

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS MINERAIS E TRAÇOS POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, EM REFEIÇÕES SERVIDAS NO RESTAURANTE DA FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA/USP¹

Déborah I.T. FÁVARO^{2,*}, Claudia AFONSO², Marina B.A. VASCONCELLOS², Silvia M.F. COZZOLINO³

RESUMO

Dentro do contexto de assegurar à população dietas equilibradas em relação aos elementos essenciais e uma monitoração dos elementos tóxicos, este trabalho teve por objetivo a determinação dos níveis desses elementos, em refeições servidas no restaurante da Faculdade de Saúde Pública/USP freqüentada pelos estudantes universitários e funcionários, durante uma semana. Foram analisadas refeições servidas no almoço. Os alimentos foram recolhidos em bandejas completas em número de 3 por refeição, tomando-se por base as porções servidas, consideradas como análise em duplicata. Foram feitas análises para determinação da composição centesimal das refeições utilizando-se os métodos preconizados pela AOAC. As amostras foram submetidas também a análise multielementar utilizando-se a técnica de análise por ativação neutrônica, onde os seguintes elementos puderam ser determinados: Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Sb, Sc, Se e Zn, níveis de m/g a ng/g. Os resultados de ingestão por refeição obtidos no presente trabalho foram comparados com os valores diários recomendados pelo RDA, WHO e Homem Padrão. Salienta-se em relação aos macronutrientes, uma alta adequação protéica e excesso de lípides em algumas refeições, interferindo no valor calórico total. Dentre as causas de maior variação dos resultados a dieta entre os diferentes dias é a que mais contribui. Em relação à fração fibra alimentar, os valores obtidos foram adequados. Quanto aos micronutrientes, observa-se adequação quanto a Br, Ca, Fe, Mg, Mn, Rb, Se e Zn, entretanto, níveis acima do recomendado para K, Mo, Na, Cl e Cr. Para os elementos Ba, Co, Cs e Sb os níveis de ingestão foram comparados com os dados de ingestão diária para Homem Padrão. Os demais elementos traço determinados como Ce e Sc, observa-se que não existe recomendação, tendo-se observado grandes variações nos valores obtidos para estes elementos nos dias estudados.

Palavras-chave: dietas; minerais; composição centesimal; ativação neutrônica.

SUMMARY

DETERMINATION OF MINERAL AND TRACE ELEMENTS BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS, IN MEALS SERVED AT THE CENTRAL CAFETERIA OF FACULTY OF PUBLIC HEALTH/USP. The objective of this research was to check the nutritional adequacy of diets served to University students related to essential elements and also to monitor for some toxic elements. Within this framework, the aim was to determine the levels of these elements in meals served at the Cafeteria of the School of Public Health at USP used by students and workers along one week. The 5 meals served along the week at the Cafeteria were analyzed separately. Three trays per meal were used to collect the food according to a duplicate portion technique. The centesimal composition of the meals was determined according to the methods suggested by AOAC. Neutron Activation Analysis was used and the concentration of the following elements was determined: Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Rb, Sb, Sc, Se and Zn. The calculated intake obtained in the present work was compared to the daily recommended values set by RDA, WHO and Reference Man. Regarding macronutrients, the protein and lipid levels were high in some cases. The fiber content of the meals was

adequate. Concerning the mineral contents of Br, Ca, Fe, Mg, Mn, Rb, Se and Zn, the intake was adequate, but for the elements K, Mo, Na, Cl and Cr, the intake was too high concerning to recommendations. For the elements Ba, Co, Cs and Sb the daily intakes were compared to the values set by Reference Man. There are no recommendations for Ce and Sc elements. A great variability was also observed in the concentrations of these elements during the period of this study.

Keywords: diets, mineral contents; macronutrients; neutron activation analysis.

1 — INTRODUÇÃO

Recentemente, várias descobertas e numerosos refinamentos em técnicas analíticas tem aumentado substancialmente o conhecimento do papel de elementos traços na saúde humana. Sabe-se que os elementos traços podem tornar-se limitantes não somente por causa de deficiências ambientais, mas também por causa de desequilíbrios em dietas que no passado tinham sido aceitas como adequadas (WHO) [22].

