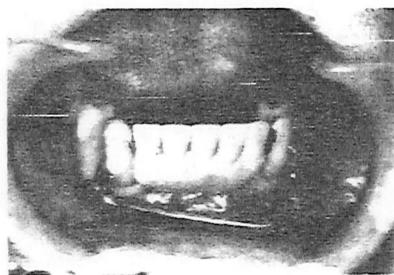


Odontólogo Moderno

ATO DE JANEIRO

Sumário



MEMORANDO

- 5 • Aos Nossos Colaboradores

ARTIGOS

- 6 • Desenvolvimento de uma Liga Experimental de Níquel-cromo para Restaurações Metalocerâmicas — *Profs. Osvaldo Luiz Bezzon, Maria da Glória C. Mattos, João Manuel Domingos D. Rollo e Heitor Panzeri*
- 9 • Terapêutica Antimicrobiana Sistêmica em Odontologia — *Prof. Diógenes Ferreira Alves*
- 12 • Paciente Especial — Crise Convulsiva — Exostose Submentoniana — *Prof. Roberto Elias*
- 14 • Barra de União Adesiva Conjugada com Prótese Parcial Removível "Swing Lock" — *Profs. Maria da Glória Chiarello de Mattos, Osvaldo Luiz Bezzon, Luiz Aurélio Fregonesi e Simone Soares Pedrosa*
- 21 • Técnica da Mão sobre a Boca — *Prof. Gilson de Assis Pinheiro e Alessandra Melazo Dias*
- 24 • Registros Intra-oraais — Avaliação da Movimentação das Bases de Prova Superior e Inferior. Através de Radiografias Cefalométricas — *Prof. Humberto Gennari Filho*

Nossa capa

Desde os primórdios das civilizações, a preocupação da estética e saúde dos dentes.

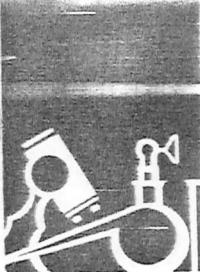
prod 000818

sysno 0875265

CONSELHO CIENTÍFICO

Regis Alonso Verri — Presidente (SP)
Cláudio José Maia Nogueira (AL)
Geraldo Maia Campos (SP)
Jorge Corrêa (SP)
Jairo Seara Polidoro (SC)
José Simões Bartoso (SP)

Luiz Gomes Nogueira (CE)
Osmar Soares de Freitas (SP)
Valdemar Mallet da Rocha Barros (SP)
Marco Antônio Brandão Pontual (ES)
Carlos Roberto Berger (PR)
Egíncar Jordão de Vasconcelos (PE)



Desenvolvimento de uma Liga Experimental de Níquel-cromo para Restaurações Metalocerâmicas

B 574 d
574104 576328
OSVALDO LUIZ BEZZON
MARIA DA GLORIA C. MATTOS
Professores doutores do Departamento de
Materiais Dentários e Prótese da Faculdade
de Odontologia de Ribeirão Preto-USP.
576557
JOÃO MANUEL DOMINGOS D.
ROLLO
Professor adjunto do Departamento de
Materiais da Escola de Engenharia de São
Carlos-USP.
175900 HEITOR PANZERI
Professor titular do Departamento de
Materiais Dentários e Prótese da Faculdade
de Odontologia de Ribeirão Preto-USP.

Resumo

Os autores relatam o desenvolvimento de uma liga experimental composta de níquel, cromo, berílio e nióbio, com a finalidade de contribuir com o estudo das ligas de Ni-Cr para restaurações metalocerâmicas e fazem avaliação dos fatores relacionados à ação metalúrgica dos seus componentes, que foram fundamentais para a definição da formulação proposta.

A liga formulada foi submetida a análises química e metalográfica, em termos comparativos com uma liga comercial do mesmo tipo, exibindo maior conteúdo de carbono e aspecto metalográfico mais heterogêneo que a liga comercial.

Unitermos: Restaurações metalocerâmicas; berílio; ligas de níquel e cromo.

Introdução

A compreensão da necessidade de se manipular as ligas de Ni-Cr por meio de técnicas individualizadas (17) foi decisiva na importância que essas ligas têm hoje para a Odontologia.

Assim, a expectativa negativa de que a classe odontológica pudesse estar sendo pressionada pelo fator econômico para utilizar, indiscriminadamente, ligas de má qualidade (6) foi desaparecendo, à medida que também o foram os resultados negativos verificados de início.

