

Resistência à corrosão das ligas de magnésio ZK30 e ZK60 visando aplicação como materiais bioabsorvíveis

INTRODUÇÃO

Com aumento da expectativa de vida, a bioengenharia é uma das áreas que mais tem demonstrado desenvolvimento e aplicações inovadoras^[1]. Dentre as ligas estudadas para aplicação biomédica destacam-se as de magnésio, devido aos papéis funcionais e presença desse elemento no tecido ósseo. O Mg é biocompatível e pode ter efeitos estimuladores sobre o crescimento de tecido ósseo novo^[1]. A dificuldade em se utilizar implantes à base de magnésio está relacionada com a sua alta taxa de corrosão. Durante a corrosão do magnésio ocorre a reação catódica de formação do gás hidrogênio, o qual pode se acumular em regiões adjacentes ao implante, podendo interferir na cicatrização dos tecidos^[1]. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é estudar o comportamento corrosivo das ligas ZK30 e ZK60 em diferentes eletrólitos NaCl0,05M, NaCl 3,5% e Solução SBF.

METODOLOGIA

Preparação da superfície

As amostras foram lixadas lixa d'água 400 a 2400, polidas com pasta de diamante 1µm, limpas em acetona, enxaguadas com água deionizada e secas com jato de ar frio.

Caracterização morfológica

Para análise da microestrutura foi feito um ataque químico composto por 1g ácido oxálico, 1 ml de ácido acético, 1 ml de ácido nítrico e 98ml de água destilada. Para a revelação da microestrutura as amostras foram imersas nessa solução por, aproximadamente, 2 minutos e após foram enxaguadas com água deionizada e secas com jato de ar frio. Após isto foram obtidas imagens por microscopia ótica e por MEV/EDS. Também foi feita análise da composição química das amostras, realizada por análise de fluorescência de raio-X.

Ensaio de imersão

As amostras foram submetidas a ensaio de imersão em diferente eletrólitos, NaCl0,005M, NaCl 3,5% e Solução SBF KOKUBO, sendo controlada a sua perda de massa com o tempo. A perda de massa foi medida a cada 24hs por um período de 30 dias. Antes da pesagem amostra foi submergida em solução ácida para retirada do óxido formado sobre a superfície. O eletrólito foi trocado a cada 48 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta a composição química das amostras ZK30 e ZK60 obtidas em equipamento de fluorescência de raios X, da marca Thermo Scientific, modelo Niton XL3t. A composição química encontra-se dentro da faixa esperada por norma.

Tabela 1: Análise química por Fluorescência de Raios X

Liga	Zr	Zr Error	Zn	Zn Error	Mg	Mg Error
ZK30	0,363	0,01	3,595	0,075	95,969	0,196
ZK60	0,41	0,012	6,287	0,133	93,175	0,224

A Figura 1 apresenta a microestrutura obtida por microscopia ótica das amostras ZK30 (Figura 1a) e ZK60 (Figura 1b). Verifica-se um ataque no contorno de grão e regiões escuras.



Figura 1 : (a) microestrutura da amostra ZK30 – aumento 400X (b) microestrutura da amostra ZK60 – aumento 1000X.

A Figura 2 apresenta um mapeamento dos elementos magnésio (a) e zinco (b) da amostra ZK30 por Microscopia eletrônica de Varredura com sonda EDS. A região clara em cada mapeamento identifica cada elemento em questão. Verifica-se que o elemento zinco encontra-se, preferencialmente, nas regiões de contornos de grão.

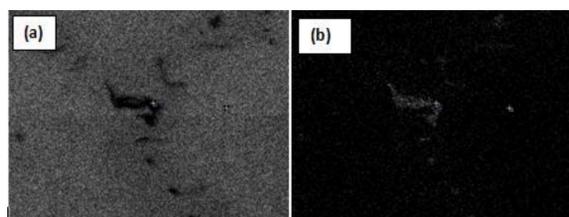


Figura 2: Amostra ZK 30 - mapeamento dos elementos Mg (a) e Zn (b) por MEV/EDS.

A Figura 3 apresenta um mapeamento dos elementos magnésio (a) e zinco (b) da amostra ZK60. A região clara no mapeamento identifica cada elemento em questão. Verifica-se que o elemento zinco encontra-se, preferencialmente, nas regiões de contornos de grão.

