

# CARACTERIZAÇÃO DE JUNTA SOLDADA PELO PROCESSO TIG DE LIGA DE NÍQUEL-CROMO UTILIZADA COMO BIOMATERIAL – PARTE I<sup>1</sup>

Fábio da Silva Alves<sup>2</sup>

Marília Garcia Diniz<sup>3</sup>

Carlos Antonio Freire Sampaio<sup>3</sup>

Mauro Sayão de Miranda<sup>3</sup>

## Resumo

Nesta etapa do trabalho foram obtidos os aspectos micrográficos das zonas de fusão e das zonas termicamente afetadas de juntas soldadas pelo método comumente utilizado por protéticos de uma liga Ni-Cr usada para a confecção de próteses dentárias conhecidas como pontes-fixas. O método consiste em soldagem por maçarico com gás liquefeito de petróleo (GLP) e oxigênio, metal de adição e fluxo para soldas de liga à base de níquel comercialmente conhecida como FIT. Corpos de prova soldados da liga FITCAST- SB (261MPa, Ni 61% – Cr 25% – Mo10,5% – Si 1,5% – Ti<1%, dados do fabricante) foram submetidos a preparação metalográfica e microscopia óptica. Os aspectos micrográficos revelaram uma zona de fusão com uma segunda fase precipitada que variava do esférico ao dendrítico e uma zona termicamente afetada fazendo uma interface nitidamente distinta da microestrutura do metal de base. A soldagem de corpos de prova pelo processo TIG (Tungsten Inert Gas) mostrou-se possível para corpos de prova de pequenas dimensões, compatíveis com o tamanho dos dispositivos odontológicos soldados e encontra-se em fase de testes. Espera-se que o processo TIG gere juntas soldadas de melhores propriedades mecânicas e metalúrgicas quando comparadas às propriedades das juntas obtidas pelo método usual dos protéticos que parecem gerar microestruturas heterogêneas e muito distintas do metal de base.

**Palavras-chave:** Biomaterial odontológico; Soldagem; Liga de níquel - cromo.

## CHARACTERIZATION OF A TIG WELDING AREA OF A NICKEL – CHROMIUM ALLOY USED AS A BIOMATERIAL

### Abstract

In this initial stage of the work the metallographic aspects of the welded area for the method used by prosthetic of a Ni-Cr alloy had been gotten for the confection of dental prosthesis known as bridge-fixed. Welded bodies of test of FITCAST- SB alloy (261MPa, Ni 61% - Cr 25% - Mo 10.5% - Si 1.5% - Ti < 1%, manufacturer's data) had been submitted the metallographic preparation and optic microscopy. The microstructure aspects had disclosed a zone of fusing with one second precipitated phase that varied clearly of spherical to the dendritic and a zone thermally affected making a distinct interface of the microstructure of the base metal. The welding for TIG process (Tungsten Inert Gas) revealed to be possible for bodies of test of small dimensions, compatible with the size of the dental prosthesis and meets in phase of tests. One expects that process TIG generates welded area of better mechanical and metallurgical properties when compared with the properties of the areas gotten for the usual method of the prosthetic ones that they seem to generate heterogeneous and very distinct microstructures of the base metal.

**Key words:** Dental biomaterial; Welding; Nickel - chromium alloy.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Aluno de Iniciação Científica, Depto. Engenharia Mecânica, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, CEP 20550-013, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.*

<sup>3</sup> *Prof. Adjunto, Depto. Engenharia Mecânica / Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, CEP 20550-013, Rio de Janeiro (RJ), Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

Desde 1960, as combinações entre ligas metálicas e porcelanas vêm sendo utilizadas por dentistas para a construção de dispositivos de restauração oral. A combinação entre ligas metálicas em peças fundidas e o revestimento de porcelanas promove uma excelente combinação entre resistência mecânica de uma superestrutura metálica e a aparência estética de dentes de porcelana, criando a ilusão de que as restaurações são verdadeiros dentes. As ligas metálicas têm sido desenvolvidas para formarem uma forte adesão com as porcelanas, com ligações estáveis e duráveis. Várias ligas metálicas não ferrosas têm sido utilizadas para fabricação de próteses dentárias. A escolha destas ligas se baseia em sua excelente resistência à corrosão e uma boa resistência mecânica, além de não causarem danos, tais como a liberação de elementos citotóxicos.<sup>(1)</sup>

Algumas das ligas metálicas utilizadas para a fabricação das próteses dentárias são à base de níquel e elas apresentam propriedades mecânicas e químicas bastante favoráveis para a construção do referido sistema metal – cerâmico.<sup>(2)</sup>

Os dispositivos odontológicos feitos de ligas à base de níquel são normalmente obtidos por processos de fundição por centrifugação e em laboratórios de próteses os quais também realizam o processo de soldagem de pequenas partes que irão compor uma peça que não possa ser obtida em apenas uma etapa de fundição.

