

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE DIETAS CONSUMIDAS NO RESTAURANTE DO COSEAS/USP-SP, POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA

Déborah I.T. Fávaro¹, Gabriella S. Chioccola², Maritsa C. Bortoli², Silvia M.F. Cozzolino²

¹Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica (LAN-CRPQ) - IPEN/CNEN –SP.
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Av. Lineu Prestes 2.242 - 05508-900, São Paulo, SP, Brasil
defavaro@ipen.br

²Laboratório de Alimentos e Nutrição Experimental – FCF/USP-SP.
Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP/SP
Av. Lineu Prestes 580 – 05508-900, São Paulo, SP, Brasil
gabich@usp.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta resultados de análise química de refeições (almoço) oferecidas pelo restaurante do COSEAS (Universidade São Paulo), por cinco dias não consecutivos. Essas refeições foram coletadas em triplicata, da mesma forma como oferecida para os usuários, sendo a seguir liofilizadas para as análises posteriores. No total, 15 amostras foram coletadas. A análise química de composição centesimal foi realizada segundo as técnicas padronizadas pela AOAC (1995). O conteúdo de alguns elementos minerais (Ca, Fe, K, Na, Se e Zn) foram determinados por análise por ativação neutrônica instrumental. A validação da metodologia foi feita por meio da análise dos materiais de referência certificados Oyster Tissue (NIST SRM 1566^b), Orchard Leaves (NIST SRM 1541) e Peach Leaves (NIST SRM 1547). A partir dos dados de concentração, calculou-se os valores de ingestão de cada nutriente correspondente a esta refeição (40% da ingestão diária total), que foram avaliadas segundo as novas recomendações de nutrientes (Dietary Reference Intakes-DRI) do National Research Council (USA), considerando a população de mulheres no estágio de vida de 19 a 30 anos. Comparando-se os valores médios encontrados com os valores recomendados concluiu-se que: para os macronutrientes e os micronutrientes Fe, Se e Zn, as recomendações foram atingidas; para Ca e K foram deficientes e para o Na, excedeu o valor recomendado.

1. INTRODUÇÃO

Os avanços nas técnicas analíticas com relação à determinação de elementos traço, tem levado a uma revisão dos muitos dados publicados para elementos traço em alimentos e fluídos corpóreos [1,2]. A determinação da ingestão de minerais traço é importante não somente para avaliar o estado nutricional, mas também para estimar parâmetros metabólicos de “uptake” e deposição de radionuclídeos tais como ¹³⁷Cs, ¹³¹I, ⁹⁰Sr, ²³²Th e ²³⁸U no corpo humano[3].

Estudos de dieta são conduzidos por diversos centros de pesquisa, para diferentes grupos de população, 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 aquele

determinado grupo. Vários métodos de avaliação dietética têm sido utilizados pelos pesquisadores, como o método da dieta total; 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 [2].

No Brasil, poucos são os dados disponíveis de dietas e alimentos em geral, em relação ao teor de elementos minerais e tóxicos. O Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica (LAN) do IPEN/CNEN-SP, em colaboração com o Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF-USP, vem desenvolvendo, nos últimos anos, pesquisa nessa área utilizando a técnica de ativação neutrônica para a quantificação desses elementos [4-7].

A técnica de ativação neutrônica (AAN) tem sido largamente utilizada na análise de alimentos e dietas, devido às suas características de alta precisão, exatidão e sensibilidade, além de ser uma técnica multielementar [8].

Dando continuidade a essa linha de pesquisa, o presente trabalho apresenta os resultados de análise química de refeições (almoços) oferecidas pelo restaurante do COSEAS/USP-SP, em 5 dias não consecutivos. O conteúdo dos elementos minerais e traços (Ca, Fe, K, Na, Se e Zn) foram determinados por análise por ativação neutrônica instrumental e a composição centesimal segundo a AOAC [9].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta e Preparo das Dietas

As refeições foram coletadas por estudantes do laboratório de Nutrição da FCF-USP, da mesma forma como é oferecida para os usuários do restaurante, isto é, passando com a bandeja pela fila de distribuição normal, sendo os porcionamentos determinados pelos funcionários (copeiros) do local. Como as estudantes que coletaram as porções eram do sexo feminino, todos os cálculos foram realizados considerando-se os valores recomendados para mulheres, no estágio de vida de 19 a 30 anos. No total 15 amostras foram coletadas, sendo três refeições para cada dia (sub-amostras A, B e C). Para o preparo das amostras, as refeições foram pesadas, homogeneizadas em multiprocessador, e em seguida liofilizadas, determinando-se assim a umidade.