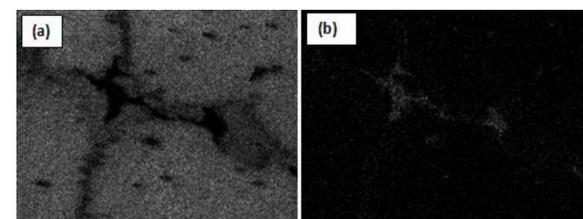


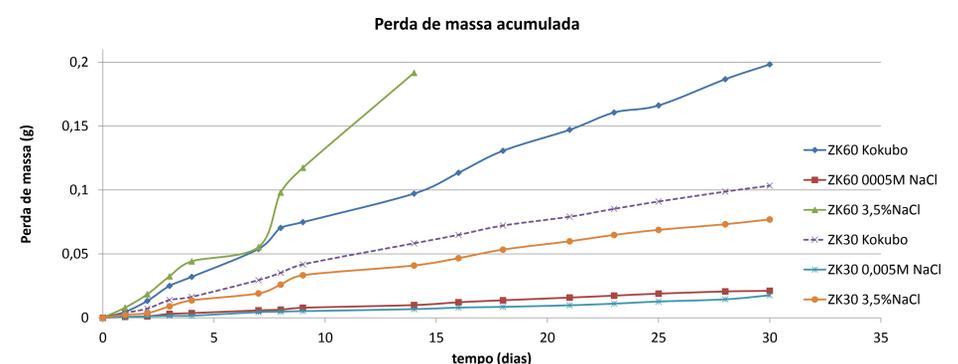
Figura 3 : Amostra ZK 60 - mapeamento dos elementos Mg (a) e Zn (b) por MEV/EDS.

Ensaio de imersão

O Gráfico 1 apresenta a perda de massa cumulativa por área de amostra exposta (cm²) ao longo do tempo de imersão. Percebe-se que a amostra ZK60, em solução de NaCl 3,5%, possui a maior perda de massa por área. A liga ZK30 imersa em solução KOKUBO, foi a que apresentou um melhor desempenho em relação à liga ZK60, nesta mesma solução. Em eletrólito pouco condutor (NaCl0,005M) ambas as amostras apresentaram uma baixa perda de massa em relação aos outros dois eletrólitos.

A Amostra ZK60 em eletrólito NaCl 3,5% dissolveu-se totalmente não sendo possível mais sua pesagem e imagem após o décimo quarto dia de imersão.

Gráfico 1: Perda de massa das amostras ZK30 e ZK60 para os diferentes eletrólitos.



A Figura 4 apresenta imagens das amostras durante o ensaio de imersão. Observa-se uma maior degradação da amostra ZK60 em eletrólito NaCl 3,5%.

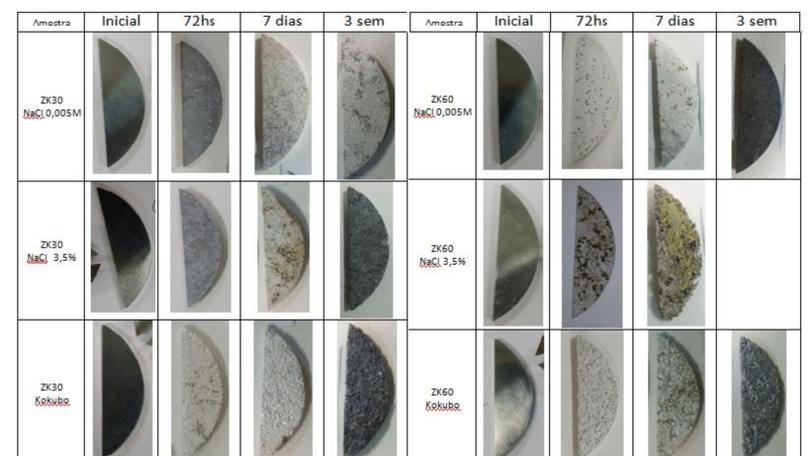


Figura 4: Imagens das amostras nos diferentes eletrólitos com o tempo.

CONCLUSÕES

- As amostras apresentaram os elementos e as quantidades esperadas para cada liga.
- As amostras da liga ZK30 apresentaram uma menor perda de massa em relação à amostra ZK60 nos eletrólitos analisados.

Referências:

- [1] Cheng, Ying-liang, et al. "Comparison of corrosion behaviors of AZ31, AZ91, AM60 and ZK60 magnesium alloys." *Transactions of Nonferrous Metals Society of China* 19.3 (2009): 517-524.
 [2] Rodrigo Lambert Oréfice, Marivalda de Magalhães Pereira, Herman Sander Mansur. *Biomateriais: Fundamentos e Aplicações*. Rio de Janeiro: Cultura Médica, Guanabara, Koogan, 2012.
 [3] Zhiming Shi, Andrej Atrons. An inovative specimen configuration for the study of Mg corrosion. *Corrosion. Science* 53 (2011) 226-246.