

DOSE DE INGESTÃO E ESTUDO DA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR EM PEIXES

Natália Bravin Nascimento¹, Marcilei Aparecida Guazzelli¹
¹Departamento de Física, Centro Universitário FEI
 natbravin@gmail.com, marcilei@fei.edu.br

Resumo: Este projeto propõe o estudo da proteína de peixe, em específico cação, com o intuito de determinar a dose de ingestão de radionuclídeos primordiais e a presença de macro e micronutrientes, utilizando técnicas de espectrometria gama e fluorescência de raio-X, como continuação do projeto anterior “Estudo de radionuclídeos e composição elementar em peixes”. Os resultados obtidos pela espectrometria de raios gama indicam que a dose para o radionuclídeo ⁴⁰K varia entre 200µSv/ano a 20µSv/ano, Através da técnica de fluorescência raios X foi observada a existência de alguns elementos como Fe, Zr, Sr, Zn e K.

1. Introdução

O mercado pesqueiro vem crescendo no decorrer dos últimos anos e adquirindo grande importância como fonte nutricional. Segundo a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), em 2018, foram consumidos 20,5 kg de peixe por pessoa, representando 15% da dieta média de proteína de origem animal para mais de 3 milhões de pessoas [1].

Contudo, as notícias de preocupação com o meio ambiente também têm se tornado cada vez mais comuns. Sabe-se que há alta presença de contaminantes e elementos tóxicos devido a interferência humana, tanto no mar como nos rios, presença de elementos radioativos devido a erosão do solo, uma vez que o solo brasileiro é conhecido por apresentar altas concentrações de radiação natural, como a cidade de Guarapari, no Espírito Santo. Portanto, é de extrema importância o monitoramento do tipo de proteína que vem sendo consumido pelo homem. [2,3,4,5].

Dando continuidade ao projeto “Estudo de radionuclídeos e composição elementar em peixes”, este trabalho visa quantificar a dose de ingestão dada pela presença de radionuclídeos primordiais na carne de peixe, e fazer uma análise de macro e micronutrientes, utilizando as técnicas de espectroscopia gama e fluorescência de raios X, respectivamente.

2. Materiais e Método

2.1 Especificação das amostras

As amostras utilizadas, no desenvolvimento deste trabalho, foram as mesmas especificadas no trabalho anterior “Estudo de radionuclídeos e composição elementar em peixes”. Portanto, neste trabalho foram analisadas amostras de peixe-espada, cação azul, cação anequim e caçonete.

2.2 Espectroscopia de raios gama

Neste trabalho, foram utilizados os resultados das atividades obtidas no projeto de pesquisa anterior para o cálculo da dose de ingestão.

Para calcular a dose de ingestão, foram retirados fatores de dose do ICRP-119, bem como valores divulgados pela FAO e pela SEAB (Secretaria de Estado

da Agricultura e do Abastecimento) do consumo anual per capita de peixe por país.

Neste trabalho a dose de ingestão (D_{ing}) é obtida mensurando a atividade (A_{riv}) de uma quantidade de comida dada por cada radionuclídeo (²³⁸U, ²³²Th e o ⁴⁰K) presente no peixe, multiplicada pela massa da quantidade de comida em um período (C) e pelo fator de conversão de dose (e) fornecido pelo ICRP-119(2013) [6,7].

$$D_{ing} \left[\frac{Sv}{ano} \right] = A_{riv} \left[\frac{Bq}{kg} \right] * e \left[\frac{Sv}{Bq} \right] * C \left[\frac{kg}{ano} \right] \quad (1)$$

2.2 Fluorescência de Raios X

A técnica de fluorescência de raios X por dispersão em energia (EDXRF – *Energy Dispersive X-ray Fluorescence*) consiste em incidir sobre uma amostra um feixe de radiação a fim de provocar transições eletrônicas para que ocorra a emissão do raio X característico, que são separados por comprimento de onda ou energia, identificando, portanto, os elementos presentes na amostra.

Nestas análises utilizou-se um sistema de espectrometria portátil de fluorescência de raios-X e o software WINQXAS, onde os nutrientes presentes nas amostras podem ser identificados e quantificados através da energia característica dos raios X emitidos.