Underwood [18] define 26 elementos como essenciais ao ser humano. Na faixa de gramas/100g de produto, os seguintes elementos: C, H, N, O, P, Ca, S, Cl, K, Mg e Na; na faixa de $\mu\text{g g}^{-1}$ e ng g^{-1} os elementos: Fe, I, Zn, Se, Mn, Cu, Cr, Mo, Co, Ni, F, Sn, Si, V e As.

Esses elementos estão relacionados à saúde humana e às doenças, uma vez que sua deficiência ou excesso podem induzir mudanças fisiológicas nos indivíduos [9].

Os elementos tóxicos, Hg, Cd e Pb, possuem propriedades potencialmente tóxicas em concentrações extremamente baixas e afetam o metabolismo de alguns elementos traço essenciais, tais como, Cu, Zn, Fe, Mn e Se, pela competição por ligantes nos sistemas biológicos [1].

Os elementos traços foram distribuídos em 3 grupos pela Organização Mundial da Saúde (WHO) [22], em função de sua significância nutricional em humanos: elementos essenciais: I, Zn, Se, Cu, Mo, Cr, Fe e Co; elementos provavelmente essenciais: Mn, Si, Ni, B, V; elementos potencialmente tóxicos, alguns dos quais podem contudo apresentar algumas funções essenciais em níveis baixos de concentração: F, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li, Sn.

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

Um dos maiores problemas quando se quer estudar a ingestão dos elementos traço essenciais e tóxicos de uma determinada população é a obtenção de dados confiáveis do consumo real de alimentos, principalmente em países como o Brasil, onde não existem informações atualizadas sobre inquérito alimentar ou de cestas básicas de alimentos, que representem o consumo das diferentes camadas sociais ou de diferentes regiões do país, que têm hábitos regionais próprios de consumo.

Estudos de dieta estão sendo conduzidos por diversos centros de pesquisa com o objetivo de estimar a ingestão de elementos essenciais e tóxicos, verificar as interações entre os elementos e definir uma dieta que seja representativa para um determinado grupo. Vários métodos de avaliação dietética têm sido utilizados pelos pesquisadores, como o método da dieta total, que considera uma cesta básica de alimentos para representar o consumo total de uma determinada população; estudos seletivos de alimentos individuais e estudos da porção em duplicata, onde a dieta é composta a partir da duplicata de todos os alimentos e bebidas consumidos durante o período de estudo (WHO) [23].

Vários pesquisadores têm se dedicado aos estudos de dietas de diferentes grupos populacionais. VAN DOKKUM *et al* [19] e PODREBARAC [17] realizaram estudos de dieta total de adolescentes do sexo masculino. PENNINGTON [15, 16] apresentou a composição de dietas consumidas por diferentes segmentos da população americana, levando em conta a base de dados fornecidas pelo Nation-wide Food Consumption Survey (NFCS) e Second National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II). Chen & Gao [5] avaliaram a dieta chinesa para 24 contaminantes químicos e 72 nutrientes. As dietas representavam o padrão da comida chinesa de doze províncias.

No Brasil, poucos são os dados disponíveis a respeito da ingestão diária de minerais. FÁVARO *et al* [7] determinaram a concentração de alguns elementos tóxicos e outros essenciais como As, Cd, Cr, Cu, Hg, Sb e Se em dietas de diferentes regiões do Brasil. Em continuação a esse trabalho, determinaram também as concentrações de 12 elementos (Br, Ca, Cl,

Co, Fe, K, Mg, Mn, Na, Rb, Sc e Zn) nessas mesmas dietas [8]. MAIHARA *et al* [12] também determinaram a ingestão de elementos tóxicos em dietas de pré-escolares e idosos do município de São Paulo.

Dentro do contexto de assegurar à população dietas equilibradas em relação aos elementos essenciais e uma monitoração dos elementos tóxicos, este trabalho teve por objetivo a determinação dos níveis desses elementos, em refeições representativas da população brasileira, estudando a refeição (almoço) de estudantes universitários e funcionários da Faculdade de Saúde Pública/USP, durante uma semana. Essa dieta corresponde a 40% das recomendações diárias de ingestão alimentar desses indivíduos, considerando-se 3 refeições diárias principais (café da manhã = 20% e jantar = 40%).

