

## AVALIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE GALVÂNICA ENTRE AS LIGAS DENTAIS DE Ti E Ni-Cr QUANDO EM CONTATO COM SALIVA ARTIFICIAL

**Carlos Eduardo de Almeida Silva<sup>1</sup>, Prof. Dr. Vicente de Paula Prisco Cunha<sup>1</sup>,  
Dr. Rogério de Almeida Silva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Curso de Odontologia – Faculdade de Ciências da Saúde – UNIVAP, Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova São José dos Campos - SP, e-mail: almeidacarloseduardo@hotmail.com

<sup>1</sup> Curso de Odontologia – Faculdade de Ciências da Saúde – UNIVAP, Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova São José dos Campos - SP, e-mail: Vicente@protese.net

<sup>2</sup> EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica, Av Brig. Faria Lima, 2170 – São José dos Campos – SP, e-mail:- rogsilva@embraer.com.br

**Resumo** - O titânio e suas ligas têm sido empregados em implantes dentários devido a sua biocompatibilidade e a ótima resistência à corrosão na cavidade oral e também de possuírem propriedades mecânicas satisfatórias. O implante em si não é um dente artificial completo, mas sim, a raiz e sobre este é instalada uma prótese dentária com alicerce baseado por um ou mais implantes constituídos como coping e parafusos fabricados de diferentes materiais como, por exemplo, ligas de Ni-Cr.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento galvânico entre as ligas de Ti e de Ni-Cr. Portanto, com o intuito de acelerar o processo de corrosão, o sistema pino de titânio e coping da liga Ni-Cr será submetido à exposição durante 500h em uma atmosfera salina em câmara de Salt Spray e em contato direto com a saliva artificial a uma temperatura de 36°C, com a finalidade de observar o tipo e o grau de corrosão formada, visto que em caso de presença de corrosão o paciente está sujeito à ingestão destes resíduos provenientes do produto de corrosão o qual pode afetar sensivelmente sua saúde, além de comprometer o implante.

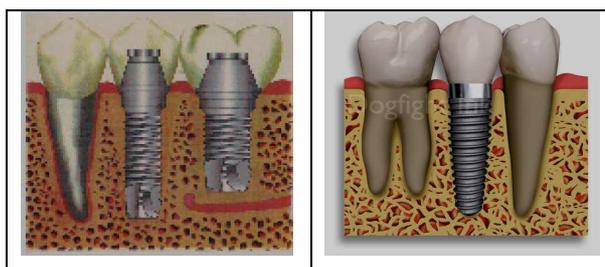
**Palavras-chave:** Implantes Dentários, Titânio para Implantes dentários, Corrosão em Implantes dentários.

**Área do Conhecimento:** Odontologia.

### Introdução

O titânio e suas ligas têm sido empregados em implantes dentários devido a sua biocompatibilidade, associado a sua ótima resistência mecânica e à corrosão (ENOKIBARA et al., 2008). O implante é um sistema instalado no osso alveolar remanescente, com o objetivo de reproduzir a função de uma ou mais raízes dentárias que foram perdidas (SOUZA, 2010).

O implante em si não é um dente artificial completo, mas sim, a raiz e sobre este, será construída uma prótese dentária (uma coroa), com alicerce baseado por um ou mais implantes (parafusos ou cilindros). Os parafusos ou cilindros são elaborados com materiais que não reproduzem rejeição ou reação indesejável, ou seja, são biocompatíveis, podendo permanecer dentro do corpo humano (PINHEIRO, 2006). A Figura 1 ilustra o processo de implante dentário do tipo parafuso.



**Figura 1 – Ilustração de implante tipo parafuso suportado por coroas dentárias.  
(Fonte:- Conexão Sistemas de Prótese)**

A grande maioria dos implantes de última geração, na odontologia contemporânea, é produzida em titânio, oferecendo altíssimo grau de biocompatibilidade. Se instalados no organismo, haverá a osseointegração, ou seja, estaremos promovendo uma conexão rígida entre o tecido ósseo integro vivo e a superfície de um implante, evidentemente, após uma série de etapas biológicas. Esse processo pode variar no tempo

em que se consegue a osseointegração, dependendo de alguns fatores. A Figura 2 ilustra em detalhe um implante dentário com o processo de osseointegração dos pinos (SOUZA, 2010).