Em que pese a indiscutível nobreza das propriedades das ligas áuricas, vários autores (2, 7, 8, 11, 17) destacaram a adequação das propriedades das ligas de Ni-Cr para as restaurações metalocerâmicas, sugerindo, até, que podem ser a base para restaurações de qualidades superiores (12).

Com o propósito de contribuir com o estudo desse grupo de ligas, se relata aqui o desenvolvimento de uma liga experimental à base de níquel e cromo e se discute a complexidade que envolveu sua formulação. Os ensaios comparativos

para a determinação do seu potencial de uso clínico serão apresentados em publicações posteriores.

Materiais e métodos

Desenvolvimento da liga experimental

A liga desenvolvida foi planejada com a composição que consta na Tabela 1.

Foram utilizados como matérias-primas: níquel, cromo e manganês metálicos e duas ligas eutéticas, níquel-niôbio e níquel-berílio, com as composições que constam na Tabela 2.

A fusão foi feita em um forno de fúrano a vácuo de fabricação GCA com sistema de aquecimento do tipo *solid state* de média freqüência Inductotherm (30 kHz), com 50kW de potência máxima. O vácuo primário de 30mmHg foi obtido por bomba mecânica Stokes, modelo 149 H-11. O cadinho utilizado foi construído com material cerâmico sintetizado e o vazamento foi feito em lingoteira de ferro fundido nodular, pintada com tinta à base de zirconita para evitar aderência.

Tabela 1
Formulação planejada para a liga experimental (valores percentuais em peso — pp)

Ni	Cr	Nb	Mn	Be
77,5	15,0	4,5	2,0	1,0

Tabela 2
Composição das ligas eutéticas utilizadas como matérias-primas (valores percentuais em peso — pp)

Ligas	Ni	Nb	Al	Be	Fe	Co	Si	Sn	Zn	Cr	Pb	C
Ni-Nb	32	67	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni-Be	97,11	—	—	2,3	0,01	0,04	0,019	0,01	0,01	0,01	0,01	0,48

O cálculo das cargas foi feito segundo a fórmula

$$C = \frac{\text{carga total} \times \Delta E}{CE \times n}$$

onde: ΔE = diferença entre a percentagem do elemento na liga desejada e a do elemento na matriz inicial.

CE = composição do elemento quando adicionado através de liga eutética (quando utilizado elemento puro CE = 1).

n = rendimento de cada elemento adicionado (em função da pressão de vapor) que foi assim considerada: níquel e cromo 95%, nióbio 97%, manganês 92% e berílio 90%.

As cargas foram adicionadas na seguinte ordem — níquel metálico; liga eutética níquel-niobio; cromo metálico; manganês metálico; e, liga eutética níquel-berílio.

Esta ordem de adição levou em consideração a percentagem de perda de cada elemento, de forma que o berílio, por ser o mais volátil, foi adicionado por último.

Após a obtenção da liga, o lingote foi submetido a um tratamento de solubilização, consistindo em um aquecimento a 1.000°C por uma hora, em atmosfera de argônio, seguido de resfriamento em água.

Na etapa seguinte, esta liga foi submetida a uma série de ensaios comparativos em relação à liga comercial Resistal P (Degussa S.A.). Serão apresentados aqui os ensaios de análise química e metalográfica, enquanto os demais serão apresentados em publicações posteriores.

Análise química

A análise química foi realizada por via úmida. Especificamente para o carbono, a análise química foi realizada para as ligas virgens e após serem submetidas a fundição odontológica (FO), ou seja,

fundição por cera perdida, por meio de chama direta de gás/oxigênio.

Para todos os ensaios onde foi avaliada a influência da fundição por cera perdida sobre as propriedades das ligas, à condição de liga virgem, ou seja, anterior à FO, foi assim considerada:

Liga comercial — como adquirida no mercado.

Liga experimental — após tratamento de solubilização.

Análise metalográfica

Foi realizada para as ligas nas condições anterior e posterior à FO, por meio de amostras que foram lixadas manualmente (com lixas 180 a 600), polidas com óxido de cromo e, finalmente, com pasta de diamante. O ataque superficial foi realizado com água régia (ácido nítrico — 10 ml; ácido acético — 5 ml; e água — 85 ml). As fotomicrografias foram obtidas por meio do microscópio metalográfico Neophot 21.

