

# REVESTIMENTO EXPERIMENTAL À BASE DE ZIRCÔNIO: ALTAS TEMPERATURAS DE FUSÃO PELA TÉCNICA “SHELL MOLDS”

## EXPERIMENTAL ZIRCONIUM-BASED INVESTMENT: HIGH FUSION TEMPERATURES THROUGH “SHELL MOLDS” TECHNIQUE

Eulália Maria Martins da **SILVA**<sup>1</sup>  
Cícero Eleutério da **SILVA FILHO**<sup>1</sup>  
Paulo Fukashi **YAMAGUTI**<sup>2</sup>  
Fernanda de Carvalho **PANZERI**<sup>3</sup>  
Ricardo **SHIBAYAMA**<sup>4</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade de um revestimento para fundição, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP, sido experimentalmente utilizado em fundições de ligas com altas temperaturas de fusão como o Co-Cr e Ti. Estes metais na sua temperatura de fusão são altamente reativos aos componentes dos revestimentos. O material testado visa evitar esta reação, proporcionando facilidade no acabamento e maior lisura da superfície da peça bruta fundida. O revestimento experimental utiliza um ligante à base de sílica coloidal [Nalcoage 10-30 (Nalco)]; uma solução surfactante contendo sílica coloidal (90%) e surfactante Renex 95 (Hoesch) 10%; como refratário utiliza-se o silicato de zircônio malha 325. Após a obtenção da lama refratária, é importante que seja mantido em um aparelho de mistura contínua para termos um material em condições de uso por tempo indeterminado. Este revestimento além de ser vantajoso na obtenção de armações metálicas de próteses parciais removíveis pode ser utilizado para obtenção de infra-estruturas metálicas de próteses parciais fixas. Apresentamos as etapas laboratoriais utilizando o método “Shell Molds” (técnica da boneca), com o objetivo de realizar fundições de infra-estruturas metálicas para próteses parciais fixas, aferindo sua adaptação cervical. O resultado final destas fundições mostrou que este material, nas condições utilizadas neste trabalho, não apresentou resultados satisfatórios quanto a adaptação porém o trabalho de desinclusão foi altamente simplificado. Outras investigações devem continuar sendo feitas pois este revestimento é bastante promissor.

**UNITERMOS:** Revestimento para fundição odontológica; técnica de fundição odontológica ; adaptação; Shell Molds.

### INTRODUÇÃO

Desde o início das pesquisas com ligas alternativas às ligas áureas para confecção de infra-estruturas metálicas de Próteses Parciais Fixas, principalmente as ligas à base de Ni-Cr, procura-se um revestimento que além de resistir à sua alta temperatura de fusão pudesse expandir o suficiente para compensar a contração de solidificação destas ligas, permitindo uma melhor precisão de fundição (STEVENS,<sup>12</sup> 1985; JÖRGENSEN e WATANABE,<sup>6</sup> 1986; EARNSHAW et al.,<sup>3</sup> 1997) Tradicionalmente tem-se utilizado os revestimentos aglutinados por

fosfato, que foram introduzidos há quase 40 anos (SKINNER,<sup>11</sup> 1963)

Recentemente o IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica – USP) desenvolveu um revestimento experimental com zircônia, para uso em fundições de ligas cujas temperaturas de fusão sejam elevadas, necessitando materiais mais resistentes quando expostos a altas temperaturas, como as citadas ligas de Ni-Cr utilizadas para obtenção de infra estruturas metálicas em Próteses Parciais Fixas, o titânio e ligas à base de Co-Cr recomendadas principalmente para obtenção de armações metálicas de Próteses Parciais

1 - Professor Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

2 - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Prótese da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

3 - Professor Doutor do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP.

4 - Mestre e Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

Removíveis.

Este revestimento tem sido testado no Departamento de Materiais Dentários e Prótese da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP (SUZUKI,<sup>13</sup> 1996; PANZERI et al.,<sup>10</sup> 1998; PANZERI,<sup>9</sup> 1999).

O objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de utilizar este revestimento experimental para obter uma infra-estrutura metalocerâmica com qualidades superiores ou iguais às das peças fundidas com um revestimento aglutinado por fosfato.