3. Resultados

Para efetuar a coleta de dados foram utilizadas três amostras de peixes. O peixe-espada coletado em Itanhaém, cação-azul comprado no Mercado Municipal de São Paulo, mas de procedência de mares espanhóis, e cação anequim, adquirido no Porto de Santos.

Utilizando os dados de atividade obtidos no trabalho anterior (Tabela I), os fatores de dose (Tabela II), os dados de consumo de peixe (Tabela III) e a equação (1), foram calculadas as doses de ingestão dos radionuclídeos primordiais ⁴⁰K, ²³²Th, ²³⁸U para cada peixe em estudo. Os valores das doses obtidas são mostrados na Tabela IV.

Tabela I. Atividade das amostras de peixe em Bq/kg.

Amostra	Atividade [10 ² Bq/kg]		
	⁴⁰ K	²³² Th	²³⁸ U
PE	(3,93±0,56)	(1,39±0,10)	---
C-Az1	(4,82±0,65)	---	---
C-Az2	(4,45±0,61)	---	---
C-An1	(3,94±0,55)	---	---
C-An2	(3,26±0,47)	---	---
C-Azn3	(3,51±0,50)	---	(0,11±0,06)
C-An4	(3,42±0,49)	---	(0,10±0,06)
C-Ca1	(4,50±0,61)	---	---
C-Ca2	(4,48±0,61)	---	---
C-Ca3	(4,37±0,63)	---	---

Fonte: NASCIMENTO, 2019 modificado. [8]

Tabela II. Fatores de dose de ingestão segundo a faixa etária.

FATORES ICRP-119 (2013)					
Radionuclídeo	e (Sv/Bq)				
	1 ano	5 anos	10 anos	15 anos	Adulto
K-40	4,20. 10 ⁻⁸	2,10. 10 ⁻⁸	1,30. 10 ⁻⁸	7,60. 10 ⁻⁹	6,20. 10 ⁻⁹
Th-232	4,50. 10 ⁻⁷	3,50. 10 ⁻⁷	2,90. 10 ⁻⁷	2,50. 10 ⁻⁷	2,30. 10 ⁻⁷
U-238	1,20. 10 ⁻⁷	8,00. 10 ⁻⁸	6,80. 10 ⁻⁸	6,70. 10 ⁻⁸	4,50. 10 ⁻⁸

Fonte: ICRP - 119, 2013. [6]

Tabela III. Dados de consumo de peixe no mundo.

Região / Grupo Econômico	Consumo de peixe per capita (kg/ano)
Mundo	20,3
Mundo (sem China)	16,0
África	9,9
América do Norte	22,4
América Latina e Caribe	10,5
Ásia	24,1
Europa	21,6
Oceania	24,2
Brasil	10,0

Fonte: FAO 2020 e SEAB 2019 modificado. [1,9]

Tabela IV. Dose de ingestão segundo a faixa etária.

Idade		1 ano	5 anos
Amostra	Radionuclídeo	Dose de Ingestão [µSv/ano per capita]	
PE	40K	(165±23)	(82±12)
	232Th	(627±43)	(488±34)
C-Az I	40K	(202±26)	(101±13)
C-Az II	40K	(187±25)	(93±13)
C-An I	40K	(166±23)	(83±11)
C-An II	40K	(137±20)	(68±10)
C-An III	40K	(147±21)	(74±10)
	238U	(13±7)	(9±5)
C-An IV	40K	(144±21)	(72±10)
	238U	(12±7)	(8±5)
C-Ca I	40K	(183±26)	(94±13)
C-Ca II	40K	(188±26)	(94±13)
C-Ca III	40K	(183±26)	(92±13)

Idade		10 anos	15 anos	adulto
Amostra	Radionuclídeo	Dose de Ingestão [µSv/ano per capita]		
PE	40K	(51±7)	(30±4)	(24±3)
	232Th	(404±28)	(348±24)	(321±22)
C-Az I	40K	(62±8)	(37±4)	(30±4)
C-Az II	40K	(58±8)	(34±5)	(28±4)
C-An I	40K	(51±7)	(30±4)	(24±3)
C-An II	40K	(42±6)	(25±4)	(20±3)
C-An III	40K	(46±6)	(28±4)	(22±3)
	238U	(7±4)	(7±4)	(5±3)
C-An IV	40K	(44±6)	(26±3)	(21±3)
	238U	(7±4)	(7±4)	(5±3)
C-Ca I	40K	(58±8)	(34±7)	(28±4)
C-Ca II	40K	(58±8)	(34±5)	(28±4)
C-Ca III	40K	(57±8)	(32±5)	(27±4)

Fonte: Autor.

