

CARLOS MAGNO GOSHI

**AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO LINEAR DE FUNDIÇÕES COM LIGA DE
NÍQUEL-CROMO, OBTIDAS POR MEIO DE DOIS REVESTIMENTOS
FOSFATADOS DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

**Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de
São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" como parte dos requisitos para a obtenção do título
de MESTRE, pelo Curso de Pós-Graduação em Odontologia, Área de
Concentração em Prótese Parcial Fixa**



Orientador: Prof. Dr. Fernando Eidi Takahashi

**São José dos Campos
2000**

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

RIBEIRO, J.F. et al. *Roteiro para redação de monografias, trabalhos de cursos, dissertações e teses*. São José dos Campos, 1994. 63.p.

GOSHI, C.M. *Avaliação da alteração linear de fundições com liga de níquel-cromo, obtidas por meio de dois revestimentos fosfatados de diferentes composições*. São José dos Campos, 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Aos meus pais Yosimitu (*in memoriam*) e Sumi,
pela dedicação a minha formação pessoal,
moral, religiosa e profissional.

À Rose, minha companheira, e grande incentivadora, tanto no aspecto pessoal como no profissional, que com paciência superou dificuldades e obstáculos durante minha ausência, para a conclusão de mais essa etapa em minha carreira.

Ao Prof. Dr. Fernando Eidi Takahashi,
que nos momentos de dificuldade,
soube me conduzir ao melhor
caminho.

Ao Prof. Emérito Sebastião Simões
Gomes, pelo exemplo significativo de
dedicação e entusiasmo à
Odontologia

Ao Prof. Dr. Amaury de Moraes
Silveira, principal responsável
pela minha formação na carreira
odontológica.

Ao prof. Dr. Marco Antonio
Bottino, pela competência e
esforço no sentido dinamizar a
pesquisa e o ensino nesta
Universidade.

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Maria Amélia Máximo de Araújo, Diretora da F.O.S.J.C. - UNESP, pela dedicação e seriedade com que conduz essa escola.

Ao Prof. Dr. Aldari Figueiredo e Prof. Dr. Maximiliano Piero Neisser, amigos e grandes pesquisadores, pelo auxílio em todos os meus trabalhos.

Ao Prof. Dr. Sigmar de Mello Rode, pelo incentivo ao ingresso no curso de Mestrado nesta Universidade.

Aos companheiros de turma, Alexandre, Arlindo, Délvio, Fábio, Isabel e Karina, pela amizade e convívio.

Aos Professores do Curso de Especialização em Prótese Dentária (Associação Odontológica do Norte do Paraná - AONP), pelo apoio e incentivo durante minha ausência no curso.

Às Técnicas em Prótese Dentária Rosemary Cianca e Elza Kogawa, e seus auxiliares, por terem colocado à disposição o laboratório para esta pesquisa.

Aos Técnicos João Maria Antunes Leite e Carlos Lemes Júnior, do Centro Técnico Aeroespacial, pela paciência e sobre tudo pela seriedade como conduziram as mensurações deste experimento.

À Bibliotecária da F.O.S.J.C. - UNESP, Sra. Ângela de Brito Bellini, pela revisão caprichosa deste texto.

Às secretárias Eliane, Suzana, Rose, Erena e Inês, pelo profissionalismo e amizade junto a todos os alunos desta Instituição.

Aos amigos e companheiros Luis Figueiredo Walter, Mário Genta Cordioli Rosângela Marques Cianca e Osvaldo Akira Yokoyama, professores da AONP, pela paciência e apoio à execução deste trabalho.

Aos amigos de São José dos Campos, Arlindo, Eduardo Eugênio e Fábio, pela ajuda durante todo o Mestrado, sobretudo pelo convívio e amizade dentro e fora desta Universidade.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo companheirismo e estudos conjuntos.

À Mônica Domenech, pela análise dos valores estatísticos.

Aos Professores e funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da F.O.S.J.C. - UNESP, pelo convívio alegre nestes anos.

Aos Professores, colegas e funcionários da F.O.S.J.C. - UNESP, meus sinceros agradecimentos.

Aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3	PROPOSIÇÃO.....	39
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4.1	Materiais.....	40
4.2	Métodos.....	41
5	RESULTADOS.....	49
6	DISCUSSÃO.....	54
7	CONCLUSÕES.....	60
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	RESUMO.....	68
	<i>ABSTRACT</i>	69

1 INTRODUÇÃO

O processo de fundição utilizado na Odontologia, baseado no conceito da técnica da cera perdida, desde Taggart⁴⁰ (1907) aos dias de hoje, tem recebido contínuas investigações, explorando o comportamento dos diferentes materiais odontológicos. A dificuldade para compensar as alterações dimensionais das ceras e das ligas metálicas é uma limitação na precisão e fidelidade dimensional das fundições.

Várias pesquisas na área de reprodutibilidade, fidelidade dimensional, granulometria, concentrações de sílica coloidal e manipulação de revestimentos têm sido realizadas com o intuito de se obter fundições cada vez mais precisas (Cooney & Caputo⁴, 1981; Leonardi et al.¹⁶, 1983; Bombonatti et al.³, 1984; Muench et al.²⁹, 1984; Stegun et al.³⁹, 1997).

Diversos tipos de revestimentos foram idealizados para compensar quantitativamente a contração sofrida pelas ceras e diferentes composições das ligas metálicas, além de suportar as altas temperaturas do processo de fundição. Morey²⁴ (1991) considerou que para compensar estas contrações, o processo de fundição necessita da combinação de quatro estágios: expansão térmica do padrão de cera, expansão de presa do revestimento, expansão aumentada de presa do revestimento com a

adição de água, conhecida como expansão higroscópica e a expansão térmica do revestimento.

Algumas ligas metálicas, tais como as de níquel-cromo, necessitam altas temperaturas para sua fusão. Os revestimentos à base de sulfato de cálcio quando utilizados acima de 1.150°C , sofrem decomposição, liberando enxofre, causando falhas na fundição pela aderência de partículas desagregadas do revestimento junto à superfície da liga (O'Brien & Nielsen³⁰ 1959).

Surgiram assim, revestimentos à base de fosfato acompanhados de líquido especial para sua aglutinação, composto de uma solução de sílica coloidal que, segundo seus fabricantes, tem por objetivo aumentar ou controlar as expansões de presa, higroscópica e térmica, dependendo da concentração empregada, com a finalidade de compensar a maior temperatura de fusão e coeficiente de contração das ligas não nobres.

De Armas⁷ (1986) indicou os revestimentos fosfatados para fundições de metais com alto ponto de fusão, como ligas de níquel-cromo e ouro platinado. Para atingir o máximo de expansão térmica, necessitam de um ciclo de expansão que compreende, a partir da temperatura ambiente, elevar a temperatura do forno de fundição gradativamente, durante determinados períodos de tempo, até atingir a temperatura final desejada. Este processo normalmente lento, exige que

os laboratórios trabalhem com uma capacidade pequena de fundições, ou possuam vários fornos para realizar esta operação.

Para evitar este inconveniente, recentemente a indústria lançou no mercado um revestimento fosfatado à base de cerâmica granulada, que por suas propriedades, segundo o fabricante*, dispensa o ciclo de expansão térmica convencional, podendo-se inserir o anel de fundição em forno preaquecido (750°C), obtendo a expansão desejada para efetuar-se a fundição num curto espaço de tempo.

Pelo fato deste material estar sendo largamente utilizado pelos Técnicos em Prótese Dental, torna-se importante compará-lo com os revestimentos convencionais, uma vez que as possíveis alterações dimensionais podem ter expressivo valor no resultado final das restaurações metálicas.

* (Talladium)

2 REVISÃO DA LITERATURA

Considerando certos aspectos das alterações dimensionais resultantes das expansões e contrações dos materiais utilizados no processo de fundição, Phillips & Biggs³⁴ (1950) observaram as distorções produzidas em padrões de cera sob a influência do tempo e da temperatura de armazenamento, bem como em função da temperatura de manipulação da cera. O resultado de 436 fundições unitárias indicou que a distorção do padrão de cera pode ser prevenida pela inclusão imediata, logo após a remoção da cavidade. As maiores distorções ocorreram durante as 2 ou 3h subsequentes ao término do enceramento, ou mesmo nos primeiros 30min, conforme o preparo. No caso de necessidade do armazenamento, recomendaram a baixa temperatura para reduzir a distorção. Por outro lado, observaram que, quanto maior a temperatura de manipulação, menores eram os esforços internos e menores as distorções do padrão de cera no período que vai da sua construção à sua inclusão no revestimento. Esses autores, afirmaram que os procedimentos para a obtenção de restaurações fundidas aperfeiçoaram-se tanto nos últimos anos que as falhas de fundições poderiam ser consideradas mais como exceção que como regra geral.

Schnell et al.³⁶ (1963) avaliaram fundições com revestimentos fosfatados utilizando liga áurica de alta fusão. Compararam dois revestimentos à base de sulfato de cálcio (Cristobalite e Beauty Cast) com três revestimentos à base de fosfato (HFG, Ceramvest e Ceramigold). Realizaram trezentas fundições utilizando a técnica de presa ao ar ou imersa em água a $\pm 38^{\circ}\text{C}$ (expansão higroscópica), com temperaturas de aquecimento de $676,6^{\circ}\text{C}$ e $537,7^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Os anéis de fundição eram mantidos a $\pm 732^{\circ}\text{C}$ por 1 h antes de se realizar a fundição. A adaptação e condições de superfície dos corpos-de-prova foram avaliadas com lupa (estereomicroscópio) e assentadas sobre os troquéis sob carga de 4lb.

Os resultados com o revestimento HFG não foram tão consistentes quanto os revestimentos aglutinados por gesso, a proporção líquido/pó menor produziu fundições com maior expansão e resultados mais consistentes (proporção líquido/pó de 10/50 e presa ao ar), houve maior expansão total quando a expansão de presa foi imersa em água a 38°C , mas havendo perda de resistência. Aumentando-se a proporção líquido/pó, os resultados não foram consistentes, apesar da média para 11/50 serem menores que 10/50. Para o revestimento Ceramvest, a variação de expansão possível foi maior que a do HFG. Com 100% de concentração de líquido especial as fundições foram sempre maiores que o troquel, com 100% de água as fundições foram menores que o troquel e com 50% de água mais 50% de líquido especial as fundições eram

geralmente adequadas, porém um pouco mais largas que HFG (proporção líquido/pó 10/50). Para o revestimento Ceramigold com concentrações de 100% de líquido, as fundições foram muito expandidas, com 50% menos de líquido as fundições eram mais adaptadas, porém mais rugosas. Os autores concluíram que os três revestimentos aglutinados por fosfato apresentaram piores adaptações quando comparados com os revestimentos à base de gesso.