A análise dos elementos essenciais e alguns tóxicos nestas refeições foi feita pelo método de Análise por Ativação com Nêutrons (AAN), e comparou-se com os valores de ingestão preconizados pelo RDA [14], WHO [22] e Homem Padrão [10], respeitando-se o percentual de 40% correspondente às mesmas, para estimar os riscos à saúde dos indivíduos pelo consumo de alimentos.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 — Metodologia para coleta das dietas – método da porção em duplicata

No método de porção em duplicata, coletam-se as refeições efetuadas de um grupo de pessoas selecionadas, incluindo bebidas e lanches, durante um certo período, que pode variar de um a sete dias. No caso deste estudo, se coletou apenas o almoço servido, no período de 5 dias consecutivos, considerando-se assim o percentual de 40% em relação à ingestão total diária. Este é um método bastante adequado, porque os alimentos são analisados quimicamente, ao contrário dos demais métodos que se baseiam em tabelas de composição de alimentos. Entretanto, como desvantagem, se restringem a pequenos grupos da população, geralmente selecionados em Instituições ou Universidades.

2.2 — Preparo das Amostras

O sistema de distribuição das refeições neste restaurante é aquele onde os usuários passam por várias atendentes que vão colocando as porções de alimentos nas bandejas de aço inoxidável com divisões para os diferentes alimentos. As refeições foram coletadas nos horários em que essas eram servidas, tendo sido solicitado às atendentes que colocassem nas bandejas o porcionamento normal oferecido aos estudantes. Foram coletadas 3 refeições completas (almoços) a cada dia, durante os 5 dias da semana. A seguir, essas bandejas foram transportadas para o laboratório, os alimentos foram pesados individualmente ou por preparação, e colocados para secagem em bandejas também de aço inoxidável em estufa ventilada a 60° C, até peso constante. Em seguida, os alimentos foram triturados num moinho de facas de aço inoxidável e homogeneizados para posterior análise.

2.3 — Análise da Composição Centesimal

Foram determinados: Umidade, Cinzas, Extrato Etéreo, Nitrogênio Total, Fibra Total e Fração Nifext (calculada por diferença dos demais componentes e considerada como valor de carboidratos). Os métodos utilizados foram os propostos pela AOAC [3], com exceção da fração fibra alimentar que foi determinada pelo método enzimático de ASP *et al* [2].

2.4 — Análise por Ativação com Nêutrons

Princípio do método:

Análise por ativação com nêutrons (AAN) consiste no bombardeamento de um dado material seguido da medida da radioatividade induzida. Em geral, a irradiação é feita com nêutrons térmicos e a radioatividade resultante é medida usando-se a espectrometria dos raios gama emitidos por cada radioisótopo.

Uma vez que cada isótopo produzido no processo de ativação possui características de emissão próprias (meia vida e energia das partículas ou radiação gama emitidas) é possível efetuar determinações quantitativas da concentração por comparação com padrões.

A concentração é obtida pela comparação de áreas de picos referentes a padrões que são ativados juntamente com as amostras, utilizando-se para o cálculo a seguinte expressão:

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

onde:

C_a^i : Concentração do elemento i na amostra

C_p^i : Concentração do elemento i no padrão

A_a^i : Atividade do elemento i na amostra

A_p^i : Atividade do elemento i no padrão

m_a e m_p : massas da amostra e padrão

λ : constante de decaimento do radioisótopo

t: tempo de decaimento (tempo decorrido entre o final da irradiação e o início da contagem da atividade amostra)

AAN é um método de análise não destrutivo que permite, em alguns casos, determinar as concentrações de 20 a 40 elementos numa única amostra. Para uma análise multielementar completa, os elementos são divididos em 3 grupos dependendo da meia-vida de seus produtos da irradiação com neutrons:

- curta (2min-15 horas)
- intermediária (0,5 -5 dias)
- longa (maior que 5 dias)

Alguns elementos aparecem em mais do que um grupo. As mesmas amostras usadas para a irradiação curta podem ser utilizadas para irradiações longas, ou novas amostras podem ser preparadas.