2.2. Determinação da composição centesimal

Os teores de proteínas foram determinados pelo método de micro-Kjeldahl, lipídeos (fração extrato etéreo), cinzas (gravimétrico em mufla a 550 ° C) e a fração Nifext incluindo a fração fibras, foi calculada por diferença , segundo metodologia da AOAC [9].

2.3. Análise por Ativação Neutrônica (AAN)

No presente trabalho, utilizou-se o método de AAN comparativo, segundo o qual amostras e padrões contendo quantidades conhecidas dos elementos de interesse são irradiados

simultaneamente, sob um fluxo de nêutrons, ocorrendo a formação de isótopos radioativos, por meio de reações nucleares. 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.

2.3.1. Análise por Ativação Neutrônica Instrumental (AANI)

Preparação dos padrões sintéticos - Os padrões sintéticos dos elementos analisados foram preparados a partir de soluções padrão da marca SPEX CERTIPREP, diluídas à concentrações apropriadas.

Preparação de Amostras e Padrões para irradiação - Cerca de 200 mg das amostras, 150 mg dos materiais de referência Oyster Tissue (NIST SRM 1566^b), Peach Leaves (NIST SRM 1547) e Orchard Leaves (NIST SRM 1541) e os padrões sintéticos dos elementos de interesse, foram irradiados conjuntamente. As amostras e padrões foram irradiados durante 8 horas, sob um fluxo de nêutrons térmicos de 10^{12} n cm⁻² s⁻¹, no reator IEA-R1 do IPEN/CNEN-SP.

Medidas da atividade gama induzida - A primeira medida foi realizada após um tempo de decaimento de 5 a 7 dias, por aproximadamente 90 minutos para amostras e materiais de referência, e de 15 a 30 min. para os padrões sintéticos. A segunda medida, realizada após um tempo de decaimento de quinze a vinte dias, com um tempo de contagem de 15 horas para as amostras e materiais de referência e de cerca de 30 minutos, para os padrões sintéticos.

As medidas da radiação gama emitida pelos radioisótopos produzidos na irradiação das amostras e padrões foram feitas num espectrômetro gama, constituído de detector de Ge hiper puro, modelo 20190 POP TOP da EG&G ORTEC, com resolução de 1,9 keV para o pico de 1332,49 keV do ⁶⁰Co, acoplado a uma placa ACE 8K da EG&G ORTEC e eletrônica associada e, a microcomputadores para aquisição e análise dos dados.

Para processamento dos espectros, utilizou-se o programa de computação VISPECT2, em linguagem TURBOBASIC, desenvolvido pelo Dr. D. Piccot, Saclay, França.

2.3.2 Validação da Metodologia

A precisão e a exatidão do método foram verificadas por meio da análise dos materiais de referência Oyster Tissue (NIST SRM 1566^b), Orchard Leaves (NIST SRM 1541) e Peach Leaves (NIST SRM 1547).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de composição centesimal e recomendações de ingestão alimentar para mulheres com idade entre 19 e 30 anos, segundo IOM (2002) [10], obtidos para as dietas analisadas no presente trabalho. As necessidades de ingestão alimentar foram avaliadas de acordo com as DRI's (Dietary Reference Intakes), que propõe uma ingestão calórica de 2436 kcal para mulheres nesse estágio de vida. A distribuição dos macronutrientes foi de 10 à 35% de proteínas, 20 à 35% de lipídeos e 45 a 65% de carboidratos, que foram calculados proporcionalmente para uma refeição que corresponde a ingestão de 40% do VET (Valor Energético Total), ou seja, 974,4 kcal [10].

