

## AVALIAÇÃO DE UMA TÉCNICA DE DUPLA INCLUSÃO, EMPREGANDO DUPLA MISTURA DE REVESTIMENTOS, COM BASE NA FIDELIDADE DIMENSIONAL DE FUNDIÇÕES

Paulo Edson BOMBONATTI\*  
Oswaldo Augusto GARLIPP\*\*  
Antonio Joaquim PELLIZZER\*

*RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência de uma técnica de fundição, empregando-se a dupla inclusão, com dupla mistura de revestimentos, utilizando-se um revestimento à base de cristobalita, para revestir o modelo de cera, na formação do núcleo, e um revestimento à base de quartzo para o preenchimento do anel. Após a obtenção do modelo de cera, mediu-se neste uma distância preestabelecida, com auxílio de um microscópio de mensuração Carl Zeiss, com precisão de 0,01mm. A mesma distância foi posteriormente medida na peça metálica reproduzida em liga de cobre-alumínio, obtendo-se assim a porcentagem de alteração dimensional. Admitiu-se que quanto menor esta porcentagem, melhor a compensação obtida, isto é, melhor a fidelidade dimensional. Em todos os casos, as porcentagens de variação dimensional foram negativas, significando que as peças fundidas foram sempre menores que os padrões de cera que lhes deram origem. Dentro das condições de trabalho, os melhores resultados foram obtidos quando do emprego desta técnica, em comparação com os resultados obtidos com as técnicas de inclusão simples.*

*UNITERMOS: Fundição; revestimento; fidelidade dimensional.*

### INTRODUÇÃO

Dentre os requisitos para o sucesso de uma fundição, CUSTER & DESALVO<sup>6</sup> destacam a fidelidade dimensional como essencial. Contudo, devido a diversos fatores, esta propriedade nem sempre é obtida, daí a grande variedade de procedimentos e técnicas introduzidas na profissão por vários autores<sup>3,5,7,8,11,14,15,18,19</sup>. De um modo geral, estas são modificações de duas técnicas básicas, uma tendo como expansão principal a térmica e a outra a higroscópica. Muito embora estas técnicas teoricamente possam apresentar resultados iguais, na prática existem diferenças entre elas.

Recentemente, BOMBONATTI & GARLIPP<sup>4</sup> destacaram o papel abastecedor de água desempenhado pelo revestimento de cobertura, na expansão de presa do revesti-

mento utilizado na confecção do núcleo, quando do emprego da técnica da dupla inclusão com dupla mistura. Como na atualidade existem profissionais que, por medida de economia, revestem o padrão de cera com um revestimento de propriedades superiores, por isso mais caro, e empregam um revestimento de propriedades inferiores, de menor valor, para completar o preenchimento do anel, justifica-se colocar à prova a influência deste procedimento na fidelidade das fundições obtidas, quando comparadas com aquelas obtidas empregando-se técnicas de inclusão simples.

### MATERIAL E MÉTODOS

Corpos de prova em cera azul para incrustações (Kerr Indústria e Comércio Ltda. — São Paulo), de formato retangular, com

\* Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese — Faculdade de Odontologia — UNESP — 16.100 — Aracatuba — SP.

\*\* Dentsply Indústria e Comércio Ltda.

20 x 5 x 1,5 milímetros, foram obtidos de maneira semelhante à empregada por AR-RUDA<sup>2</sup>, consistindo na moldagem direta de uma placa de aço inoxidável, com características semelhantes às preconizadas nas Especificações números 11, 18 e 19, da AMERICAN DENTAL ASSOCIATION<sup>1</sup> para reprodução de detalhes, a qual apresenta em sua superfície duas séries de 7 sulcos paralelos, com diferentes larguras e cortados perpendicularmente por 2 outros sulcos. Para efetuar a moldagem, confeccionou-se uma moldeira metálica com as dimensões do corpo de prova, que se adaptava perfeitamente à placa de aço, permitindo desta forma a moldagem dos 7 sulcos paralelos, ficando o sulco transversal situado na linha mediana do corpo de prova, na sua dimensão maior. Isolava-se a placa de aço com um isolante para troquéis (Microfilm — Kerr Indústria e Comércio Ltda. — São Paulo), e a cera azul, aquecida e liquefeita em um cadinho de porcelana, era vertida para o interior da moldeira, em excesso, e deixada esfriar sob pressão de 2 quilos. Após o esfriamento, recortavam-se os excessos e o corpo de prova era levado a um microscópio de mensuração Karl Zeiss, com precisão de 0,01 milímetros, medindo-se a distância entre o primeiro e o quinto sulcos. Para facilitar a localização da distância medida, fazia-se coincidir a linha horizontal existente entre a ocular e a objetiva com o sulco transversal, que corta perpendicularmente os sulcos paralelos do modelo de cera. A distância entre o primeiro e quinto sulcos era medida fazendo-se inicialmente coincidir a linha vertical do microscópio com o ponto de cruzamento do sulco transversal com o primeiro sulco, anotando-se a leitura. A seguir, deslocava-se o microscópio horizontalmente até o cruzamento do quinto sulco e anotava-se a leitura. A diferença entre as leituras representava o comprimento medido, sendo que o resultado final constituía a média de 3 leituras para cada corpo de prova. Em seguida, o modelo de cera era coberto com um agente umectante (Debubblizer — Kerr Indústria e Comércio Ltda. — São Paulo) e incluído em revestimento, empregando-se as seguintes técnicas de inclusão: 1. Inclusão simples, empregando um revestimento à base de quartzo (U-raby — Walter Escovedo Cerqueira Ltda. —