Skinner³⁶ (1965), ao analisar os problemas referentes às ceras para fundições, observou que as mesmas têm a composição pouco conhecida, sendo que, provavelmente, a parafina fosse a base para a maioria das ceras. Afirmou que o material ideal para a construção do padrão, era a resina sintética ao invés da cera por possuir uma estrutura semi-cristalina sujeita à introdução de tensões durante a manipulação, o que resultaria em instabilidade morfológica. A cera deveria ser plastificada uniformemente e pressionada sobre a cavidade para resfriamento lento, e ser incluída em revestimento imediatamente após ser retirada.

Custer & DeSalvo⁶ (1968) investigaram a precisão da adaptação de fundições em ouro tipo II (dureza média), utilizando nove revestimentos diferentes à base de gesso. Para a avaliação foram utilizados matrizes simulando uma preparação de coroa total, uma MOD e uma classe I. A inclusão foi feita com água destilada, a vácuo contendo um padrão de cera por anel. Foram realizadas 232 fundições, utilizando o mesmo forno. Concluíram que muitos revestimentos produziram fundições

com ligeira imprecisão, e que existia a necessidade de uma revisão ou alteração das instruções dos fabricantes. Muitos revestimentos produziram fundições para classe I ligeiramente aumentados, enquanto fundições MOD e coras totais apresentaram-se diminuídas.

Maluf¹⁸ (1973) procurou verificar se a utilização de cera líquefeita ou plastificada para a construção dos padrões afetaria o ajuste e, ainda mais, se a temperatura de inclusão (15°C, 26°C e 37°C) e o tipo de revestimento em função da técnica de inclusão acarretariam modificações dimensionais nos blocos fundidos. Concluiu que não houve modificações de adaptação quando se usou cera líquefeita ou plastificada; que a temperatura de inclusão influenciou nas dimensões do bloco fundido (quanto maior a temperatura, maior a dimensão); que a magnitude de expansão do revestimento influenciou nas dimensões do bloco fundido (quando o revestimento de preenchimento apresentava expansão térmica menor que a do revestimento da "boneca", as dimensões do bloco eram menores).

Muench & Maluf²⁸ (1973) estudaram a alteração dimensional de blocos fundidos em ouro tipo III (dura), em forma de luva cônica, com quatro diâmetros diferentes, onde a parte interna representava uma coroa e a externa uma classe I. Foram fundidos dez réplicas para cada matriz, totalizando quarenta corpos-de-prova, utilizando somente um revestimento à base de sulfato de cálcio. A mensuração direta consistia em medir doze vezes, em ângulos

igualmente distribuídos, os diâmetros maiores e menores, interna e externamente de cada corpo-de-prova, por meio de um microscópio e compará-las com as medidas dos troqueis respectivos. A mensuração indireta foi executada por meio de um micrômetro de profundidade que fornecia dados sobre a maior ou menor penetração dos corpos de prova na respectiva matriz. Concluíram que na superfície dos blocos fundidos existiam irregularidades que interferiam no seu ajuste; essas irregularidades em classe I, comportaram-se como que tendo havido maior expansão e, em coroas, como maior contração. Em blocos com menores diâmetros, essas irregularidades acarretaram maior influência no ajuste e constataram ocorrer uma maior expansão, ou menor contração, segundo o sentido transversal do anel de fundição. Este fato mostrou que os blocos fundidos em ouro, apresentaram dimensões diferentes conforme a orientação do padrão de cera no anel de fundição.

Maluf & Muench¹⁹ (1974) pesquisaram as alterações dimensionais de bloco de ouro, em forma de luva cônica em função de sua localização em molde de revestimento cilíndrico e esférico. Os padrões foram incluídos, utilizando um revestimento à base de sulfato de cálcio, considerando seu eixo paralelo (longitudinal) e perpendicular (transversal) ao canal de alimentação. Foram fundidos um total de quarenta corpos de prova e mensurados com o auxílio de um paquímetro, provido de um micrômetro com precisão de 0,005mm. Concluíram que o uso do anel esférico não apresentou melhores resultados que o anel

clássico de fundição. Comparando as posições, a transversal teve influência na cavidade tipo classe I e não na coroa.

Ueti et al.⁴¹ (1977) verificaram o desajuste de blocos fundidos, sobre preparo classe I, em função de várias condições de armazenagem do modelo de cera e de regiões medidas. Inicialmente fizeram um preparo classe I, num segundo molar inferior esquerdo extraído. A partir deste, realizaram moldagens individuais para obtenção de 48 troquéis e, em seguida submetidos aos seguintes tratamentos: temperaturas de armazenagem, 25°C e 35°C; tempos de armazenagem, 10min, 1h, 48h, e 1 semana ; locais de armazenagem, no troquel e fora do troquel; e regiões medidas ao longo do filme de cimento, correspondente ao corte do bloco cimentado no respectivo troquel e depois incluído na resina acrílica ativada quimicamente. Com os resultados obtidos e estatisticamente analisados, concluíram que as temperaturas usadas na armazenagem do modelo de cera tiveram influência sobre o desajuste do bloco fundido; os tempos de armazenagem também tiveram influência no desajuste; os locais de armazenagem: no troquel ou fora do troquel, não tiveram influência sobre desajuste dos blocos fundidos; e o desajuste dos blocos fundidos foi diferente segundo as regiões analisadas, sendo que o maior desajuste se verificou na região pulpar do que nas partes laterais.

Ueti et al.⁴² (1977) observaram o desajuste de blocos fundidos, sobre preparo classe II, em função de várias condições de

armazenagem do modelo de cera e de regiões medidas. Inicialmente realizaram a ceroplastia sobre troquéis metalizados, obtidos pela duplicação de um preparo classe II (MOD). Em seguida estes modelos eram armazenados, variando a temperatura, tempo de permanência e local de armazenagem (nos troquéis ou fora deles). Após a inclusão e fundição, os blocos obtidos eram cimentados nos respectivos troquéis e em seguida, seccionados e incluídos em resina acrílica ativada quimicamente. Realizado o polimento metalográfico, obteve-se as medidas ao longo do filme de cimento. Com os dados obtidos e analisados estatisticamente, concluíram que as temperaturas de armazenagem não tiveram influência no desajuste; os tempos de permanência tiveram influência; o desajuste foi diferente na seguinte ordem decrescente: região do degrau cervical, região pulpar, chanfrado, e o menor desajuste verificou-se nas regiões laterais.

Arruda² (1979) avaliou o comportamento dimensional de materiais utilizados no processo de fundição, usando dois tipos de revestimento à base de gesso. Após a obtenção dos padrões de cera, a partir de moldagem direta de uma placa de aço inoxidável semelhante à preconizada pelas especificações 11, 18 e 19 da ADA para reprodução de detalhes, mediu-se nos padrões de cera uma distância preestabelecida, e imediatamente incluídos. A mesma distância foi medida na peça metálica fundida, reproduzida com três ligas diferentes (ouro, prata-paládio e prata-estanho) com o auxílio de um microscópio comparador, obtendo-se assim

a porcentagem das possíveis alterações dimensionais. Concluiu não haver diferenças significantes em nível de 0,1% em relação a interação entre os revestimentos e as ligas utilizadas e observou que todos os corpos-de-prova foram menores que os padrões originais em cera.

Com a finalidade de verificar a importância do líquido especial de sílica coloidal, na expansão de presa e térmica dos revestimentos fosfatados, Cooney et al.⁵ (1979) utilizaram dois revestimentos fosfatados de acordo com as instruções do fabricante e, modificando a técnica para os dois revestimentos, pela não diluição em água da solução coloidal de sílica, compararam seus resultados com os resultados de fundições obtidas com um revestimento à base de sulfato de cálcio. Concluíram que as fundições feitas com os revestimentos fosfatados exibiam menor abertura marginal do que as fundições feitas com o revestimento à base de sulfato de cálcio e os melhores resultados foram obtidos com revestimentos com maior concentração de sílica.

Pegoraro & Chiodi-Netto³¹ (1979) avaliaram as expansões livres de presa, higroscópica e térmica de três revestimentos à base de fosfato (Ceramigold, Ceramivest e Aurovest), variando a proporção líquido especial/água (100%, 90%, 75%, 60%, e 50%). Os testes de expansão de presa e higroscópica foram realizados com os corpos de prova sobre mercúrio. A primeira leitura foi realizada 10min após o início da mistura e em intervalos sucessivos de 10min até atingir 1h. A última leitura era feita ao final de 2h. Os testes de expansão térmica foram realizados em um

dilatômetro de quartzo, onde o corpo-de-prova era mensurado após a expansão de presa ou expansão higroscópica e após aquecimento gradativo da temperatura ambiente até 700°C, durante o período de 2h. Concluíram que quando usado 100% de líquido especial, o revestimento Ceramigold foi o que apresentou maior expansão total, quando somadas todas as expansões possíveis, e a maior expansão higroscópica, quando analisadas individualmente; que o revestimento Ceramivest apresentou as menores expansões normal de presa e higroscópica e as maiores expansões térmicas; que o revestimento Aurovest apresentou a maior expansão normal de presa e as menores expansões térmicas, situando-se a sua expansão higroscópica no meio-termo entre os três revestimentos testados; que as expansões foram proporcionais às variações da proporção líquido/água para o Ceramigold, não tendo influência para o Ceramivest e Aurovest.

