

LIGAS DE PRATA E ESTANHO PARA FUNDIÇÕES ODONTOLÓGICAS: ESTUDO DA COMPOSIÇÃO E CONTRAÇÃO DE FUNDIÇÃO

Carlos Alberto dos Santos CRUZ*

William Celso RETTONDINI*

Gelson Luis ADABO*

Deiwes Nogueira de SÁ*

Francisco Pedro Monteiro da SILVA FILHO*

Antonio Carlos GUASTALDI**

- RESUMO: Foram avaliadas a composição e a contração de fundição das ligas de prata e estanho para fundições odontológicas Superalloy, D.F.L. e Pratalloy. Análises químicas evidenciaram concentrações semelhantes de prata e estanho para as três ligas estudadas. Foram também encontrados traços de elementos tóxicos como chumbo e arsênio. A contração de fundição foi determinada diretamente, através de anel especial que permitiu a obtenção de moldes cilíndricos, com aproximadamente 65 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro. A liga, fundida por resistência elétrica, foi injetada por centrifugação e, após imersão em água, o corpo de prova foi liberado para mensuração. Os resultados mostraram contração de fundição estatisticamente semelhante para as três ligas estudadas.
- PALAVRAS-CHAVE: Ligas dentárias, análise química; fundições odontológicas, contração.

Introdução

É antiga a preocupação com as fundições para uso odontológico. As primeiras ligas surgiram com a necessidade de melhorar as propriedades mecânicas do ouro puro, até então utilizado por sua excelente capacidade de resistir à corrosão.^{1,8} Nas últimas décadas, porém, seu elevado custo tem obrigado a busca de soluções mais econômicas e, nesse contexto, as ligas alternativas, que inicialmente surgiram no mercado com menor quantidade de metais preciosos, atualmente são compostas quase que exclusivamente por metais não nobres.^{2,3,4,8,16} Paralelamente, desde o relato

* Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Faculdade de Odontologia – UNESP – CEP 14801-903 – Araraquara – SP.

** Departamento de Físico-Química – Instituto de Química – UNESP – CEP 14800-900 – Araraquara – SP.

pioneiro de Taggart,¹⁴ inúmeras pesquisas têm sido realizadas no sentido de aprimorar o processo de fundição e, dessa forma, dispõe-se hoje de materiais e técnicas para a obtenção de padrões,^{5,11} bem como de revestimentos e técnicas de expansão,^{7,10} capazes de proporcionar às peças obtidas índices clinicamente aceitáveis de adaptação.

Assim, após o desenvolvimento de técnicas de fundição apropriadas, as ligas de cobalto-cromo-níquel e níquel-cromo substituíram com vantagens as ligas de ouro na obtenção de estruturas metálicas para próteses parciais removíveis e metalocerâmicas.^{3,16} No entanto, para a confecção de pequenas restaurações, tal substituição tem se mostrado ainda pouco satisfatória.^{2,4,6}

Dentre as alternativas comerciais atualmente disponíveis, as ligas de prata e estanho ocupam papel de destaque, principalmente por apresentarem grande facilidade de manipulação, dispensando o uso de revestimentos especiais e sendo adequadamente fundidas por meio de maçaricos convencionais gás-ar.^{2,7,12} Todavia, em recente levantamento realizado por Zanarotti et al.,¹⁷ verificou-se que são empregadas para as ligas de ouro e que pequenas variações são decorrentes de observações empíricas por parte dos laboratórios. Além disso, informações apresentadas pelos fabricantes, em vez de facilitarem a manipulação de liga, tornam-na mais problemática, omitindo dados relevantes, como, por exemplo, a contração de fundição, e referindo-se de maneira genérica a aspectos importantes como composição, intervalo de fusão, temperatura de fundição e método de resfriamento.

Assim sendo, decidimos estudar a composição e a contração de fundição de ligas de prata e estanho, tendo em vista, principalmente, o desenvolvimento de técnica específica para esse tipo de liga odontológica.

Material e método

Na presente investigação foram utilizadas as ligas de prata e estanho relacionadas na Tabela 1. Tais ligas, fornecidas sob a forma de pequenos grânulos esferoidais, acondicionados em frascos de vidro com aproximadamente 30 g, foram analisadas nos laboratórios da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN, Poços de Caldas, MG.