Rio de Janeiro), espatulado na proporção água/pó de 0,40; 2. Inclusão simples, empregando um revestimento à base de cristobalita (Cristo-Dent — Dentsply Indústria e Comércio Ltda. — Petrópolis), espatulado na proporção água/pó de 0,34; 3. Inclusão dupla, com dupla mistura, empregando o revestimento à base de cristobalita para formar o núcleo e o revestimento à base de quartzo como material de cobertura.

Para as técnicas de inclusão simples, empregou-se uma única mistura água/revestimento, tanto para o pincelamento do modelo de cera como para o preenchimento do anel. Na técnica de inclusão dupla, com dupla mistura, procedeu-se da seguinte maneira: com o modelo de cera fixado no conformador de cadinho, espatulava-se o revestimento à base de cristobalita, pincelava-se o modelo de cera e em seguida adaptava-se ao seu redor e ao conformador de cadinho um anel cilíndrico plástico, com 30mm de altura por 14mm de diâmetro interno e seccionado verticalmente em duas partes que eram mantidas unidas por meio de um elástico, e procedia-se o seu preenchimento com a mesma mistura de revestimento à base de cristobalita (Fig. 1). Faltando um minuto para a ocorrência da presa deste revestimento, iniciava-se a manipulação do revestimento à base de quartzo, sendo simultaneamente removidas as duas partes do cilindro plástico, com bastante cuidado para não provocar o desmoronamento do cilindro do revestimento (Fig. 2), adaptava-se ao redor deste o anel metálico para fundição revestido internamente com uma tira de amianto umedecida, e procedia-se o seu preenchimento com o revestimento à base de quartzo, precisamente no momento da presa do revestimento do núcleo (Fig. 3). Após decorrido um mínimo de 24 horas, o anel era levado ao forno, aquecido lentamente até atingir 700°C, permanecendo nesta temperatura por um mínimo de 30 minutos, sendo, em seguida executada a fundição com o emprego de uma centrífuga TS-1 (Degussa S.A. — São Paulo) e uma liga de cobre-alumínio (Duracast-Marquart & Cia. Ltda. — São Paulo), colocada no cadinho com a temperatura ajustada e controlada por um termostato em 1.100°C.

Após a fundição, removia-se o corpo de prova, agora reproduzido em liga metálica, e

