

1º Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes – I CBMRI 2014

Avaliação da incerteza tipo A em medidas de massa de sedimento

Franciane M. de Carvalho ^{1,2}, Ingrid M. Ferreira ¹, Dejanira D. Lauria ²

¹ Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD)

E-mail: ingrydmarques@hotmail.com

Resumo: A determinação dos valores do coeficiente de distribuição do sedimento de interesse pode ser influenciada pelas incertezas associadas às medições envolvidas nas diversas etapas do experimento. Assim sendo, torna-se importante a avaliação estatística dos dados obtidos nas medições de massa a fim de se conhecer as incertezas presentes no sistema, e suas possíveis influências nos resultados. Foi realizada a avaliação de incerteza tipo A, a partir do cálculo da média, da variância e do desvio padrão. A incerteza padrão combinada para as medições de massa foi estimada.

Palavras-chave: avaliação estatística; média; desvio padrão; incerteza combinada.

Abstract: The determination of the coefficient of distribution of the sediment of interest may be affected by uncertainties associated with the measurements involved in the various stages of the experiment. Therefore, it becomes important statistical assessment of data obtained from the mass measurements in order to meet the uncertainties present in the system and their possible influence in the results. the evaluation of type A uncertainty was performed by calculating the mean, the variance and standard deviation. The combined standard uncertainty for the mass measurements was estimated.

Keywords: statistical evaluation; mean; standard deviation; combined uncertainty

1. INTRODUÇÃO

A fim de se obter maior conhecimento sobre os fatores que possam influenciar na determinação do coeficiente de distribuição de metais em sedimento marinho – utilizado

em projeto de pesquisa no Instituto de Radioproteção e Dosimetria- IRD – considera-se importante a avaliação das incertezas associadas às medições envolvidas no experimento. A determinação do coeficiente de distribuição K_d , pode ser

diretamente influenciado pela massas envolvidas no seu cálculo, pois seu valor é definido como a razão entre a concentração do nuclídeo por unidade de massa de sedimento (Bq.Kg^{-1}) e a concentração do nuclídeo por unidade de volume de água (Bq.L^{-1}) (CARVALHO *et al.*, 2013)

Quando realizamos repetidas observações do mesmo mensurando, submetidas as mesmas condições, podemos obter resultados distintos. Tal variação observada nos resultados das medições pode ser denominada como flutuação estatística, e está associada a fatores que não conseguimos ou não desejamos controlar durante um experimento. Por mais rigoroso que possa ser o controle de um determinado processo de medição, o mesmo está sujeito a imperfeições que também resultarão em alguma variabilidade.

A presença de flutuações estatísticas possui relação direta com a precisão de uma medição, no qual medidas mais precisas possuem menor flutuação quando comparadas a medidas de menor precisão. Enfim, quando realizamos uma avaliação da confiabilidade do resultado de uma medição, a partir das flutuações estatísticas observadas, estamos realizando uma avaliação da incerteza do tipo A (LIMA JUNIOR *et al.*, 2012).

Neste trabalho, para a avaliação das incertezas relacionadas a das etapas do experimento, foram realizadas diversas medições de massa de sedimento em balança calibrada, para a avaliação de incerteza tipo A no conjunto dados obtidos.

Foram realizados os cálculos de média e desvio padrão a partir dos valores encontrados, para determinação da incerteza das medições de massa.

1.1 Avaliação da incerteza tipo A utilizando a média, a variância e o desvio padrão dos dados

Uma forma eficaz e comumente utilizada para avaliar um conjunto de dados, é através do cálculo da média e do desvio padrão dos dados. A média resulta da soma dos dados obtidos, dividida pelo número total de dados, sua equação é dada por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

onde x_i : valores observados ou ponto médio

n : tamanho da amostra

Porém, somente através do valor médio dos dados não é possível verificar a variabilidade dos dados das medições, sendo necessário o cálculo do desvio padrão. O desvio padrão é obtido através da soma de diferenças elevadas ao quadrado, representando sempre um valor positivo com a mesma unidade em que são expressos os dados.

O Desvio padrão dos dados é definido pela seguinte expressão :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - a)^2}{N}}$$

Onde: a é uma medida qualquer.

A partir do cálculo do desvio padrão é possível estabelecer as flutuações estatísticas dos dados, quanto maior for a flutuação estatística dos dados, quanto maior for sua imprecisão, maior será o desvio padrão (LIMA JUNIOR *et al.*, 2012).