A contração de fundição foi medida através de dispositivo semelhante ao utilizado por Mondelli,⁶ Valera & Mondelli,¹⁵ Silva Filho¹³ e Mondelli et al.,⁷ que consiste de anel de fundição com 63,5 mm de altura, 60,0 mm de diâmetro interno e 5 mm de espessura de parede (Figura 1A). Esse anel recebe, em orifícios laterais diametralmente opostos, parafusos de aço inoxidável, rosqueáveis, cilíndricos, que medem aproximadamente 25 mm de comprimento e 15,5 mm de diâmetro e terminam seu curso em anteparos formados pelas paredes do anel (Figura 1,B; Figura 2,B'). Os parafusos utilizados inicialmente são perfurados longitudinalmente (Figura 1,B) de modo a serem transpassados por haste cilíndrica, também de aço inoxidável, que mede 180 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro e atravessa todo o anel, constituindo o padrão para

os corpos de prova (Figura 1,C). O conjunto é completado pela base metálica formadora de cadinho e canal de alimentação (Figura 1,D).

Tabela 1 – Ligas de prata e estanho utilizadas

Código	Marca comercial	Fabricante / Distribuidor	Lote de fabricação	Composição (Fabricante)
L ₁	Superalloy	Dentária Napoleão Santos Ltda. Rio de Janeiro-RJ	-	80% de prata pura
L ₂	D.F.L.	Dental Fillings Ind. & Com. Ltda. Rio de Janeiro-RJ	910.302	79% de prata 21% de estanho
L ₃	Pratalloy	Coimpa Soc. Indl. de Metais Preciosos da Amazônia Ltda. Manaus-Am Degussa S/A-Campinas-SP	5.400	80% de prata

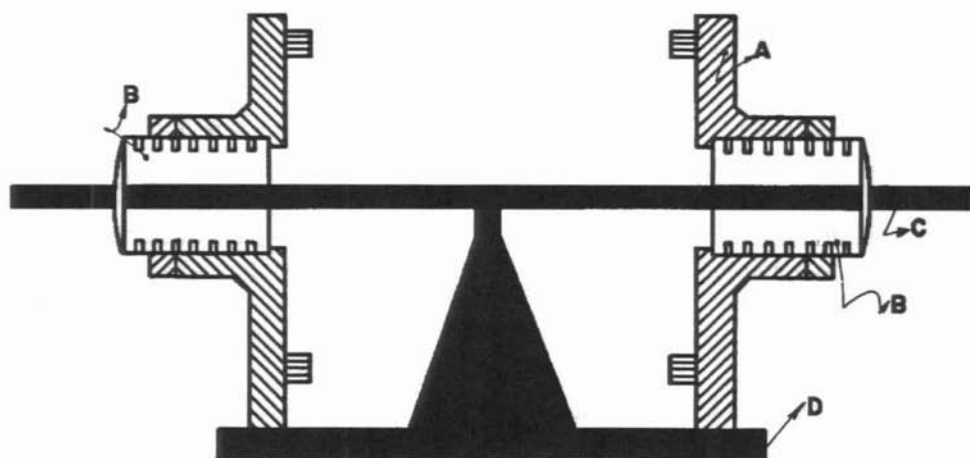


FIGURA 1 – Corte esquemático do dispositivo utilizado: A, anel de fundição; B, parafusos perfurados; C, padrão; D, base formadora de cadinho e canal de alimentação.

Após a montagem, o anel foi preenchido com revestimento Kerr-Cristobalite, proporcionado segundo instruções do fabricante e espatulado mecanicamente a vácuo por 40 segundos. Decorrido período de 1 hora, o padrão metálico, os parafusos perfurados e a base metálica foram cuidadosamente removidos, e os parafusos sem perfuração, previamente medidos com paquímetro Hélios, com precisão de 0,05 mm, rosqueados nos respectivos orifícios, determinando molde cilíndrico com aproximadamente 65 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro (Figura 2).