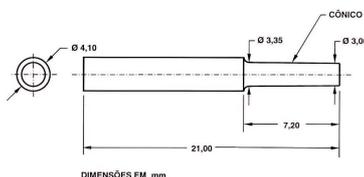
**Figura 2 – Detalhe do implante dentário e o processo de osseointegração.**

Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento galvânico entre as ligas de Ti e de Ni-Cr quando em contato direto com a saliva artificial, com a finalidade de observar o tipo e o grau de corrosão formada, visto que em caso de presença de corrosão o paciente está sujeito à ingestão destes resíduos provenientes do produto de corrosão o qual pode afetar sensivelmente sua saúde, além de comprometer o implante (CORTADA M. et al., 2000).

### Metodologia

Para a preparação dos corpos-de-prova, foi utilizado o laboratório de prótese dentária de Taubaté. Os ensaios de corrosão acelerada por Salt Spray e corrosão por imersão em solução de saliva artificial bem como o da caracterização dos materiais e produtos de corrosão foram realizados via microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura (MEV), Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS), Absorção Atômica.

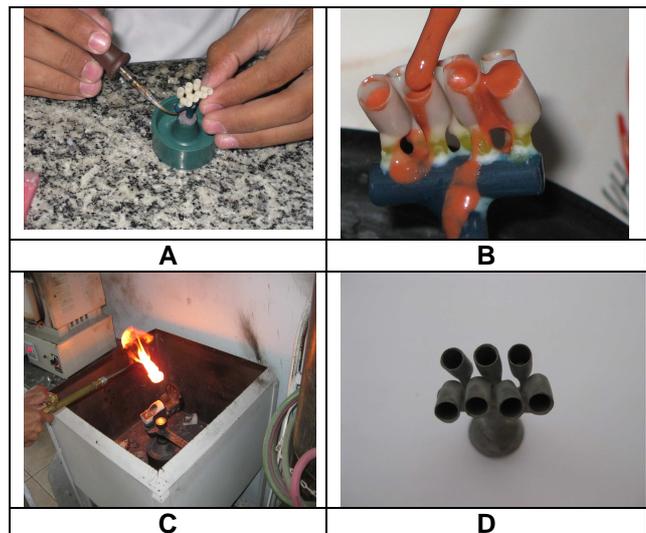
Os pinos de titânio foram usinados a partir de uma barra de titânio comercialmente puro de acordo com as dimensões especificadas pela Figura 3.



**Figura 3- Dimensões dos pinos de Titânio**

Para a preparação dos coopings, foi realizada a técnica de enceramento dos preparos do pino de Ti para a confecção dos coopings. Em seguida foram colocados os sprues que servem como um molde à formação do conduto de entrada do metal até o padrão que se deseja obter e fixados na base do anel de silicone. O revestimento foi preparado e vertido dentro do anel de silicone,

completando a inclusão do padrão de cera. Após ter aguardado o tempo de presa do revestimento, o mesmo foi levado ao forno na temperatura de 750 graus Celsius para fazer o pré-aquecimento do bloco de revestimento, por cerca de 20 minutos, logo em seguida o forno foi regulado para 880 graus Celsius por 5 minutos e foi seguido pela fundição convencional da liga Ni-Cr em maçarico, tendo como comburente uma mistura de oxigênio e GLP (gás liquefeito de petróleo). A Figura 4 mostra o processo de fusão da liga Ni-Cr e os coopings fundidos.



**Figura 4 – Fixação dos sprues na base de anel de silicone (A); Revestimento sendo vertido no anel de silicone (B); Processo de fusão da liga Ni-Cr (C) e o coping fundido (D).**

Após o processo de fundição, aguardou-se o tempo de resfriamento do bloco de revestimento até atingir a temperatura ambiente, evitando a promoção de choque térmico. Em seguida, o bloco de revestimento foi cortado, e os coopings limpos com jateamento de micro esferas de alumínio e cimentados nos pinos de titânio com cimento provisório (cotosol) e fixados sob pressão em uma prensa hidráulica, para se garantir uma carga constante de fixação do conjunto pino de titânio-cooping.

