



Determination of The Fusion Temperature of a Ni-Cr Alloy

Determinação da Temperatura de Fusão de Uma Liga de Ni-Cr

Através da Técnica da Calorimetria Diferencial de Varredura

INTRODUÇÃO

As restaurações dentárias fundidas vem sendo utilizadas desde o final do século passado. Atualmente novas pesquisas estão surgindo para aperfeiçoar os materiais utilizados na Odontologia, procurando realizar procedimentos cada vez mais precisos.

Devido às comprovadas qualidades do ouro e suas ligas, estes materiais foram, por muitos anos, utilizados como preferência para os procedimentos de restaurações odontológicas. Contudo, com o alto custo das ligas nobres e preciosas, tornou-se impraticável a realização de trabalhos em ouro. Com isso, muitos profissionais procuraram buscar soluções mais econômicas para o problema, com a conseqüente introdução de novas ligas não áureas no comércio.

As ligas à base de Níquel e Cromo estão sendo utilizadas em grande escala como boas substitutas para as ligas de ouro. Esta motivação se deve principalmente devido às características que apresentam, tais como: módulo de elasticidade superior, menor densidade, maior resistência, menor flexibilidade, alongamento satisfatório e custo reduzido. Suas características de expansão se assemelham com as ligas áureas e a formação de óxidos possibilitam uma adequada adesão à porcelana. Estas ligas alternativas devem apresentar, dentre outras características, propriedades físicas e mecânicas adequadas a qualquer tipo de trabalho restaurador⁸.

O conhecimento da temperatura de fusão dos metais e ligas é de grande importância no momento de sua indicação, para que se obtenha sucesso nos trabalhos realizados com estes materiais. O processo de fundição das ligas não nobres requer maior precisão e técnicas de manipulação diferentes das ligas de metais nobres. As ligas não nobres possuem temperatura de fusão muito alta, e portanto, apresentam maior contração de solidificação que as ligas de ouro, além disso, aquelas que possuem zona de fusão muito ampla são mais favoráveis à corrosão. As ligas para restauração metalocerâmica devem ter uma zona de solidificação em temperaturas elevadas, de modo que o metal permaneça sólido bem acima da temperatura de cocção da porcelana, para obter menor distorção marginal das infra-estruturas metálicas.

Alguns trabalhos relatam maiores contrações das infra-estruturas metálicas nas ligas de alta fusão que nas ligas com ponto de fusão mais baixo^{3,2,6,1}.

O trabalho de PRESTON & BERGER⁷ ressalta a propensão dos metais de se deformarem ou fluírem a temperaturas elevadas, quando a temperatura de queima da porcelana aproxima do ponto de fusão da liga.

Convém salientar que a liga de Ni - Cr apresenta temperatura de fusão em torno de 1280 a 1330°C e uma diferença de ponto de fusão liga/porcelana, o que torna menos favorável à distorção do metal⁴.

- Viviane Ferreira Milagres

Aluna de Mestrado em Prótese do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic/Campinas/SP.

- Karina Novaes Olivieri

- Adriana Silva de Carvalho

- Milton Edson Miranda

Professores do Programa de Pós-Graduação do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic/Campinas/SP.

- Heli Benedito Brosco

Prof. do Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Bauru - USP/SP

Os AA pesquisam a temperatura de fusão de duas ligas de Níquel-Cromo (uma comercial e outra experimental).

CONTATO C/AUTOR:

E-mail: viviane@buynet.com.br

DATA DE RECEBIMENTO:

Fevereiro/2005

DATA DE APROVAÇÃO:

Abril/2005

Tabela 1 - Composição química das ligas (% em peso).

Ligas	Elemento Químico									
	Ni	Cr	Mo	Si	Be	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
Experimental*	77,0	13,0	5,3	0,4	1,8	2,5	-	-	-	-
Durabond	62,6	19,7	9,16	-	-	-	2,50	0,86	0,006	0,01

*NOTA - Liga formulada pelo Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP e elaborada no Centro Integrado de Ligas Metálicas Prof. José Chiodi Netto.

Métodos diversos, para a obtenção da temperatura de fusão, podem levar a resultados divergentes, havendo a necessidade de padronização dos testes utilizados para a obtenção de resultados precisos⁵.

Em virtude da preocupação em se obter características adequadas e resultados satisfatórios na utilização das ligas, o Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru vem desenvolvendo uma série de ligas alternativas, dentre elas as ligas à base de Níquel e Cromo, na tentativa de melhorar suas características em relação às comerciais disponíveis. Vários testes de propriedades físicas e biológicas estão sendo feitos, destacando - se a importância da determinação da zona de fusão das ligas metálicas experimentais.