## MATERIAL E MÉTODO

Utilizou-se um troquel metálico padrão, confeccionado a partir de um primeiro pré-molar superior hígido, recém extraído, por indicação de tratamento ortodôntico, preparado para receber uma coroa oca de porcelana (Figura 1). Este troquel metálico foi fixado numa base cilíndrica de plástico de PVC (Tigre 21mm) com 50mm de altura por 21mm de diâmetro. Para a fixação foi utilizado um gesso pedra especial (Duratone Micro-Granulado – Dentsply Indústria e Comércio Ltda).

Foi confeccionada também uma matriz de silicone Zetaplus (Zetalabor) que serviu para padronizar todos os enceramentos, pois posicionada, permitiu reproduzir a forma e espessura dos padrões de cera (Figura 2). Esta recebeu indexações para permitir a reposição e manutenção da posição exata da matriz no cilindro fixador do troquel.

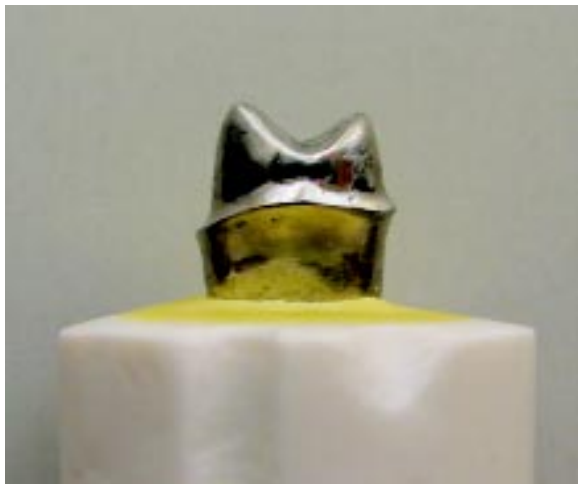


FIGURA 1 - Troquel Metálico Utilizado.

Foram confeccionados 10 padrões de cera e cada um deles foi incluído em um anel de silicone de 60g (Polidental). Havia dois grupos: cinco padrões para o revestimento fosfatado (Termocast-Polidental) e cinco padrões para o revestimento experimental.

O revestimento fosfatado foi manipulado utilizando 60g de pó e 9,6ml de líquido especial para

este material. O líquido e pó foram aglutinados com auxílio de um espatulador mecânico a vácuo (Degussa – Tipo II, Frankfurt – Alemanha). Aguarda-se por 60 minutos para a presa do revestimento, que a seguir, foi levado ao forno à temperatura ambiente e aquecido lentamente até atingir a temperatura de 320°C, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. No segundo estágio do forno, a temperatura subiu lentamente até 950°C, permanecendo por 30 minutos. Procede-se à fundição, utilizando somente ligas novas (VeraBond II – Alba Dent Inc. ). Este foi o grupo controle (Figura 3).

No Grupo experimental, uma camada fina e homogênea do revestimento (lama refratária) foi aplicada com pincel, cobrindo toda a superfície dos padrões, incluindo o canal de alimentação (Figura 4).

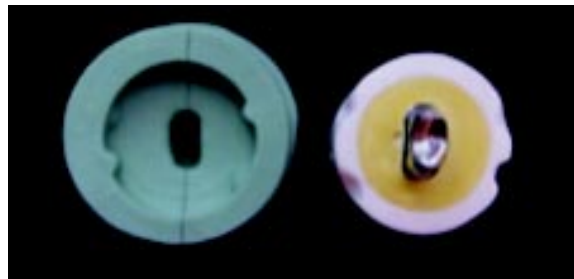


FIGURA 2 - Molde de silicone obtido, dividido em duas partes, mantido pelo cilindro plástico.



FIGURA 3 - Padrão de cera do grupo controle.

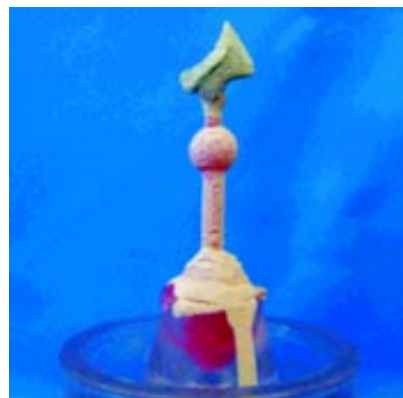


FIGURA 4 - Padrão após aplicação da inserido à base formadora de cadinho primeira camada do revestimento.

