTRA, J.A. Mineral and trace elements in total diets in The Netherlands. *Brit. J. Nutr.*, v.61, p.7-15, 1989.

VASCONCELLOS, M.B.A.; MAIHARA, V.A.; FAVARO, D.I.T.; ARMELIN, M.J.A.; CORTES-TORO, E.; OGRIS, R. Radiochemical separation methods for the determination of some toxic elements in biological reference materials. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters*, v.153, n.3, p.185-199, 1991.

VERSIECK, J. Neutron activation analysis for the determination of trace elements in biological materials. *Biol. Trace Elem. Res.*, v43/45, p. 407-413, 1994.

WENNIG, R.; KIRSCH, N. Tungsten. In: SEILER, H.G.; SIGEL, H. (Eds.) *Handbook on toxicity of inorganic compounds*. New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc., 1988. p. 731-738.

WHYTENBACH, A.; BAJO, S.; TOBLER, L.; ZIMMERLI, B. The concentration of 19 trace elements in the Swiss diet. In: *Trace Element - Analytical Chemistry in Medicine and Biology*, Berlin: Walter de Gruyter & Co., 1987. v. 4, p. 169-178.

WOITTEZ, J.R.W.; IYENGAR, G.V. The use of neutron activation in dietary reference material analysis *Fres. J. Anal. Chem.*, v.332, p.657-661, 1988.

WOITTEZ, J.R.W.; DE LA CRUZ TANGONAN, M. Determination of Cd, Mo, Cr and Co in biological materials by RNAA. *J. Radioanal. Nucl. Chem. Articles*, v.158, n.2, p.313-321, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Pesticide residues in food *Techn. Rep. Serv.*, n.502, Genova, 1972.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) *General standard for contaminants and toxins in foods*. The Netherlands: Codex Alimentarius Commission, Dec. 1994. (CX/FAC 95/12)

- YAMAMOTO, M.; SHRIRAISHI, K.; KOMURA, K.; UENO, K.
Measurement of uranium in total diet samples: daily intake
for Japanese. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles*, v.185,
n.1, p.183-192, 1994.
- YOUNG, C.M.; CHALMERS, F.W.; CHURCH, H.N.,; CLAYTON, M.M.;
MURPHY, G.C.; TUCKEK, .E. Subject's estimation of food
intake and calculated nutritive value of the diet. *J. Am.
Diet. Assoc.*, v.29, p.1216-1220, 1953.
- ZEISLER, R., BECKER, D.A., GILLS, T.E. Certifying the
chemical composition of a biological material- a case
study. *Fresen. J. Anal. Chem.*, v.352, p.111-115, 1995.



M21075



Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
Caixa Postal 11049 - CEP 05422-970 - Pinheiros
Tel.: (011) 816-9000 - End. Telegráfico IPENUCLEAR
Telex: (11) 83592-IPEN-BR Fax: (011) 212-3546
São Paulo - SP - Brasil