Pegoraro & Chiodi-Netto³² (1979) confrontaram os dados obtidos com um dos revestimentos testados na primeira parte do trabalho (Ceramigold) com os resultados de fundições com uma liga de níquel-cromo (Gemini II), utilizando-se duas técnicas de fundição: expansão normal de presa mais expansão térmica e expansão higroscópica mais expansão térmica, usando duas proporções de líquido especial: 100% e 90%. A avaliação da expansão do revestimento foi feita através de um microscópio comparador, medindo-se o interior das coroas fundidas por meio de uma moldagem à base de poliéter. As medidas foram realizadas

através da silhueta de moldagem, medindo-se o diâmetro menor, maior e altura, sendo essas medidas comparadas com as do troquel padrão. Concluíram que a expansão conseguida nos testes de expansão livre do revestimento não foi reproduzida totalmente em condições de uso prático, quando usado o revestimento Ceramigold e a liga de níquel-cromo. Para se conseguir a adaptação das coroas fundidas usou-se a técnica de expansão higroscópica mais expansão térmica nas proporções de 100% ou 90% de líquido especial.

Cooney & Caputo⁴ (1981), interessados em eliminar a necessidade de separar os sistemas de revestimentos para cada tipo de liga, avaliaram a adaptação marginal de fundições em ouro tipo III utilizando revestimentos fosfatados. Três condições foram testadas I- Revestimentos; II- Condições de mistura; III- Temperatura de eliminação de cera. Os padrões de cera foram encerados sobre réplicas do troquel mestre e depois transferidos para este, com a finalidade de reenceramento do término das margens sob aumento de dez vezes. Os revestimentos eram espatulados a vácuo com tempo reduzido e o líquido especial utilizado com concentração 100%. Trinta fundições foram realizadas, sendo dez para cada teste. Cada fundição foi examinada sob aumento de dez vezes para eliminação de pequenas bolhas, colocadas sobre o preparo com carga de 7lb e cimentadas com cimento temporário. A mensuração era feita em quatro pontos com microscópio. Os resultados demonstraram que a adaptação marginal com revestimentos fosfatados

foi superior às obtidas com revestimentos à base de sulfato de cálcio. Não houve diferença significativa para as duas temperaturas de eliminação de cera 371°C e 482°C.

Moskowitz²⁷ (1981) comentou que as ceras apresentam os coeficientes de expansão térmica mais altos que qualquer outro material dentário. As alterações dimensionais conseqüentes podem produzir fundições precariamente adaptadas, se elas não forem equilibradas, na técnica de fundição, por meio de fatores de compensação. A contração total da cera, no esfriamento, a partir de líquido até sólido, à temperatura ambiente, pode ser tão elevada como 0,4% e consiste da contração de solidificação somada à contração de esfriamento, até a temperatura ambiente e após a solidificação.

A respeito das ligas de níquel-cromo, Huget¹⁰ (1981) informou que estas apresentam cerca de 70% de níquel e 16% de cromo. Apresentando uma zona de temperatura de fusão de 1.399°C a 1.454°C, havendo ainda uma contração linear de 2,05% a 2,33%.

Khatchaturian & Caputo¹⁴ (1982) preocupados com a precisão de fundições utilizando anéis com amianto e anéis com revestimento cerâmico, reproduziram trinta padrões em cera com marcas preestabelecidas. A distância entre as marcas eram medidas em cada padrão com o auxílio de um microscópio com trinta aumentos e resolução de 0,0001mm. A metade dos padrões foi incluída com anéis forrados em amianto e a outra com revestimento cerâmico (Kaoliner). Todas as

fundições foram feitas com liga não preciosa contendo berílio e limpas com jatos de óxido de alumínio. As marcas das fundições eram então medidas comparando com as medidas feitas nos padrões de cera. Observaram que todas as fundições apresentaram pequena contração, quando comparadas com os padrões de cera originais. Concluíram não haver nenhuma diferença estatística significativa entre as fundições feitas com os dois tipos de anéis.

Leonardi et al.¹⁶ (1983) pesquisaram a desadaptação marginal de peças protéticas unidas, fundidas em liga de níquel-cromo, utilizando revestimentos fosfatados (Multivest, Ceramigold, Ceramvest e Complete) com concentrações diversas de líquido especial, incluídas com ou sem anel metálico. Os modelos para fundição foram obtidos pelo enceramento em matriz de aço inoxidável, representando o preparo de coroa total com ombro de dois pilares, cujos centros distavam 10mm, representando de forma esquemática uma prótese parcial fixa de três elementos. Depois de fundidos, os corpos-de-prova foram colocados na matriz e este conjunto levado ao projetor de perfil onde mediu-se a desadaptação em quatro pontos considerados. Concluíram que a ordem crescente de desadaptação foi o revestimento Complete, Ceramigold, Multivest e Ceramivest. Não houve influência do anel metálico durante a fundição na desadaptação das peças fundidas e obteve-se menor desadaptação com a concentração de 100% de líquido especial, não havendo diferença entre as concentrações de 75% e 50%.

Vermilyea et al.⁴³ (1983) observaram a influência de três revestimentos fosfatados sobre a adaptação de *copings* com cinco ligas não nobres. Para o experimento, utilizaram troquéis de gesso reproduzidos de uma matriz metálica para o enceramento do padrão de cera e conferidos em estereomicroscópio com aumento de três vezes. A inclusão e a eliminação da cera foi de acordo com fabricante. Foram realizadas noventa fundições, sendo trinta para cada revestimento, por meio de uma máquina automática de indução. Observaram que todas as adaptações das fundições testadas foram pobres e que a interação revestimento-liga parecia ser significativa.

Bombonatti et al.³ (1984) verificaram a eficiência de uma técnica de fundição com dupla inclusão, 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 o auxílio de um microscópio 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. Concluíram que a compensação das contrações existentes na obtenção de uma peça metálica depende da técnica de fundição empregada. A técnica de dupla inclusão proporcionou melhores resultados quanto a fidelidade dimensional comparando-se com

a técnica de inclusão simples, embora todas as fundições tenham se apresentado menores que o modelo de cera correspondente.

Marsaw et al.²⁰ (1984) avaliaram a expansão volumétrica de presa no interior do molde de revestimentos fosfatados, utilizaram dois tipos de anéis de fundição: anel desmontável em quatro partes e um anel metálico convencional. Os anéis foram revestidos por uma camada cerâmica, substituindo os amiantos e incluídos sem a diluição do líquido especial. A mensuração foi feita por meio de um sistema de reservatório volumétrico, onde a expansão do revestimento é representado pela queda do nível de água e a contração, pelo aumento. Também foi medida a expansão de presa externa dos revestimentos através de um microscópio comparador. Os resultados mostraram uma expansão linear de presa interna após 2 h de $0,57 \pm 0,08\%$ para o Ceramigold; $0,56 \pm 0,10\%$ para o Complete e $0,39 \pm 0,08\%$ para o Hi-Temp. A expansão linear de presa externa foi de $0,75 \pm 0,22\%$ para o Ceramigold; $0,64 \pm 0,50\%$ para o Complete e $0,86 \pm 0,63\%$ para o Hi-Temp. Concluíram que os valores da expansão de presa interna não correspondiam aos valores externos. Não havia diferenças significantes entre a utilização de diferentes tipos de anéis.

Muench et al.²⁹ (1984) verificaram a influência do tamanho das partículas dos revestimentos nos ajustes de blocos fundidos em forma de luva cônica, em que a parte externa representa uma cavidade tipo classe I e a interna tipo coroa. Para o experimento, foi utilizada uma liga

experimental, com 40% de ouro e 8% de paládio. Três revestimentos à base de sulfato de cálcio foram utilizados e trinta corpos-de-prova fundidos, sendo dez para cada revestimento. Concluíram que existiram irregularidades superficiais nos blocos fundidos que tiveram repercussão sobre os ajustes dos mesmos, agindo como tendo havido maior expansão em classe I e menor em coroas. Observaram também que, quanto maior a porcentagem de partículas pequenas nos revestimentos, menor a rugosidade superficial das fundições e, conseqüentemente, menor a alteração dimensional.

Fernandes et al.⁸ (1989) avaliaram as alterações dimensionais lineares de presa normal de três revestimentos aglutinados por fosfato com 100%, 75%, 50% e 25% de líquidos especiais e um aglutinado com gesso. Também observaram a temperatura máxima da reação exotérmica, em função da reação de presa dos revestimentos. Para avaliar estas condições, utilizaram respectivamente um apalpador eletrônico e um termômetro digital. Verificaram que aparentemente não havia uma relação de proporcionalidade entre as alterações lineares de presa normal dos revestimentos fosfatados e as concentrações de líquidos especiais. Os revestimentos Ceramigold e Hi-Temp (fosfatados); manipulados com 75% de sílica coloidal; apresentaram a maior expansão linear de presa normal; e o Hi-Heat (gesso) apresentou a menor expansão de presa normal. Quanto à reação exotérmica, o Multi-Vest alcançou a

maior temperatura, assim sendo, este revestimento poderia influir na maior distorção do padrão de cera dentro do anel.

Mondelli et al.²² (1989) verificaram o desajuste de coroas totais fundidas em função de técnicas de inclusão e tipos de revestimentos empregados. Utilizaram ligas comerciais à base de prata-estanho, prata-paládio, níquel-cromo, cobre-zinco, e cobre-alumínio e quatro tipos de revestimentos: Cristobalite, Hi-Temp, Goldent e Termocast. Para o experimento, foi utilizado um troquel metálico com uma cápsula matriz confeccionada de latão, a qual se adaptava ao redor do troquel, uniformizando a espessura do padrão. Utilizaram duas técnicas de inclusão, uma referida como convencional e outra como compensação (higroscópica). Após a limpeza das fundições, estas eram assentadas sobre o troquel com carga de 9kg durante 1min. Em seguida o conjunto era levado ao microscópio comparador para se medir possíveis desajustes. Concluíram que a técnica total da compensação proporcionou desajustes cervicais menores independentemente do tipo de revestimento e liga empregados. Dos revestimentos testados, o Termocast proporcionou os menores índices de desajustes independentemente da liga e técnica utilizada.

Mondelli et al.²³ (1989) verificaram a contração de fundição, constatando que a liga de prata-estanho ($1,44 \pm 0,07\%$) apresentou menores valores de contração, a de níquel-cromo ($2,22 \pm 0,02\%$) maiores valores e as de cobre-alumínio ($2,15 \pm 0,12\%$),

cobre-zinco ($2,02\pm0,08\%$) e prata-paládio ($1,69\pm0,08\%$) ficaram numa posição intermediária.