Devido a isto, o objetivo do trabalho foi determinar a temperatura de fusão de uma liga de Níquel-Cromo desenvolvida pelo Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru, comparando os resultados obtidos com os de uma liga comercial de composição semelhante, determinados nas mesmas condições de experimento.

MATERIAL E MÉTODOS

A temperatura de fusão é uma propriedade importante para os procedimentos de laboratório na obtenção do padrão metálico de uma fundição. A fonte de calor necessária para colocar a liga metálica em estado de fusão deve ser adequada e as informações do fabricante devem ser de forma clara e precisa.

Para este trabalho foram utilizados dois tipos de ligas à base de Níquel - Cromo: uma liga experimental, desenvolvida pelo Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP, com grau de pureza analítico e sua composição determinada através de métodos qualitativos e quantitativos. A outra liga utilizada foi a liga comercial Durabond, fabricada por Dental Gaúcho Marquart & Cia Ltda, S.P. Avaliou-se a temperatura de fusão de dois tipos de ligas à base de Níquel - Cromo, fazendo um estudo comparativo entre estas ligas, no que diz respeito a esta propriedade.

A tabela 1 fornece as informações da composição química das ligas utilizadas neste estudo.

As amostras foram obtidas e encaminhadas para o Laboratório de Solidificação do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos para a determinação da temperatura de fusão através da análise térmica,

a qual permite determinar os seus respectivos pontos de fusão com extrema acuracidade.

Para a realização da análise térmica foi utilizado o Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC), modelo 404 da Netzsch o qual permite atingir temperaturas máximas de 1400°C, com precisão. O DSC é constituído de um forno, um porta amostra, uma fonte de potência, um controlador e programador de temperatura, um sistema de aquisição de dados computadorizado, uma bomba mecânica para obtenção de vácuo no forno e uma linha para entrada de atmosfera inerte (neste caso o argônio) (FIG. 1, 2, 3 e 4).

As temperaturas onde ocorreram as transformações de fusão das ligas são registradas através de termopares, acoplados a uma base de platina que suporta os cadinhos contendo as amostras.

O DSC mede diretamente a quantidade de fluxo de calor do forno entre o cadinho de alumina de alta pureza vazio e o cadinho também de alumina contendo a amostra de Ni - Cr. Através de um sistema de aquisição de dados o DSC fornece um termograma da referida amostra, o qual registra picos exotérmicos e endotérmicos correspondentes às temperaturas de transformações ocorridas durante o aquecimento e a temperatura de fusão do material.

O termograma característico de um DSC é composto de uma linha base na qual eventos endotérmicos (reação de fusão) e exotérmicos (resfriamento durante a solidificação) ocorrem devido à absorção e perda de calor sofridas pelas amostras nas transformações de fase, respectivamente.

Os ensaios de determinação da temperatura de fusão foram realizados com duas amostras de ligas experimentais, denominadas M4 e M5 e com duas ligas comerciais, M6 e M7. A análise foi realizada num intervalo de temperatura de trabalho que variava entre a temperatura ambiente e 1500°C, numa atmosfera de argônio.

RESULTADOS

Os dados obtidos a partir de termogramas realizados pela técnica da Calorimetria Diferencial de Varredura encontram-se na tabela 2.

As temperaturas de fusão completa de ambas as ligas foram praticamente iguais, no entanto a liga experimental de Ni - Cr apresentou uma faixa de fusão de cerca de duas vezes maior

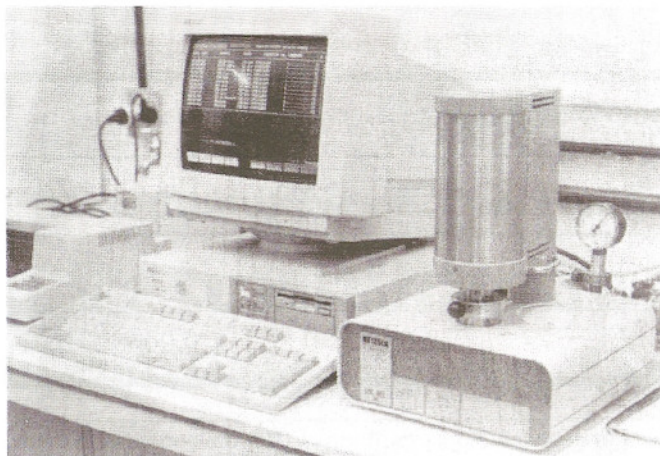


Fig 1 - Conjunto principal do DSC acoplado ao sistema de aquisição de dados.

