

CORROSIÓN EN MEDIO ÁCIDO CÍTRICO DE UNA ALEACION METÁLICA DE COBRE APLICADA EN LA ODONTOLOGIA

Recibido para arbitraje: 10/05/2006

Aceptado para publicación: 26/01/2006

- **Luís Geraldo Vaz**, Prof. Asistente Dr. - Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP
- **Antônio Carlos Guastaldi**, Prof. Adjunto - Instituto de Química de Araraquara - UNESP
- **Adriano Marques de Brito**, CD Miembro de la APCD - Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas

Univ. Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Casilla Postal 355, 14801-903 Araraquara, SP - Brasil

ABSTRACT

The aim of this work went characterize and to study the effect of heat treatment in based copper metallic alloy for application in dentistry, with relationship to its behavior before the corrosion, in a solution that simulates the aggressiveness of the oral environment. The characterization of the alloy was made by means of chemical analysis and optical microscopy and the corrosion tests consisted in obtaining the potentiostatic polarization curves, in acid citric solution 1g/L. Analyzing the obtained results it was observed that the alloy when submitted to the thermal treatment there is a transformation of the dendritic structure for a phase granular structure. In relation to the corrosive process it was verified by means of potentiostatic polarization curves didn't happen passivation, as well as there were not differences in the resistance the corrosion between the samples with and without thermal treatment.

KEYWORDS: Copper based alloy; dental alloys; corrosion.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar y estudiar el efecto del tratamiento térmico hecho en una aleación metálica de cobre para el uso odontológico, con relación a su comportamiento frente a la corrosión, en un medio que simula la agresividad del ambiente bucal. La caracterización de la aleación fue hecha por medio de análisis de la composición química y microscopía óptica y los ensayos de corrosión comprendían en la obtención de las curvas de polarización potencioestáticas en solución acuosa de ácido cítrico 1g/L. De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que la aleación cuando sometida al tratamiento térmico, sufre una transformación de la estructura dendrítica para una estructura con fases bien definidas. En relación al proceso corrosivo, se verificó por medio de las curvas de polarización potencioestáticas que no ocurre pasivación, bien como no ha diferencia en la resistencia a la corrosión entre las muestras con y sin tratamiento térmico en el medio estudiado.

PALABRAS-CLAVE: Aleación de cobre; corrosión, aleación dentarias.

INTRODUCCIÓN

Debido a constante evolución científica, profesionales del área de materiales odontológicos tienen investigado nuevos materiales con un conjunto de propiedades que permitan el desempeño y aplicaciones no atingidos por los materiales convencionales o tradicionales, para ser aplicados en prótesis dentaria.

En realidad, ni siempre son nuevos materiales en el sentido estricto de la palabra. Son materiales con propiedades mejoradas o todavía no exploradas y obtenidas mediante diferentes composiciones o procesos de fabricación.

Los materiales desarrollados y estudiados para la aplicación odontológica incorporan el conocimiento de diversas áreas tales como ciencias de los materiales.

Las investigaciones de algunas propiedades realizadas con aleaciones metálicas alternativas, a base de cobre, para el uso odontológico, visando el desarrollo de aleaciones con características mejoradas en relación a las anteriores disponibles en el mercado, vienen a través de los años, despertando gran interés en diversos profesionales.

Es conocido, que ya son comercializadas ha un razonable tiempo algunas aleaciones de cobre, tales como: Goldent (AJE Comércio e Representação Ltda..) y la Duracast (Dental Gaúcho Marquart e Cia Ltda..), por lo tanto, además de su aceptación

y de un costo bien inferior al de las aleaciones áuricas, esas aleaciones presentan algunos problemas, tales como: baja fusibilidad, acarreado adaptaciones marginales inadecuadas y baja resistencia a la corrosión en el ambiente bucal, motivo por lo cual hay insatisfacción tanto por parte de los pacientes, como por parte de los profesionales de esta área.

Las aleaciones metálicas disponibles en el mercado son fundamentalmente a base de los sistemas Cu-Zn-Al y Cu-Al, con variaciones de los elementos básicos, como de los elementos secundarios, tales como Ni, Fe, Mn y otros.