Shigeto et al.³⁷ (1992) compararam a precisão de fundição de cilindros de plástico e coroas fundidas com liga de níquel-cromo, variando-se a densidade do líquido na variabilidade da expansão do revestimento. Cilindros de plástico com 2mm de diâmetro e 10mm de comprimento foram mensurados com microscópio de 0,001mm de precisão e medidos posteriormente após a fundições. Os cilindros de plásticos foram incluídos com revestimento fosfatado variando-se a densidade do líquido especial.

Para a construção das coroas em cera, foi utilizado um modelo mestre de metal com 5mm de altura, 9mm de diâmetro cervical e convergências de 8°. Seis fundições foram feitas para cada experimento. A contração foi medida entre a borda da coroa e a base do troquel. A expansão foi medida pela abertura entre a coroa e a base do troquel, com o topo da superfície oclusal removida. Os resultados demonstraram uma expansão das barras quando a concentração do líquido especial foi maior que 55% e também uma expansão das coroas quando a concentração do líquido especial foi maior que 58%. Concluíram que as taxas de expansão dos revestimentos fosfatados foram proporcionais à densidade de sílica coloidal e a correlação dos coeficientes para os dois métodos não foi significativa, indicando os cilindros, serem úteis no conhecimento de dimensões da expansão de revestimento.

Como parte da tendência de se usarem ligas de fundição menos dispendiosas, Hutton & Marshall¹¹ (1993) analisaram a expansão de presa de três revestimentos diferentes aglutinados por fosfato: a) Biovest; b) Ceramivest; c) Ceramigold. Uma hora e 24h após a manipulação a vácuo, para determinar se estes poderiam fornecer expansão adequada para compensar a contração de fundição de uma liga de prata-paládio. Os revestimentos foram manipulados com água destilada ou com líquido especial fornecido pelo fabricante. A expansão de presa foi medida com auxílio de um dilatômetro vertical a cada minuto durante 1h e a cada hora durante o período de 24h. Os resultados mostraram que a expansão de presa foram: a) Biovest $0,19 \pm 0,01\%$; b) Ceramivest $0,14 \pm 0,03\%$; c) Ceramigold $1,17 \pm 0,08\%$, respectivamente. Estes resultados foram consistentes com a maior presença de sílica coloidal do terceiro material. Não houve alteração entre o tempo de 1h e 24h. Quando os revestimentos foram misturados com água destilada, todas as expansões de presa foram dramaticamente reduzidas.

Phillips³³ (1993) observou que os componentes essenciais das ceras para restaurações fundidas são basicamente a parafina, a resina dammar, a cera de carnaúba e alguns agentes corantes. Sendo a parafina o ingrediente principal em uma concentração de 40% a 60%, embora ela não apresente uma superfície macia e brilhante após a escultura. Uma característica térmica das ceras para fundição é o seu alto coeficiente de expansão térmica linear, podendo expandir-se linearmente,

até 0,7%, quando há um aumento de temperatura de 20°C, ou contrair-se em 0,35%, quando é resfriada de 37°C para 25°C. A média do coeficiente de expansão térmica linear nesta variação de temperatura é de 350×10^{-6} por graus centesimais. E concluiu ainda que a fundição se adapta melhor quando o modelo de cera é incluído imediatamente após sua remoção do preparo.

Com o intuito de determinar o melhor procedimento laboratorial na fundição de coroas de titânio. Mori et al.²⁶ (1994) avaliaram a expansão térmica e experimentos de fundição, utilizando três revestimentos diferentes, sendo dois revestimentos convencionais à base de SiO_2 : a) Tai-Vest; b) Rematitan e um revestimento à base de $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$; c) Titavest. A expansão térmica mensurada envolveu um ciclo de aquecimento e resfriamento. A temperatura do molde relativamente baixa recomendada (200°C) ou selecionada (350°C) para os revestimentos convencionais, proporcionou uma expansão em zero ou negativa do molde para compensação da contração do metal. As coroas fundidas com estes revestimentos apresentaram-se com dimensões reduzidas, não se assentando sobre os modelos, além de uma reação com o molde. As coroas fundidas com o revestimento c) foram assentadas sem tratamentos na superfície interna, a pequena reação do metal com o novo revestimento e a melhor compensação (0,15mm de discrepância) da contração, foi realizado quando o revestimento foi

aquecido à 950°C e resfriado como recomendado o molde de temperatura a 600°C.

Hutton & Marshall¹² (1995) avaliaram a expansão térmica de três revestimentos fosfatados: a) Biovest; b) Ceramvest; c) Ceramigold. Após as medidas da expansão de presa, as amostras foram imersas em água destilada, para reduzir o risco de rachaduras durante o aquecimento, segundo o fabricante. Durante a imersão, os corpos-de-prova eram monitorados por um dilatômetro para verificar o “efeito da hidratação” por 5min. Em seguida, as amostras foram posicionadas no dilatômetro e aquecidas 4°C por min, até 900°C, com as medidas de expansão térmica foram realizadas a 700°C e a 800°C. Concluíram quanto ao efeito hidratação que sua importância em relação à expansão do revestimento era mínima, visto que a expansão térmica variou para os três revestimentos, quando misturados com água destilada ou com líquido especial, apresentando expansões térmicas individualmente diferentes. Independente do líquido usado, o material a obteve a maior expansão térmica (1,64% a 1,76%) e os materiais b e c tiveram expansões intermediárias semelhantes, exceto quando o material c foi misturado água destilada, que mostrou a menor expansão térmica (0,80% a 0,88%). O tempo de presa não foi substancialmente influenciado pela expansão de hidratação, mas sim pela expansão térmica; e a temperatura não elevou drasticamente a expansão dos revestimentos.

Morey & Earnshaw²⁵ (1995) investigaram um revestimento aglutinado por gesso com uma série de formulações que aumentaram sua expansão e reduziram sua resistência ao rasgamento quente. Encontraram uma correlação linear significativa com a expansão total, e uma correlação linear altamente significativa com a combinação da expansão total e a resistência quente. O revestimento modificado, com menor resistência produziu uma fundição com menor distorção do que o material não modificado e mais resistente. Este achado indicou que a resistência quente deve ser considerada juntamente com a expansão, no que se refere à imprecisão das propriedades medidas dos revestimentos.

Ito et al.¹³ (1996) avaliaram as propriedades das ceras sobre a contração de fundição. Em seus estudos utilizaram 13 tipos de ceras, sendo seis industriais e sete dentais. O enceramento das coroas era feito sobre um troquel metálico simulando uma preparação. Para as inclusões foi utilizado um revestimento fosfatado com anéis revestidos com forramento cerâmico. A liga utilizada foi de cromo-cobalto, fundida em uma máquina de fundição por indução. Após a limpeza das fundições, estas eram assentadas sobre o troquel metálico e mensurados em quatro pontos preestabelecidos, através de um microscópio calibrado para 1µm. Concluíram que a contração de fundição diminuiu quando o escoamento do padrão de cera era aumentado. O escoamento do padrão de cera aumentou quando a reação exotérmica era aumentada. Anéis de fundições maiores eram indicados para fundições, onde um padrão de

cera espesso ou padrão de *inlay* tivesse uma alta resistência e um baixo escoamento.

Luk & Darvell¹⁷ (1997) determinaram as variações na resistência dos revestimentos aglutinados com fosfato, segundo diferentes temperaturas de eliminação do padrão de cera. Um padrão de disco de cera de ruptura foi incluído com seis marcas de revestimentos fosfatados, com concentração de 50% sílica coloidal, por meio de mistura manual de 15s e 1min sob pressão de 90Kpa. O tempo de presa foi de 15h a 25°C. A queima iniciou-se à temperatura ambiente. A temperatura do forno foi elevada até 260°C e mantida por 30min; depois ajustada à temperatura desejada (400°C e 1100°C), em intervalos de 100°C. O tempo total de queima foi estabelecido e fixado em 5h 25min para todas as temperaturas. A 1100°C o patamar foi de 1h. Para temperaturas menores, os patamares foram maiores. Foi utilizada uma liga de cobalto-cromo com temperatura de fusão a 1460°C. Segundo os resultados, o padrão de diferença na resistência variou consideravelmente entre as marcas. Algumas semelhanças ocorreram entre duas ou mais marcas. Concluíram que a resistência dos revestimentos fosfatados foi sensível à temperatura. A resistência a baixas temperaturas não teve grande correlação com a resistência a altas temperaturas. A inversão do quartzo a 575°C poderia estar correlacionada à queda de resistência. As acentuadas diferenças encontradas entre as marcas poderiam estar relacionadas à composição detalhada do aglutinante.

Stegun et al.³⁹ (1997) pesquisaram a reprodutibilidade de fundições pelo método da tela com malhas, empregando-se uma liga de paládio-prata e duas de níquel-cromo. Ainda usou-se como variável a posição da tela (lado esquerdo e direito) em relação ao sentido de rotação do braço da centrífuga e o comprimento do canal de alimentação. As telas de poliéster de 10 X 10= 100 malhas quadradas* foram incluídas com revestimento fosfatado**. O número de malhas reproduzidas durante a fundição foi computada como reprodução. As fundições foram realizadas da forma convencional, com equipamentos próprios da Degussa.- Setor Dental. Concluíram que, não foram encontradas diferenças de reprodutibilidade entre os lados esquerdo e direito; das ligas de níquel-cromo, a Nicron apresentou reprodutibilidade bem maior do que a Durabond; a liga de paládio-prata*** apresentou reprodução relativamente baixa, mas foi pouco influenciada pelo comprimento do canal de alimentação; nas ligas de níquel-cromo, quanto mais longo o canal de alimentação, maior a reprodutibilidade.