Os resultados foram expressos em gramas e como podemos verificar, as refeições servidas pelo restaurante do COSEAS atenderam as necessidades de macronutrientes e energia, para o grupo estudado. Também, considerando que a refeição do COSEAS (almoço) é padronizada para oferecer 40% das recomendações diárias de nutrientes (1100 kcal), pode-se concluir que do ponto de vista de macronutrientes e energia, os resultados obtidos atingiram as recomendações, conforme pode ser visto pelos dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das Análises de Composição Centesimal (g) das refeições do Restaurante Central COSEAS-USP e Recomendações [10]

Refeições	Lípidos (g) (na refeição)	Proteínas (g) (na refeição)	Carboidratos (g) + fibras (na refeição)	Total (kcal) (na refeição)
1A	36,58	32,25	140,30	1018,25
1B	35,10	31,88	120,30	924,62
1C	41,05	37,32	149,31	1115,97
2A	39,17	60,06	197,64	1383,33
2B	38,44	54,98	162,22	1214,76
2C	35,17	43,41	169,84	1169,53
3A	32,68	49,16	160,00	1130,76
3B	30,33	41,03	158,57	1071,37
3C	29,04	33,50	168,81	1070,60
4A	39,64	43,27	190,06	1290,08
4B	41,31	38,27	168,47	1198,75
4C	49,98	60,08	202,48	1500,06
5A	21,91	51,06	143,53	975,55
5B	25,00	47,96	139,44	974,60
5C	28,15	58,38	141,61	1053,31
Média	34,9 ± 7,2	45,5 ± 9,9	161 ± 23	1139 ± 159
Recomendações (40% VET)	21,7 a 37,9g	24,4 a 85,3g	109,6 a 158,3g	974,4kcal

VET = Valor Energético Total

Os micronutrientes foram determinados pela técnica de ativação neutrônica instrumental (AANI). Para controle de qualidade dos resultados obtidos pela técnica de AANI, tem sido bastante utilizado o critério de Z-score [11]. As melhores estimativas do valor verdadeiro para cada elemento analisado, são obtidas a partir da informação disponível nos padrões primários (padrões pipetados) ou a partir das concentrações dos elementos certificados nos materiais de referência (MR). O cálculo da diferença padronizada ou valor de Z de um resultado analítico é dado por

$$Z_i = C_i - C_{ref,i} / (S_i^2 + S_{ref,i}^2)^{1/2}$$

Onde

C_i= concentração do elemento i na análise do MR,

$C_{ref,i}$ = valor certificado de concentração ou de consenso para o elemento i ,
 S_i = incerteza da concentração do elemento i na análise do MR,
 $S_{ref,i}$ = incerteza do valor de consenso certificado para o elemento i

A definição da diferença padronizada está em conformidade com o uso do critério de Z em testes de proficiência. Esse critério é uma aproximação aceita para estabelecer se o resultado encontra os limites de controle previamente definidos pelo laboratório. No caso da técnica de AANI, o uso do valor de Z para aprovação dos resultados considera que se $|Z| < 2$ tem-se que o resultado individual da amostra controle, no nosso caso o material de referência que está sendo analisado, deve estar dentro de 99% do intervalo de confiança do valor esperado.

Observa-se pela Figura 1, que os resultados obtidos nas análises dos materiais de referência, se encontram dentro do critério de $|Z| < 2$, indicando uma boa precisão e exatidão dos resultados analíticos.