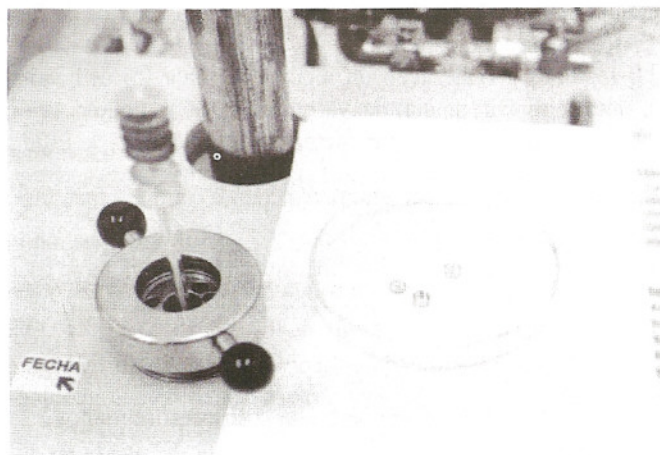


Fig. 3 - Cadinhos.

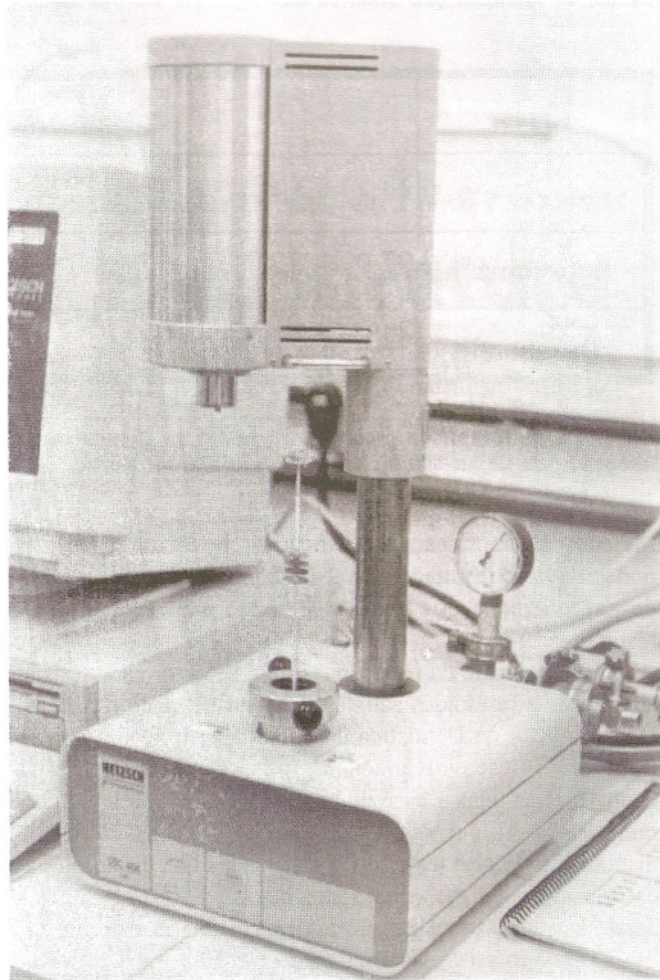


Fig. 2 - Calorímetro.

que a comercial. As faixas de fusão das ligas testadas foram obtidas subtraindo a temperatura máxima da temperatura mínima de fusão.

DISCUSSÃO

O conhecimento da temperatura de fusão é muito importante na escolha do processo empregado para a fundição, temperatura do revestimento onde a liga será injetada, possibilidade de soldagem e maior e menor facilidade de fundição. Nos trabalhos de fundição a zona de fusão deve ser conhecida para que se saiba a temperatura na qual se deve aquecer a liga para obter uma correta fundição odontológica. O uso incorreto dos procedimentos laboratoriais de fundição, muitas vezes devido ao super aquecimento da liga durante a operação de fusão, pode provocar um desequilíbrio dos componentes, prejudicando suas propriedades. Para que seja possível qualquer tipo de aplicação odontológica da liga de Ni - Cr experimental, sua caracterização em termos de temperatura de fusão é crucial.