2.5 – Preparação dos padrões sintéticos

Os padrões sintéticos dos elementos analisados foram preparados, a partir de sais ou óxidos de alta pureza e/ou espectroscopicamente puros, dissolvidos em ácido nítrico P.A. da Merck, em concentrações apropriadas. Em seguida, cerca de 50µ L dessas soluções padrão dos elementos, em alguns casos soluções multielementares, foram pipetadas sobre uma tira de papel de filtro Whatman nº 41, a qual foi deixada à temperatura ambiente para sua completa secagem. Em seguida, essas tiras de papel foram acondicionadas em envelopes de polietileno, previamente limpos com ácido nítrico diluído e água destilada, e esses foram selados. Os elementos são agrupados de cerca de 200mg) e os padrões sintéticos dos elementos analisados neste trabalho.

2.6 – Irradiação e medida da atividade das amostras e padrões

As amostras (duplicata) e os padrões foram submetidos a 2 tipos de irradiações no reator de pesquisas IEA-R1m do IPEN/CNEN-SP:

irradiações curtas

As amostras e os padrões foram irradiados por 2 minutos, sob um fluxo de nêutrons térmicos de $10^{11} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Após diferentes tempos de decaimento, os seguintes elementos foram determinados: Cl, K, Mg, Mn e Na.

irradiações longas

As amostras e os padrões foram irradiados por 8 horas, sob um fluxo de nêutrons térmicos de $10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Após um tempo de decaimento de 4 a 5 dias, determinaram-se os radioisótopos de meia-vida de algumas horas ou dias. Foram eles: Br, K, Mo, Na e Sb. Após 15 a 20 dias de decaimento, determinaram-se os seguintes elementos: Ba, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Fe, Rb, Sb, Sc, Se e Zn.

Tempos de medida da atividade

Após a irradiação longa, com um tempo de decaimento de 5 dias, foi feita a primeira medida da atividade de aproximadamente 2 horas para as amostras e material de referência e de 15 minutos para cada padrão, separadamente. Após 20 dias ou mais, foi feita uma segunda medida da atividade de aproximadamente 15 horas para as amostras e material de referência e 30 minutos para os padrões sintéticos, onde foram determinados os elementos de meia-vida de vários dias até anos.

2.7 – Medidas da atividade gama induzida

As medidas da radiação gama emitidas pelos diversos radioisótopos produzidos na irradiação das amostras e padrões foram feitas em um espectrômetro de raios gama, constituído por um detector GEM 20190P ligado a placa ORTEC ACE 8K acoplado a um microcomputador da linha IBM/PC. A resolução deste sistema foi de 1,0keV para o pico de 121,97keV do ^{57}Co e de 1,85keV para o pico de 1332,49keV do ^{60}Co .

Para aquisição e processamento dos espectros, recorreu-se ao programa de computação VISPECT2, em linguagem TURBOBASIC, desenvolvido pelo Dr. D. Piccot, do Laboratório Pierre Sue, Saclay, França, desenvolvido na Supervisão de Radioquímica.

3 — VALIDAÇÃO DO MÉTODO

A validação do método foi feita por meio da análise do material de referência Oyster Tissue (NIST SRM 1566a).

4 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

A [Tabela 1](#) apresenta os resultados obtidos nas análises da composição centesimal.

TABELA 1. Quantidade em gramas de: proteínas, lipídeos, carboidratos e fibra alimentar, valor calórico total (VCT) e percentual em relação ao VCT de refeições (almoços) oferecidas no Restaurante Universitário da FSP- USP durante 1 semana.

Refeição	PRO (g)	PRO %	LIP (g)	LIP %	CHO (g)	CHO %	Fibra (g)	VCT Kcal
FSP- USP	44,1	19,6	33,4	33,4	105,9	47,0	13,3	901
16/10/95	37,8	19,1	24,8	28,2	104,4	52,7	12,2	792
	55,4	16,6	35,8	24,1	197,9	59,3	21,0	1335
FSP- USP	50,1	20,3	34,7	31,6	118,9	48,1	10,6	988
17/10/95	53,5	21,6	36,6	33,2	112,4	45,3	10,6	993
	56,9	19,0	39,5	29,7	153,3	51,3	11,7	1196
FSP- USP	31,3	12,1	27,8	24,2	165,1	63,8	13,5	1036
18/10/95	35,6	10,3	54,7	35,6	187,3	54,1	16,7	1384
	44,5	21,6	53,5	30,6	228,8	58,1	19,8	1575
FSP- USP	50,0	20,8	25,5	23,9	132,9	55,3	12,0	961
119/10/95	55,5	23,3	32,4	30,5	110,3	46,2	11,5	955
	53,6	18,0	26,8	20,2	183,7	61,7	15,1	1190
FSP- USP	54,0	19,3	30,5	24,5	157,2	56,2	16,4	1120
20/10/95	55,7	21,9	23,0	20,4	146,9	57,7	15,2	1018
	55,7	21,0	30,7	26,0	141,0	53,1	13,0	1063