Resultados

Análise química

Registrada nas Tabelas 3 e 4.

Análise metalográfica

Liga experimental — Antes da FO (Fig. 1a), o aspecto metalográfico é de estrutura heterogênea, com fases possivelmente ricas em nióbio e berílio (fases escuas), que não foram adequadamente solubilizadas na matriz, constituída pela solução sólida de níquel e cromo (fases claras).

Após a FO (Fig. 1b) apresenta aspecto dendrítico com distribuição homogênea entre as fases presentes, caracterizando material no estado bruto de fusão, com permanentes compostos interdendríticos.

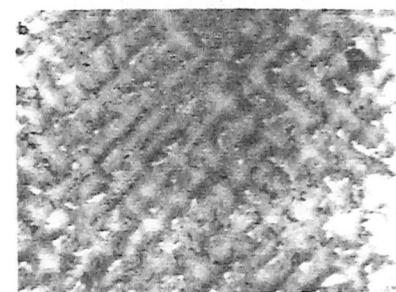
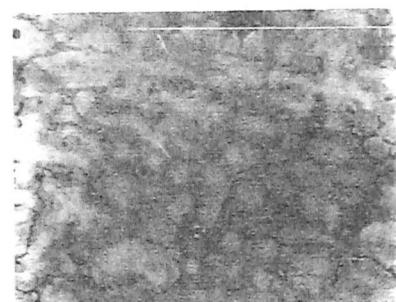


Figura 1 — Análise metalográfica da liga experimental: 1a — Antes da fundição odontológica. 1b — Após fundição odontológica (explicações no texto).

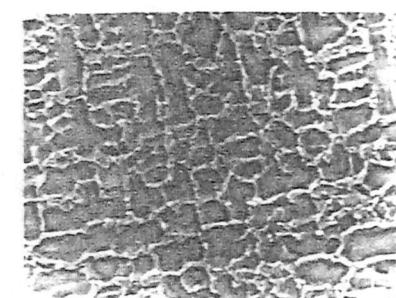
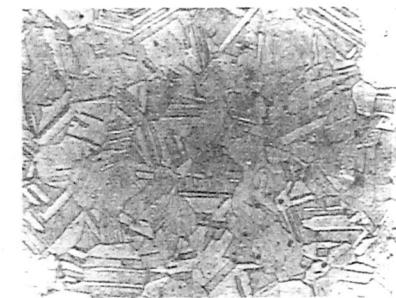


Figura 2 — Análise metalográfica da liga comercial: 2a — Antes da fundição odontológica. 2b — Após fundição odontológica (explicações no texto).

contornos grosseiramente espessos (seta).

Discussão

A liga desenvolvida aqui, do mesmo modo que as ligas já existentes no mercado, apresenta uma proporção de níquel e cromo situada dentro do limite de solubilidade sólida que pode ser observada

Tabela 3
Composição das ligas estudadas (valores percentuais em peso — pp)

Ligas	Ni	Cr	Nb	Mo	Fe	Mn	Si	Cu	Be	C
Experimental	76.17	15.07	4.35	—	0.09	2.15	—	0.18	1.0	0.22
Comercial	61.92	20.84	3.83	9.39	3.30	0.15	0.14	—	—	0.06

Tabela 4
Resultado da análise do C antes e após fundição odontológica (valores percentuais em peso — pp)

Ligas	Antes FO	Após FO
Experimental	0.22	0.24
Comercial	0.06	0.06

Liga comercial — Antes da FO (Fig. 2a) o aspecto metalográfico é o de solução sólida puramente austenítica (grãos poligonais), que se assemelha ao aspecto metalográfico de um aço inoxidável.

Após a FO a liga apresenta a formação de fases liquefáveis (fases eutéticas), que contornam zonas de solução sólida de níquel e cromo. Essas fases liquefáveis podem ser vistas na Fig. 2b como

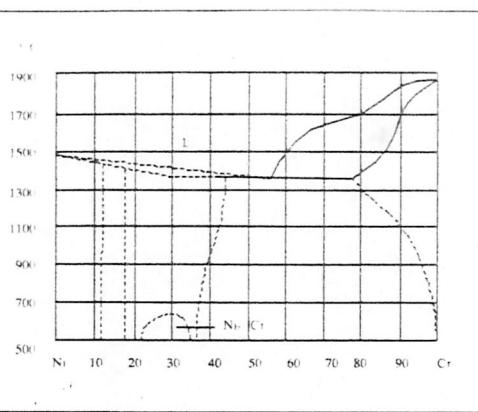


Figura 3 — Diagrama de equilíbrio cromo-níquel: a — faixa indicativa da percentagem de cromo.

do diagrama de equilíbrio (Fig. 3). Todavia, o exame deste diagrama mostra que, aproximadamente, 37%/p de cromo pode ser adicionado ao níquel sem exceder o limite de solubilidade sólida à temperatura ambiente (1).