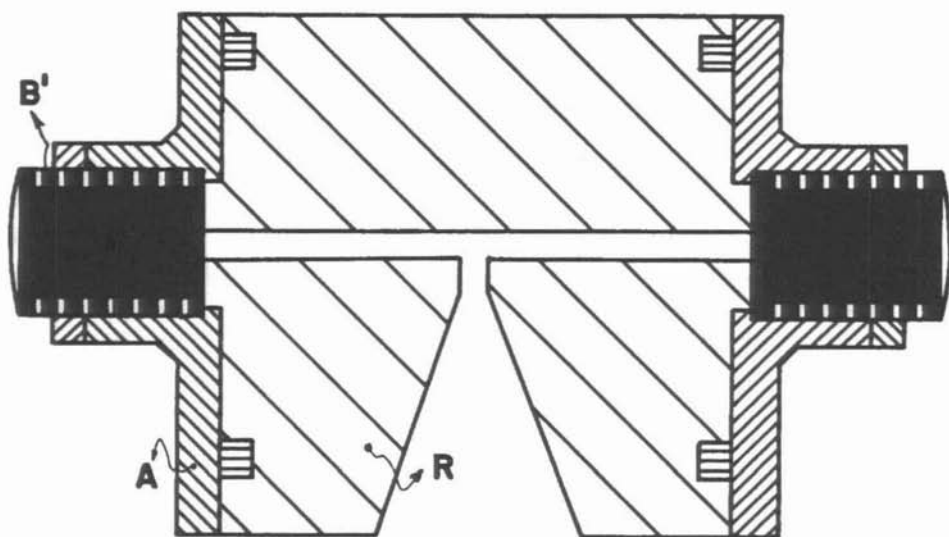


FIGURA 2 - Corte esquemático do molde: A, anel de fundição; B', parafusos sem perfuração; R, revestimento.

O conjunto foi então levado a forno elétrico Bravac, para desidratação do revestimento, e aquecido lentamente até 200°C, permanecendo nessa temperatura por 2 horas. Após resfriamento, também por 2 horas, em dessecador, foi determinada a exata medida do molde, estabelecendo-se, inicialmente, a distância entre as faces externas dos parafusos sem perfuração, subtraindo-se, a seguir, os comprimentos previamente determinados dos mesmos.

As fundições foram realizadas em centrífuga elétrica Degussa, Modelo E.T.4. Para cada fundição foram colocados no interior do cadinho aproximadamente 15 g da liga metálica e, observada sua fusão, foi transferido o anel e efetuado o disparo do centrifugador. Após desinclusão, o corpo de prova foi medido e a contração de fundição calculada percentualmente. Todo o experimento foi realizado à temperatura ambiente de 23 ± 2°C e umidade relativa de 50 ± 10%.

Resultado e discussão

Composição

A Tabela 2 apresenta a composição química das ligas estudadas. Como pode ser notado, Superalloy, D. F. L. e Pratalloy apresentam conteúdo semelhante de prata e estanho. Observa-se também pequena parcela de cobre, adicionado intencionalmente, segundo Mondelli⁶ e Man et al.,⁴ para melhorar as propriedades mecânicas da liga.

Tabela 2 - Composição química das ligas estudadas (% em massa)

Componentes		Ligas		
		L ₁ - Superalloy	L ₂ - D. F. L.	L ₃ - Pratalloy
Prata	Ag	76,5	76,9	77,2
Estanho	Sn	21,9	21,5	19,9
Cobre	Cu	0,178	0,006	0,631
Ferro	Fe	0,010	0,007	0,011
Alumínio	Al	<0,006	<0,006	<0,006
Cádmio	Cd	<0,006	<0,006	<0,006
Arsênio	As	0,009	0,008	0,014
Chumbo	Pb	<0,030	<0,030	<0,030
Magnésio	Mg	traços	traços	traços
Cálcio	Ca	-	traços	traços
Silício	Si	-	traços	-
Antimônio	Sb	-	traços	-
Cobalto	Co	-	-	traços
Germânio	Ge	-	-	traços

Comparando-se as Tabelas 1 e 2, pode-se ainda verificar que os dados fornecidos pelos fabricantes são incompletos e inadequados, uma vez que, embora as concentrações de prata e estanho estejam próximas às indicadas, grande é a quantidade de metais identificados como impurezas, inclusive com a presença de chumbo e arsênio, metais de reconhecida toxicidade e classicamente condenados para uso odontológico.