PRO=proteína; LIP=lípides; CHO=carboidratos; VCT=valor calórico total

Obs. Cada resultado corresponde aos dados da análise de uma bandeja.

Pode-se observar pelos dados apresentados que estas refeições estão proporcionando alto percentual protéico e superam o limite de 30% para lípides em algumas refeições. O valor calórico total, considerando-se 40% da recomendação diária (880 e 1160 respectivamente para mulheres e homens), está sempre acima das recomendações para mulheres [14]. Deve-se, ainda ressaltar as diferenças observadas no mesmo dia, devido ao porcionamento das bandejas que interferiu muito nos resultados obtidos. Este aspecto é de grande interesse para o levantamento de dados de consumo alimentar, pois, verifica-

se neste trabalho que o mesmo profissional, pode servir diferentes porções em um sistema de alimentação deste tipo, e que o porcionamento dos próprios alimentos, como por exemplo pedaços de carnes, tamanho de frutos, também podem variar, resultando em mudanças sensíveis no resultado final. Os resultados obtidos para a fração fibra alimentar foram adequados.

A [Tabela 2](#) apresenta os resultados obtidos na validação do método pela análise do material de referência Oyster Tissue. Os desvios padrão relativos foram inferiores a 10%, exceto para o Sb e os erros relativos, inferiores a 11% comprovando dessa forma, a precisão e a exatidão do método. Para os elementos Ba, Br, Ce e Mo não há valores certificados nem de informação para esse material de referência.

TABELA 2. Resultados obtidos ($\mu\text{g/g}$) na certificação dos Padrões Sintéticos com o Material de Referência OYSTER TISSUE (NIST-SRM-1566a).

ELEMEN TO	VALOR OBTIDO (n)	VALOR ESPERADO	DESVIO PADRÃO REL.(%)	ERRO RELATIVO (%)
Ca	2105 \pm 208	1960 \pm 190	9,9	7,4
Cl	7387 \pm 37	8290 \pm 140	0,5	10,9
Co	0,54 \pm 0,03	0,57 \pm 0,11	5,6	5,3
Cr	1,41 \pm 0,04	1,43 \pm 0,46	2,8	1,4
Fe	531 \pm 8	539 \pm 15	1,5	1,5
K	8323 \pm 556	7900 \pm 470	6,7	5,4
Mg	1259 \pm 77	1180 \pm 170	6,1	6,7
Mn	13,7 \pm 0,6	12,3 \pm 1,5	4,4	11,4
Na	3899 \pm 29	4170 \pm 130	0,7	6,5
Rb	3,0 \pm 0,1	(3)	3,3	
Sb	13 \pm 2	(10)	15	
Sc (ng/g)	59 \pm 3	(60)	5,1	
Se	2,3 \pm 0,3	2,21 \pm 0,24	13	4,1
Zn	898 \pm 10	830 \pm 57	1,1	8,2

(n) – média de 5 determinações

A [Tabela 3](#) apresenta os resultados de ingestão para os elementos analisados no presente trabalho, sendo cada resultado o valor médio encontrado para as 3 determinações (3 bandejas por refeição) e o respectivo desvio padrão da média.

Na [Tabela 3](#) também se encontram apresentados os resultados de ingestão nas refeições comparados com os valores diários de RDA [14], WHO [22] e Homem Padrão [10] para os elementos minerais.

Comparando-se os resultados obtidos de ingestão diária com os valores das recomendações preconizadas pelo RDA, WHO e Homem Padrão, considerando-se 40% desses valores, as seguintes conclusões a respeito dos elementos minerais foram obtidas:

Ca – todas as refeições se encontram acima das recomendações preconizadas pelo WHO (**160-200mg**), adequadas de acordo com as recomendações do RDA (**320-480mg**) e abaixo do balanço diário para o Homem Padrão (**440mg**) considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Deve-se ressaltar que, em geral, a alimentação brasileira é deficiente neste mineral, com resultados que variam de 250 a 500mg/dia [8].