Guaraldi et al.⁹ (1998) avaliaram os ajustes de blocos fundidos de liga de níquel-cromo, constituídos por luvas cônicas, em que a parte interna representava uma coroa, e a externa, uma restauração classe I. O revestimento utilizado para o experimento foi à base de fosfato. As fundições foram feitas pelo método convencional, usando ou

* (Monofix)
 ** (Biosint – Supra)
 *** (Pors-On)



1417

não o alívio do troquel e o amianto. O anel foi de plástico (PVC) flexível. Os corpos-de-prova que ainda não tivessem se ajustado após a fase de bruto de fusão eram jateados com partículas de óxido de alumínio de 75µm e, posteriormente, se ainda necessário, desgastados com brocas, para se chegar ao ajuste adequado. Desta maneira, faziam-se as medições utilizando um paquímetro digital de precisão. Verificou-se ainda, a influência da posição dos blocos dentro do anel de fundição em relação ao sentido de rotação da centrífuga. Para isso, foram incluídas três ceroplastias em um anel, onde uma permanecia na posição central, outra à esquerda, e a terceira à direita, em relação ao sentido de rotação da centrífuga. Concluíram que, a posição dos blocos no anel de fundição não influenciou nos ajustes dos mesmos; que a influência da tira de amianto mostrou que o anel flexível não a dispensou; que o uso concomitante de alívio e tira de amianto conduziu a um número alto de coroas que se ajustavam adequadamente; que o uso de tiras de amianto aumentou a expansão tanto de coroas como de classe I, e o alívio aumentou a de coroas e diminuiu a de classe I; que sem o emprego de alívio, o jateamento e mesmo o uso de brocas se fizeram necessários em alguns casos, para se conseguir um ajuste adequado.

Konstantoulakis et al.¹⁵ (1998) avaliaram a adaptação marginal de coroas totais utilizando a técnica de fundição acelerada e convencional. Utilizaram um troquel mestre de aço simulando uma preparação de coroa total, com paredes axiais convergentes, com um

anel espaçador de aço de 1mm adaptado à margem do troquel. Este foi duplicado com gesso de baixa expansão utilizando um material de moldagem de polivinil siloxano*. Foram encerados 48 padrões de cera sobre os troquéis de gesso, com o auxílio de um estereomicroscópio com precisão de 0,001mm e incluídos com quatro revestimentos fosfatados de acordo com o fabricante, logo após a mensuração. O tempo de espera de bancada para a técnica acelerada para cada revestimento, foi o tempo necessário para alcançar a temperatura máxima na reação exotérmica de presa, variando de 13min a 17min (medidos previamente na primeira parte do estudo). Os moldes rápidos foram introduzidos em forno preaquecido a 815°C, mantidos por 15min e os moldes convencionais seguiram o ciclo de expansão térmica segundo as instruções do fabricante. Todos os moldes foram fundidos com ouro cerâmico (Orion, Ney). As fundições foram adaptadas sobre o troquéis de gesso com pressão de 2kg por 10s e mensuradas da mesma maneira que a cera. Concluíram não ter havido diferenças estatísticas na discrepância marginal de coroas fundidas, utilizando a técnica acelerada comparada com a técnica convencional e que fundições completas aceitáveis clinicamente, poderiam ser obtidas com a técnica acelerada se as condições ótimas fossem selecionadas para cada revestimento.

Yan & Takahashi⁴⁴ (1998) desenvolveram um revestimento à base de gesso para ligas de alta fusão. O material era

* (Extrude, Kerr)

composto de gesso como aglutinante e alumina como refratário. Foram investigados os efeitos do tipo de pó de alumina e conteúdo de gesso sobre as características do revestimento experimental. O gesso foi adicionado em 10%, 15%, 20% e 25% de massa ao pó de alumina. Dois tipos de pó de alumina, #220* e #700** foram selecionados como refratários. Foram realizados testes de alterações dimensionais durante a presa e expansão térmica deste revestimento. Concluíram que a expansão de presa tende aumentar conforme o aumento do conteúdo de gesso e a diminuição do tamanho das partículas de pó de alumina; a expansão térmica variou de -1,60% a 2,16%, sendo que a contração e a expansão térmica aumentaram juntamente com o aumento do conteúdo de gesso. Afirmaram ainda, que o conteúdo de gesso de 20% a 25%, de massa foi considerado adequado para um revestimento à base de gesso com alumina.

Schilling et al.³⁵ (1999) mensuraram a abertura marginal e determinaram a aceitabilidade clínica de fundições unitárias incluídas com revestimento fosfatado (Ceramigold), utilizando a técnica de fundição acelerada e convencional. Foram obtidos 44 modelos de gesso por meio de moldagens feitas de um troquel mestre. Os troquéis foram encerados e as margens refinadas com o auxílio de um microscópio com aumento de vinte vezes. A inclusão e fundição pelos métodos acelerado e

* (Fuji-random wa-220)

** (Aluminum B powder, Panaheraeus Dental)

convencional foram seguidas na fabricação de 44 fundições unitárias, sendo 22 fundições para cada grupo. Os anéis tiveram um tempo de bancada de 60min para a técnica convencional e 14min para a técnica acelerada. Os anéis para o grupo acelerado foram introduzidos em forno aquecido a 815°C e mantidos por 15min para a eliminação da cera e a fundição. O grupo convencional seguiu o ciclo de expansão térmica seguindo as instruções do fabricante. A abertura marginal de cada fundição e seu respectivo modelo de gesso foi mensurado perpendicularmente e com inclinação de 25° através de um microscópio com aumento de cinquenta vezes em quatro pontos estabelecidos. A evidência da abertura marginal foi avaliada pelo Teste T de Student. As mensurações perpendicular e com inclinação de 25° não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. A mensuração revelou que a técnica convencional e acelerada vista perpendicularmente apresentou uma média de abertura marginal de 13,2µm e 13,6µm, respectivamente, e a vista com inclinação de 25° foram de 31,6µm e 32,2µm respectivamente. Concluíram que os métodos usados no processo de fundição acelerada foram muitos sensíveis. Poucas variações nos procedimentos, puderam causar defeitos como nódulos e porosidades. O uso criterioso da técnica acelerada poderia dar ao Técnico em Prótese Dental cuidadoso, fundições de coroas metálicas satisfatórias.

Verifica-se na literatura que trabalhos relativos à contração de fundição, bem como, a interação dos materiais utilizados

neste processo, são problemas ainda em aberto. Por esse motivo, estabelecemos para estudo, a proposição a seguir.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração linear de fundições com liga de níquel-cromo obtidas por meio de dois revestimentos fosfatados: um com carga refratária à base de cerâmica granulada, e outro com carga refratária à base de cristobalita.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais:

- a) placa (76x76x9,5mm) de aço inoxidável, semelhante à especificação 25 da A.D.A.¹ para reprodução de detalhes, apresentando duas séries de sulcos paralelos, cortados perpendicularmente por outros dois sulcos (Figura 1) ;

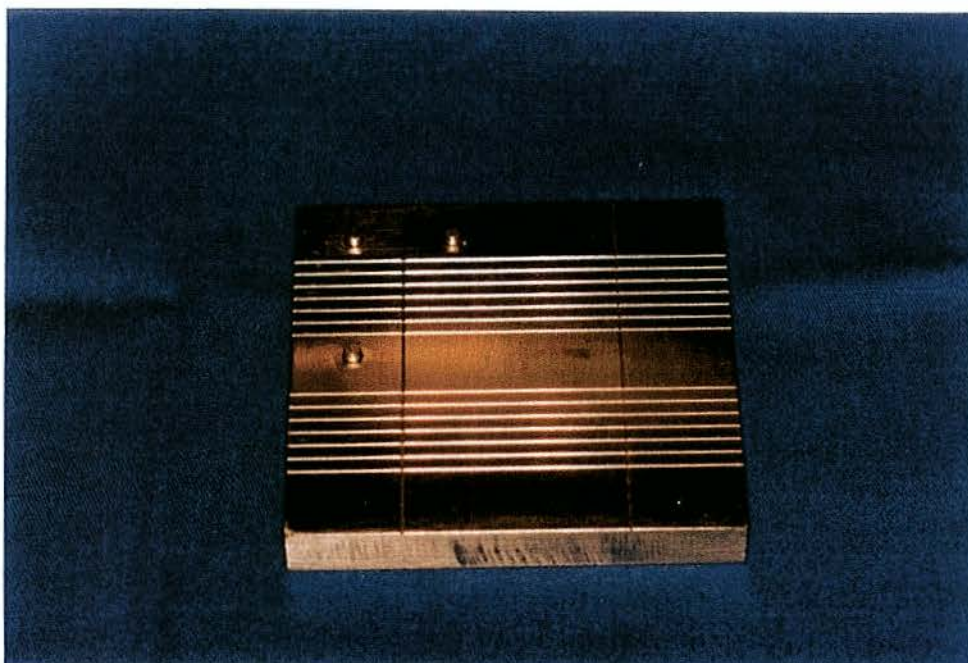


FIGURA 1 – Matriz de aço inoxidável

- b) moldeira de aço inoxidável, com 20mm de comprimento, 5mm de largura e 2mm de altura, adaptada à placa de aço; por meio de três orifícios, permitindo a recolocação exata da moldeira em contato com a mesma área da placa de aço, onde o sulco vertical dividia a moldeira ao meio (Figura 2).

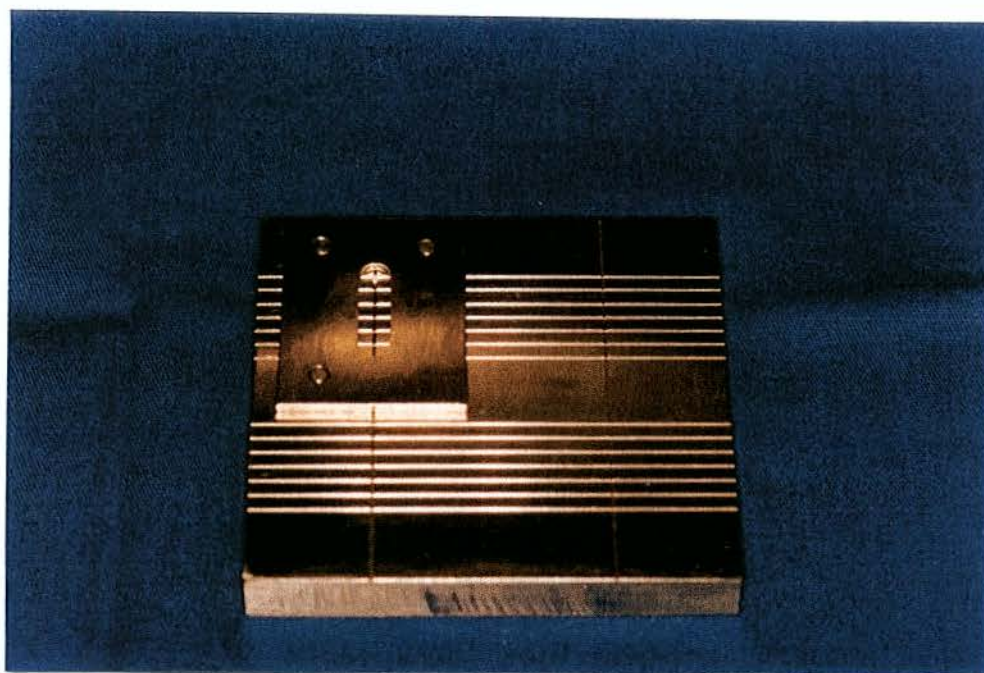


FIGURA 2 – Moldeira adaptada à matriz

- c) cera regular tipo II, classe I, (Bredent life-color-wachs);
d) espátula nº 31;
e) espátula Le Cron;
f) bico de Bunsen;