Uma prótese dentária deverá apresentar uma distribuição uniforme de forças e uma adaptação a mais perfeita possível, de tal modo que ocorra de forma exata e passiva.<sup>(3)</sup> O emprego da soldagem entre os elementos pilares, durante a fase da confecção da estrutura metálica, tem sido um artifício utilizado por grande parte dos cirurgiões-dentistas na solução de problemas de adaptação.<sup>(4)</sup>

O processo de soldagem das ligas à base de níquel comumente praticado em laboratórios de próteses dentárias, utilizada maçarico com gás liquefeito de petróleo (GLP) e oxigênio como fonte térmica, metal de adição e fluxo para soldas de liga à base de níquel comercialmente conhecida como FIT [<http://www.talladium.com.br>, dados obtidos em 15 de agosto de 2006].

Buscando-se cumprir os requisitos para escolha de materiais biocompatíveis, os materiais metálicos apresentam ampla aplicação e o estudo de suas propriedades mecânicas e dos seus mecanismos de fratura se valida pela importância na obtenção de melhor qualidade e menor custo do material em aplicações odontológicas.<sup>(5)</sup> Realçando a grande importância na determinação de propriedades mecânicas de biomateriais, este trabalho objetiva caracterizar as propriedades mecânicas e metalúrgicas das juntas soldadas pelo processo comumente utilizado pelos laboratórios de próteses dentárias e comparar os resultados com juntas soldadas pelo processo TIG. Espera-se conhecer mais sobre as microestruturas geradas pelo processo convencional de soldagem e suas propriedades mecânicas, com a finalidade de comparação com as propriedades obtidas nas juntas soldadas pelo método TIG na busca de uma técnica alternativa que permita a soldagem dos dispositivos odontológicos e com melhores resultados finais. Nesta primeira etapa foram obtidos os aspectos microestruturais das juntas soldadas pelo método comumente praticado pelos protéticos. Nas próximas etapas serão realizados ensaios de microdureza nas referidas juntas e a caracterização mecânica e metalúrgica de juntas soldadas pelo processo TIG.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O material do presente trabalho é uma liga de níquel, utilizada para fabricação de próteses odontológicas fixas, denominada comercialmente FIT-CAST SB. A composição química (% em peso) fornecida pelo fabricante é de 61% de Ni, 25% de Cr, 10,5% de Mo, 1,5% de Si e Ti < 1% [<http://www.talladium.com.br>, 15 de agosto de 2006].

Foram confeccionados três corpos de prova de juntas soldadas, que foram obtidos da união das partes com 2,5mm de diâmetro e 18 mm de comprimento, dimensões estas, compatíveis com as utilizadas na fabricação das próteses dentárias.

O procedimento de soldagem foi realizado de acordo com as técnicas usuais de laboratório de próteses que incluem as etapas de limpeza da região a ser soldada, fixação das partes envolvidas na soldagem com cera, preparação do revestimento (suporte dos corpos de prova), ajuste da chama (8 psi de oxigênio, 5 psi de gás GLP), preparo do fluxo e da vareta de solda. A Tabela 1 apresenta a composição química da vareta de solda e a Tabela 2 apresenta a composição química do fluxo utilizado.

**Tabela 1** - Composição química do metal de adição utilizado [<http://www.talladium.com.br>, 15 de agosto de 2006].

ELEMENTO	PERCENTAGEM EM PESO (%)
Silício	4 – 5
Cromo	13 – 15
Boro	2,5 – 3
Titânio	0,5 – 0,7
Ferro	1,5 – 2,5
Níquel	Restante

**Tabela 2** - Composição química do fluxo utilizado na solda [<http://www.talladium.com.br>, 15 de agosto de 2006].

COMPOSTO	PERCENTAGEM EM PESO (%)
Potássio Tetra Borato	40 – 50
Ácido Bórico	40 – 60
Farinha de Potássio Borato	5 – 14

Para o teste de avaliação da possibilidade de uso do processo de soldagem TIG para os pequenos corpos de prova foi utilizada a máquina Castotig 2000 AC – DC com gás argônio. A máquina foi regulada para uma corrente de solda de 15 Ampères e vazão de argônio de 10 litros por minuto. O preparo do corpo de prova foi o mesmo descrito anteriormente. Não foi utilizado metal de adição, apenas deu-se início ao processo de soldagem com a fusão de uma pequena quantidade do próprio metal de base.