Cl – todas as refeições se encontram acima do valor considerado mínimo para pessoas saudáveis, de acordo com o RDA (**300mg**) e também em relação ao Homem Padrão (**2080mg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Normalmente essas recomendações são superadas, como foi o caso da dieta dos idosos em São Paulo (1900mg/d) [12] e dietas mistas de outros países como Taiwan [11], onde os valores de ingestão variaram de 2800 a 3500mg/d e na Suíça, com valores de 7600mg/d [21].

Cr – exceto a refeição do dia 17/10, todas as demais se encontram acima do limite estabelecido pelo RDA (**80µg**) e também para o Homem Padrão (**60µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Níveis superiores ao estabelecido pela RDA também foram observados em trabalho anterior [7]. A explicação encontrada residuiu no fato de que talvez pudesse estar havendo problema de contaminação pelo aço inoxidável, durante a etapa de secagem das dietas, em estufa ventilada.

Fe – o nível de ingestão desse elemento está adequado nestas refeições, de acordo com as recomendações RDA (**4 – 6mg**), WHO (**4 – 8mg**) e Homem Padrão (**6,4µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Entretanto no Brasil, dados epidemiológicos têm demonstrado que é alto o índice de anemia provocada pela deficiência de ferro, levando à conclusão de que provavelmente não é a falta, mas sim a biodisponibilidade deste elemento que é baixa na dieta.

K – todas as refeições apresentam níveis acima da recomendação mínima para pessoas saudáveis, de acordo com o RDA (**800mg**) e Homem Padrão (**1320mg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Valores de ingestão relatados na literatura para dietas de outros países variaram de 1100 a 1700mg/d [5, 13] até 4700mg/d [20].

Mg – as refeições dos dias 16 e 17 apresentaram níveis abaixo dos valores recomendados pelo RDA (**112-140mg**), Homem Padrão (**136-108mg**) e WHO (**120mg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Para as demais refeições, os níveis de Mg se apresentaram acima dos valores recomendados.

Mn – de acordo com a WHO (**0,8 – 1,2mg**), os níveis de ingestão de Mn foram superiores às recomendações em todas as refeições. De acordo com o RDA (**0,8 – 2,0mg**) e Homem Padrão (**1,5mg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, as refeições dos dias 16, 17 e 19 apresentaram níveis de ingestão adequados.

Mo – de acordo com a WHO (**1,5 – 2,5µg/kg** de massa corpórea para adultos), os níveis de ingestão de Mo foram superiores às recomendações em todas as refeições. De acordo com os dados do Homem Padrão (**120µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, os valores aqui encontrados também se encontram acima do recomendado. Uma ampla faixa de ingestão foi encontrada por Bro e colaboradores [4] na dieta dinamarquesa: 20 a 560µg/dia, com uma média de 112µg/d. Chen e colaboradores analisando dietas chinesas [6], encontraram valores de ingestão que variaram de 401 a 1130µg/d, com um valor médio de 856µg/d.

Na – os níveis de ingestão de Na por refeição, se encontraram muito acima das recomendações mínimas para pessoas saudáveis, de acordo com a RDA (**200mg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição. Tal fato é preocupante, uma vez que dietas ricas em Na aumentam a excreção renal de cálcio, contribuindo ainda mais para a sua deficiência. De acordo com o comitê do Food and Nutrition Board dos EUA, as necessidades mínimas recomendadas de sódio são normalmente excedidas em dietas normais, mas recomenda-se que a ingestão dietética de cloreto de sódio não ultrapasse a 6g/dia (2,4g de Na) [14].

Se – exceto para a refeição do dia 17, as demais refeições apresentaram valores de ingestão de Se dentro das recomendações: RDA (**22-28µg**) e WHO (**28µg**), resultado que também não era esperado, uma vez que dietas da região de São Paulo são geralmente limitadas em Se, devido à baixa concentração deste elemento no solo. Em relação ao Homem Padrão (**60µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, todas as refeições podem ser consideradas deficientes.