Uma vez seca, nova camada de revestimento foi aplicada e, ainda úmida fez-se aspersão de pó (zirconita) com granulação menor do que 100µm (Figuras 5 e 6). Este procedimento foi repetido por mais cinco vezes, envolvendo dessa forma os padrões de cera com um corpo resistente, esta técnica de aplicação também é denominada de "Shell Molds". O pó de zirconita espalhado sobre a superfície da lama origina a formação de um estuque e tem dupla finalidade: prover maior resistência inicial e porosidade do refratário para permitir o escape de ar durante a injeção da liga (Figura 7). Após formação do corpo do revestimento experimental, o anel de silicone foi preenchido com o revestimento Micro Fine 1700 (Talladium Inc. ). Aguardou-se a presa do revestimento e as fases seguintes do processo de fundição foram semelhantes as do revestimento fosfatado.



FIGURA 5 - Aspersão de zirconita.



FIGURA 6 - Padrão após aplicação da zirconita.

Após o processo de fundição foi realizada a desinclusão e o jateamento interno com óxido de alumínio. Não foram realizados procedimentos de usinagem para adaptação. Somente bolhas positivas foram removidas com broca de carboneto de tungstênio nº 2 (Carbide – SSWhite Artigos Dentários Ltda).

Procedeu-se as leituras para verificação do desajuste cervical com um microscópio comparador (Mitutoyo – Mig., Co., Lft., Tokyo, Japan, Figura 8). Cada face da infra-estrutura metálica foi medida 3 vezes em 4 pontos (V, L, M e D). Primeiramente, o retículo em forma de cruz do microscópio comparador foi posicionado no término do preparo cervical. A seguir, a mesa micrométrica foi movimentada até que o centro do retículo se alinhasse com a borda cervical da infra-estrutura. O espaço encontrado representa o desajuste cervical em mm (Figura 9).



FIGURA 7 - Obtenção do estuque.



Figura 8 - Microscópio comparador Mitutoyo.

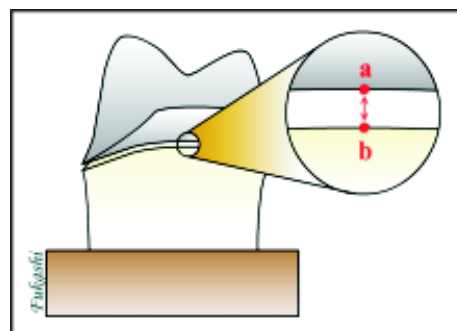


FIGURA 9 - A distância entre os pontos a e b representam o desajuste cervical em mm.

## RESULTADO

Foi realizada a análise estatística utilizando a técnica da Análise de Variância. As médias das desadaptações de cada infra-estrutura segundo o revestimento, estão representados na Tabela 1 e graficamente representados na Figura 10.

Tabela 1 - Desadaptação média, em mm, das infra-estruturas metálicas segundo o revestimento.

Infra-estrutura	Revestimento	
	Experimental	Termocast
Infra-estrutura I	0,478	0,216
Infra-estrutura II	0,590	0,134
Infra-estrutura III	0,579	0,162
Infra-estrutura IV	0,463	0,265
Infra-estrutura V	0,683	0,217
Média	0,558	0,199

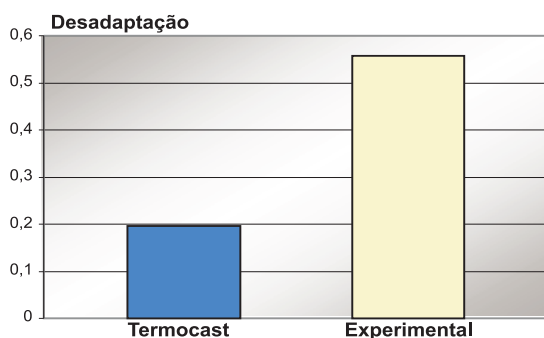


FIGURA 10 - Gráfico Ilustrativo da desadaptação média dos revestimentos em mm.

A análise estatística demonstrou que o revestimento Termocast apresenta uma adaptação significante melhor ( $p < 0,001$ ) do que o revestimento experimental.