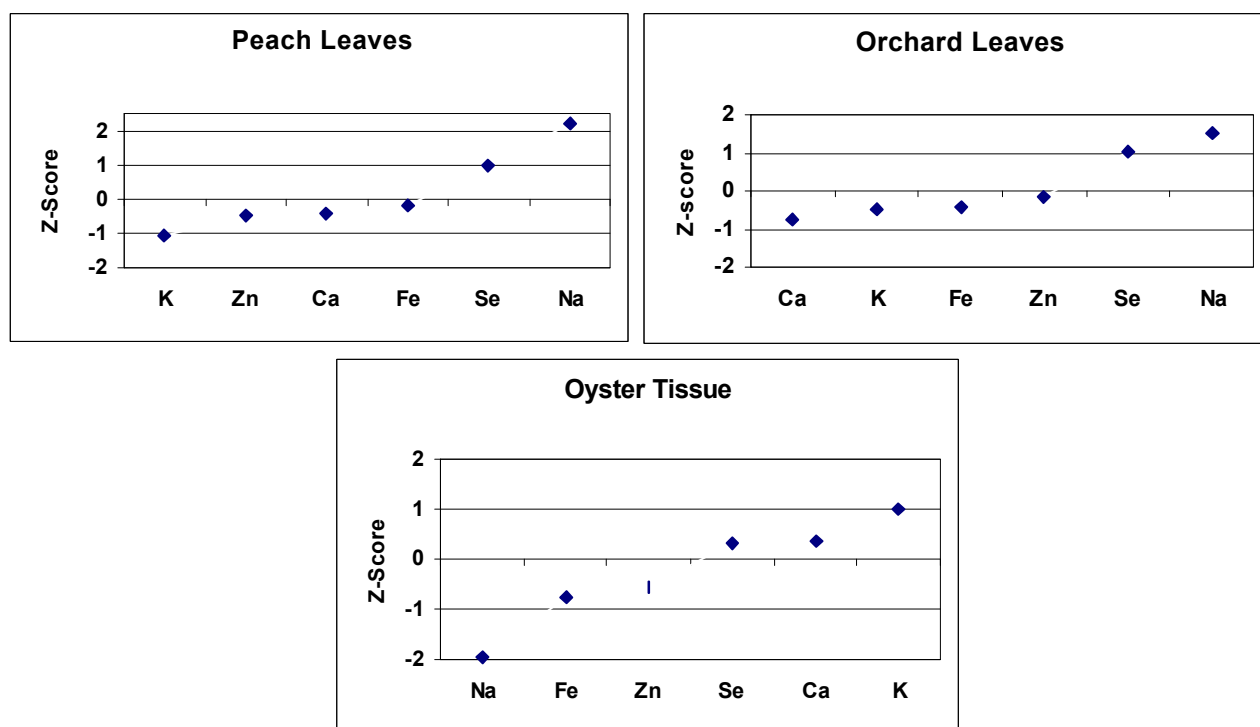


FIGURA 1. Valores de Z encontrados nas análises dos materiais de referência

Os valores médios de concentração e os intervalos de concentração encontrados para os micronutrientes nas refeições analisadas foram: **Ca** 810 mg kg⁻¹(464 – 1192 mg kg⁻¹) ; **Fe** 31 mg kg⁻¹(11 – 66 mg kg⁻¹); **K** 5911 mg kg⁻¹ (4216 – 9444 mg kg⁻¹); **Na** 8020 mg kg⁻¹(5851 – 9846 mg kg⁻¹); **Se** 96 µg kg⁻¹(66 – 161 µg kg⁻¹) e **Zn** 23,6 mg kg⁻¹(15,6 a 36,6 mg kg⁻¹). Não foi possível a determinação de Se na maioria das refeições, provavelmente devido às concentrações estarem próximas do limite de detecção (LD) do método de ativação neutrônica de 30 µg Se kg⁻¹. Nas refeições 4B e 4C, também não foi possível a determinação do Ca, devido provavelmente às concentrações estarem próximas do LD da técnica de 330 mg Ca kg⁻¹.

A partir dos valores de concentração e dos valores de cada refeição em peso seco, foram calculados os valores de micronutrientes por refeição servida no restaurante central do COSEAS/USP (Tabela 2). Comparando-se os valores médios encontrados nas refeições oferecidas com as recomendações, 40% do valor de RDA para cada micronutriente, observou-se que para Ca e K os valores não atingiram as recomendações de 400 e 1880 mg, respectivamente. Para o Na, o valor médio excedeu a recomendação de 600 mg. Para o Fe, Zn e Se, os valores médios encontrados atingiram as necessidades recomendadas (7,2 mg, 3,2 mg e 22 µg, respectivamente)[12-15].

Tabela 2 - Valores de micronutrientes oferecidos nas refeições servidas no COSEAS-USP e valores de RDA [12-15]

Refeições	Peso Seco (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	K (mg)	Na (mg)	Zn (mg)	Se (mg)
1A	217,9	129	4,7	1117	1893	4,2	
1B	195,1	123	3,7	982	1820	3,9	31
1C	237,3	156	5,7	1253	2336	5,2	
2A	308,2	202	8,3	1449	2476	6,9	
2B	265,5	203	6,2	1286	1868	5,6	30
2C	257,5	240	10,8	1230	1696	4,2	17
3A	251,6	203	7,5	1778	1472	8,2	
3B	239,4	230	15,8	1744	1645	7,3	
3C	240,4	111	8,1	1556	1489	5,1	18
4A	283,0	244	9,4	1193	2147	4,4	
4B	257,6		2,9	1234	2055	4,0	
4C	322,7		12,6	1394	2677	6,6	21
5A	225,9	201	7,8	2097	2129	8,3	
5B	221,5	264	7,3	2092	1954	6,3	
5C	238,4	269	6,8	1431	2334	7,7	
Média		198 ± 99	7,8 ± 1,5	1456 ± 222	1999 ± 312	5,9 ± 2,5	24 ± 7
Recomendações (40% RDA)		400	7,2	1880	600	3,2	22
RDA		1000	18,0	4700	1500	8,0	55