A decisão pela proporção de cromo utilizada (15%/p) levou em conta as seguintes considerações:

1. Para que desempenhe sua principal função nessas ligas, que é a de proporcionar resistência à corrosão, é imperativo que o cromo seja adicionado acima da faixa mínima de passividade de que é de 12%/p (13).
2. Quando adicionado acima de 18%/p o cromo diminui a fusibilidade da liga e determina o aparecimento de fases fragilizantes (8, 14).
3. O cromo é um elemento fortemente alfatágenico, ou seja, determina um empacotamento do tipo CCC (16), que tende a diminuir a ductilidade das ligas metálicas.

Assim, dentro da faixa de 12% a 18%/p recomendada, a proporção de 15%/p de cromo foi planejada como forma de garantir o seu efeito passivador e limitar tanto o prejuízo para a fusibilidade da liga quanto o seu efeito alfatágenico.

Diferentemente do cromo, o níquel é elemento fortemente gamagênico, ou seja, estabilizador do sistema de empacotamento CFC que, ao proporcionar espaços mais favoráveis entre os átomos, tende a aumentar a solubilidade sólida dos elementos de liga (15), produzindo ligas mais maleáveis (3).

Dada a alta solubilidade sólida do cromo no níquel, o endurecimento por solução sólida, proporcionado pela adição do cromo na matriz gama do níquel, é muito pequeno e, como consequência, as ligas binárias de cromo e níquel são pouco resistentes. Assim, a adição de elementos em menores proporções é funda-

mental para aumentar a resistência da liga, por meio de um maior endurecimento, por solução sólida ou pela formação de precipitados (1). Na verdade, esses elementos minoritários são responsáveis por ações metalúrgicas distintas e acabam por desempenhar um papel mais importante que a própria proporção dos constituintes básicos (10).

É indispensável que qualquer liga metálica planejada para a reabilitação oral cumpra dois requisitos fundamentais: resistência à corrosão no meio bucal e capacidade de copiar finos detalhes do molde que depende, entre outros fatores, da sua fusibilidade.

Para garantir a resistência à corrosão das ligas de Ni-Cr vários fabricantes incorporam o molibdênio nas suas formulações. Todavia, a liga experimental foi formulada com a expectativa de que a redução de custo, proporcionada pela substituição do molibdênio pelo nióbio — facilmente adquirido no mercado brasileiro —, não seja um impedimento para a sua aplicação clínica, uma vez que se espera para o Nb uma ação metalúrgica semelhante àquela do Mo.

A adição de 2%/p de manganês foi planejada em função do seu efeito antioxidante, para aumentar a resistência da liga à oxidação durante a obtenção, apesar deste elemento contribuir para o aumento da dureza dessas ligas (9).

A liga experimental foi completada com a adição de 1%/p de berílio, proveniente da liga eutética níquel-berílio, em função da característica deste elemento de formar fases liquefáveis (fases eutéticas) no seio do material. Essas fases apresentam um ponto de fusão mais baixo e, ao se fundirem primeiro, atuam como um fundente para as demais fases, diminuindo o ponto de fusão da liga e aumentando a sua fluidez (4, 5). Além disso, desempenha um papel importante na união metalocerâmica (4, 5).

Dos constituintes minoritários, o carbono é o mais crítico, devido a sua característica de formar carbonetos metálicos com a maioria dos constituintes dessas ligas. Variações pequenas da quantidade de carbono apresentam influência pronunciada sobre a resistência, a dureza e a ductilidade da liga, do mesmo modo que ocorre com as ligas à base de cobalto-cromo (9).

A quantidade de carbono registrada na Tabela 3 (0, 22%) resultou de 0,48%/p de carbono presente na liga eutética níquel-berílio (Tabela 2), conforme dados enviados pelo fornecedor deste material. Com certeza, esta grande quantidade de carbono, associada a uma estrutura metalográfica heterogênea, foram responsáveis pelos altos valores de dureza e resistência mecânica da liga experimental, bem como pelos baixos valores de alongamento e estrição, que serão apresentados oportunamente.