## DISCUSSÃO

A técnica da cera perdida possui um grande inconveniente: o método de obtenção indireta. Muitos materiais são envolvidos desde a moldagem até a obtenção da peça fundida, e a alteração dimensional de cada um destes materiais, apesar de muitos estudos terem sido realizados para minimiza-las ou compensa-las, ainda nos preocupam. (FINGER,<sup>4</sup> 1980; STEVENS et al.,<sup>12</sup> 1985; JÖRGENSEN e WATANABE,<sup>6</sup> 1996; MONDELLI et al.,<sup>8</sup> 1989; EARNSHAW et al.,<sup>3</sup> 1997; CHEW,<sup>2</sup> 1999; BLACKMAN,<sup>1</sup> 2000)

A presa inicial dos revestimentos pode ser um dos problemas na precisão de adaptação. Se eliminarmos a expansão de presa, diminuimos as possibilidades de distorções do padrão de cera. Dependendo da fluidez da cera utilizada, esta pode restringir ou permitir a expansão do revestimento. Uma cera com alta fluidez, segundo ITO et al.<sup>5</sup> (1996), diminuiria a resistência para que o

revestimento expanda mais livremente e ainda segundo TAKAHASHI et al.<sup>14</sup> (1999), apresenta uma melhor uniformidade de expansão de presa tanto vertical quanto horizontal. Uma outra forma de evitar distorções do padrão é utilizar um revestimento apresente mínima expansão de presa e expansão térmica suficiente para compensar a contração da liga (FINGER,<sup>4</sup> 1980; STEVENS et al.,<sup>12</sup> 1985; JÖRGENSEN e WATANABE,<sup>6</sup> 1996). Para este intento, alguns pesquisadores procuraram modificar o modo de manipulação, como por exemplo não utilizar o líquido especial e recomendam utilizar um líquido à base de solução de glicerol ou água (FINGER,<sup>4</sup> 1980; STEVENS et al.,<sup>12</sup> 1985; LACY et al.,<sup>7</sup> 1985; JÖRGENSEN e WATANABE,<sup>6</sup> 1996) A técnica do "Shell Molds" utilizando o revestimento experimental vai de encontro com a mínima expansão de presa sem que ocorra a distorção do padrão de cera, pois, o revestimento é aplicado em camadas que tomam presa, uma de cada vez e o aquecimento do revestimento com a expansão final é pequena.

Porém em estudos, encontramos que o revestimento Termocast apresentou uma adaptação significante melhor (0,199mm) do que a técnica do "Shell Molds" utilizando o revestimento experimental (0,558mm). E isto pode ter ocorrido pelo fato da expansão de presa ter sido mínima e a expansão térmica não ter sido suficiente para compensar a contração da liga, principalmente por termos utilizado uma liga à base de Ni-Cr, que necessita de uma grande expansão para compensar a sua contração. Isto não significa que a técnica do "Shell Molds" com o revestimento experimental não seja adequada para fundir uma infra-estrutura metálica para Prótese Parcial Fixa, pois ainda deve ser investigado se o uso de um segundo revestimento (Micro Fine 1700 – Talladium Inc. ), para completar o anel de fundição, não poderia ter alterado dimensionalmente o corpo do revestimento experimental ou até mesmo ter impedido sua expansão. Com o revestimento Micro Fine 1700 utilizamos 73% do líquido especial, aumentando a quantidade deste líquido, uma maior expansão poderia ter sido adquirida. (FINGER,<sup>4</sup> 1980; STEVENS et al.,<sup>12</sup> 1985; LACY et al.,<sup>7</sup> 1985). É interessante discutirmos este fato em uma posterior investigação.

## CONCLUSÃO

Pela análise dos resultados, seguindo a metodologia de trabalho proposta, chegamos às seguintes conclusões:

A técnica "Shell Molds" utilizando o revestimento experimental apresentou uma adaptação desfavorável em relação ao revestimento Termocast; porém com uma superfície mais lisa e uma desinclusão simplificada.

O emprego de um outro revestimento, juntamente com o revestimento experimental, pode ter interferido negativamente no resultado deste trabalho.