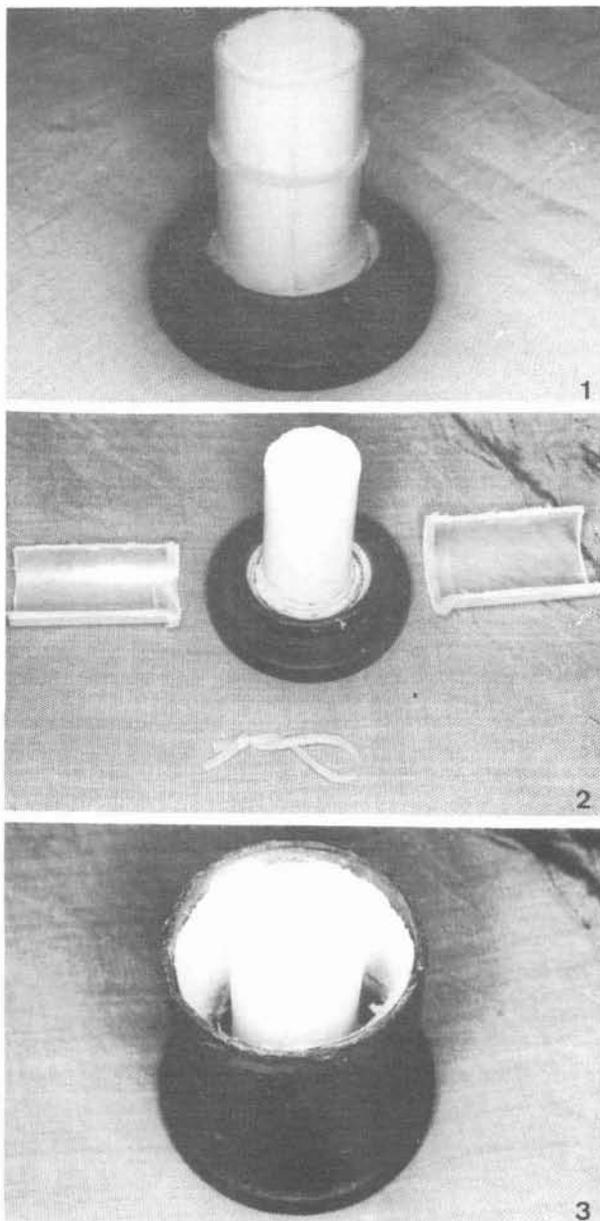


FIG. 1 — Confeção do núcleo, com revestimento à base de cristobalita, empregando um anel plástico seccionado verticalmente e mantido unido com elástico.

FIG. 2 — Remoção das partes do cilindro plástico com a exposição do cilindro de revestimento.

FIG. 3 — Adaptação do anel metálico para fundição ao redor do cilindro de revestimento, para preenchimento com revestimento à base de quartzo.

procedia-se a mensuração da distância entre o primeiro e quinto sulcos, tomando-se os mesmos cuidados descritos anteriormente. A leitura efetuada entre as marcas do modelo de cera representava o comprimento inicial, e a efetuada no corpo de prova metálico o comprimento final. Relacionando-se em seguida o comprimento final ao comprimento inicial obtinha-se então a porcentagem de alteração dimensional. Quanto menor esta alteração, melhor a compensação obtida com a técnica utilizada. Para maior precisão na interpretação dos resultados, os dados foram submetidos a uma análise estatística <sup>16</sup>.

## RESULTADOS

Os resultados da porcentagem de variação dimensional ocorrida entre a medida do modelo de cera e a sua reprodução em liga metálica, para todas as réplicas das 3 técnicas experimentadas, acham-se na Tabela 1.

Observa-se que em todos os casos a variação dimensional foi negativa, isto é, a reprodução em liga metálica foi sempre menor do que o modelo de cera correspondente. A análise de variância aplicada aos dados da Tabela 1 apresentou para F o valor 113,06, significativo ao nível de 1%, demonstrando que houve diferenças entre as médias correspondentes às técnicas. Constatada esta diferença aplicou-se o teste de Tukey a fim de se

julgar a hipótese de igualdade ou não entre os resultados obtidos nas diferentes técnicas. O valor crítico obtido pelo teste de Tukey a 5% foi de 0,15, e as estimativas das médias para os resultados obtidos em cada uma das técnicas, em ordem decrescente, foram as seguintes: 1. Inclusão simples, empregando o revestimento Uraby, 1,27; 2. Inclusão simples, empregando o revestimento Cristo-Dent, 0,47; 3. Inclusão dupla, com dupla mistura, 0,29. Conforme se observa, fica rejeitada a hipótese de igualdade entre as três técnicas e, para fins práticos, pode-se dizer que a técnica 3 (Inclusão dupla, com dupla mistura) foi a que proporcionou menor variação dimensional à liga metálica, isto é, foi a que proporcionou melhor compensação.

## DISCUSSÃO

A expansão que acompanha a presa dos revestimentos pode ser afetada pela alteração do conteúdo de água após sua mistura. Para FUSAYAMA <sup>8</sup>, HOLLENBACK & RHOADS <sup>12</sup> e SHELL <sup>17</sup> a água pode ser aumentada após a mistura através da camada de amianto umedecida empregada para o forramento interno do anel de fundição, produzindo este fato uma expansão higroscópica parcial do revestimento durante sua presa. Outra forma eventual de fornecimento de água ao revestimento durante a presa está na técnica de dupla inclusão com dupla

TABELA 1 — Porcentagem de variação dimensional encontrada entre a medida do modelo de cera e a sua reprodução em liga metálica.