- g) delineador (Bio-art 1000);
- h) base formadora de cadinho (PCI Phoenix);
- i) anel de silicone (PCI Phoenix);
- j) espátula nº7 (Duflex);
- k) *sprue* (Cera Babinete Ltda);
- l) cera rosa 7 (Polidental);
- m) agente redutor de tensão superficial (Waxit, Degussa);
- n) revestimento fosfatado Bellavest-T (Bego) lote 1170;
- o) revestimento fosfatado Microfine 1700 (Talladium) lote 06055x;
- p) inclusor à vácuo (Polidental);
- q) água destilada;
- r) balança (J.B. Ind. e Com. de Máquinas e Balanças Ltda);
- s) seringa;
- t) forno de fundição (EDGCON 3P);
- u) centrífuga manual;
- v) maçarico (Soldox 2015, White Martins);
- w) gás/oxigênio;
- x) liga de níquel-cromo (Verabond II – Aaba Dent Inc.);
- y) ácido clorídrico 30%-33%;
- z) ultra-som (Whaledent Biosonic);
- aa)estereomicroscópio (Iroscope, Kyowa);
- bb)projektor de perfil (Epic 30 E, digital eletrônico – Springtiel).

4.2 Métodos

Todo o experimento foi realizado à temperatura entre 20°C e 25°C.

Os padrões de cera foram obtidos por moldagem direta da placa de aço com cera marrom para incrustações (Bredent *life-color-wachs*) através da moldeira adaptada. A cera era liquefeita com o auxílio de uma espátula nº 31 sobre o bico de Bunsen e vertida para o interior da moldeira em um único tempo.

Após o resfriamento, eliminaram-se os excessos com espátula Le Cron (Duflex) com o intuito de uniformizar os padrões de cera (Figura 3). Removeu-se o padrão cuidadosamente da moldeira e procedeu-se à avaliação da reprodução dos sulcos reproduzidos com o auxílio de um estereomicroscópio (Iroscope YZ-6).

Após a observação do padrão de cera, utilizou-se um delineador, para padronizar a posição do padrão no interior do anel (Figura 4).

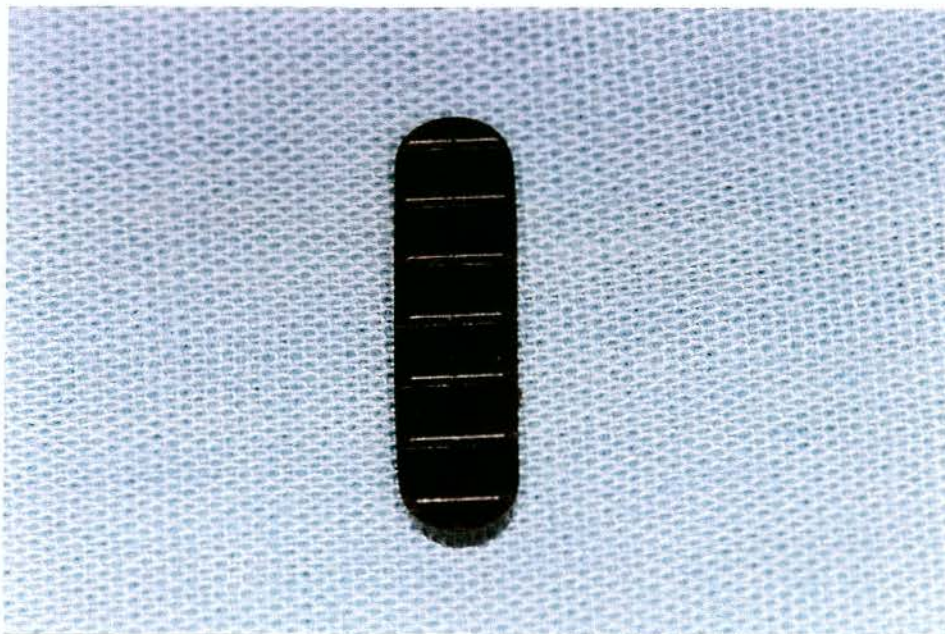


FIGURA 3 – Padrão de cera

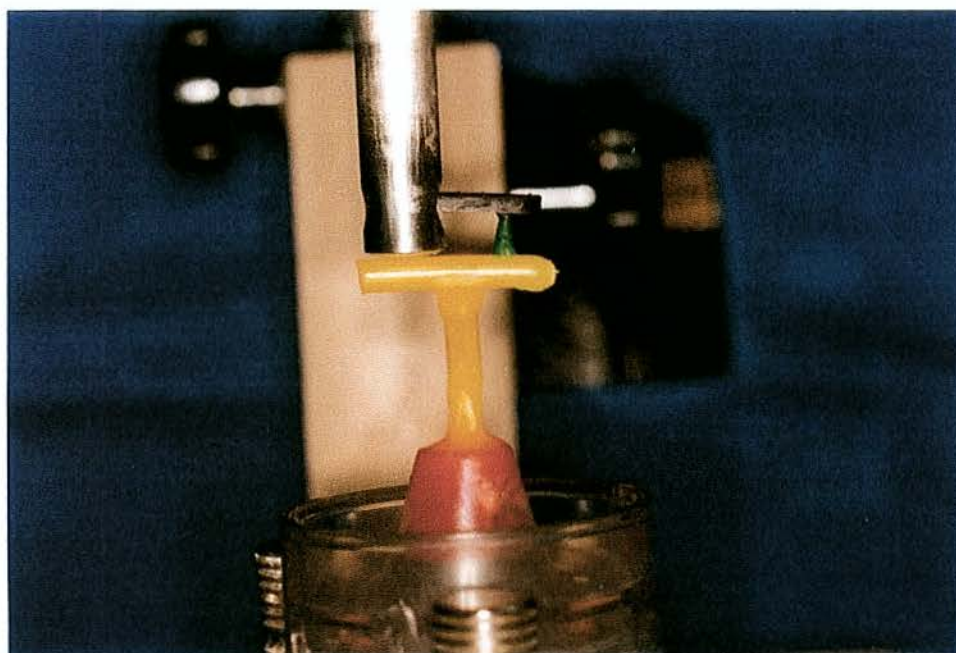


FIGURA 4 – Padrão de cera posicionado no delineador para inclusão em posição padronizada

Uniu-se o padrão de cera à base formadora de cadinho (PCI Phoenix) por meio de um *sprue* (Cera Babinete). Foi identificado com um traço em cera fundida a base formadora de cadinho com o intuito de determinar a posição ideal do molde na centrífuga para a injeção da liga (Martignoni & Schönenberger²¹ 1998). Em seguida foi aplicado o agente redutor de tensão superficial (Waxit, Degussa), esperando 20min para secagem completa do padrão de cera (Martignoni & Schönenberger²¹ 1998). Antes da inclusão o padrão foi envolto por anel de silicone (PCI Phoenix).

Dois revestimentos fosfatados foram utilizados, seguindo as instruções do fabricante: Microfine 1700 (Talladium) à base de cerâmica granulada, que por suas propriedades, segundo o fabricante, dispensa o ciclo de expansão térmica convencional, podendo-se inserir o anel de fundição em forno preaquecido (750°C) e Bellavest-T (Bego) à base de cristobalita, de procedimento convencional.

O procedimento de inclusão e fundição com revestimento Microfine 1700 seguiram os seguintes passos: relação líquido especial + água/pó foi seguido conforme instruções do fabricante (16ml líquido + 6ml água/ 90gr); manipulação manual por 15s e mecanicamente com incluser a vácuo (Polidental) com pressão de 60lb por 60s e em seguida o revestimento foi vertido para o interior do anel.

Após 15min, removia-se a base formadora de cadinho e o anel de silicone, e o molde era colocado em forno aquecido a 750°C, em

seguida, a temperatura era elevada diretamente a 950°C. Após 20min de temperatura final, realizava-se a fundição.

Para este procedimento utilizamos centrífuga manual (quatro voltas) e como fonte de calor gás/oxigênio a uma pressão de 2,5kgf/cm², utilizando-se liga de níquel-cromo (Verabond II). O tempo de espera de fundição, decorrido logo após a inclusão, foi de 1h.

O molde de revestimento era esfriado à temperatura ambiente e depois feita a desinclusão.

O procedimento de inclusão e fundição com revestimento Bellavest-T seguiram os seguintes passos: relação líquido especial/pó foi seguido conforme instruções do fabricante (21ml líquido + 90gr). Manipulação manual por 15s e mecanicamente a vácuo por 60s e em seguida era vertido cuidadosamente o revestimento para o interior do anel.

Após 40min, removia-se a base formadora de cadinho e o anel de silicone, e o molde de revestimento era colocado em forno frio (temperatura ambiente), e elevada a temperatura de 250°C, deixando a esta temperatura por 30min. Em seguida a temperatura era elevada a 950°C, e, após 30min realizavam-se os mesmos procedimentos referidos ao revestimento Microfine 1700. O tempo de espera de fundição, decorrido logo após a inclusão, foi de 3h 10min.

Após a desinclusão, o corpo-de-prova era colocado dentro de um recipiente com ácido clorídrico a 30%-33% por 4h e banho

em um aparelho de ultra-som (Whaledent Biosonic) por 10min para limpeza completa.

Para a mensuração dos corpos-de-prova foi utilizado um projetor de perfil (Epic 30 E, digital eletrônico) com precisão de 0,001mm, medindo-se a distância entre o segundo e o sexto vértice do corpo de prova (Figura 5).