En el presente trabajo, se estudió la influencia del tratamiento térmico efectuado en una aleación metálica experimental a base de cobre de uso odontológico, con relación a su comportamiento frente a la corrosión, en solución de ácido cítrico 1g/L, medio que simula la agresividad del ambiente bucal.

MATERIAL Y MÉTODO

La aleación metálica experimental utilizada en este estudio denominada como CuBe del sistema Cu-Zn-Al-Ni, con pequeñas adiciones de Mn, Si, Sn, P y Be, fue elaborada por lo proceso de fundición por inducción, sin control de atmósfera. La fundición fue hecha en un horno de inducción Inductotherm VIP, 9 kW de potencia, energía de 15 A, en el Instituto de Química de Araraquara - UNESP - SP.

La composición química de la aleación fue determinada por espectrometría de emisión por plasma inducido en argón, I.C.P. (Inductively Coupled Plasma), que es una técnica analítica para determinación de elementos de una muestra desde niveles de sublíneas y líneas hasta el macro elementos. (10)

En la teoría la técnica es aplicable a todos los elementos, excepto el argón, y las muestras pueden ser introducidas en el estado líquido, gaseoso o sólido. En la práctica, resultados analíticos favorables son obtenidos para aproximadamente 70 elementos, con límite de detección alcanzando usualmente niveles de parte de billón. (1)

Fueron preparadas muestras en forma de disco con 1,50 cm de diámetro y 0,20 cm de espesura, siguiendo toda la rutina usada por los protéticos para obtener una restauración metálica fundida. Los muestras fueron obtenidos por la técnica de fundición odontológica de precisión, usando el proceso de cera perdida. (3,9)

El procedimiento normal adoptado, consistió en tornar líquida, en la estufa la cera especial para incrustaciones, vertiendo la cera líquida en la cavidad de la placa metálica, previamente lubricada con vaselina. Después de la solidificación de la cera, se sacó el modelo en cera de la matriz y en este se colocó los conductos de alimentación e los canales de ventilación de la cera.

Este conjunto en cera, fue montado sobre un recipiente refractario, consistiendo de un soporte de acero, en el cual se fijó el modelo de cera junto con el canal de vaciamiento. Por siguiente, se colocó el cilindro metálico (anillo de fundición) ya revestido con amianto, sobre el soporte de acero o recipiente refractario.

Finalmente se llenó el espacio por el modelo de cera con revestimiento odontológico a base de cristobalita en forma de crema. El conjunto montado fue dejado estabilizar por 24 horas, a la temperatura ambiente para que se haya endurecimiento del revestimiento.

Después del endurecimiento del revestimiento, el conjunto fue llevado al horno, y la temperatura fue aumentada gradualmente hasta 500°, promoviendo simultáneamente la deshidratación del revestimiento y la evaporación de la cera. Después de la eliminación de la cera, el anillo de fundición fue sacado del horno, estando listo para el vaciamiento del metal fundido.

Fue sacado del lingote cantidades necesarias de la aleación para el vaciamiento y su fusión fue hecha con la acción de la llama directa de un soldador de gas - aire comprimido. El vaciamiento del metal en el anillo de fundición, previamente preparado, fue hecho con el auxilio de una centrifuga, cuya función básica es inyectar la aleación en el molde cerámico. En seguida fueron sacadas las muestras, etapa esa denominada desinclusión. (5,11)

El tratamiento térmico (T.T.) de tempera fue realizado en un horno tipo mufla, sin control de atmósfera y consistió en mantener la temperatura de la muestra a 850°, durante 1 hora, y luego en seguida enfriar en agua a 0°.

El examen metalográfico de las micro estructuras de la aleación fue hecha utilizando microscopia óptica, antes y después del tratamiento térmico. Las muestras fueron impuestas al ataque electrolítico, se usando una solución compuesta estequiometricamente por: 25mL de ácido fosfórico, 125mL de etanol, 25mL de propanol y 250mL de agua. (11)

La microscopia óptica fue realizada en un microscópico óptico de la Carl Zeiss Jena, modelo Neophot30, con cámara fotográfica acoplada, de igual procedencia.