Em publicações posteriores serão analisados os resultados dos ensaios de dureza superficial, tração, corrosão, fusibilidade, contração de fundição e união metalocerâmica, estabelecendo-se, assim, o potencial da liga experimental como material restaurador odontológico.

Summary

In this paper, with the purpose of to contribute with the study of Ni-Cr alloys for ceramometal restoration, the authors report the development of a experimental alloy composed by nickel, chromium, beryllium and niobium.

The authors evaluate the factors relatives to the metallurgic action of its components that were fundamental factors for the definition of intended formulation.

The formulate alloy was submitted to chemical and metallographic analysis in comparative terms to a similar commercial alloy, showing a greater carbon contents and a more heterogeneous metallographic aspects than commercial alloy.

Key words: Ceramometal restoration; beryllium; chromium alloys.

Referências

1. BARAN, G.R. — The metallurgy of Ni-Cr alloys for fixed prosthodontics. *J. Prosthet. Dent.*, 50(5): 639-49, 1983.
2. BERTOLOTTI, R.L. & MOFFA, J.P. — Creep rate of porcelain bonding alloys as a function of temperature. *J. Dent. Res.*, 59(12): 2062-5, 1980.
3. HARCOURT, H.J. et al. — The properties of nickel-chromium casting alloys containing boron and silicon. *Brun. Dent.*, 12(9/9): 419-22, 1970.
4. KELLY, J.R. & ROSE, T.C. — Nonprecious alloys for use in fixed prosthodontics: a literature review. *J. Prosthet. Dent.*, 49(3): 365-70, 1983.
5. MACKERT, J.H. et al. — Oxide morphology and adhesion on dental alloys designed for porcelain bonding. *Oxidation of Metals.*, 25(5/6): 319-33, 1980.
6. MCLEAN, J.W. — Reader's round table. *J. Prosthet. Dent.*, 31(6): 691-2, 1979.
7. MOFFA, J.P. et al. — An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part I — Physical properties. *J. Prosthet. Dent.*, 30(4): 424-51, 1973.
8. MOFFA, J.P. — Physical and mechanical properties of gold and base metal alloys. Bethesda: Department of Education and Welfare National Institute of Health, 1977. p. 81-93.
9. PHILLIPS, R.W. — Ligas de metais básicos para prótese parcial removível. In: — *Materiais dentários de Skinner*. 8.ed., Rio de Janeiro, Guanabara, 1986. p. 401.
10. PHILLIPS, R.W. — Ligas de metais básicos para pequenas fundições. In: — *Materiais dentários de Skinner*. 8.ed., Rio de Janeiro, Guanabara, 1986. p. 407.
11. PRESTON, J.D. & GERGER, R. — Some laboratory variables affecting ceramometal alloys. *Dent. Clin. N. Amer.*, 21(4): 717-28, 1977.
12. PRESWOOD, R.G. et al. — A base metal alloy for ceramometal restoration. *J. Prosthet. Dent.*, 44(2): 624-9, 1980.
13. REISBICK, M.H. — Fios ortodônticos. In: O'Brien, W. J. & Ryge, G. — *Materiais dentários*. Trad. Dioracy F. Vieira. Rio de Janeiro, Interamericana, 1981. p. 265.
14. ROLLO, J.M.D.A. — Emprego de nióbio em ligas não-preciosas. São Carlos, 1986. 116 p. (Tese de livre docência — Escola de Engenharia de São Carlos — USP).
15. VAN VLACK, L.H. — Soluções sólidas em metais. In: — *Princípios de ciência dos materiais*. São Paulo, Edgar Blucher, 1970. p. 1980.
16. VAN VLACK, L.H. — Tabela de elementos. In: — *Princípios de ciência dos materiais*. São Paulo, Edgar Blucher, 1970. p. 399.
17. WEISS, P.A. — New design parameter utilizing the properties of nickel-chromium superalloys. *Dent. Clin. N. Amer.*, 21(4): 769-85, 1977.

Endereço para correspondência:

PROF. OSVALDO LUIZ BEZZON
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-USP
Av. da Caixa s/nº
14040-904 — Ribeirão Preto-SP