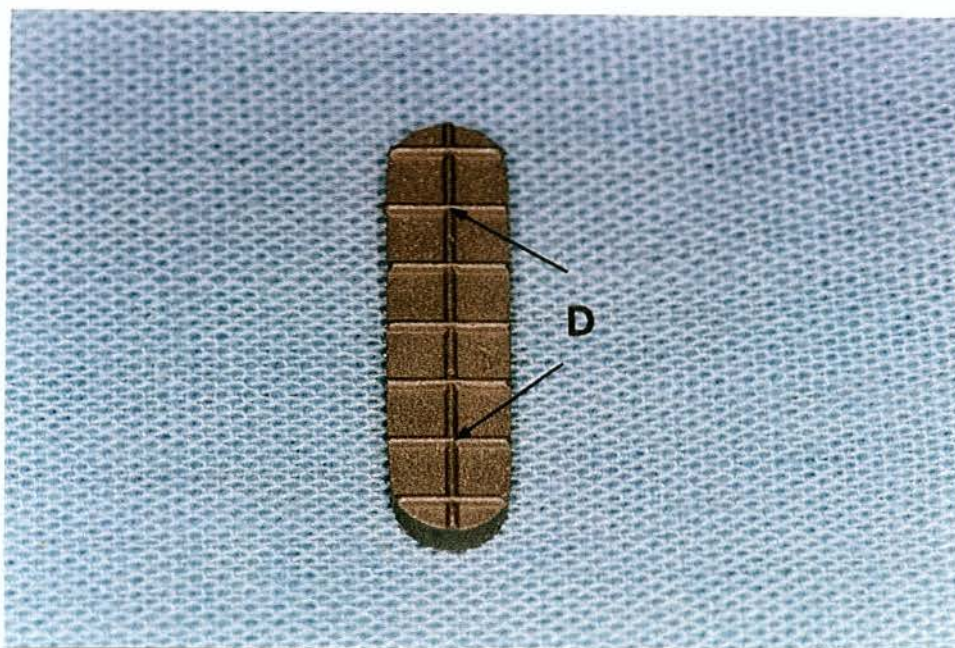


FIGURA 5 – Corpo-de-prova fundido em liga de níquel-cromo com as indicações da distância medida

Esta distância foi medida fazendo-se inicialmente coincidir a linha horizontal do projetor de perfil, com o vértice que dividia horizontalmente o corpo-de-prova ao meio; ao mesmo tempo, que o traço vertical do projetor de perfil coincidissem com o ápice do segundo vértice, zerando-se a leitura. A seguir deslocava-se a mesa horizontalmente até o

cruzamento do sexto vértice e anotava-se a leitura, sendo que o resultado final, constituía a média de três leituras para cada corpo-de-prova. Posteriormente comparamos a média das distâncias das fundições com a distância entre o centro do segundo e sexto sulco da matriz metálica, obtendo-se assim a média da alteração dimensional linear.

O trabalho experimental consistiu na mensuração de quarenta corpos-de-prova em liga de níquel-cromo, sendo vinte fundidos com revestimento Microfine 1700 e vinte fundidos com revestimento Bellavest-T. Conjuntamente a parte experimental, foram construídos 23 padrões de cera, medidos no projetor de perfil, a fim de se obter a média de contração da cera em relação à matriz metálica.

Os resultados das distâncias entre o segundo e sexto sulcos da matriz metálica, e os respectivos vértices dos padrões de cera e das barras fundidas foram submetidos à análise estatística, utilizando os Testes T de Student a fim de verificar se as médias das distâncias dos padrões de cera e das peças fundidas com os revestimentos estavam próximas ou não do valor da matriz e o Teste de Tukey para analisar entre que grupos existiam diferenças dos logaritmos das distâncias.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos das medições dos padrões de cera e das fundições provenientes dos dois tipos de revestimentos testados encontram-se nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 – Valores obtidos das medições dos corpos de prova em cera.

Corpo de prova em cera	Valores em mm
01	11,499
02	11,557
03	11,562
04	11,549
05	11,549
06	11,552
07	11,549
08	11,550
09	11,549
10	11,550
11	11,550
12	11,549
13	11,550
14	11,550
15	11,550
16	11,550
17	11,549
18	11,549
19	11,549
20	11,551
21	11,550
22	11,549
23	11,549

Quadro 2 – Valores obtidos das medições das fundições obtidas pelos revestimentos Bellavest-T e Microfine 1700

Corpo de prova	Revestimento Bellavest-T	Revestimento Microfine 1700
01	11,436	11,452
02	11,431	11,444
03	11,503	11,441
04	11,542	11,411
05	11,435	11,457
06	11,578	11,403
07	11,531	11,456
08	11,563	11,495
09	11,527	11,465
10	11,466	11,477
11	11,520	11,512
12	11,582	11,460
13	11,759	11,464
14	11,700	11,445
15	11,508	11,511
16	11,506	11,516
17	11,542	11,465
18	11,541	11,506
19	11,538	11,449
20	11,565	11,525

A partir destes dados foram calculados as médias, desvios padrão, valores mínimos e máximos das distâncias (mm) para a cera e para as fundições dos respectivos revestimentos os quais são apresentados na Tabela 1 e na Figura 6.

Tabela 1 – Médias, desvios padrão, valores mínimos e máximos das distâncias para cada revestimento e para cera (mm)

	Bellavest-T	Microfine 1700	Cera
Média	11,539	11,468	11,548
DP	0,080	0,034	0,011
Mínimo	11,431	11,403	11,499
Máximo	11,759	11,525	11,562
% de contração	0,4	1,0	0,3

Observa-se que as médias das distâncias com ambos, revestimentos e para cera, foram inferiores que o valor obtido com a matriz que é de 11,587mm.

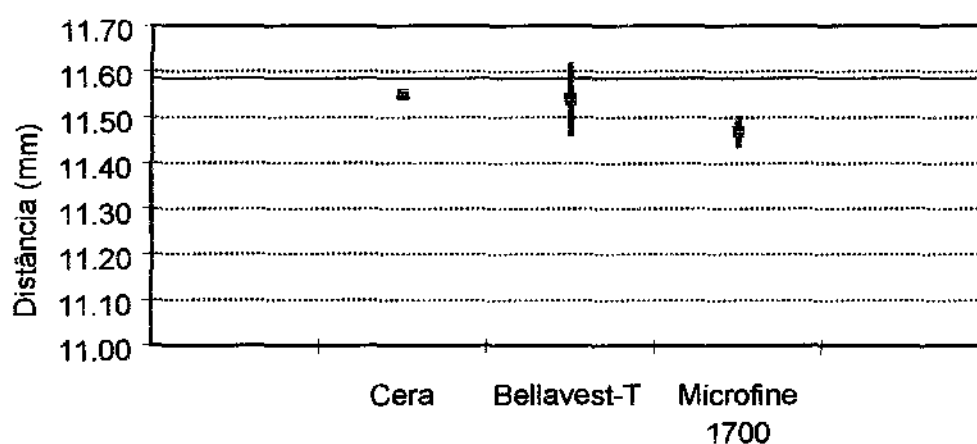


FIGURA 6 – Médias e desvios padrão das distâncias para a cera e para cada revestimento

Foram calculados Testes T de Student, para as medidas dos padrões de cera e para as fundições obtidas de cada um dos revestimentos testados, a fim de verificar se as médias das distâncias estavam próximas ou não do valor da matriz (11,587mm). Os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos Testes T de Student para as medidas da cera e das fundições de cada revestimento

Revestimento	t	Graus de liberdade	Nível de significância (p)
Cera	-16,751	22	0,00001**
Bellavest-T	-2,683	19	0,0147 *
Microfine 1700	-15,652	19	0,00001**

*: significante ao 5%, **: significante ao 1%.

Para homogeneizar as variâncias das distâncias foram calculados seus logaritmos, e com eles foi realizada uma análise de variância de um fator (grupo), para verificar se existem diferenças das distâncias entre os três grupos: cera, Bellavest-T e Microfine 1700. Os resultados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da análise de variância de um fator para as distâncias

Fonte de variabilidade	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Nível de significância (p)
Grupo	2	0,000068	19,44	0,0001**

** : significante a 1%.

Como existem diferenças dos logaritmos das distâncias entre os grupos, foi calculado o Teste de Tukey para analisar entre quais grupos existiam diferenças dos logaritmos das distâncias (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey a 1%

Grupos comparados	Limite de confiança inferior da diferença	Diferença entre as médias	Limite de confiança superior da diferença	Mínima diferença significativa
Bellavest-T e cera	-0,000868	0,000863	0,002594	0,002447
Microfine 1700 e cera	0,001732	0,003463	0,005194**	0,00179
Bellavest-T e Microfine 1700	0,000810	0,002600	0,004390**	0,00179

** : diferença significativa a 1%.

Observa-se que a diferença entre Bellavest-T e cera, que não foi significativa a 1%, nem a 5%, ao passo que existem diferenças significantes das distâncias entre Microfine 1700 e cera, e entre Bellavest-T e Microfine 1700.

6 DISCUSSÃO

Atualmente os revestimentos fosfatados estão sendo mais utilizados que os materiais aglutinados por gesso, devido a utilização de ligas com alto ponto de fusão, usadas na confecção de coroas metalocerâmicas (Phillips³³ 1993).

Assim sendo, o objeto de nossa análise foi verificar o comportamento, medido pela diferença linear da distância entre dois pontos estabelecidos em uma matriz metálica (11,587mm), e aquela nos corpos de prova em cera e fundidos em liga de níquel-cromo, utilizando-se dois revestimentos fosfatados diferentes.

Embora a média das distâncias nas fundições com revestimento Bellavest-T (11,539mm) esteja mais próxima da matriz, as fundições com este revestimento apresentaram um desvio padrão maior que o Microfine 1700, como podemos observar na Figura 1 e Tabela 1, evidenciando, talvez, ser o revestimento Bellavest-T mais sensível às mudanças dimensionais durante o preparo do material e procedimentos de fundição.

As médias das distâncias das fundições com os dois revestimentos foram inferiores à distância medida na matriz metálica. Assim nenhum dos dois revestimentos conseguiu compensar, através de

sua expansão, a contração dos padrões de cera e da liga de níquel-cromo. Pode-se observar, também, uma contração maior nas fundições que nos padrões de cera. Estes resultados coincidem com Khatchaturian & Caputo¹⁴ (1982), que observaram uma contração dos corpos de prova fundidos, utilizando revestimentos fosfatados convencionais, incluídos com anéis metálicos revestidos com amianto e revestimento cerâmico (Kaoliner). Arruda² (1979), embora tenha utilizado em seus estudos revestimentos aglutinados por gesso, também observou que estes revestimentos não compensaram a contração de fundição dos diversos tipos de ligas metálicas empregadas no estudo (ouro, prata-estanho e prata-paládio).