Los estudios de corrosión electroquímica están relacionados con la transferencia de cargas que se procesa por medio de la dupla camada electrodo/solución, en esa interfaces ocurre el proceso de electrodo. Tales procesos, son siempre investigados en una célula electroquímica compuesta de electrodos puestos en una solución electrolítica o en electrodos que permitan el

pasaje de iones.6, 8

Los ensayos electroquímicos comprendieron en la obtención de curvas de polarización potencioestáticas (20mV/3min), teniendo sido realizadas a temperatura ambiente, en solución arenosa de 1g/L de ácido cítrico.

Fueron obtenidas curvas de polarización potencioestáticas punto a punto, con la ayuda de un sistema de multifunción, formado por un multímetro digital de la Degem Systems, modelo PU 2222 (impedancia interna de 20 K), y de un potencioestado RS-MLW, acoplado a un generador de rampa modelo PV3, del mismo fabricante.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la metalurgia los procesos de análisis química son de fundamental importancia pues con base en ellos es posible estudiar y correlacionar propiedades, como por ejemplo, resistencia a la corrosión y los productos provenientes de esos procesos; y además propiedades mecánicas y físicas.

Todo el análisis de la composición química de un dado material, debe seguir rígidos criterios, en el sentido de evitar posibles errores, que pueda influir en la caracterización de algunas propiedades del material en estudio. Desde los procesos de formulación y elaboración de la aleación metálica en estudio hasta su obtención propiamente dicha, con atención a los cuidados técnicos necesario,5 para la obtención de aleaciones con la composición química real lo más próximo posible de la composición nominal. La Tabla 1 presenta la composición de la aleación estudiada.

Tabla No 1
Composición Química de la Aleación (% p/p)

Cu	Zn	Al	Ni	Mn+Si+Sn+P+Be
77,5	12,7	5,6	2,9	1,3

Fuente: propia

La metalografía óptica es de grande importancia en el estudio de la metalurgia, pues posibilita un análisis macro estructural y micro estructural del metal o aleación en cuestión. (4)

El examen metalográfico tiene como principio por evidencia la micro estructura de las aleaciones metálicas, permitiendo determinar: el número de fases, sus formas, dimensiones, heterogeneidad y homogeneidad de la estructura, bien como los efectos o las inclusiones de los metales y aleaciones metálicas. (7)

En la estructura cuando hay un refinamiento en la micro estructura de una aleación metálica, (reducción en el tamaño de los granos y más homogenización, se obtiene, generalmente, mejores propiedades mecánicas.

Las micrografías ópticas presentadas en las figuras 1 y 2, muestran el aspecto micro estructural de la aleación en estudio, en las dos condiciones analizadas. Se verificó que esa aleación antes del tratamiento térmico, presentaba una micro estructura dendrítica, siendo que el tratamiento térmico cambió la estructura anterior en una micro estructura compuesta por fases bien definidas, consecuentemente, se esperaba una resistencia más grande a la corrosión en esa condición.

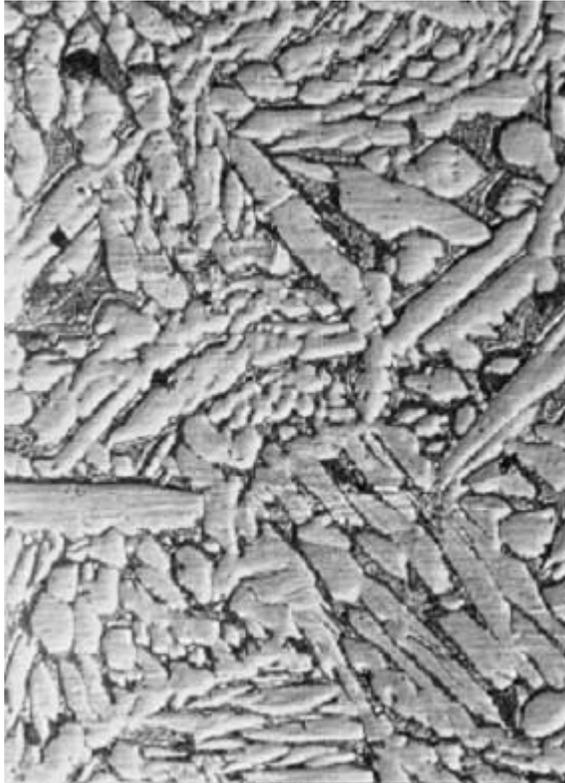


Fig. No 1

Aleación sin T.T. (200X)

Fuente: propia



Fig. No 2

Aleación después del T.T. (200X).