Da análise deste estudo, algumas observações podem ser consideradas em relação aos resultados encontrados: as diferenças ocorreram em relação à zona de fusão dessas ligas, sendo maior para a liga experimental. No que diz respeito à liga comercial Durabond, notou-se diferenças entre as temperaturas

de fusão encontrada por MONDELLI⁵, que foi de 1184°C, e a demonstrada neste trabalho, de 1359,7°C. Provavelmente, os diferentes meios utilizados para se encontrar estas temperaturas influenciaram nos resultados, mostrando a necessidade de se encontrar um teste que seja usado como padrão. Os resultados encontrados para a liga comercial ensaiada concordam com o apresentado nas informações que acompanham as embalagens da liga Durabond. Para verificar a maior contração térmica das ligas de Ni - Cr, DUNCAN² relacionou as discrepâncias marginais obtidas nas fundições feitas com estas ligas, concluindo que isto provavelmente está relacionado à temperatura de fusão elevada dessas ligas.

A dificuldade em se encontrar resultados coerentes entre todos os autores que estudaram as propriedades físicas das ligas não nobres é demonstrada pela falta de precisão dos testes e aparelhos utilizados, explicando os resultados deficientes normalmente encontrados em relação à temperatura de fusão. Os experimentos relativos à temperatura de fusão sugerem ser muito importante determinar exatamente o método a ser empregado, para que se possa obter reprodutibilidade de resultados.

Dos métodos relatados na literatura consultada, para determinar a temperatura de fusão, deve-se procurar aquele no qual os valores se aproximem daqueles encontrados no diagrama de constituição binário das ligas. Com tais diagramas pode-se

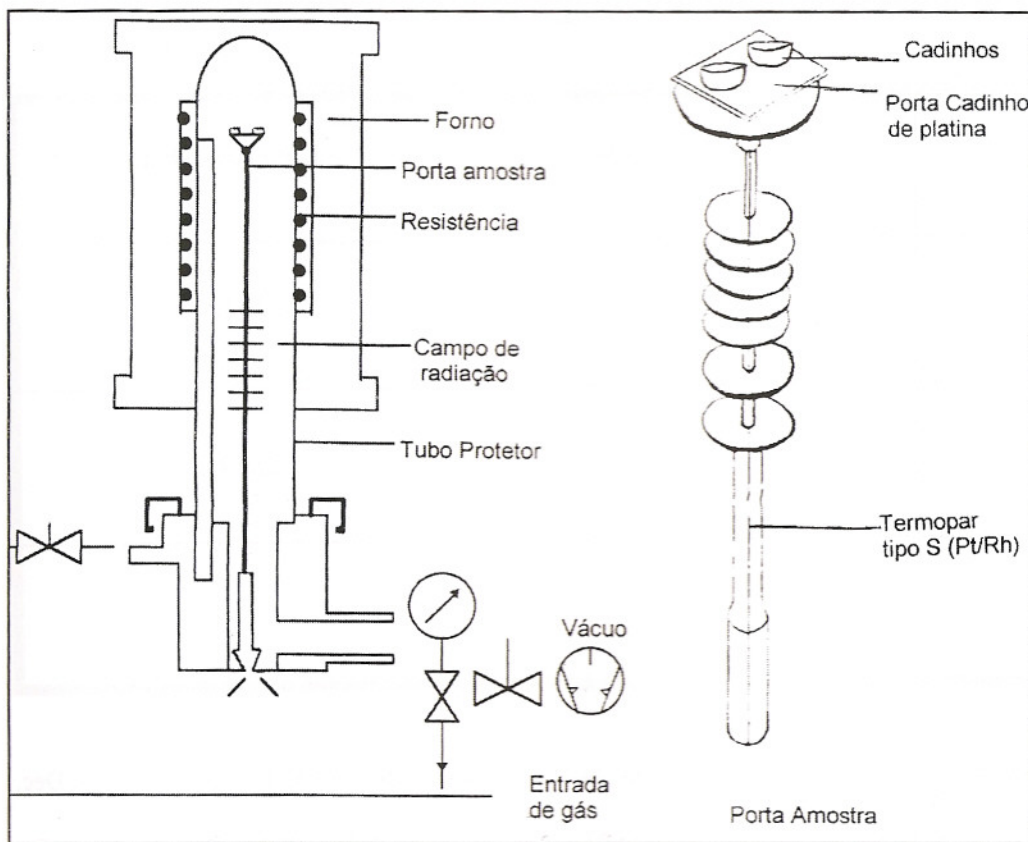


Fig. 4 - Desenho esquemático: Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC) da Netzsch, modelo 404.

ter noção das temperaturas inicial e final de solidificação de qualquer liga do sistema e de fenômenos que ocorrem durante ou após a solidificação.

Através da técnica da Calorimetria Diferencial de Varredura as temperaturas de fusão características de cada liga foram registradas, através da quantificação do calor envolvido durante as transições endotérmicas e exotérmicas. O DSC fornece uma maior sensibilidade nas medidas de fluxo de calor, registrando as temperaturas de transição, onde há transformações ou mudanças de uma fase para outra.