Técnicas Réplicas	URABY	CRISTO-DENT	DUPLA MISTURA
1	- 1,05	- 0,57	- 0,31
2	- 1,19	- 0,53	- 0,28
3	- 1,43	- 0,41	- 0,31
4	- 1,46	- 0,46	- 0,24
5	- 1,25	- 0,41	- 0,35

mistura. Neste caso, o revestimento empregado para cobertura funciona como abastecedor de água para o revestimento empregado para a formação do núcleo, fato este verificado por HOLST<sup>13</sup> e recentemente estudado por GARLIPP & BOMBONATTI<sup>9</sup>.

O expediente utilizado de se pincelar o modelo de cera com um revestimento à base de cristobalita e se preencher o anel com um revestimento à base de quartzo, tem merecido restrições devido à diferença de comportamento que ocorre com estes revestimentos durante a expansão térmica. No entanto, em trabalho anterior, BOMBONATTI & GARLIPP<sup>4</sup> demonstraram ser mais crítica ainda, na técnica de dupla inclusão com dupla mistura, a influência sofrida pelo revestimento interno em sua expansão de presa. Tendo no revestimento de cobertura um eficiente meio abastecedor de água, o revestimento interno sofre uma expansão semi-higroscópica que, na dependência de certas variáveis, pode atingir uma magnitude bastante expressiva. Observou-se que a expansão do revestimento interno processa-se livremente enquanto o revestimento externo não toma presa, apresentando esta expansão intensidade semelhante àquela sofrida pelo mesmo revestimento quando tomando presa totalmente imerso em água. Verificou-se também que a magnitude da expansão está na dependência do momento da aplicação da cobertura, encontrando-se maiores valores quando a aplicação é feita no momento da presa. Os resultados obtidos com as técnicas 1 e 2 (Técnicas de inclusão simples, empregando respectivamente um revestimento à base de quartzo e um revestimento à base de cristobalita), demonstrou a superioridade do revestimento à base de cristobalita, em parte devida à sua maior expansão de presa (0,42%) quando comparada àquela do revestimento à base de quartzo (0,11%). A técnica 3 (Inclusão dupla, com dupla mistura, empregando o revestimento à base de cristobalita para formar o núcleo e o revestimento à base de quartzo para a cobertura) confirmou o que dela se esperava, proporcionando uma melhor fidelidade dimensional. Como o revestimento que envolvia o padrão de cera era exatamente o mesmo usado na técnica 2 (à base de cristobalita), o melhor resultado

obtido na técnica 3 só pode ser explicado pela expansão adicional sofrida por esse revestimento ao tomar presa embebido num meio abastecedor de água, isto é, o revestimento de cobertura. Não há como explicar a diferença havida tomando-se por base apenas a expansão de presa do revestimento de cobertura, pois isto exigiria, no mínimo, que esta expansão fosse maior que a expansão de presa do revestimento interno, o que não é verdade.

Assim, é razoável acreditar-se que o emprego da técnica de dupla inclusão com dupla mistura possa proporcionar a obtenção de peças metálicas fundidas com fidelidade dimensional satisfatória. A dificuldade de se obter, na prática, volume constante do revestimento ao redor do modelo de cera, não representa obstáculo ao emprego rotineiro desta técnica, visto que, segundo GARLIPP & BOMBONATTI<sup>10</sup>, a expansão só deixará de seguir um padrão fixo quando o volume do revestimento de cobertura não for superior ao dobro do volume do revestimento que envolve o padrão de cera.

## CONCLUSÕES

Dentro das condições em que o trabalho se desenvolveu, pode-se concluir que:

- 1 — A compensação das contrações existentes na obtenção de uma peça metálica fundida depende da técnica de fundição empregada.
- 2 — A utilização de uma técnica de dupla inclusão, com dupla mistura, empregando um revestimento à base de cristobalita para formar o núcleo e um revestimento à base de quartzo para a cobertura, vazado no momento da presa do revestimento interno, foi a que proporcionou melhores resultados quanto à fidelidade dimensional.

## AGRADECIMENTOS

Externamos nossos agradecimentos ao Prof. Dr. Valdir de Sousa, pela colaboração na versão para o inglês do resumo deste trabalho.

