

**RESISTÊNCIA À CORROSÃO
DE LIGAS DE PRATA E ESTANHO
PARA FUNDIÇÕES ODONTOLÓGICAS:
EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS
DE FUNDIÇÃO E MÉTODOS
DE RESFRIAMENTO**

Carlos Alberto dos Santos CRUZ*
Francisco Pedro Monteiro da SILVA FILHO*
William Celso RETTONDINI*
Gelson Luis ADABO*

- **RESUMO:** Foi avaliada a resistência à corrosão de ligas de prata e estanho para fundições odontológicas (Superalloy, DFL e Pratalloy). Três combinações de temperatura foram empregadas, respectivamente, para o aquecimento do anel e para sua transferência ao centrifugador: 650/650°C, 650/500°C e 500/500°C. Os corpos-de-prova, fundidos por resistência elétrica, em centrifugador Degussa, foram submetidos a diferentes métodos de resfriamento: lento, em forno, a partir de 500°C; lento, sobre a bancada de trabalho, e rápido, em água. Após polimento metalográfico, as amostras foram imersas em solução de sulfeto de sódio a 1% e o índice de corrosão estabelecido pela análise visual da superfície de cada corpo-de-prova. Os resultados mostraram maior resistência à corrosão para as ligas Superalloy e DFL e para as amostras resfriadas rapidamente em água. As temperaturas de fundição empregadas não alteraram, estatisticamente, a resistência à corrosão.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Ligas dentárias; técnica de fundição odontológica; corrosão.

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

Introdução

A substituição das ligas de ouro na obtenção de restaurações metálicas fundidas tem desafiado clínicos e pesquisadores. Entretanto, apesar da evolução do processo de fundição e do desenvolvimento de ligas alternativas, permanece, ainda, com desempenho clínico pouco satisfatório.^{1, 2, 6, 8, 9, 10} Paffenbarger et al.¹² chamaram a atenção para a pequena resistência à corrosão de ligas formuladas a partir de metais como prata, cobre ou estanho. Fuller,⁷ estudando comparativamente ligas de prata-paládio, prata-estanho e ouro tipo II, encontrou resistência à corrosão apenas regular para a primeira e muito ruim para a segunda, enquanto Dinelli et al.,⁶ verificando o comportamento eletroquímico de ligas à base de cobre, identificaram grande manchamento superficial.

As alterações verificadas em ligas à base de prata e estanho, particularmente, têm sido também atribuídas a procedimentos laboratoriais incorretos, tais como ausência de controle da temperatura do anel de fundição, superaquecimento da liga durante a fusão, maneira pela qual a peça é resfriada e reutilização de sobras de fundição.^{1, 2, 8, 9, 13, 14, 17, 19}

Em trabalhos anteriores,^{3, 4} pudemos verificar a adaptação de restaurações MOD, fundidas em ligas de prata e estanho, a partir de diferentes técnicas de fundição, nas quais procuramos associar diferentes temperaturas de aquecimento do anel (650 e 500°C) e de sua transferência para o centrifugador (650, 500, 400, 300, 200 e 50°C). Nossos resultados mostraram melhor adaptação para as fundições obtidas em moldes a 650 e 500°C, não havendo diferença estatística com relação à temperatura inicial. Todavia, o aspecto superficial das peças obtidas, à semelhança dos achados de Panzeri et al.,¹³ sugeriu comportamento diferente para as ligas estudadas, evidenciando, assim, possíveis interações com as temperaturas de aquecimento do anel e do molde no momento da fundição.

Desta forma, decidimos investigar, pela análise das alterações superficiais após imersão em meio corrosivo, a resistência à corrosão de ligas metálicas à base de prata e estanho, submetidas a diferentes temperaturas de fundição e métodos de resfriamento.

Material e método

Neste trabalho, foram utilizadas as ligas relacionadas no Quadro 1. Os corpos-de-prova, medindo 5 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, foram obtidos, por enceramento, em matriz metálica de aço inoxidável.