Grandes diferenças são obtidas nas temperaturas de fusão quando se utiliza métodos distintos e ligas de diferentes procedências.

As restaurações fundidas necessitam da utilização de uma técnica correta, dependendo do conhecimento prévio da composição química da liga e de seu ponto de fusão. O limite alto da temperatura de fusão das ligas não nobres requer procedimentos de fundição diferentes daqueles utilizados para as ligas áureas. Para se ter sucesso nos trabalhos realizados com as ligas de Ni - Cr é necessário compreender que suas propriedades físicas são muito diferentes das do ouro e devem, por isso, ser manipuladas por técnicas também diferentes daquelas usadas para as ligas nobres. Apesar disso, os equipamentos a serem utilizados devem ser de uso comum nos laboratórios, pois não haveria o interesse em se obter ligas de custo menor, mas que exigissem equipamentos complicados e de custo elevado

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, a partir da utilização do teste proposto e dos materiais empregados, permitiu

- nos concluir que:

A - As ligas tiveram um comportamento de fusão semelhante, ficando a temperatura inicial e final, para a liga experimental, em 1117,55°C e 1338,0°C respectivamente. Para a liga comercial a temperatura inicial foi de 1262,75°C e final 1359,7°C.

B - A faixa de fusão foi maior para a liga experimental (220,45°C) quando comparada com a comercial (96,95°C).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar as temperaturas de fusão de duas ligas à base de Níquel - Cromo. Utilizou-se uma liga comercial (Durabond) fabricada pela Dental Gaúcho Marquart & Cia Ltda, SP e uma liga experimental, desenvolvida pelo Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru. Os testes foram realizados através da técnica da Calorimetria Diferencial de Varredura, que registrava com exatidão as temperaturas mínimas e máximas de fusão das ligas. Constatou-se que o teste para a determinação da temperatura de fusão mostrou-se efetivo para as ligas de Ni - Cr, revelando resultados exatos e reprodutíveis. A liga experimental apresentou uma maior faixa de fusão (220,4°C) quando comparada com a liga comercial (96,9°C).

Palavras-Chave: Ligas de cromo; Níquel; Calorimetria.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the results of the fusion temperature of two Ni - Cr alloys. A commercial alloy (Durabond) and an experimental alloy, developed by the

Tabela 2 - Faixa de fusão das amostras das ligas experimental e comercial

Temperatura (°C)	Liga Experimental	Liga Comercial
Inicial	1117,5	1262,7
Final	1338,0	1359,7
Faixa de fusão	220,4	96,9

Department of the Bauru School of Dentistry - USP, were used in this study. The tests were done with a Differential Scanning Calorimetry, which registered with precision the minimal and maximum fusion temperature of the alloys. It was observed that the test for the determination of the fusion temperature was effective for Ni - Cr alloys, revealing results that were exact and reproductive. The experimental alloy showed higher fusion range (220.4°C) when comparing with the commercial alloy (96.9 °C).

Key-Words: Chromium alloys; Nickel; Calorimetry

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTOLLOTTI, R. L. Casting Metals II: High- Fusing alloys. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, v. 11, n. 6, p. 370-377, June 1990.
- DUNCAN, J. D. The casting accuracy of nickel - chromium alloys for fixed prothesis. *J. Prosth. Dent.*, v. 47, n. 1, p. 63-68, Jan. 1982.
- EDEN, G. T. et al. Fit of porcelain fused to metal crown and

bridge castings. *J. Dent. Res.*, v. 58, n.12, p. 2360-2368, Dec. 1979.

4. MARTINS SILVA, E. M. et al . Términos cervicais: indicações em função das ligas utilizadas. *Rev. Bras. Odont.*, v. 51, n. 6, p. 7-12, Nov. / Dez. 1994.

5. MONDELLI, J. *Ligas alternativas para restaurações fundidas*. São Paulo: Panamericana, 1995.

6. MONDELLI, J. et al . Avaliação do desajuste de coroas totais fundidas com diferentes ligas metálicas alternativas relacionado com a contração de fundição. Técnicas de inclusão e tipos de revestimento. I. *Rev. Bras. Odont.*, v. 46, n. 2, p. 26-38, mar. / abr. 1989.

7. PRESTON, J. D.; BERGE, R. Laboratory variables affecting ceramometal alloys. *Dent. Clin. N. Am.*, v. 21, n.4, p. 717-728, Oct. 1977.

8. VIEIRA, D. F. *Metais e ligas metálicas: noções básicas para dentistas*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1967.