Fuente: propia

La corrosión electro química de un determinado material, en un medio, puede ser estudiada cualitativamente y cuantitativamente, se usando técnicas electro químicas por medio de la obtención de curvas de polarización y se procura establecer una relación entre el tipo de ataque corrosivo (reacción de oxidación) que sufre el material y su resistencia a la corrosión.

La influencia de la polarización sobre la densidad de corriente es obtenida por medio de representaciones gráficas, en diagramas de potenciales de electrodo (E) en función del logaritmo de la densidad de la corriente. Las curvas que se obtienen son llamadas de curvas de polarización y presentan una región anódica y otra catódica.

En los procesos de corrosión electro química, pueden ocurrir simultáneamente, dos o más reacciones sobre el electrodo, siendo que una puede polarizar la otra de manera tal que ambas pueden asumir un potencial de electrodo común, denominado potencial de corrosión, E_{corr} y en esta situación, ambas las reacciones ocurren con velocidades iguales, denominada densidad de corriente de corrosión, i_{corr}^2 .

Con base de estas informaciones, se procuró determinar por la obtención de las curvas de polarización los parámetros, E_{corr} y i_{corr} , citados arriba, conforme muestra esquemáticamente las figura 3.

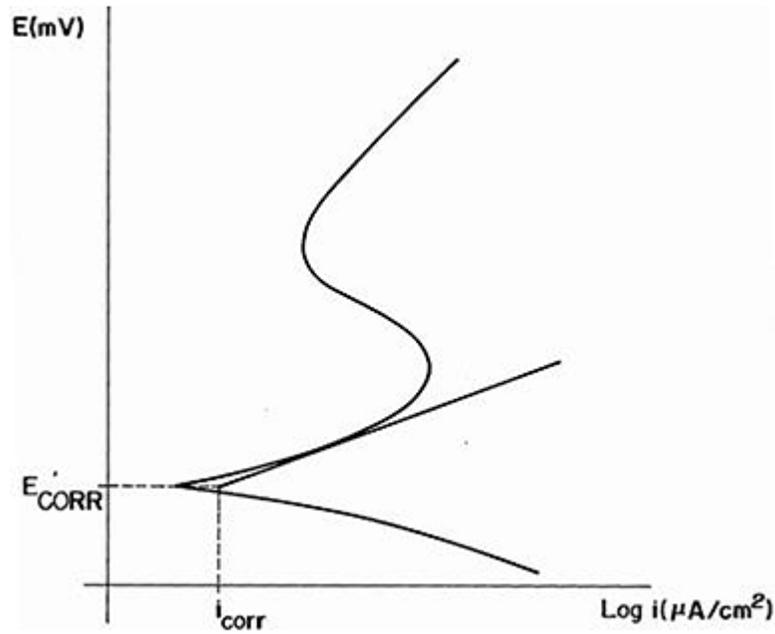


Fig. No 3

Curva de Polarización Esquemática

Fuente: propia

Los valores de los parámetros electro químicos fueron obtenidos de las curvas de polarización potencioestáticas, como muestra la figura 4, referente a cada condición estudiada, siendo que los mismos son presentados en la Tabla 2.