Zn – exceto para a refeição do dia 18/10, cujo nível de ingestão de Zn se encontrou dentro das recomendações, as demais refeições apresentaram níveis de ingestão acima das recomendações: RDA (**4,8 – 6,0mg**) e WHO (**4 – 6mg**), embora da mesma forma considerada para o Fe, este elemento também apresenta baixa biodisponibilidade em dietas brasileiras. Em relação ao Homem Padrão (**5,2µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, todas as dietas podem ser consideradas adequadas.

Br e Rb – Os elementos traço Br e Rb, embora não tenham a sua essencialidade comprovada para humanos, em estudos com animais apresentaram sinais de deficiência aparente e efeitos benéficos [24]. Os níveis de Br e Rb, no presente trabalho, se encontraram dentro da faixa de ingestão dietética diária estimada [24] e foram bastante concordantes com os valores encontrados em trabalho anterior, de dietas regionais brasileiras [8].

Co – Segundo dados de ingestão para o Homem Padrão (**120µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, todas as refeições se encontraram abaixo da recomendação.

Para os demais elementos, cujos valores de recomendação pela RDA e WHO, são ainda inexistentes, as seguintes

considerações puderam ser obtidas comparando-se os valores de ingestão aos dados recomendados pelo balanço diário do Homem Padrão:

Ba — De acordo com a ingestão do Homem Padrão (**300µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, os níveis de Ba se encontram bem acima da recomendação, em todas as refeições analisadas.

Cs — De acordo com a ingestão do Homem Padrão (**4µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição, os níveis de Cs se encontram acima da recomendação, nas refeições onde foi possível a sua determinação (16, 18 e 20 out.).

Sb — Os níveis de ingestão encontrados estiveram bem abaixo da recomendação para o Homem Padrão (**20µg**), considerando-se o percentual de 40% para a refeição.

Para os elementos **Ce** e **Sc**, não existem valores recomendados na literatura, devido à escassez de dados relacionados a esses elementos presentes em níveis de concentração de ultra-traços [18]. Dessa forma, torna-se importante a publicação desses resultados, como uma contribuição para dados de concentração desses elementos em dietas brasileiras.

5 — CONCLUSÕES

Pode-se concluir, a partir dos resultados obtidos no presente trabalho que, em geral, as dietas oferecidas pelo restaurante da Faculdade de Saúde Pública da USP superam as recomendações para proteínas e lipídeos, este último interferindo portanto no valor calórico total das refeições. Estão adequadas em fibra alimentar. Quanto aos micronutrientes, observa-se uma adequação para Ca, Fe, Mg, Mn, Se e Zn, entretanto níveis acima das recomendações de K, Mo, Na, Cl e Cr foram constatados. Os elementos traço Br e Rb, se encontram dentro da faixa de ingestão dietética diária estimada; Ba e Cs, se encontram acima e Co e Sb, abaixo das recomendações para o Homem Padrão. Para os elementos Ce e Sc não existe recomendação. Outro aspecto importante a salientar é de que estas refeições foram preparadas a partir de cardápios elaborados por nutricionistas dentro de uma Escola de Nutrição, assim sua adequação em relação aos principais nutrientes deve ser ressaltada. Por outro lado, os altos valores obtidos para proteínas e lipídeos devem ser considerados nas preparações das mesmas e no porcionamento.

6 — REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABDULLA, M. & CHIMIECLNICKA, J. New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure toxic metals. **Biol. Trace Element Res.** v. 23, n. 2, p. 25-53, 1990. [[Links](#)]
- [2] ASP, N.G., JOHANSON, C.G., HALMER, H., SIJESTROM, M. Rapid Enzimatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. **J. Agric. Food Chem.** v. 31, p. 476-482, 1983. [[Links](#)]
- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official Methods of Analysis.**, 14 ed, 1141, 1984. [[Links](#)]
- [4] 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. Eletrolytes Health. Dis.**, v. 4, n. 3, p. 147-155, 1990. [[Links](#)]
- [5] 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. [[Links](#)]
- [6] CHEN, F.; COLE, P.; WEN, L.; MI, Z. Estimates of trace elements intakes in Chinese farmers. **J. Nutr.**, v. 124, n. 2, p. 196-201, 1994. [[Links](#)]
- [7] FÁVARO, D.I.T.; MAIHARA, V.A.; ARMELIN, M.J.A.; VASCONCELLOS, M.B.A.; COZZOLINO, S.M.F. Determination of as, Cd, Cr, Cu, Hg, Sb and Se concentrations by radiochemical neutron activation analysis in different Brazilian regional diets. **J. Radioanal. Nucl. Chem.**, v. 181, n. 2, p. 385-394, 1994. [[Links](#)]
- [8] FÁVARO, D.I.T.; HUI, M.L.T.; COZZOLINO, S.M.F.; MAIHARA, V.A.; ARMELIN, M.J.A.; VASCONCELLOS, M.B.A.; YUYAMA, L.K.; BOAVENTURA, G.T.; TRAMONTE, V.L. Determination of some nutrients and toxic elements in different brazilian regional diets by neutron activation analysis. **J. Trace Elements Med. Biol.**, v. 11, p. 129-136, 1997. [[Links](#)]