A técnica de fluorescência ainda está sendo estudada, e por este motivo, até este momento apenas um gráfico foi obtido (figura 1).

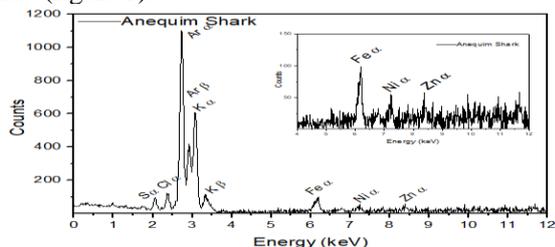


Figura 1 – Espectro de raios X de Fluorescência por Dispersão de Energia obtida para a amostra do peixe Cação Anequim.

4. Conclusões

Analisando os resultados vemos que a dose para o Potássio varia entre 200 µSv/ano a 20 µSv/ano, valores muito próximos aos comparados na literatura. Além disso, pode-se considerar os valores como plausíveis pois o cálculo da dose de ingestão é feito em cima de valores de atividade obtidas no relatório anterior (2019).

Devemos ainda levar em consideração que quando analisamos alimentos que são obtidos de forma natural, a quantidade de radionuclídeos nesses alimentos varia de acordo com a região, pois esses radionuclídeos podem estar presentes nos solos em maior ou menor quantidade dependendo da região. Nos oceanos o comportamento varia em relação à solubilidade. Os radionuclídeos podem ser transferidos para o meio marinho seja dissolvido na água, na composição de plânctons, por sedimentos de erosão ou contaminantes.

Através da técnica de fluorescência raios X foram observados os seguintes elementos ferro, estrôncio, zinco, potássio e níquel na composição do cação Anequim. A técnica de fluorescência de raios X ainda está sendo estudada, portanto espera-se obter mais resultados para identificar e quantificar a presença de macro e micronutrientes que compõem as amostras.

5. Referências

[1] FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9229en/CA9229EN.pdf> Acesso em 30 de junho de 2020 às 10:49.

[2] TOLEDO, A. C.; KWAI, L. L.; UNGER, R., **A poluição dos mares**. Universidade Estadual Paulista- Campus Rio Claro. Disponível em: <https://www.cea.unesp.org.br/holos/article/viewFile/1649/1435> Acesso em 05 de março, 2019 às 22:20.

[3] **The State of World Fisheries and Aquaculture**: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. Disponível em: <http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2016/07/SOFIA2016_resumo.pdf >. Acesso em 05 de março às 22:14.

[4] GUAZZELLI, S. M. A. et al., **Revisiting Natural Radiation in Itacaré and Guarapari Beaches**. Journal of Nuclear Physics, Material Sciences, Radiation and Applications., v.4, p.1 - 11, 2016.

[5] MENICONI, T. **Radiação de Fukushima é detectada na Califórnia, afirma estudo**. Contaminação radioativa, G1, São Paulo 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2011/08/cientistas-detectam-nos-eua-enxofre-radioativo-vindo-de-usina-no-japao.html>. Acesso em 05 de março, 2019 às 22:24.

[6] ICRP, 2013. **Compendium of dose coefficients based on ICRP Publication 60**. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Anexo F.

[7] JIBIRI, N. N., FARAI, I. P., ALAUSA, S. K. **Estimation of annual dose due to natural radioactive elements in ingestion of foodstuffs in tin mining area of Jos-Plateau, Nigeria**. ELSEVIER, Journal of Environmental Radioactivity, 2007.

[8] NASCIMENTO, N. B. **Estudo de Radionuclídeos e Composição Elementar em Peixes**. Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2019.

[9] SEAB -DERAL - Departamento de Economia Rural. setembro de 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-11/aquicultura2019v1.pdf> Acesso em 30 de junho de 2020 às 10:47

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI, a Universidade de São Paulo, Projeto INCT e CNPQ pelos laboratórios e equipamentos para realização de medidas.

¹ Aluno de IC (R.A.:11.117.554-3) do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 01/20 a 12/20.