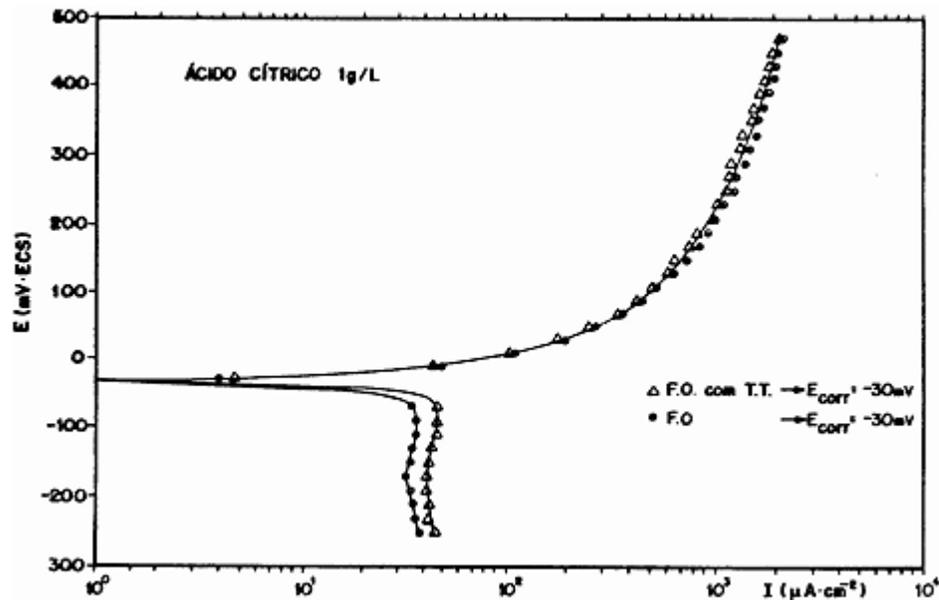


Fig. No 4

Curvas de Polarización Potencioestática en Solución de Ácido Cítrico 1g/L

Fuente: propia

Tabla No 2
Parámetros Obtenido de las Curvas de Polarización

Condições Experimentais	E_{corr} (mV)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)
F.O*	-30	9,0
T.T.**	-30	9,0

Fuente: propia

* Fundición Odontológica

** Fundición Odontológica con Tratamiento Térmico

Del análisis precedente de la Tabla 2, se verifica que no existió diferencias en los procesos de corrosión entre las dos situaciones de estudio, además que presentaran micro estructuras diferentes, eso se debe a transferencia de cargas que se procesa por medio de la dupla camada electrodo/solución ser semejante en ambos los casos, siendo que en esa interfaces ocurre los procesos de electrodo, o sea, la corrosión propiamente dicha.

CONCLUSIÓN

Por medio de los resultados obtenidos, se verifica que el tratamiento térmico transforma la micro estructura de la aleación de dendrítica hacia una micro estructura con fases definidas y distintas. Por lo tanto, frente a los procesos de corrosión, no se verifica diferencias en el medio y condiciones estudiadas, debido a que ambos casos los procesos de electrodo son semejantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de las agencias financiadoras CNPq y FAPESP.

REFERENCIAS

- ALEXÉIEV, V.N. Semimicroanálisis químico cualitativo. Moscú: Editora Mir Moscú, 1975. p. 640.
- BENEDETTI, A.V. Contribuição ao estudo eletroquímico do cobre e de suas aleações com alumínio e alumínio + prata em solução aquosa de NaCl 0,5 mol/L + HCl 0,001 mol/L. Araraquara, 1994. 380p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista.
- BURATO, L.F. Sistema de fundição de precisão. Prótese Dentária, v.92, p.8-9, 1992.
- COUTINHO, T.A. Metalografia de não ferrosos: análise e prática. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 150p.
- GUASTADI, A.C. Desenvolvimento de aleações metálicas alternativas a base de cobre aplicadas a odontologia. São Paulo, 1987. 120p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- GUASTALDI, A.C. et al. Estudio de los procesos de corrosión de una aleación metálica de cobre usada en odontología. Rev. Latino Americana Información Tecnológica (Chile), v.8, p.179-82, 1997.
- GUASTALDI, A.C., WOLYNEC, S. Desenvolvimento de aleações metálicas a base de cobre para aplicações odontológicas. Rev. Odontol. UNESP (São Paulo), v.23, p.159-71, 1994.
- KORTUM, G., BOCKRIS, J.O.M. Textbook of electrochemistry. New York: Elsevier Publishers,

1951. p.39.

9. MARIOTTO, C.L., PINTO, E.C.O. Fundição de precisão: uma tecnologia sofisticada em desenvolvimento no IPT. Metalúrgica-ABM (São Paulo), v.29, p.77-82, 1973.
10. RAMIRES, I. Estudo de corrosão em biomateriais: Ti, Ti-Al-V e Co-Cr-Mo. Araraquara, 1998. 83p. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista.
11. VAZ, L.G. Efeito de diferentes fontes de calor nas propriedades mecânicas e na resistência a corrosão de aleações metálicas alternativas a base de cobre, aplicadas na odontologia. Araraquara, 1995. 76p. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista.