



# Anodização por Microarcs de Ligas de Magnésio ZK30 e ZK60 Tratadas Térmicamente

Tobias Bertoldi Agostini  
Célia de Fraga Malfatti\*

## INTRODUÇÃO

Os biomateriais degradáveis ou bioabsorvíveis constituem uma classe de biomateriais consideravelmente bioativos que devem suportar o processo de cicatrização de um tecido ou órgão doente, degradando-se lentamente depois disso. Os metais biodegradáveis devem degradar-se no complexo ambiente fisiológico do corpo humano com a cinética de degradação correspondente ao período de cicatrização. As ligas ZK30 e ZK60 se destacam pelas suas propriedades mecânicas e pela ausência do elemento alumínio, de terras raras, entre outros elementos conhecidos como nocivos ao ser humano. A dificuldade que se encontra em utilizar implantes à base de ligas de magnésio é a alta taxa de corrosão das mesmas. A rápida degradação do magnésio e suas ligas pode levar a uma perda precoce das propriedades mecânicas do implante, geração de gás hidrogênio e até uma intensa alcalinização dos tecidos circundantes. Vários estudos são de particular interesse, pois relataram que a modificação da microestrutura e da superfície é ideal para diminuir a taxa inicial de degradação dos implantes biodegradáveis. Algumas ligas de metais quando submetidas ao processo de anodização por "sparking", formam uma camada de óxido de alta dureza, densa e passiva na sua superfície. Este processo de conversão é chamado de anodização por "sparking" ou anodização por centelha. Ligas de metais como o magnésio e o titânio, por exemplo, são suscetíveis a este tipo de processo de anodização. As camadas obtidas podem resultar em propriedades interessantes em diversas aplicações. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é obter e caracterizar camadas de óxidos, obtidas pelo processo de anodização por sparking, das ligas de magnésio ZK30 e ZK60 tratadas termicamente visando obter uma camada anodizada de alta dureza, resistência ao desgaste e uma maior resistência à corrosão. As camadas obtidas visam aplicação como tratamento superficial de implantes.

## METODOLOGIA

### Tratamento Térmico

As amostras foram submetidas a tratamento térmico de solubilização a 400°C por 10 horas com taxa de aquecimento de 1°C por minuto. Após as amostras foram submetidas a têmpera em água a 20°C, seguido de envelhecimento artificial em forno à 150 °C por 5 horas e resfriamento ao ar.

### Preparo da Superfície

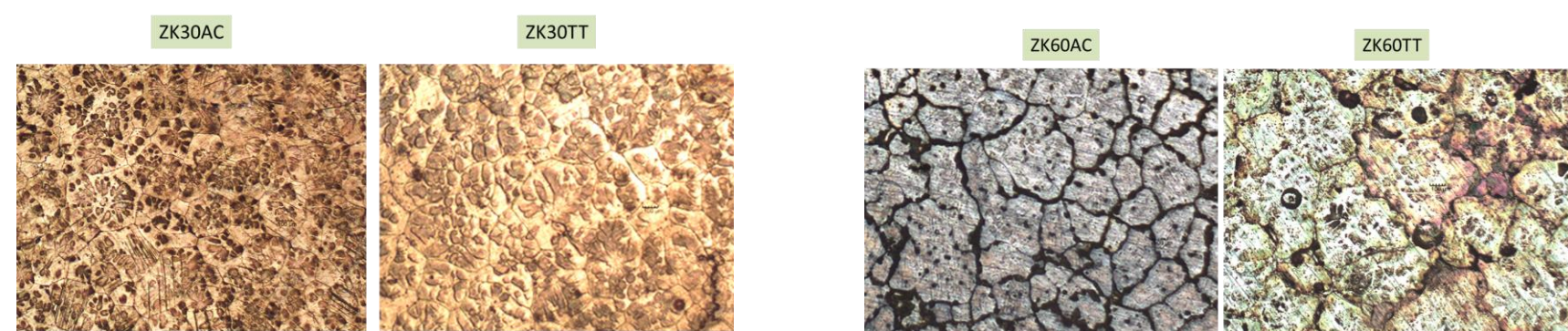
Após tratamento térmico, as amostras passaram pelo processo de preparação que consistiu de corte, lixamento, polimento, lavagem em ultrassom com acetona, enxágue em álcool, seguido de enxágue com água deionizada e secagem com jato de ar frio.

### Anodização

O processo de anodização por centelha foi conduzido em fonte de corrente pulsada, com 120hz de frequência, com rampa de potencial fixa, com tempo de 60 minutos. O eletrólito utilizado no processo de sparking 31,8 g/L de Si2O3 . 5 H2O, 2,0 g/L de KOH e 2,0 g/L de Na – EDTA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Microscopia Ótica

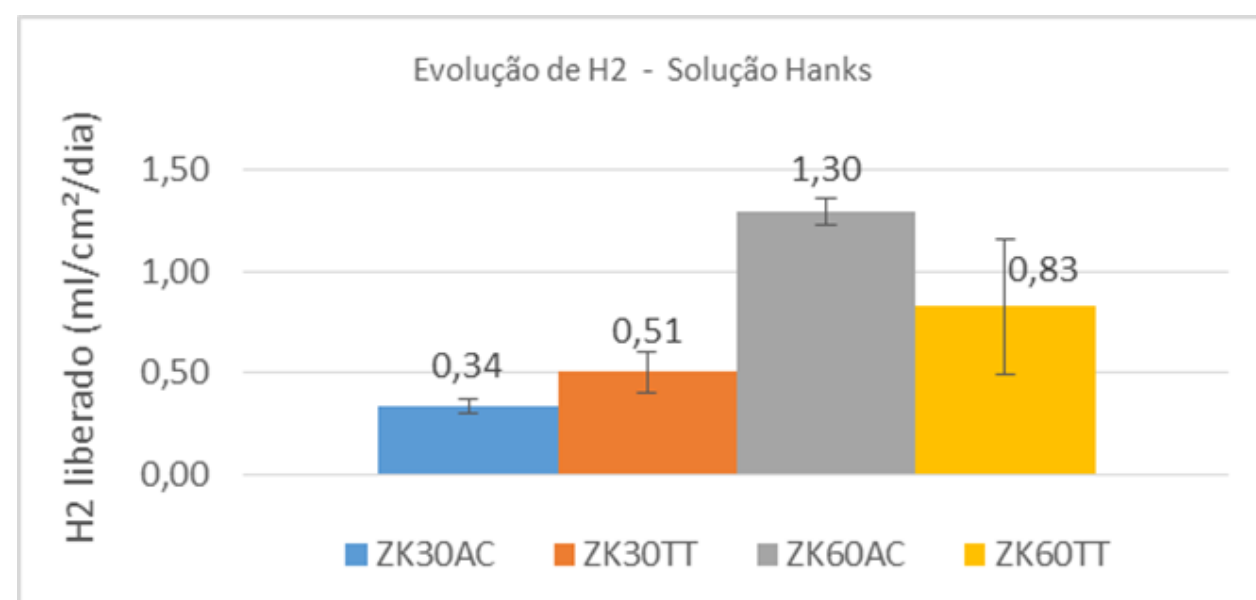


Microestrutura da amostra ZK30AC e ZK30TT – aumento 40X.

Microestrutura da amostra ZK60AC e ZK60TT – aumento 40X.

- Houve um aumento no tamanho de grão após tratamento térmico.