Para o ensaio de corrosão, o conjunto de três pinos de titânio-cooping foi exposto em câmara de névoa salina a 5% NaCl, conforme os requisitos da ASTM-B-117, pelo tempo de 500 horas. Os outros três conjuntos de três pinos de titânio-cooping foram imersos em um recipiente hermético com uma solução de saliva artificial "Saliform" e o sistema também foram expostos dentro da câmara de Salt Spray de maneira a ter uma temperatura controlada de 36°C nas mesmas condições do ensaio de corrosão.

A Figura 5 ilustra os corpos de prova no interior da câmara de Salt Spray.



Figura 5 – Mostra a câmara de Salt Spray (A) e o detalhe da exposição dos corpos-de-prova no interior da câmara (B).

Após o período de exposição, os corpos-de-prova foram retirados da câmara de salt spray, lavados com água destilado, seco e examinados imediatamente visualmente e com microscópio óptico e MEV quanto à presença de corrosão.

A solução de saliva artificial foi analisada quantitativamente por absorção atômica quanto à presença de metais como titânio, cromo e níquel, a fim de verificar se houve alguma dissolução destes elementos durante o ensaio.

### Resultados

Para análise foi utilizado o microscópio eletrônico de varredura MEV acoplado com EDS, conforme ilustrado na Figura 6, que mostra a preparação da amostra para o ensaio e o interior da câmara do MEV.



Figura 6 – Mostra a amostra do pino de titânio no interior da câmara do MEV.

Os resultados dos ensaios estão apresentados a seguir:

### Composição Química dos Pinos de Titânio –

Os resultados da análise dos pinos de titânio mostraram uma material sendo 100% de titânio. A Figura 7 ilustra o gráfico dos componentes químicos presentes na amostra.

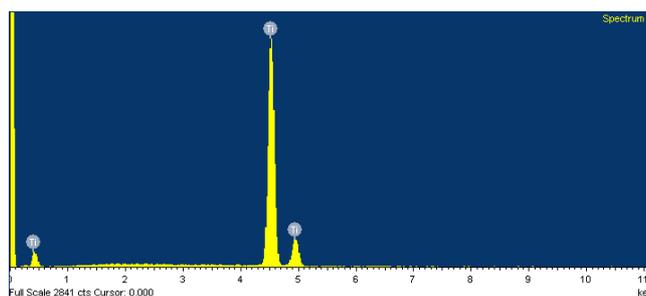


Figura 7 – Gráfico dos componentes químicos da amostra dos pinos de titânio.

### Composição Química dos Coopings –

Os resultados da análise dos coopings mostraram um material composto por uma liga à base de Níquel e Cromo. A Figura 8 ilustra o gráfico dos componentes químicos presentes na amostra.

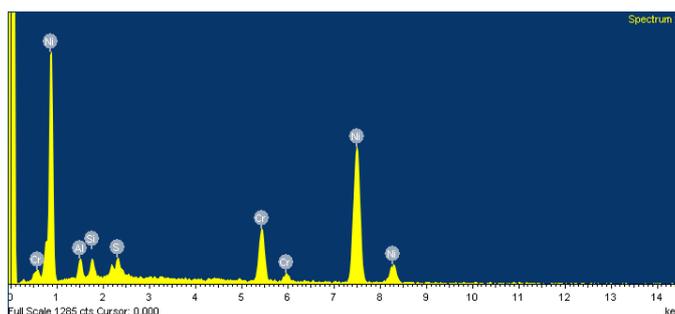


Figura 8 – Gráfico dos componentes químicos da amostra dos coopings.

### Saliva Artificial “Saliform” –

Os resultados com a saliva artificial estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos Ensaio com a saliva artificial

Ensaio	Resultados		Métodos de Ensaio
	Antes do ensaio	Após o Ensaio	
<b>Aparência da solução</b>	Líquido Viscoso de cor leitosa	Líquido Viscoso de cor leitosa	Visual
<b>pH</b>	6,62	6,52	ASTM-E70
<b>Presença de Contaminantes (ppm)</b>	Ni 0,00 Cr 0,00 Ti 0,00	0,00 0,00 0,00	Espectro Absorção Atômica

### Análise de Presença de Corrosão

Após a remoção dos corpos-de-prova da câmara de salt Spray e da imersão na solução de Saliva artificial, os mesmos foram examinados visualmente e preparados para uma análise microscópica com até 200X de aumento utilizando um microscópio óptico de luz polarizada da marca Polyvar- Reichert-Jung e um estereoscópio Óptico Olympus SZX-7, com a finalidade de verificar quanto a presença de corrosão na interface pino de titânio/cooping de aço Ni-Cr, na região indicada pela Figura 9.