Quadro 1 – Ligas utilizadas

Liga	Marca comercial	Fabricante	Composição (% em massa)		
			Prata	Estanho	Cobre
L ₁	Superalloy	Dent. Napoleão Santos	76,5	21,9	0,178
L ₂	DFL	Dental Fillings Ltda.	76,9	21,5	0,006
L ₃	Pratalloy	Degussa S. A.	77,2	19,9	0,631

As temperaturas de fundição empregadas (Quadro 2) foram selecionadas a partir de trabalho anterior,³ em que três técnicas mostraram, estatisticamente, melhor adaptação. Após a obtenção de cada fundição, por fusão da liga em mufla de resistência elétrica, em centrifugador Degussa, o anel foi retirado e submetido a três diferentes métodos de resfriamento: no tratamento T₁, resfriamento lento em forno a partir de 500°C, o anel foi transferido do centrifugador para outro forno elétrico Bravac, mantido a esta temperatura e desligado após este procedimento, permanecendo em seu interior, durante 24 horas, para a desinclusão à temperatura ambiente; no tratamento T₂, o anel foi transferido diretamente do centrifugador para a bancada de trabalho, permanecendo sobre esta, durante 12 horas, também para a desinclusão à temperatura ambiente; no tratamento T₃, o anel foi imediatamente imerso em água, para a desinclusão.

Quadro 2 – Técnicas de fundição empregadas

Técnica	Aquecimento do anel (°C)	Temperatura de fundição (°C)
F ₁	650	650
F ₂	650	500
F ₃	500	500

A seguir, os corpos-de-prova foram incluídos em resina acrílica ativada quimicamente e polidos metalograficamente. Após o polimento, foram imersos em solução de sulfeto de sódio a 1% e mantidos em estufa a 37 ± 1°C, durante 3 horas. Terminado este período, foram

removidos, lavados em água destilada e secos com jatos de ar, para a análise do índice de corrosão.

Cada corpo-de-prova foi classificado, seguindo-se critério estabelecido por Dinelli,⁵ e adaptado para este trabalho. Três examinadores, previamente calibrados, atribuíram às amostras valores de 0 a 5, correspondentes às alterações superficiais apresentadas no Quadro 3. Foram executadas quatro réplicas por condição experimental, totalizando 108 corpos-de-prova. A confecção das amostras obedeceu a seqüência aleatória e os resultados obtidos, após tabulados, foram submetidos ao modelo estatístico de análise de variância. Foram também realizadas análises comparativas de médias, pelos testes complementares de Tuckey, e a regra de decisão adotada foi estabelecida a 5%.

Quadro 3 – Critérios de análise para índices de corrosão

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 0 | Ausência de alterações |
| 1 | Ligeira perda de brilho |
| 2 | Ligeira alteração de cor |
| 3 | Alteração de cor de média intensidade |
| 4 | Alteração intensa de cor |
| 5 | Camada escura generalizada |

Resultado e discussão

A Tabela 1 apresenta os valores originais para cada condição experimental. A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância.

Após tratamento estatístico, evidenciou-se variabilidade significativa para os fatores liga e método de resfriamento, isoladamente, e para as interações liga e método de resfriamento e técnica de fundição e método de resfriamento. Para fins comparativos, foram construídas as Tabelas 3, 4 e 5, que apresentam as médias, os erros-padrão e valores críticos, a 5%, pelo teste de Tuckey, para cada fator isoladamente. Da mesma forma, foram também construídas as Tabelas 6 e 7, que apresentam os valores referentes às interações.

A Tabela 3 evidenciou índices de corrosão menores e estatisticamente semelhantes entre si para as ligas Superalloy e DFL. Segundo Man et al.,⁸ Mondelli⁹ e Simonetti,¹⁶ as ligas de prata e estanho são compostas, respectivamente, por aproximadamente 80% e 20% destes

metais. Em algumas ligas, entretanto, com o intuito de melhorar propriedades mecânicas, 0,5% a 2% de cobre podem ser adicionados. Cruz et al.⁴ detectaram, para as ligas aqui estudadas, concentrações semelhantes de seus elementos principais: prata, entre 76,5% e 77,2%, e estanho, entre 19,9% e 21,9%. Todavia, quantidades diferentes de cobre foram encontradas: Superalloy, 0,178%; DFL, 0,006%; e Pratalloy, 0,631%. Provavelmente, a presença deste metal na liga Pratalloy, em proporção superior a 0,5%, possa justificar sua menor resistência à corrosão.

Tabela 1 – Valores médios originais para índices de corrosão

Réplica/ Liga		Técnicas de fundição								
		F ₁			F ₂			F ₃		
		Método de resfriamento			Método de resfriamento			Método de resfriamento		
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
L ₁	R ₁	5,00	4,67	3,33	4,67	5,00	4,00	5,00	3,33	1,00
	R ₂	4,67	4,00	1,00	3,33	4,33	4,00	5,00	4,00	2,00
	R ₃	4,67	3,67	1,33	4,67	4,00	2,33	5,00	4,33	3,00
	R ₄	4,00	5,00	1,00	4,00	3,33	2,00	4,33	4,00	4,00
L ₂	R ₁	5,00	5,00	1,00	3,00	4,33	3,00	3,33	4,67	1,67
	R ₂	4,67	4,33	2,00	3,00	5,00	2,00	4,67	3,00	2,67
	R ₃	5,00	5,00	1,67	3,67	4,33	1,00	4,67	5,00	1,33
	R ₄	5,00	5,00	1,33	4,33	3,67	3,00	4,00	4,67	1,33
L ₃	R ₁	5,00	4,00	3,00	4,67	2,67	5,00	4,33	3,33	4,67
	R ₂	5,00	4,33	2,00	5,00	4,33	4,67	5,00	2,00	5,00
	R ₃	5,00	4,67	2,00	5,00	3,00	4,33	4,33	4,67	4,33
	R ₄	4,67	4,67	4,00	5,00	3,00	4,33	5,00	3,33	4,67

A Tabela 4 evidenciou a igualdade estatística observada na Tabela 5, para o fator técnica de fundição. Desta forma, nenhuma das combinações de temperatura empregadas mostrou-se capaz de proporcionar índices diferentes de corrosão.

Tabela 2 – Análise de variância para índices de corrosão

Fonte de variação	GL	SQ	QH	F ₀
Liga (L)	2	8,272	4,136	8,94*
Técnica de fundição (F)	2	0,026	0,013	0,03 ns
Método de resfriamento (T)	2	61,582	30,791	66,52*
L × F	4	1,898	0,475	1,03 ns
L × T	4	28,539	7,135	15,41*
F × T	4	17,097	4,274	9,23*
L × F × T	8	5,110	0,639	1,38 ns
Resíduo	81	37,493	0,463	
Total	107	160,016		

* Significante a 5%.
ns = não significante.

Tabela 3 – Médias, erro-padrão e valor crítico para índices de corrosão, segundo liga

L ₁ -Superalloy	L ₂ -DFL	L ₃ -Pratalloy
3,694	3,509	4,167
erro-padrão = 0,113		

Valor crítico a 5% = 0,381.

Baseados em estudos sobre intervalo de fusão e contração de fundição, Silva,¹⁵ Mondelli⁹ e Valera & Mondelli¹⁸ propuseram, para ligas à base de prata e estanho, a mesma temperatura de fundição empregada para as ligas nobres. Entretanto, Panzeri et al.¹³ chamaram a atenção para o aspecto superficial pouco satisfatório de corpos-de-prova obtidos em moldes a 650°C.

A igualdade estatística observada na Tabela 4 permite a indicação da técnica F₃, com aquecimento do anel e fundição a 500°C, uma vez que esta não apresenta os riscos de contaminação superficial proporcionados pela técnica F₁, nem o desnecessário resfriamento do molde da técnica F₂, possibilitando, ainda, adicional economia de energia elétrica.

Tabela 4 – Médias, erro-padrão e valor crítico para índices de corrosão, segundo técnica de fundição

F_1 Aquecimento: 650°C Fundição: 650°C	F_2 Aquecimento: 650°C Fundição: 500°C	F_3 Aquecimento: 500°C Fundição: 500°C
3,769	3,805	3,796
erro-padrão = 0,113		

Valor crítico a 5% = 0,381.

A Tabela 5 evidenciou médias estatisticamente diferentes para todos os tratamentos empregados. Assim, o resfriamento lento, em forno, a partir de 500°C, proporcionou pior índice de corrosão, seguido pelos resfriamentos lento, sobre a bancada de trabalho, e rápido, em água.

Tabela 5 – Médias, erro-padrão e valor crítico para índices de corrosão, segundo método de resfriamento

T_1 Lento, em forno, a partir de 500°C	T_2 Lento, sobre a bancada de trabalho	T_3 Rápido, em água
4,519	4,102	2,750
erro-padrão = 0,113		

Valor crítico a 5% = 0,381.

A análise deste fator remete-nos, novamente, à composição das ligas estudadas, agora no que diz respeito à sua microestrutura. De acordo com Murphy¹¹ e Vieira,²⁰ com percentuais de estanho entre 15% e 18%, independentemente do tipo de resfriamento, formam-se apenas grãos cristalinos da solução sólida beta. Acima deste percentual, ocorrerá a formação exclusiva da fase beta somente se houver resfriamento rápido, congelando a liga a partir da solidificação. Caso contrário, ou seja, com resfriamento lento, ao redor de 200°C, haverá precipitação. Santos Junior et al.¹⁴ e Simonetti¹⁶ chamaram a atenção para os limites expressos acima e também para a heterogeneidade microestrutural o conseqüente escurecimento do metal, em virtude da

presença conjunta das fases beta e gama. Todavia, advogando vantagens mecânicas, preconizaram o resfriamento lento, em forno, até a temperatura ambiente.

Como já descrito, Superalloy, DFL e Pratalloy apresentam concentrações semelhantes de prata e estanho e situam-se na faixa de composição suscetível às transformações no estado sólido. Desta forma, apesar das observações de Man et al.,⁸ Santos Junior et al.¹⁴ e Simonetti & Tschiptschin,¹⁷ de que o resfriamento rápido em água poderia levar à segregação, em virtude da amplitude do intervalo de fusão, e dos achados de Valera et al.,¹⁹ que verificaram maior homogeneização e ligeira melhoria na resistência à tração, após resfriamento lento, em forno, a partir de 600°C, do ponto de vista resistência à corrosão, parece-nos favorável a indicação do resfriamento rápido, em água, uma vez que o índice observado nesta condição experimental, além de estatisticamente menor, é, numericamente, bastante inferior aos demais tratamentos.

Tabela 6 – Médias, erro-padrão e valor crítico para índices de corrosão, segundo a interação liga e método de resfriamento

	T ₁ Lento, em forno, a partir de 500°C	T ₂ Lento, sobre a bancada de trabalho	T ₃ Rápido, em água
L ₁ Superalloy	4,528	4,138	2,416
L ₂ DFL	4,195	4,500	1,833
L ₃ Pratalloy	4,833	3,667	4,000

erro-padrão = 0,196

Valor crítico a 5% = 0,878.

A Tabela 6 evidenciou, para a interação liga e método de resfriamento, comportamentos diferentes daqueles observados durante a análise isolada de cada fator. Assim, para as ligas Superalloy e DFL, os índices de corrosão observados permaneceram estatisticamente menores com resfriamento rápido, em água. Todavia, para a liga Pratalloy, houve igualdade estatística entre este tratamento e os demais. Paralelamente, enquanto no tratamento T₃ (resfriamento rápido, em água) manteve-se o comportamento anteriormente observado, com índices

de corrosão inferiores e estatisticamente iguais entre si apenas para as ligas L_1 e L_2 , nos tratamentos T_1 e T_2 , com resfriamento lento, os índices foram superiores e estatisticamente iguais entre si para todas as ligas estudadas.

Podemos destacar nesta interação que, independentemente das temperaturas de fundição empregadas, para a liga Pratalloy, provavelmente em razão da maior quantidade de cobre, nem mesmo o resfriamento rápido, em água, foi capaz de proporcionar índices menores de corrosão.

Tabela 7 – Médias, erro-padrão e valor crítico para índices de corrosão, segundo a interação técnica de fundição e método de resfriamento

	T_1 Lento, em forno, a partir de 500°C	T_2 Lento, sobre a bancada de trabalho	T_3 Rápido, em água
F_1 650/650°C	4,807	4,528	1,972
F_2 650/500°C	4,195	3,916	3,305
F_3 500/500°C	4,555	3,861	2,973

erro-padrão = 0,196

Valor crítico a 5% = 0,878.

A Tabela 7 evidenciou, também para a interação técnica de fundição e método de resfriamento, comportamentos diferentes daqueles observados para cada fator, isoladamente. Assim, para as técnicas F_1 (aquecimento do anel e fundição a 650°C) e F_3 (aquecimento e fundição a 500°C), os índices de corrosão observados foram semelhantes aos da análise isolada, com valores estatisticamente menores no tratamento T_3 (resfriamento rápido, em água). Porém, para a técnica F_2 , com aquecimento do anel a 650°C e fundição a 500°C, evidenciou-se a igualdade estatística entre os tratamentos T_3 (resfriamento rápido, em água) e T_2 (resfriamento lento, sobre a bancada de trabalho). Por outro lado, enquanto nos tratamentos T_1 e T_2 permaneceu a igualdade estatística observada na análise isolada, na presença do tratamento T_3 , com resfriamento rápido, em água, destacou-se a técnica F_1 .

Na interação entre os fatores técnica de fundição e método de resfriamento, podemos salientar que, independentemente da liga utilizada, para a técnica que empregou resfriamento do molde de 650 para 500°C, o resfriamento rápido, em água, também não se mostrou satisfatório, no sentido de proporcionar menores índices de corrosão. Na análise da literatura, entretanto, razões não foram encontradas para justificar tal comportamento.

Trabalhos como os de Fuller⁷ e Mondelli et al.¹⁰ demonstram limitada resistência à corrosão para as ligas à base de prata e estanho. Paralelamente, Cruz et al.,⁴ Mondelli⁹ e Valera et al.¹⁹ chamam também a atenção para a ausência de controle satisfatório, pelos fabricantes, no que diz respeito aos componentes destas ligas, suas proporções e procedimentos de fundição. Na literatura consultada, não há técnica de fundição específica para as ligas de prata e estanho, uma vez que diversas são as temperaturas empregadas e contraditórios os métodos de resfriamento. Acreditamos, entretanto, de acordo com as opiniões de Man et al.⁸ e de Santos Junior et al.,¹⁴ que o escurecimento precoce destas ligas no meio bucal esteja, ainda, relacionado a procedimentos laboratoriais inadequados como superaquecimento da liga durante a fusão ou reutilização de sobras de fundição. Entendemos, também, que nossos resultados, somados aos obtidos no estudo sobre adaptação e complementados por ensaios mecânicos, possam servir de ponto de partida para o estabelecimento de técnica de fundição simples e eficiente para as ligas à base de prata e estanho e permitam a obtenção de restaurações metálicas fundidas acessíveis e de boa qualidade clínica e laboratorial.

Conclusão

- As ligas de prata e estanho estudadas apresentaram índices de corrosão estatisticamente diferentes, com menores valores para as ligas Superalloy e DFL.
- As três técnicas de fundição empregadas proporcionaram índices médios de corrosão estatisticamente iguais entre si.
- Os métodos de resfriamento estudados proporcionaram índices médios de corrosão estatisticamente diferentes entre si, com menor valor para o resfriamento imediato, em água.
- Para a liga Pratalloy e para a técnica F_2 , com aquecimento do anel a 650°C e fundição a 500°C, o resfriamento rápido, em água, não se mostrou capaz, estatisticamente, de proporcionar índices menores de corrosão.

CRUZ, C. A. dos S. et al. Corrosion behavior of silver-tin alloys. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.26, n.1, p.121-132, 1997.

- **ABSTRACT:** *Commercial silver-tin based alloys (Superalloy, DFL, and Pratalloy) were investigated. Three casting procedures were employed with different (650, and 500°C) heating and casting temperatures. Castings were made in a Degussa casting machine, and cooled slowly to room temperature either in a oven or over bench or quickly by immersion into water. After metallographic polishing, specimens were immersed into a 1% sodium sulfide solution. Superalloy and DFL showed the best corrosion resistance. Cooling methods showed statistically significant effects. Heating and casting temperatures did not change the corrosion behavior.*
- **KEYWORDS:** *Dental alloys; dental casting technique; corrosion.*

Referências bibliográficas

- 1 ARAÚJO, M. A. J., FICHMAN, D. M. Ligas alternativas para incrustações metálicas fundidas. *Rev. Paul. Odontol.*, v.6, n.6, p.50-5, 1985.
- 2 CORRÊA, A. A., GAVAZZI, J. C. C., SIMONETTI, E. L. Dentística restauradora em odontopediatria: coroas metálicas fundidas. *Ars Curandi Odontol.*, v.4, n.2, p.3-10, 1977.
- 3 CRUZ, C. A. S. et al. Ligas de prata e estanho para fundições odontológicas: avaliação do desajuste cervical em restaurações M. O. D., obtidas a partir de diferentes técnicas de fundição. *Rev. Odontol. UNESP*, v.23, p.119-27, 1994.
- 4 ———. Ligas de prata e estanho para fundições odontológicas. Estudo da composição e contração de fundição. *Rev. Odontol. UNESP*, v.23, p.129-36, 1994.
- 5 DINELLI, W. *Comportamento eletroquímico de amálgamas obtidos com limalhas de partículas de formas e tamanhos diferentes, em relação às ligas de ouro.* Araraquara, 1974. 113p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara.
- 6 DINELLI, W. et al. Comportamento eletroquímico de ligas do sistema cobre-alumínio. Efeito de tempos e interação com outras ligas metálicas. Parte II – avaliação macro e microscópica da superfície. *Odontol. Clin.*, v.2, n.3/4, p.31-5, 1988.
- 7 FULLER, J. B. *Estudo de dureza Vickers, resistência limite à tração, alongamento e resistência a um meio corrosivo, de ligas à base de prata, paládio e cobre, comparadas com uma liga de ouro tipo II e uma à base de prata-estanho.* Araraquara, 1973. 72p. Tese (Doutorado em Prótese Parcial Removível) – Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara.

- 8 MAN, C. S., CHILVARQUER, I., MATSON, E. Ligas não-áuricas para restaurações metálicas fundidas. *Rev. Paul. Odontol.*, v.5, n.5, p.13-28, 1983.
- 9 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.
- 10 MONDELLI, J. et al. Desenvolvimento e estudo das propriedades de ligas alternativas para restaurações fundidas. (Nota Prévia). *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v.1, p.1-4, 1987.
- 11 MURPHY, A. J. The constitution of the alloys of silver and tin. *J. Int. Metals*, v.35, p.107-29, 1926.
- 12 PAFFENBARGER, G. C., CAUL, H. J., DICKSON, G. Base metal alloys for oral restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.30, p.852-62, 1943.
- 13 PANZERI, H. et al. Verificação da composição, da dureza superficial e da expansão térmica de uma liga à base de prata-estanho. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.34, p.248-53, 1980.
- 14 SANTOS JUNIOR et al. Análise qualitativa e verificação da distribuição microestrutural de amostras fundidas de ligas do sistema prata-estanho. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v.4, p.515-22, 1981.
- 15 SILVA, W. P. *Contribuição ao estudo das propriedades físicas, das ligas de prata para fundições*. Recife, 1965. 53p. Tese (Cátedra em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Recife.
- 16 SIMONETTI, E. L. *Contribuição para o estudo de ligas metálicas do sistema prata-estanho: propriedades mecânicas – resistência à tração, alongamento e dureza Brinell e técnica de fundição*. São Paulo, 1971. 15p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 17 SIMONETTI, E. L., TSCHIPTSCHIN, A. P. Ligas metálicas do sistema prata-estanho: variações microestruturais e propriedades mecânicas. *Ars Curandi Odontol.*, v.4, n.3, p.30-8, 1977.
- 18 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.
- 19 VALERA, R. C. et al. Contribuição ao estudo do comportamento microestrutural e mecânico de ligas do sistema prata-estanho. *RGO*, v.26, p.142-7, 1978.
- 20 VIEIRA, D. F. Diagramas de constituição de interesse odontológico. In: _____. *Metals e ligas metálicas*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1967. p.99-121.