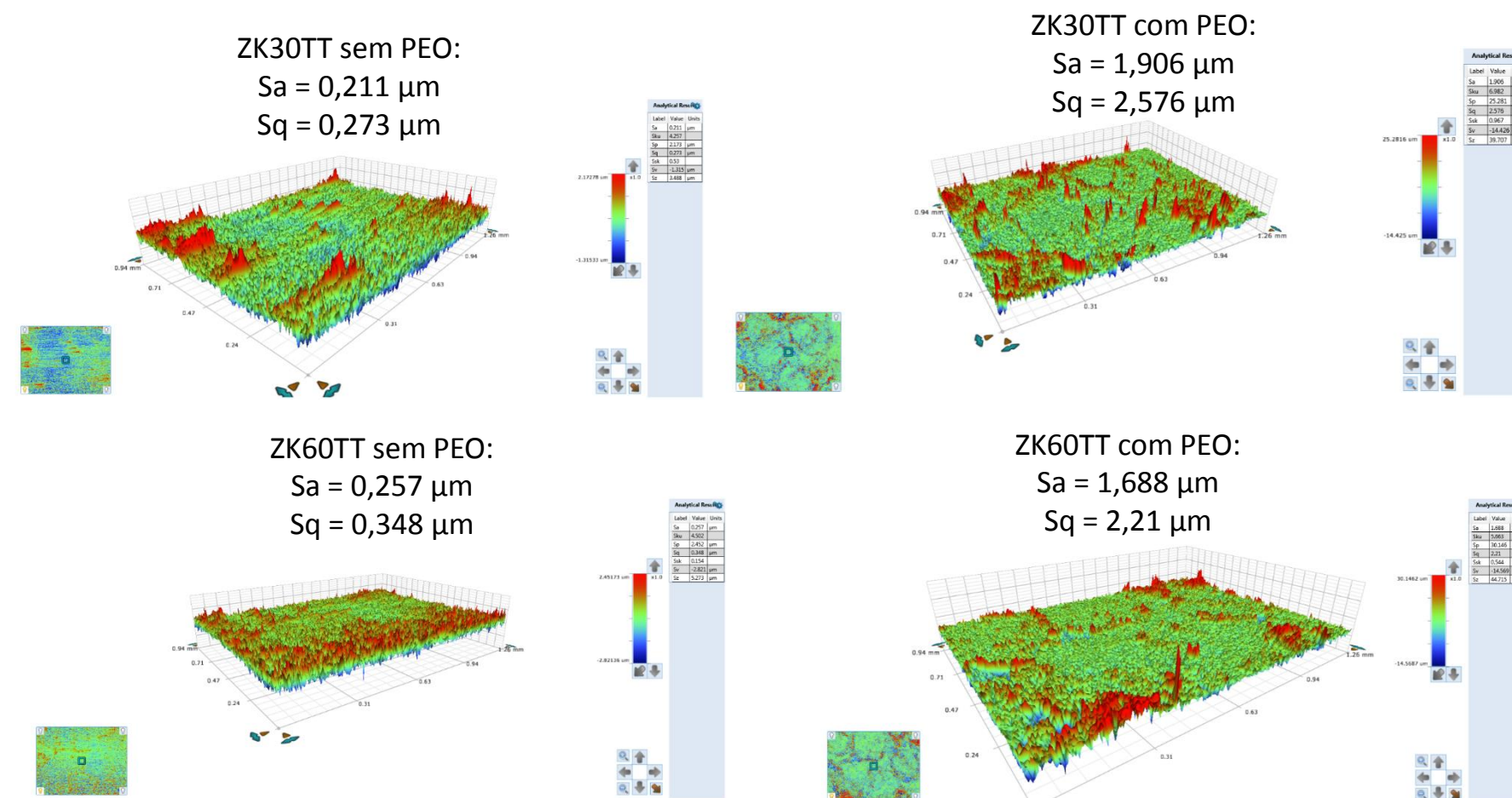
### Ensaio de Corrosão – Perda de massa



- A amostra ZK60AC apresentou uma maior perda de massa nas condições analisadas (Solução Hanks).

### Interferometria Ótica

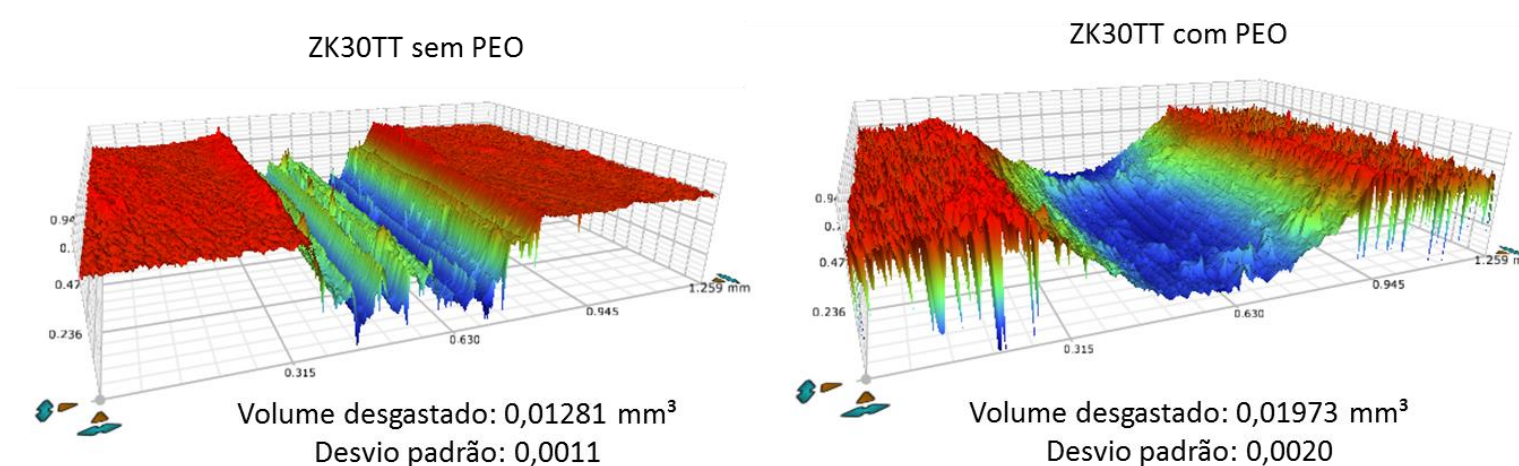
Interferometria da superfície das amostras ZK30TT e ZK60TT com e sem revestimento:



A rugosidade das amostras aumentaram com a anodização.