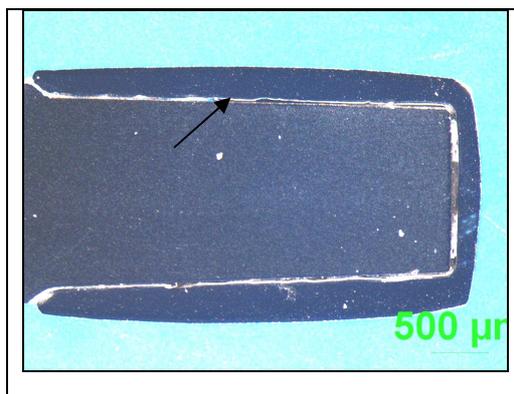


Figura 9 – Região de análise de presença de corrosão da interface pino de titânio/ cooping de aço Ni-Cr.

### Corrosão por Salt Spray -

Os corpos de prova ficaram expostos na câmara de Salt Spray durante 500h e os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos Ensaios de Corrosão após exposição em câmara de Salt Spray

Condições das amostras	Resultados
<b>Conjunto unido com cimento e exposição em Salt spray 5% NaCl</b>	Não foi observado qualquer oxidação ou indícios de corrosão na interface pino de titânio/ cooping de aço Ni-Cr com um aumento de até 200X (Figura 10).
<b>Conjunto unido sem cimento e exposição em Salt spray 5% NaCl</b>	Não foi observado qualquer oxidação ou indícios de corrosão na interface pino de titânio/ cooping de aço Ni-Cr com um aumento de até 200X (Figura 11).

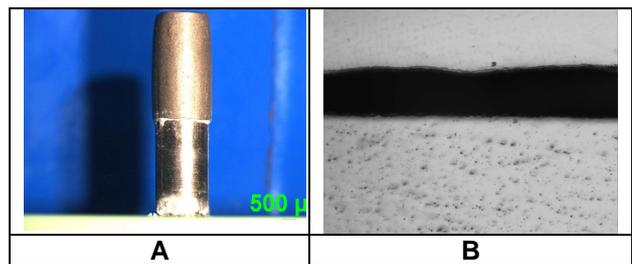


Figura 10- Análise Microscópica do conjunto Pino Ti/ Cooping Ni-Cr unido com cimento após 500h exposição Salt Spray: microscopia óptica Estéro (A) e análise metalográfica na região da interface pino/cooping (B).

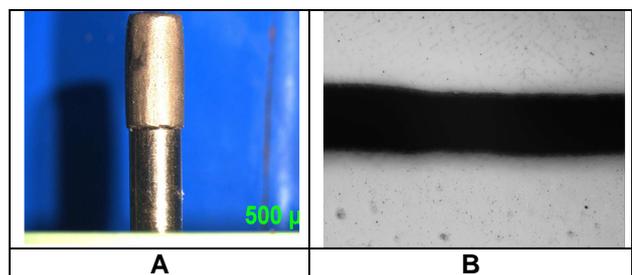


Figura 11- Análise Microscópica do conjunto Pino Ti/ Cooping Ni-Cr unido sem cimento após 500h exposição Salt Spray: microscopia óptica Estéro (A) e análise metalográfica na região da interface pino/cooping (B).

### Corrosão por Imersão em Saliva Artificial -

Os corpos-de-prova ficaram imersos na solução de Saliva artificial durante 500h a uma temperatura de 36°C, e os resultados dos ensaios de corrosão estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos Ensaios de Corrosão após imersão em solução de saliva artificial

Condições das amostras	Resultados
<b>Conjunto unido com cimento e Imersão em Sol. Saliva Artificial</b>	Não foi observado qualquer oxidação ou indícios de corrosão na interface pino de titânio/ cooping de aço Ni-Cr com um aumento de até 200X (Figura 12).
<b>Conjunto unido sem cimento e Imersão em Sol. Saliva Artificial</b>	Não foi observado qualquer oxidação ou indícios de corrosão na interface pino de titânio/ cooping de aço Ni-Cr com um aumento de até 200X (Figura 13).