Os corpos de prova soldados foram embutidos em resina para a obtenção de amostras metalográficas. Em seguida foram lixadas em lixadeira automática seguindo a seqüência de granulometrias das lixas 80, 220, 440 e 600. Ao final da etapa de lixamento seguiram-se polimentos com pasta de diamante nas granulometrias 1µm, 1/2 µm e 1/4 µm. As amostras foram então atacadas com solução à base de ácido nítrico e fluorídrico. O ataque foi realizado por dois minutos.

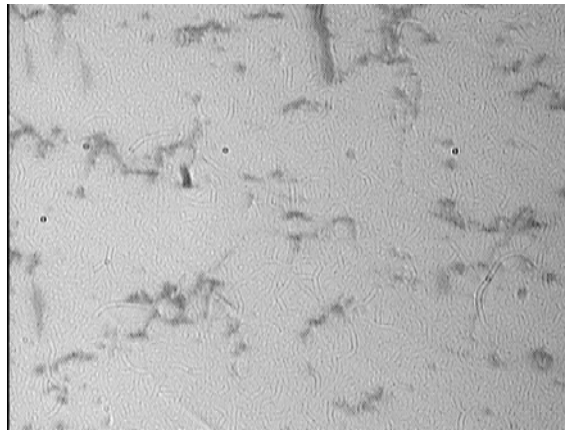
A observação das microestruturas foi feita em um microscópio óptico com captura digital de imagem através de uma câmera digital e software apropriado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras de 1 até 3 apresentam exemplos dos aspectos micrográficos obtidos para as juntas soldadas pelo método utilizado por protéticos. As micrografias obtidas revelaram aspectos típicos de fundição de ligas de níquel para as regiões de metal de base (Figura 1), onde a estrutura consiste em carbeto precipitados (regiões mais escuras) em formas esféricas e dendríticas em uma matriz rica em níquel.<sup>(6)</sup>

Um trabalho anterior<sup>(7)</sup> revelou para o metal de base as presenças significativas de Mn e Al detectados por espectroscopia por dispersão de energia. A possível presença do C foi considerada devido aos aspectos micrográficos obtidos.<sup>(6)</sup> Os elementos Mn, Al e C não constam nas informações fornecidas pelo fabricante sobre a composição química da liga utilizada, mas sabe-se que pequenas quantidades de carbono já são significativas para a formação de carbeto em ligas de níquel.

As zonas de fusão revelaram-se com uma segunda fase precipitada que variava do esférico ao dendrítico (Figura 2) e uma zona termicamente afetada fazendo uma interface nítidamente distinta da microestrutura do metal de base (Figura 3).



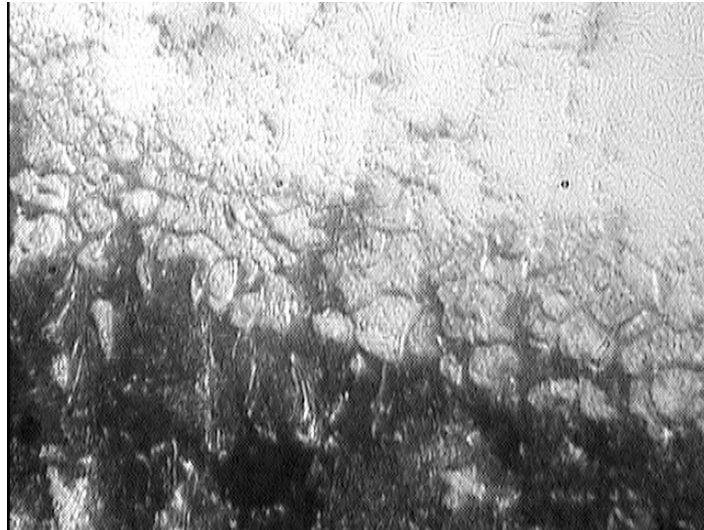
**Figura 1** – Aspecto micrográfico do metal de base da liga de níquel-cromo. Ataque HF, aumento 500X.

