

Análise de ligas de titânio e de magnésio utilizadas como biomateriais pelo método de ativação com nêutrons

Alisson Rodrigues Rocha e Mitiko Saiki
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

As ligas metálicas para serem utilizadas nas aplicações médicas como biomateriais devem apresentar uma combinação de propriedades adequadas tais como a da resistência à corrosão, da biocompatibilidade e resistência mecânica relativa ao uso. Consequentemente torna-se de grande interesse avaliar a composição elementar destes biomateriais a fim de detectar elementos fora da especificação e a presença de impurezas de elementos tóxicos visto que a composição da liga pode afetar na sua corrosão [1]. Além disso, os resultados destas determinações fornecem valiosas informações para aprimoramento ou desenvolvimento de novos materiais, assim como para controle de qualidade da produção de biomateriais adequados para aplicações na área da saúde.

Dentre as várias técnicas analíticas disponíveis para análise de ligas [2], no presente estudo foi aplicada a metodologia de análise por ativação com nêutrons (NAA) em amostras da liga de titânio (Ti-6Al-4V, grau V) e da liga de magnésio (AZ31), as quais são utilizadas como biomateriais.

OBJETIVO

O objetivo do estudo foi a determinação da composição elementar e de suas impurezas em amostras das ligas de titânio (Ti-6Al-4V) e a de magnésio (AZ31) pelo método de análise por ativação com nêutrons.

METODOLOGIA

Amostras de biomateriais analisados e seu preparo para análise. Para análise as ligas de titânio Ti-6Al-4V e a de magnésio

AZ31 foram obtidas na forma de lascas e posteriormente submetidas a limpeza com acetona p.a. água purificada seguida de secagem a temperatura ambiente.

Procedimento da NAA. Alíquotas de cada uma das amostras de cerca de 40 mg foram irradiadas no reator nuclear IEA-R1 juntamente com os padrões sintéticos de elementos por 10 s e 8 h e sob fluxo de nêutrons térmicos de $2 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Esses padrões sintéticos foram preparados pipetando-se soluções padrões em tiras de papel de filtro. As atividades gama induzidas foram medidas pela espectrometria de raios gama usando um detector Ge hiperpuro. Os radioisótopos formados na irradiação foram identificados pela meia vida e energias dos raios gama e as frações mássicas dos elementos calculadas pelo método comparativo [3]. A qualidade dos resultados foi avaliada pela análise do material de referência certificado (MRC) 363 Chromium – Vanadium Steel (modified) proveniente do National Institute of Standards and Technology (NIST).

RESULTADOS

Na TABELA 1, os resultados de As, Co, Cr, Fe, Ni, Ta e W obtidos para o MRC Chromium -Vanadium Steel (Modified) indicam uma boa concordância com os valores do certificado e uma boa precisão. Nas TABELAS 2 e 3 estão os resultados das análises das ligas AZ31 e Ti-6Al-4V, respectivamente e estes resultados indicam uma boa precisão para maioria dos elementos determinados. Para a liga de magnésio AZ31 a comparação dos resultados de As e Zn obtidos com os da literatura indicam também uma boa concordância

TABELA 1. Médias das Frações Mássicas de Elementos no MRC 363 Chromium -Vanadium Steel e Valores do Certificado

Elemento	F±DP	DPR, %	ER, %	Valor do Certificado
As, µg g ⁻¹	98,8±1,5	1,5	1,2	100±10
Co, µg g ⁻¹	448±36	8,0	6,7	480±10
Cr, %	1,19±0,04	3,7	9,5	1,31±0,01
Fe, %	93,0±2,2	2,3	-	94,4
Ni, µg g ⁻¹	3517±103	2,9	17,2	3000±100
Ta, µg g ⁻¹	488±41	8,3		530
W, µg g ⁻¹	450±7	1,5	2,2	460±10

F±DP = Média e desvio padrão de 2 a 4 determinações; DPR = Desvio padrão relativo; Er = Erro relativo

TABELA 2. Média das Frações Mássicas de Elementos Liga Ti-6Al-4V.

Elemento	F ± DP *	DPR, %
Al, %	5,51 ± 0,14	2,5
As, µg g ⁻¹	18,8 ± 0,86	4,6
Co, µg g ⁻¹	2,79 ± 0,13	4,8
Fe, µg g ⁻¹	1150 ± 137	11,9
Ti, %	89,1 ± 3,0	3,4
V, %	3,20 ± 0,08	2,6
W, µg g ⁻¹	4,86 ± 0,29	6,0

*- Resultados de 2 a 4 determinações

TABELA 3. Médias das Frações Mássicas de Elementos da Liga de Magnésio AZ31 e Valores da Literatura

Elemento	F±DP*	DPR, %	Referência [4]
As, µg g ⁻¹	2,529±0,081	3,2	2,30±0,34
Co, µg g ⁻¹	0,184±0,011	5,8	-
Cr, µg g ⁻¹	1,29±0,23	17,6	-
Fe, µg g ⁻¹	88,99±0,72	0,81	< 950
Zn, %	1,047±0,050	4,7	1,009±0,045

*- Resultado de 2 a 5 determinações

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicaram a viabilidade do procedimento de NAA aplicado na análise de ligas metálicas. Os resultados obtidos indicaram uma boa exatidão e precisão dos resultados.

As análises das ligas indicaram, para maioria dos elementos, uma boa precisão dos resultados. Na amostra da liga Ti-6Al-4V foram detectados além dos elementos da liga (Ti, Al e V) foi possível a determinação de elementos tais como As, Fe e W em baixos teores. Para o caso da liga de magnésio AZ31 foram determinados os elementos As, Co, Cr e Fe também em baixas frações mássicas

Com relação aos resultados dos elementos como Al, Mg e Mn, cujos radionuclídeos correspondentes apresentam meias curtas, suas determinações estão em andamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Galo R., Ribeiro, R.F.; Rodrigues, R.C. S.; Rocha, L.A.; Mattos, M.G.C. Braz. Dent J, v. 23, p.141-148, 2012.
- [2] Da-Col, J. A. Rev Virtual de Química, v.6, p. 989-1009, 2014.
- [3] De Soete, D; Gijels, R; Hoste, J. Neutron activation analysis, Wiley-Interscience, 1972.
- [4] Silva, C. A. J.; Braguin, L. N. M.; Rossi J. L., Costa I.; Saiki, M. Braz. J. Radiat. Sci., v. 9, p. 1-16, 2021.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq e IPEN (Projeto InterCentros)