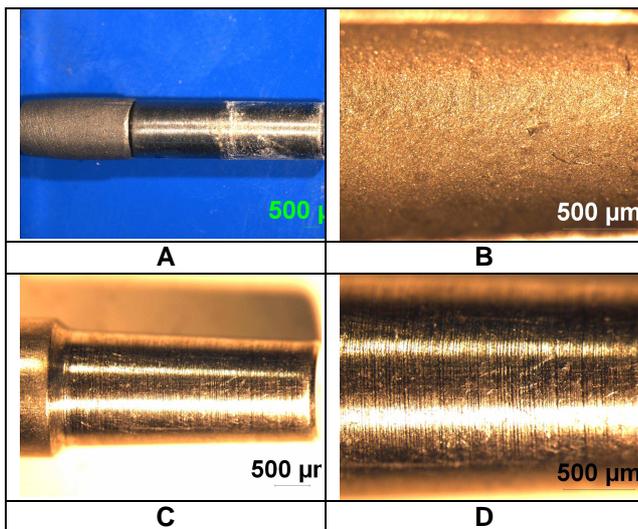


Figura 12- Análise Microscópica do conjunto Pino Ti/Coopering Ni-Cr unido sem união com cimento (A) após 500h de imersão em solução de Saliva artificial a 36°C: microscopia óptica em estéreo da região interna do cooper que ficou em contato direto com o pino de titânio (B) e o detalhe da superfície do pino de titânio que também ficou em contato direto com o coopering de aço Ni-Cr durante o ensaio (C e D).

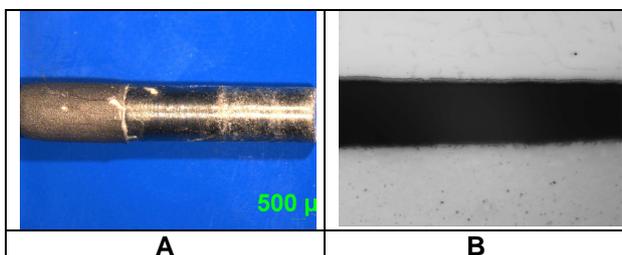


Figura 13- Análise Microscópica do conjunto Pino Ti/Coopering Ni-Cr unido com o cimento após 500h de imersão 500h em Saliva Artificial a 36°C: microscopia óptica em estéreo (A) e a análise metalográfica da região da interface pino de titânio/coopering de aço Ni-Cr (B).

## Conclusões

Com base nos ensaios realizados podemos concluir que o contato direto dos materiais empregados no processo de implante dentário são totalmente compatíveis do ponto de vista de corrosão galvânica, visto não apresentar qualquer tipo de corrosão quando o conjunto foi exposto em câmara de Salt Spray a 5% de NaCl, conforme ASTM-B-117 e com o contato direto com a solução de saliva artificial durante 500h a uma temperatura de 36°C.

Esta compatibilidade também foi verificada no ensaio químico em absorção atômica da solução de saliva artificial após o tempo de imersão, onde não foi verificada qualquer presença dos metais envolvidos: Ni, Cr e Ti, em níveis de ppm.

## Agradecimentos

O autor agradece ao Laboratório “Fórmula e Ação” pela doação da saliva artificial “Saliform”, ao Laboratório de Prótese Mendrot, em especial na pessoa do Sr. Robson Mendrot por ceder as instalações, materiais e equipamentos para a confecção dos cooperings, a Empresa Proconex por ceder os pinos de titânio, a Embraer por executar o ensaio de corrosão.

## Referências

- ASTM-B-117-97–Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.
- CORTADA M. et al. - Galvanic Corrosion behavior of titanium implants coupled to dental alloys. Journal of Materials science: Materials in Medicine 11 (2000) 287-293.
- ENOKIBARA et al - Caracterização Superficial e análise de Corrosão das ligas Ti-6Al-4V e Ti-10Mo em meios Fluoretados., Pesquisa e Tecnologia Minerva, volume 5, número 1, pag: 85-95, janeiro a junho 2008.
- PINHEIRO, A.R. – Manual Técnico de Implantes Dentários – Conexão Sistemas de Proteses – Niteroi – 2006.
- SOUZA, C. A. – Artigo sobre implantes Dentários. Disponível em: <http://www.implantes.odo.br>. Acesso em 20 maio 2010.