3. CONCLUSÕES

Considerando-se que a refeição do COSEAS (almoço) é padronizada para oferecer 40% das recomendações diárias de nutrientes (1100 kcal), pode-se concluir que do ponto de vista de macronutrientes e energia, os resultados obtidos atingiram as recomendações, para a população de mulheres no estágio de vida de 19 a 30 anos. Para os micronutrientes Fe, Se e Zn, as recomendações foram atingidas; para Ca e K foram insuficientes e para o Na, excedeu o valor recomendado. Em geral, pode-se concluir que as refeições oferecidas atingiram as recomendações de macronutrientes e para a maioria dos micronutrientes analisados.

AGRADECIMENTOS

Ao Restaurante Central do COSEAS-USP/SP, por permitir a realização do trabalho e pela doação das refeições.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Report of a Joint WHO/IAEA Collaborative Study. Geneva, World Health Organization, 1989.
- [2] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Trace Elements in Human Nutrition and Health. WHO, Library Cataloging: Geneva, 1996.
- [3] CHO, S.Y., LEE, J.K., HANG, S.H., CHUNG, Y.S., LEE, J.Y. Daily dietary intake of elements of nutritional and radiological importance by adult Koreans. ” *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **249(1)**, pp. 39-45, 2001.
- [4] D.I.T. Fávaro, C. Afonso, M.B.A. Vasconcellos, S.M.F. Cozzolino. Determinação de elementos minerais e traços por ativação neutrônica em refeições servidas no restaurante da Faculdade de Saúde Pública/USP. *Ciên. Tecnol. Aliment.*, Campinas, **20(2)**, pp.176-182, 2000.
- [5] D.I.T. Fávaro, E.L. Chicourel, V.A. Maihara, K.C. Zangrande, M.I. Rodrigues, L.G. Barra, M.B.A. Vasconcellos, S.M.F. Cozzolino. Evaluation of some essential and trace elements in diets from 3 nurseries from Juiz de Fora, M.G., Brazil, by neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **249(1)**, pp.15-19, 2001.
- [6] V.A. Maihara, D.T. Fávaro, V.N. Silva, I.B. Gonzaga, V.L. Silva, I.L. Cunha, M.B.A. Vasconcellos, S.M.F. Cozzolino. “Analysis of mineral constituents in duplicate portion diets of two university student groups by instrumental neutron activation analysis” *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **249(1)**, pp. 21-24, 2001.
- [7] V.A. Maihara. Avaliação do conteúdo de elementos essenciais e tóxicos em dietas de crianças e idosos pelo método de análise por ativação com nêutrons. Tese de Doutorado, IPEN - Universidade de São Paulo, 1996.
- [8] R.M. Parr. Current role of NAA in biological and health-related environmental studies as exemplified by programs of the IAEA. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **244(1)**, pp.17-21, 2000.
- [9] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. Official methods of analysis of AOAC international. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995. v.2, 474p.
- [10] IOM (INSTITUTE OF MEDICINE). DRI's - Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington D.C., National Academy Press, 2002. <http://www.nap.edu>.
- [11] P. Bode. Instrumental and organizational aspects of a neutron activation analysis laboratory, Interfaculty Reactor Institut, Delft, Netherlands, p. 147, 1996.
- [12] IOM (INSTITUTE OF MEDICINE). DRI's - Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington D.C., National Academy Press, 1997. <http://www.nap.edu>.
- [13] IOM (INSTITUTE OF MEDICINE). DRI's - Dietary Reference Intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids. Washington D.C., National Academy Press, 2000. <http://www.nap.edu>.

- [14] IOM (INSTITUTE OF MEDICINE). DRI's - Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington D.C., National Academy Press, 2002. <http://www.nap.edu>.
- [15] IOM (INSTITUTE OF MEDICINE). DRI's - Dietary Reference Intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington D.C., National Academy Press, 2003. <http://www.nap.edu>.