Contração de fundição

Os valores originados das medidas de contração de fundição estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3 – Contração de fundição das ligas estudadas (%)

Réplica	L1 Superalloy	L2 D.F.L.	L3 Pratalloy
R ₁	1,443	1,370	1,445
R ₂	1,522	1,447	1,520
R ₃	1,370	1,519	1,447
R ₄	1,523	1,522	1,446
R ₅	1,447	1,445	1,371

Os valores da Tabela 3 foram submetidos à análise de variância, que revelou médias estatisticamente semelhantes para cada marca comercial (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias, erro padrão e valor crítico em nível de 5% pelo teste de Duncan para contração de fundição (%)

L ₁ – Superalloy	L ₂ – D. F. L.	L ₃ – Pratalloy
1,4610*	1,4606*	1,4458*

Erro padrão = 0,0268

Valor crítico a 5%: $D_2 = 0,0826$

* Valores estatisticamente semelhantes.

A igualdade estatística observada na Tabela 4 encontra suporte nas concentrações semelhantes dos elementos principais das ligas: prata, entre 76,5 e 77,2%, e estanho, entre 19,9 e 21,9%. Por outro lado, nas proporções indicadas na Tabela 2, essa propriedade parece não ser afetada pela presença dos demais elementos, adicionados intencionalmente^{4,6} ou identificados como impurezas provenientes do processo de fabricação.

Para Mumford & Phillips,⁹ mesmo conhecendo-se a contração da liga metálica, nenhuma fundição poderia ser exatamente a cópia do padrão, uma vez que as alterações dimensionais do molde processar-se-iam sempre de maneira não uniforme. Entretanto, acreditamos que a contração de fundição deva ser informação indispensável dentre aquelas mencionadas nas instruções dos fabricantes, pois indica a magnitude de expansão necessária ao molde, orientando, dessa forma, a seleção do revestimento e da técnica a serem empregados.

Os valores aqui encontrados são semelhantes aos descritos por Mondelli,⁶ por Valera & Mondelli¹⁵ e por Mondelli et al.,⁷ para ligas de prata e estanho. Situam-se também próximos aos valores apresentados por Phillips,¹⁰ para ligas de ouro. Tal semelhança possibilita a indicação dos mesmos tipos de revestimento, a base de cristobalita e aglutinados por gesso, todavia, não necessariamente aquecidos às mesmas temperaturas, uma vez que essas ligas alternativas apresentam intervalo de fusão cerca de 250°C inferior.^{1,6,12,15}

Este trabalho evidenciou a necessidade de maior rigor por parte dos fabricantes, tanto no controle de qualidade de seus materiais como nas informações técnicas fornecidas aos usuários. Verificou-se também ser necessário, através de novas pesquisas clínicas e laboratoriais, desenvolver técnica de fundição específica e apropriada para este tipo de liga odontológica, aqui denominada alternativa.

Conclusão

De acordo com a metodologia empregada, e com os resultados obtidos, parece lícito concluir que:

1) as ligas estudadas apresentaram composições semelhantes para seus elementos principais, com concentrações de prata e estanho, respectivamente, de 76,5 e 21,9% para a liga L₁ (Superloy), 76,9 e 21,5% para a liga L₂ (D.F.L.) e 77,2 e 19,9% para a liga L₃ (Pratalloy);

2) dentre os demais elementos encontrados, destaca-se a presença de chumbo (abaixo de 0,03%) e arsênio (abaixo de 0,014%), metais de reconhecida toxicidade;

3) a contração de fundição foi estatisticamente semelhante para as três ligas estudadas, com 1,4610% para liga L₁ (Superalloy), 1,4606% para a liga L₂ (D.F.L.) e 1,4458% para a liga L₃ (Pratalloy).

CRUZ, C. A. dos S. et al. Silver-tin alloys: constitution and dental casting shrinkage. *Rev. Odontol. UNESP. São Paulo*, v. 23, n. 1, p. 129-136, 1994.

- **ABSTRACT:** *In this investigation, constitution and casting shrinkage were evaluated in silver-tin alloys (Superalloy, D.F.L. and Pratalloy). Chemical analysis showed the same concentrations of silver and tin. It was also identified toxic elements, such as lead and arsenic. Casting shrinkage was directly determined from a casting ring which allowed to obtain cylindrical mould of approximately 65x3 mm. The alloy, melted by electric resistance, was injected by centrifugation and the specimens measured after water immersion of the ring. Linear casting shrinkage was found by subtracting this length from the original length of the mould, and expressed as a percentage of the latter value. The results showed casting shrinkage statistically similar to the three alloys.*
- **KEYWORDS:** *Dental alloys, analysis; dental casting, shrinkage.*

Referências bibliográficas

1. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Specification n. 5 for dental casting gold alloy. In: _____ . *Guide to dental materials and devices*. 7. ed. Chicago, 1974-5. p. 184-7.
2. ARAÚJO, M. A. J., FICHMAN, D. M. Ligas alternativas para incrustações metálicas fundidas. *Rev. Paul. Odontol.*, v. 6, p. 50-5, 1985.

3. BARAN, G. R. The metallurgy of Ni-Cr alloys for fixed prosthodontics. *J. Prosthet. Dent.*, v. 50, p. 639-50, 1983.
4. MAN, C. S., CHILVARQUER, I., MATSON, E. Ligas não áuricas para restaurações metálicas fundidas. *Rev. Paul. Odontol.*, v. 5, p. 13-28, 1983.
5. MIURA, M., SIMONETTI, E. L. Estudo da efetividade das expansões de presa e semi-higroscópica dos revestimentos odontológicos. 1 – Confecção do padrão de cera. *Rev. Fac. Odontol. S. Paulo*, v. 12, p. 55-62, 1974.
6. MONDELLI, J. *Estudos sobre algumas propriedades de ligas metálicas, utilizadas na obtenção de incrustações dentais, como possíveis sucedâneas das ligas de ouro*. Bauru, 1967. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
7. 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. Parte 1. *Rev. Bras. Odontol.*, v. 46, p. 26-38, 1989.
8. MUENCH, A. Ligas alternativas com baixo conteúdo de ouro. *Odontol. Mod.*, v. 15, p. 36-8, 1988.
9. MUMFORD, G., PHILLIPS, R.W. Measurement of thermal expansion of cristobalite type investments in the inlay ring – preliminary report. *J. Prosthet. Dent.*, v. 8, p. 860-4, 1958.
10. PHILLIPS, R. W. *Materiais dentários de Skinner*. 8 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984. p. 287-329.
11. PORTO, C. L. A. *Liga do sistema cobre-alumínio: estudo comparativo da precisão de fundição*. Efeito de enceramento, tipo de preparo e alívio interno. Araraquara, 1982. Tese (Livre Docência) – Faculdade Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
12. SILVA, W. F. *Contribuição ao estudo das propriedades físicas das ligas de prata para fundições*. Recife, 1965. Tese (Cátedra em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Recife.
13. SILVA FILHO, F. P. M. *Ligas do sistema cobre-alumínio, efeito de ligas, técnicas de fusão e tratamentos térmicos na contração de fundição e dureza: efeito de tipos cavitários e técnicas de fundição no desajuste cervical*. Araraquara, 1983. Tese (Livre Docência em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista.
14. TAGGART, W. H. A new and accurate method of making gold inlays. *Dent. Cosmos*, v. 49, p. 1117-21, 1907.
15. VALERA, R. C., MONDELLI, J. Determinação de algumas propriedades de ligas metálicas não áureas empregadas na confecção de incrustações dentais. *Estomatol. Cult.*, v. 7, p. 42-53, 1974.
16. VERGANI, C. E. *Composição qualitativa e quantitativa de ligas metálicas para prótese parciais removíveis: efeito de diferentes técnicas de fusão e refusão*. Araraquara, 1991. Tese (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
17. ZANAROTTI, E., SHIDA, L. S., CRUZ, C. A. dos S. Técnicas de fundição para ligas alternativas: levantamento junto a laboratórios de prótese. In: JORNADA ACADÊMICA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA, 5, Araraquara, 1991. Resumos... Araraquara, 1991. p. 10.

Recebido em 20.3.1993.