BOMBONATTI, P.E. *et alii* — Evaluation of a double-investment technique employing a double mixture of investments, based on the dimensional accuracy of the castings. *Rev. Odont. UNESP*, São Paulo, 13(1/2):151-156, 1984.

**ABSTRACT:** *The aim of this work was to verify the efficiency of a casting technique employing a double mixture of investments: one being a cristobalite based investment involving the wax pattern and the other a quartz based investment to fill the casting ring. A pre established distance was measured in the wax pattern, by using a Carl Zeiss microscope. The same distance was measured again after casting a copper-aluminum alloy. In all cases the casting were smaller than the wax pattern they derived from. The best results were obtained employing the double mixture technique as compared to the conventional techniques.*

**KEY-WORDS:** *Casting, investment; dimensional accuracy.*

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. *Guide to dental materials and devices*. 6. ed. Chicago, 1972.
2. ARRUDA, J.L.M. — *Manutenção dos detalhes de superfície e comportamento dimensional de materiais utilizados no processo de fundição*. Aracatuba, Faculdade de Odontologia, Unesp, 1979. (Tese-Livre-Docência).
3. ASGARS, K.; MAHLER, D.B. & PEYTON, F.A. — Hygroscopic technique for inlay casting using controlled water additions. *J. prosth. Dent.*, 5: 711 — 24, 1955.
4. BOMBONATTI, P.E. & GARLIPP, O.A. — Expansão de um revestimento incluído em função do tempo de aplicação do revestimento de cobertura. *Rev. Odont. Unesp*, 8/9: 103 — 8, 1979/80.
5. CRAWFORD, W.H. — Selection and use of investments sprues, casting equipment and gold alloys in making small castings. *J. Amer. dent. Ass.*, 27: 1459 — 70, 1940.
6. CUSTER, F. & DESALVO, J.C. — The accuracy of casting produced by various investments. *J. prosth. Dent.*, 19: 273 — 80, 1968.
7. FINGER, W. & JORGENSEN, K.D. — An improved dental casting investment. *Scand. J. dent. Res.*, 88: 278-84, 1980.
8. FUSAYAMA, T. — Factors and technique of precision casting. *Part. I. J. prosth. Dent.* 9: 468 — 85, 1959.
9. GARLIPP, O.A. & BOMBONATTI, P.E. — Expansão de um revestimento, incluído no momento de sua presa, em função do tempo de presa do revestimento de cobertura. *In: ENCONTRO DO GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS*, 15. Florianópolis, 1979. *Resumos dos Trabalhos Científicos*. p. 17-20.
10. GARLIPP, O.A. & BOMBONATTI, P.E. — Expansão de um revestimento, incluído no momento de sua presa, em função da relação volumétrica com respeito ao revestimento de cobertura. *In: ENCONTRO DO GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS*, 16, Natal, 1980. *Resumos dos Trabalhos Científicos*. p. 17-20.
11. HOLLENBACK, G.M. — Simple technique for accurate castings: New and original method of vacuum investing. *J. Amer. dent. Ass.*, 36: 391 — 7, 1948.
12. HOLLENBACK, G.M. & RHOADS, J.E. — A comparison of the linear expansion of investment with the linear casting shrinkage of gold. *Part. IV. J.S. Calif. dent. Ass.*, 28: 40 — 6, 1960.
13. HOLST, K. — Utsigtget hygroscopisk ekspansion i gips og indstøbningmasse. *Tandlaegebladet*, 65: 163-8, 1961.
14. PEYTON, F.A.; MAHLER, D.B. & ASGAR, K. — Controlled water-addition technique for hygroscopic expansion of dental casting investment. *J. Amer. dent. Ass.*, 52: 155-61, 1956.
15. PHILLIPS, D.W. — Present-day precision inlay investing and casting technique. *J. Amer. dent. Ass. and Dental Cosmos* 24: 1470 — 9, 1937.
16. SCHEFFÉ, H. — *The analysis of variance*. New York, John Wiley, 1959.
17. SHELL, J.S. — Setting and thermal expansion of investments: Part II. Effects of changes in water/powder ratio, dry vs. wet liners, and liner short on one end of ring only. *J. Ala. dent. Ass.*, 52: 22-5, 1968.
18. SMYD, E.S. — Wax, refractory investments and related subjects in dental technology. *J. prosth. Dent.*, 5: 514-26, 1955.
19. SWEENEY, W.T. — Cristobalite for dental investment. *J. Amer. dent. Ass.*, 20: 108 — 19, 1933.

Recebido para publicação em 12.09.83.