[9] GIBSON, R.S. Assessment of trace element status in humans. **Prog. Food Nutr. Sci.**, v. 13, p. 67-111, 1989. [[Links](#)]

[10] **ICRP Publication 23**, Report of the Task Group on Reference Man, **Pergamon Press, Oxford**, 1975, p. 365. [[Links](#)]

[11] LIU, S.; 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.**, Articles, v. 161, n. 1, p. 27-38, 1992. [[Links](#)]

[12] MAIHARA, V.A.; VASCONCELLOS, M.B.A.; CORDEIRO, M.B.; COZZOLINO, S.M.F. Estimate of Toxic element intake in diets of pre-school children and elderly collected by duplicate portion sampling. **Food Additives and Contaminants**, v. 15, n. 7, p. 782-788, 1998. [[Links](#)]

[13] 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. [[Links](#)]

[14] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended Dietary Allowances** (10th edn), National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1989. [[Links](#)]

[15] PENNINGTON, J.A. Revision of the total diet study food list and diets. **J. Am. Dietet. Assoc**, v. 82, n. 2, p. 166-173, 1983. [[Links](#)]

[16] PENNINGTON, J.A.; WILSON, D.B.; HARLAND, B.F.; JOHNSON, R.D.; VANDERVEEN, J.E. Selected minerals in food surveys, 1974 to 1981/82. **J. Am. Dietet. Assoc.**, v. 84, n. 7, p. 771-780, 1984. [[Links](#)]

[17] PODREBARAC, D.S. Pesticide, metal and other chemical residues in adult total diet samples (XIV). October 1977-September 1978. **J. Off. Anal. Chem.**, v. 67, n. 1, p. 176-185, 1984. [[Links](#)]

[18] UNDERWOOD, E. **Trace elements in human and animal nutrition**. New York, N.Y.: Academic Press, 1977. [[Links](#)]

[19] VAN DOKKUM, W.; DE VOS, R. H.; CLOUGHLEY, F.A.; HULSHOF, K.F.A.M.; DUKEL, F.; WIJSMAN, J.A. Food additives and food components in total diets in The Netherlands. **Br. J. Nutr.**, v. 48, p. 223-231, 1982. [[Links](#)]

[20] VAN DOKKUM, W.; DE VOS, R.H.; 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. [[Links](#)]

[21] 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 Geyter & Co., 1987, v. 4, p. 169-178. [[Links](#)]

[22] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Trace elements in human nutrition and health**, Geneva, 1996. [[Links](#)]

[23] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Pesticide residues in food. **Techn. Rep. Serv.**, n. 502, Geneva, 1972. [[Links](#)]

[24] UTHUS, E.O. & SEABORN, C.D. Deliberations and Evaluations of the Approaches, Endpoints and Paradigms for Dietary Recommendations of the Other Trace Elements¹⁻³. **J. Nutr.**, 126, p. 2452s-2459s, 1996. [[Links](#)]

¹ Recebido para publicação em 22/06/99. Aceito para publicação em 03/07/00.

² Supervisão de Radioquímica, IPEN/CNEN-SP. Rua do Matão, Travessa R n0 400, Cidade Universitária, CEP:05508-900, São Paulo, Brasil. E-mail: defavaro@curiango.ipen.br

³ Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de

São Paulo - SP - Brasil .

* *A quem a correspondência deve ser enviada.*