Em casos simples, em que são determinadas incertezas de etapas de um sistema, a incerteza final é obtida através da combinação das

varianças calculadas. Essa combinação é dada pela equação:

$$\sigma_y^2 = \sum \sigma_{xi}^2$$

Ou

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_{x1}^2 + \sigma_{x2}^2 + \dots}$$

Isto é, a incerteza padrão combinada (em valor absoluto) é a soma quadrática das incertezas padrão das diversas componentes (em valor absoluto) (CABRAL, 2004).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizada a medição da massa do tubo Falcon vazio, utilizando balança analítica calibrada da marca Sartorius. Foram realizadas cinco medições para o mesmo tubo. Em seguida, foi transferida para o tubo, uma alíquota de aproximadamente 0,5g de sedimento marinho seco proveniente de um determinado ponto de amostragem. O tubo foi novamente pesado por cinco vezes. Na etapa seguinte, foi adicionado um volume aproximado de 38 ml de água do mar no tubo, no qual a massa foi novamente medida por cinco vezes. Na última série de medidas foi adicionado o traçador radioativo com massa de aproximadamente 0,1 g. A massa do tubo foi medida por cinco vezes. O procedimento acima descrito foi conduzido nos laboratórios do IRD.

A partir dos dados de massa do tubo, referentes as etapas citadas, foram calculadas as médias obtidas em cada etapa. A fim de se avaliar a dispersão do conjunto de dados obtidos foi realizado o cálculo da variância e do desvio padrão de cada etapa, que permitiu a medida das variações do conjunto de dados. Através das varianças calculadas, foi determinada a incerteza

padrão combinada por meio da soma quadrática das incertezas padrão das sucessivas etapas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos nas séries de medidas de massa do tubo em todas as etapas, a média, a variância e o desvio padrão correspondentes as mesmas, estão representados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados das medidas de massa, Média, Variância e Desvio Padrão dos dados obtidos (g).

	Tubo (g)	Tubo Sed.(g)	Tubo + Sed. + Água (g)	Tubo + Sed. + Água + Traç. (g)
	13,566	14,0634	52,4235	52,5237
	13,5659	14,0645	52,424	52,524
	13,5652	14,0641	52,4236	52,5238
	13,5648	14,0637	52,4233	52,5229
	13,5659	14,0639	52,4233	52,524
X	13,56556	14,06392	52,42354	52,52368
σ	0,000531	0,000414	0,000288	0,000454
σ²	2,83E-07	1,72E-07	8,3E-08	2,07E-07

Através das medidas de massa realizadas, foi possível perceber que as variações ocorreram nas duas últimas casas decimais.

A média e o desvio padrão encontrados, foram utilizados para o cálculo da incerteza das medições realizadas na balança.

Através do cálculo da incerteza padrão combinada, estabelecido pela soma quadrática das incertezas padrão das diversas componentes, o resultado obtido foi $\sigma = 0,000863133$.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, as séries de medidas de massa nas diferentes etapas, apresentaram variações de pouca significância, tendo em vista que estas variações ocorrem apenas nas últimas duas casas decimais. A variabilidade dos dados obtidos através da variância e do desvio padrão pode ser determinada. A incerteza padrão combinada observada pode ser considerada praticamente sem influência na determinação do Kd, pois a variação ocorre na última casa decimal, garantindo assim que as medidas apresentaram a precisão adequada ao objetivo. Os desvios observados entre as medidas podem estar relacionados com fatores não relacionados à precisão da balança, tais como, movimentação no ambiente, posição do tubo no prato da balança, entre outros. É importante a continuidade da avaliação de outras incertezas que possam estar influenciando os valores de Kd no sedimento.

5. REFERÊNCIAS

1. CABRAL, P. *Erros e Incertezas nas Medições*, IEP/ISEP, 116 p, Porto, 2004.
2. CARVALHO, F.M., Ferreira, I.M., Azevedo, I.M.A.P., Martins, N.S.F., Lauria, D.D., *Sorção*

de Co-60 e Cs-137 em sedimentos do Saco de Piraquara de Fora, IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety – IRPA, Rio de Janeiro, 2013.

3. LIMA JUNIOR, P. et al. *O laboratório de mecânica*. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2012

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-Projeto Universal-465270/2011-8) e à Fundação Carlos Chagas Freitas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo suporte financeiro e à Eletrobrás Termonuclear S/A (ELETRONUCLEAR) pela participação na coleta das amostras estudadas.