O processo de soldagem padrão dos protéticos apresentou todas as características de uma brasagem. Sabe-se que a temperatura alcançada (< 450°C) é muito menor que a de fusão da liga Ni-Cr utilizada como metal de base.<sup>(6)</sup>



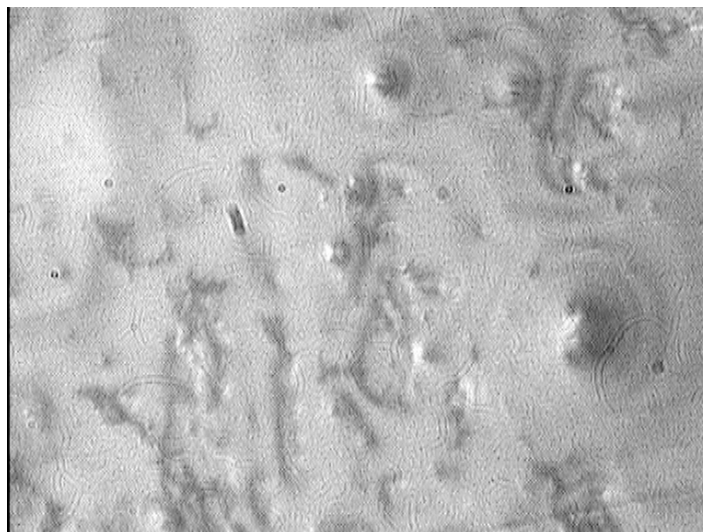
**Figura 2** – Aspecto micrográfico da zona de fusão da junta soldada. Ataque HF, aumento 380X.

Nota-se uma diferença significativa entre os tamanhos e geometrias dos carbeto precipitados no metal de base e os tamanhos e geometrias da fase dendrítica da zona de fusão. Esta diferença poderá provocar uma grande heterogeneidade no comportamento mecânico entre as regiões soldada e o restante da peça.



**Figura 3** – Aspecto micrográfico da zona termicamente afetada (ZTA) da junta soldada. Ataque: HF, aumento: 500X.

Muito embora o teste de soldagem do corpo de prova pelo processo TIG realizado nesta etapa inicial do trabalho, não permita comparações com os resultados obtidos no processo padrão dos protéticos, pois não foram adicionados o metal de adição e seu fluxo apropriado, foi possível avaliar a viabilidade de soldagem pelo referido processo (TIG) em peças de pequenas dimensões (tamanhos compatíveis com peças de pontes fixas) e de liga não ferrosa. Foi obtida boa “molhabilidade” e continuidade microestrutural na região soldada. A microestrutura tanto da zona de fusão quanto da zona termicamente afetada mostrou-se similar à microestrutura do metal de base. A Figura 4 exemplifica o aspecto microestrutural da zona de fusão obtida no teste do processo TIG.



**Figura 4** – Aspecto micrográfico da zona de fusão para o teste de soldagem pelo processo TIG. Ataque: HF, aumento 800X.

## 4 CONCLUSÃO

O processo de soldagem comumente utilizado por laboratórios de próteses odontológicas gerou grandes diferenças microestruturais entre a junta soldada e o metal de base, o que poderá significar uma má distribuição de tensões nos dispositivos dentários de liga à base de Ni-Cr e levá-los a possíveis falhas por fratura.

A princípio, espera-se que o processo TIG venha a gerar menor heterogeneidade microestrutural entre as juntas soldadas e o metal de base, tornando-se uma alternativa entre o processo convencional e o à laser, este de elevado custo.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS

- 1 VON RECUM, ANDREAS F., editor, *Handbook of Biomaterials Evaluation*, 2ª edição, Taylor & Francis, London, 1999.
- 2 WILLIAMS, D. F., *Medical and Dental Materials*, VCH Publishers Inc., New York, USA, 1992.
- 3 SOUZA, L. L. de, *Caracterização Microestrutural e Resistência à Corrosão de Ligas Ni-Cr-Mo Refundidas Utilizadas em Próteses Dentárias*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, UNESP, São Paulo, 2005.
- 4 JOHNSON, C., *An Overview of The Types of Arc Welding*, disponível em [www.bsu.edu/web/cwjohnson2/welding.html](http://www.bsu.edu/web/cwjohnson2/welding.html), acesso em 23 de janeiro de 2006.
- 5 SILVER, F. & DOILLON, C., *Biocompatibility*, VCH Publishers Inc., New York, USA, 1989.
- 6 METALS HANDBOOK , 8ª edição, vol. 7, ASM Handbook Committee American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 44073, 1964.
- 7 PIMENTA, A. R.; DINIZ, M. G., SAMPAIO, C. A. F.; MIRANDA, M. S., *Caracterização Mecânica e Metalúrgica de Liga à Base de Níquel Utilizada Como Biomaterial*, In: XIII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, Anais do XIII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, 2006.