## ABSTRACT

*The aim of this study was to verify the quality of a casting investment developed by the Institute of Technological Research - USP. The investment was experimentally used in castings of alloys at high fusion temperatures, i.e. Co-Cr and Ti. These metals, at their fusion temperatures, are highly reactive to the compounds of the investments. The tested material aims to avoid this reaction, providing ease in finishing and a greater smoothness of the cast surface. The experimental investment uses a colloidal siliceous alloying [Nalcoage 10-30 (Nalco)]; a surfactant solution with colloidal siliceous (90%) and surfactant Renex 95 (Hoesch) 10%; a 325-mesh zirconium silicate as refractory. Following the acquisition of the refractory mud, it is important to maintain it in an apparatus of continuous mixture so a material ready to be used anytime is obtained. This investment may be used for the acquisition of frameworks and of metallic substructure of partial fixed dentures. This paper presents the lab stages using the "Shell Molds" method, for cast of metallic substructures of fixed partial dentures, checking its cervical adaptation. The final result of the casts showed that this material did not show satisfactory results in regards to adaptation, under the conditions used in this research; however, de-vesting was highly simplified. Other studies must be continuously performed since this investment is a promising material.*

**Uniterms:** Dental casting investment; dental casting technique; adaptation; Shell Molds

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BLACKMAN, R. B. Evaluation of the dimensional changes and surface roughness of gold crowns cast with rapidly prepared phosphate bonded investment: a pilot study. **J Prosthet Dent**, v. 83, n. 2, p. 187-193, Feb. 2000.
- 2 - CHEW, C. L. et al. Investment strength as a function of time and temperature. **J Dent**, v. 27, n. 4, p. 297-302, May 1999.
- 3 - EARNSHAW, R. ; MOREY, E. F. ; EDELMAN, D. C. The effect of potential investment expansion and hot strength on the fit of full crown casting made with phosphate bonded investment. **J Oral Rehabil**, v. 24, n. 7, p. 532-539, Jul. 1997.
- 4 - FINGER, W. Effect of thickness of peridental restorations on the casting precision. **Scand J Dent Res**, v. 88, n. 5, p. 455-459, Oct. 1980.
- 5 - ITO, M. et al. Effect of selected physical properties of waxes on investments and casting shrinkage. **J Prosthet Dent**, v. 75, n. 2, p. 211-216, Feb. 1996.

- 6 - JÖRGENSEN, K. D. ; WATANABE, A. A new phosphate bonded investment. **Scand J Dent Res**, v. 94, n. 2, p. 182-184, Apr. 1986.
- 7 - LACY, A. M. ; MORA, A. ; BOONSIRI, I. Incidence of bubbles on samples cast in a phosphate bonded investment. **J Prosthet Dent**, v. 54, n. 3, p. 367-369, Sep. 1985.
- 8 - 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 II). **Rev Bras Odontol**, v. 46, n. 3, p. 26-34, maio/jun. 1989
- 9 - PANZERI, F. C. **Obtenção de fundições odontológicas de ligas de alta fusão, usando lama refratária à base de zircônio e injeção de metal líquido sob pressão de argônio**. Ribeirão Preto, 1999. 94p. Dissertação (Doutorado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.
- 10 - PANZERI, H. et al. Emprego de uma lama com caráter refratário para o processo de fundição odontológica. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 12, n. 3, p. 271-279, jul./set. 1998.
- 11 - SKINNER, E. W. Some recent technical advances in dental materials. **J Am Dent Assoc**, v. 66, p. 176-182, Feb. 1963.
- 12 - STEVENS, L. ; OKAMOTO, A. ; JÖRGENSEN, K. D. Dimensional change in mould space on setting of phosphate bonded investment. **Aust Dent J**, v. 30, n. 4, p. 281-284, Aug. 1985.
- 13 - SUZUKI, S. W. R. **Fundições de precisão: comparação da rugosidade superficial das fundições odontológicas obtidas pela técnica de "Shell Molds" e técnica convencional**. Ribeirão Preto, 1996. 60p. Tese (Mestrado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- 14 - TAKAHASHI, J. et al. Nonuniform vertical and horizontal setting expansion of a phosphate bonded investment. **J Prosthet Dent**, v. 81, n. 4, p. 386-391, Apr. 1999.

### Endereço para correspondência:

Eulália Maria Martins da Silva  
 Faculdade de Odontologia de Araçatuba  
 Rua José Bonifácio, 1193 - Vila Mendonça  
 CEP: 16015-050 - Araçatuba-SP  
 Fone: (18) 3636-3245  
 E-mail: ssme@foa.unesp.br

Recebido para publicar em 04/03/2003  
 Enviado para análise em 25/03/2003  
 Aprovado para publicação em 15/12/2003