

ESTUDO DA RESPOSTA DO DOSÍMETRO DE DICROMATO
NA FAIXA DE DOSE ABSORVIDA DE 10 A 200 Gy

Emerson Luis Pires, Carol H. Collins e Kenneth E. Collins
Instituto de Química, UNICAMP, CP 6154, 13081 Campinas, SP

A STUDY OF THE DICROMATE DOSIMETER IN THE 10-200 Gy ABSORBED DOSE RANGE. A dosimetric solution consisting of 2.5×10^{-3} M $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ and 1.0×10^{-3} M Ag^+ in 0.1 M HClO_4 with tracer quantities of $^{51}\text{Cr(VI)}$ was studied in the 10 to 200 Gy gamma dose range. Ten mL samples were Co-60-irradiated in sealed ampoules and 2 mL aliquots were analyzed by lead chromate precipitation. The separated Cr(III) and Cr(VI) fractions were counted for radioactivity. Although a viable dosimetric method, the relative error ranges from 9% for 200 Gy to greater than 20% for 10 Gy, due to the very low amounts of $^{51}\text{Cr(III)}$ formed in the samples in this dose range, suggesting the need for use of higher radioactivity levels and/or a better separation technique.

Uma das grandes aplicações da química de radiação é a dosimetria química usando substratos sensíveis à radiação. Tais dosímetros podem oferecer, com apreciável precisão, a dose de radiação recebida por um material específico em unidades de dose absorvida, (Gray/Gy).

Um dosímetro químico que vem obtendo bastante destaque é o dosímetro de dicromato^{1,2}, o qual está baseado nas propriedades redutoras da radiação gama sobre Cr(VI) aquoso. O procedimento convencional para determinar a extensão desta reação é através das medidas espectrofotométricas das amostras de Cr(VI) antes e depois da irradiação. A utilidade deste procedimento é bem limitada em sensibilidade, desde que para doses baixas a quantidade necessária é a diferença entre duas medidas de valores quase iguais. Na faixa de 10 a 200 Gy apenas uma pequena quantidade de Cr(VI) é convertida a Cr(III) e, portanto, necessitamos de um bom método para quantificarmos esta porção.

O objetivo deste trabalho é de expandir a faixa útil do dosímetro de dicromato pela medida direta do produto, Cr(III), aproveitando dicromato radioativo como reagente.

Parte Experimental

A solução dosimétrica é preparada para conter $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ $2,5 \times 10^{-3}$ M e Ag^+ $0,1 \times 10^{-3}$ M em HClO_4 0,1 M. A esta solução é adicionado um traço de $^{51}\text{Cr(VI)}$. Ampolas seladas com 10 mL desta solução são irradiadas a doses entre 10 e 200 Gy em um irradiador comercial de cobalto-60.

Dois mL da solução irradiada ou de amostras simuladas, contendo porções conhecidas de $^{51}\text{Cr(VI)}$ e $^{51}\text{Cr(III)}$, são submetidos ao método de separação por precipitação de PbCrO_4 , após a adição de carregador Cr(III). Depois de centrifugada, a porção de Cr(III) (sobrenadante) é coletada por pipetagem, enquanto a porção de Cr(VI) (precipitado) é tratada com peróxido em meio ácido, causando a dissolução do precipitado. Após equalização dos volumes de Cr(III) e Cr(VI), ambas as frações são contadas em um analisador monocanal para determinar as suas respectivas radioatividades.

Resultados e Discussão

Com as atividades determinadas é calculada a porcentagem de Cr(III) total na amostra. Alguns resultados típicos são apresentados na Tabela 1. Estes resultados podem ser calculados usando as expressões:

$$(1) \% \text{Cr(III)} = 100 \left[\frac{{}^{51}\text{Cr(III)}}{{}^{51}\text{Cr}_{\text{total}}} \right] \text{ ou}$$

$$(2) \% \text{Cr(III)} = 100 \left[1 - \frac{{}^{51}\text{Cr(VI)}}{{}^{51}\text{Cr}_{\text{total}}} \right]$$

onde $^{51}\text{Cr(III)}$ e $^{51}\text{Cr(VI)}$ representam as radioatividades das respectivas soluções separadas e $^{51}\text{Cr}_{\text{total}}$ e radioatividade em contrada em uma alíquota não separada.

A expressão (1) nos dá uma dependência maior na determinação da radioatividade de Cr(III), valor muito baixo após baixas doses de radiação, enquanto o cálculo através da expressão

Tabela 1. Resultados típicos para uma série de irradiações do dosímetro dicromato.

Dose (Gy)	ct Cr_{total}	ct Cr(III)	ct Cr(VI)	%Cr(III) (1)	%Cr(III) (2)
10	100221	270	98817	0,27	0,40
15	100887	730	98894	0,72	1,9
25	99624	1493	97992	1,5	1,6
30	99485	1816	97313	1,8	2,2
50	99129	3268	95011	3,3	4,2
100	98279	7452	91056	7,6	9,3
150	98508	12312	86573	12,5	12,1
200	98885	13014	85391	13,2	13,6

(2) dá maior ênfase à determinação da radioatividade de Cr(VI). Análises estatísticas dos desvios relativos indicam um valor acima de 20% para 10 Gy, enquanto o desvio é de 9% para 200 Gy, com os níveis de radioatividade total utilizados.

Repetições das análises das mesmas amostras indicam que a determinação da radioatividade da porção de Cr(III) é bastante afetada pela probabilidade de contaminação desta por parte do precipitado de PbCrO_4 quando da coleta de material por pipetagem, problema não resolvido usando uma ou duas gotas de detergente ou álcool para ajudar na separação do precipitado por centrifugação.

Uma melhora na determinação de Cr(III) nas amostras pode ser obtida efetuando a coleta através de uma filtração. Com tal procedimento, apesar de perder a possibilidade de determinar a porcentagem de Cr(VI), podemos aprimorar a coleta da porção de Cr(III), evitando perdas ou contaminação e consequentemente conseguindo uma maior precisão na obtenção do valor da dose absorvida pela amostra.

Agradecimentos: CNPq

Referências

1. Sharpe, P.H.G., Barrett, J.H. e Berkley, A.M., Int. J. Appl. Radiat. Isot. (1985) **36**, 647-652.
2. Kabakchi, S.A., Kartasheva, L.I., Lebedeva, I.E. e Pikaev, A.K., Radiat. Phys. Chem. (1988) **32**, 541-544.
3. Ackerhalt, R.E., Collins, C.H. e Collins, K.E., Radiochim. Acta (1970) **14**, 49-52.