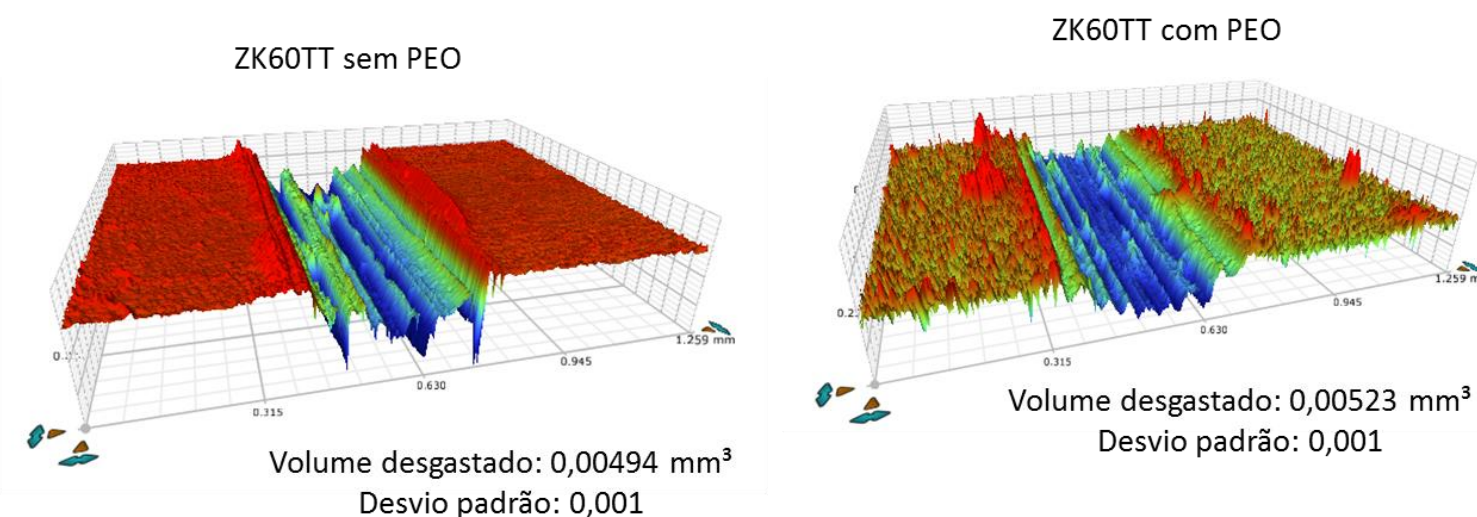
### Ensaio de desgaste

Interferometria das trilhas das amostras ZK30TT com e sem revestimento:



- A amostra com revestimento PEO apresentou um desgaste levemente maior do que a amostra sem o revestimento, nas condições ensaiadas.

Interferometria das trilhas das amostras ZK60TT com e sem revestimento:



- A amostra com revestimento PEO apresentou levemente um maior desgaste do que a amostra sem o revestimento.

## CONCLUSÕES

As amostras tratadas termicamente apresentaram um maior tamanho de grão. A amostra ZK60TT apresentou uma menor taxa de corrosão após tratamento térmico. Ambas as amostras apresentaram um aumento na rugosidade após anodização por Sparks o que pode melhorar a aderência de um filme polimérico sobre a superfície. As amostras com PEO apresentaram uma menor resistência ao desgaste. Isto pode ser devido à maior rugosidade inicial da superfície e liberação de terceiro corpo dentro da trilha, aumentando assim, o volume de material desgastado.

## REFERÊNCIAS

- Hendra Hermawan. Biodegradable Metals: from concept to applications. Springer. 2012.
- Alexey Kossenko, Michael Zinigrad. A universal electrolyte for the plasma electrolytic oxidation of aluminum and magnesium alloys. Materials and Design 88 (2015) 302–309.