Cooney et al.⁵ (1979), Leonardi et al.¹⁶ (1983) e Hutton & Marshall¹¹ (1993) constataram uma maior expansão nos revestimentos fosfatados, quanto maior fosse a concentração de sílica coloidal utilizada. Isto poderia explicar a maior proximidade das distâncias das fundições incluídas com Bellavest-T em relação à matriz metálica, uma vez que a concentração de sílica coloidal utilizada por nós para o Bellavest-T foi de 100%, e para o revestimento Microfine 1700, de 75%.

Sabe-se que o revestimento Microfine 1700 reduz o tempo de fundição. Porém, no presente experimento, este revestimento apresentou fundições com contrações maiores que as obtidas pelo revestimento convencional testado. Já, Konstantoulakis et al.¹⁵ (1998), Schilling et al.³⁵ (1999) realizaram em seus experimentos uma técnica

acelerada de fundição, utilizando revestimentos fosfatados convencionais a fim de se diminuir o tempo de fundição, e obtiveram ainda a expansão desejada. Concluíram, assim, não haver diferenças estatísticas na discrepância marginal de coroas fundidas pela técnica acelerada em comparação com a técnica convencional e que estas fundições são aceitáveis clinicamente. Por outro lado, Mori et al.²⁶ (1994), estudando o efeito de dois tipos de revestimentos convencionais à base de óxido de silício e um novo à base de óxido de alumínio e óxido de magnésio, sobre a adaptação de fundições de coroas em titânio, observou uma melhor adaptação nas coroas obtidas pelo novo revestimento. Observou também melhoria nas adaptações, dependendo dos métodos de limpeza interna das coroas.

Martignoni & Schönenberger²¹ (1998) observaram que os valores da expansão linear podem ser de 1,4% ou 1,7% para os revestimentos à base de fosfato, quando o líquido especial é utilizado em concentração total. Do valor total de expansão, a fase de presa corresponde de 0,2% a 0,5%. Estes valores percentuais, embora de difícil controle, são incorporados pela expansão total do material quando ele é exposto ao calor. Pode-se dizer, então, que a expansão de presa dos revestimentos fosfatados tem pouca influência sobre a expansão total. Apesar da falta de informações científicas, acredita-se, que os revestimentos à base de cerâmica granulada tenham pouca expansão térmica. Neste caso, a expansão de presa teria maior importância sobre a

expansão final do revestimento Microfine 1700. Devido a este fator, maiores investigações deverão ser realizadas sobre o comportamento deste tipo de revestimento.

Como as distâncias das fundições obtidas com ambos os revestimentos, assim como para a cera, foram sempre inferiores à medida da matriz, foi realizado Teste T de Student para as medidas das fundições obtidas com os dois tipos de revestimento e para a cera, a fim de verificar se as médias das distâncias estavam próximas do valor da matriz. Observou-se assim, que a diferença entre a média da distância da cera e das fundições com revestimento Microfine 1700 foram significantes em nível de 1% e, com revestimento Bellavest-T, em nível de 5%, em relação à matriz (Tabela 2).

Observa-se que a média das distâncias entre a cera e as fundições com revestimento Bellavest-T estão mais próximas do que as fundições com o revestimento Microfine 1700. Porém, o desvio padrão do Bellavest-T foi maior que o do Microfine 1700 e da cera, que apresentou uma variabilidade quase nula (Figura 2).

De acordo com a Tabela 1, a cera apresentou em nosso experimento uma contração média de 0,3% em relação à matriz. Moskowitz²⁷ (1981) observou que a contração total da cera, no esfriamento, a partir do estado líquido para o sólido, à temperatura ambiente, pode ser de 0,4%. Phillips³³ (1993) encontrou uma contração de 0,35% para a cera tipo I, quando é resfriada de 37°C para 25°C. Já,

Arruda² (1979) encontrou em seus estudos uma porcentagem de contração média, final, devido à cera de 0,8% em relação a matriz metálica.

Conforme a Tabela 3, existem diferenças dos logaritmos das distâncias entre os grupos. Por isso foi realizado o teste de Tukey a 1% para analisar entre que grupos existiriam diferenças dos logaritmos das distâncias (Tabela.4). Observa-se que a diferença entre as medidas das fundições com Bellavest-T e dos padrões de cera não foi significativa em nível de 1% e 5%, e que existiram diferenças significantes das distâncias entre Microfine 1700 e cera, e entre Bellavest-T e Microfine 1700. Sendo que os corpos-de-prova incluídos com Microfine 1700 tiveram sempre, valores inferiores às distâncias com Bellavest-T e cera.

Baseado nestes resultados, observa-se que a cera exerce um papel importante no processo de fundição, já que a diferença entre as medidas das fundições com Bellavest-T e dos padrões de cera não foi significativa. Enquanto as médias das distâncias entre os padrões de cera e matriz foi significativa. Com isso, se estabelece que a contração da cera em 0,3%, é um valor ainda alto, para se obter fundições mais precisas.

Estes resultados nos levam à necessidade de novas pesquisas relacionadas ao comportamento de fundições com outras conformações, tais como, em forma de coroas e incrustações e sua adaptação a uma matriz, já que observamos diferentes formas de fundições de acordo com diversos pesquisadores (Maluf¹⁸, 1973; Muench

& Maluf²⁸, 1973; Shigeto et al.³⁷, 1992); se a confecção de alívio nos troquéis e métodos de limpeza interna, melhorariam a adaptação das coroas e incrustações (Guaraldi et al.⁹, 1998; Mori et al.²⁶, 1994); qual espessura de alívio seria a ideal, uma vez que o revestimento cerâmico mostrou menor desvio padrão, fazendo-nos esperar um comportamento mais homogêneo entre as fundições.

7 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos pela metodologia empregada, pode-se concluir que:

- a) os dois revestimentos não conseguiram compensar a contração da liga e da cera no processo de fundição;
- b) as fundições obtidas com revestimento Microfine 1700, apesar de apresentarem-se menores que a matriz e as fundições com o revestimento Bellavest-T, revelaram medidas mais constantes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. New American Dental Association Specification nº 25 for dental gypsum products. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.84, n.3, p.640-4, Mar.1972.
- 2 ARRUDA, J.L.M. *Manutenção dos detalhes de superfície e comportamento dimensional de materiais utilizados no processo de fundição*. Araçatuba, 1979. 86p. Tese (Livre-Docência em Prótese) – Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista.
- 3 BOMBONATTI, P.E. GARLIPP, O.A. PELLIZZER, A.J. Avaliação de uma técnica de dupla inclusão, empregando dupla mistura de revestimentos, com base na fidelidade dimensional de fundições. *Rev. Odontol. UNESP.*, v.13, n.1/2, p.151-6, 1984.
- 4 COONEY, J.P., CAPUTO, A.A. Type III gold alloy complete crows cast in a phosphate-bonded investment. *J. Prosthet. Dent.*, v.46, n.4, p.414-9, Oct. 1981.
- 5 COONEY, J.P., DOYLE, T.M., CAPUTO, A.A. Surface smoothness and marginal fit with phosphate-bonded investments. *J. Prosthet. Dent.*, v. 41, n.4, p.411-7, Apr. 1979.

* Baseado em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro *Referências bibliográficas NBR 6.023*. Rio de Janeiro, 1989. 19p.

- 6 CUSTER, F., DeSALVO, J.C. The accuracy of castings produced by various investments. *J. Prosthet. Dent.*, v.19, n.3, p.273-9, Mar. 1968.
- 7 DE ARMAS, E. C. *Estudo comparativo de adaptação cervical de "copings" fundidos com três ligas de níquel-cromo, variando-se a forma de fusão e a temperatura de preaquecimento*. São Paulo, 1986. 120p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- 8 FERNANDES, R.M. et al. Revestimentos para altas temperaturas - parte I: avaliação de algumas propriedades físicas. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v.3, n.1, p.253-7, jan./mar. 1989.
- 9 GUARALDI, E. et al. Influência do ajuste adicional na adaptação de blocos tipo coroa/classel. *Rev. Pós-Grad. Fac. Odontol. Univ. São Paulo*, v.5, n.2, p.138-42, abr./jun. 1998.
- 10 HUGET, E.F. Ligas de metais básicos. In: O'BRIEN, W.J., RYGE, G. *Materiais dentários*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. p. 245-56.
- 11 HUTTON, J.E., MARSHALL, G.W. The expansion of phosphate bonded investments: Part I: setting expansion. *J. Prosthet. Dent.*, v.70, n.2, p.121-5, Aug. 1993.
- 12 HUTTON, J.E., MARSHALL, G.W. Expansion of phosphate-bonded investments: Part II: thermal expansion. *J. Prosthet. Dent.*, v.73, n.2, p.126-31, Feb. 1995.

- 13 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.
- 14 KONSTANTOULAKIS, E. et al. Marginal fit and surface roughness of crowns made with an accelerated casting technique. *J. Prosthet. Dent.*, v.80, n.3, p.337-45, Sept. 1998.
- 15 KHATCHATURIAN, Z., CAPUTO, A.A. Accuracy of castings using non-asbestos casting ring liners. *J. Dent. Res.*, v. 61, sp. iss. p.330, 1982. (Abstract 1368).
- 16 LEONARDI, P. SILVEIRA JÚNIOR, S., MENDES, A.J. Revestimentos fosfatados: estudo da desadaptação marginal. *Rev. Odontol. UNESP*, v.12, n.1/2, p.123-7, 1983.
- 17 LUK, H.W.-K., DARVELL, B.W. Effect of burnout temperature on strength of phosphate-bonded investments. *J. Dent.*, v. 25, n.2, p.153-60, Mar. 1997.
- 18 MALUF, W.I. Ajuste e alteração dimensional de fundições em função de métodos de plastificação da cera, temperaturas de inclusão, revestimentos e decapagem. *Rev. Fac. Odontol. S. Paulo*, v.11, n.1, p.63-74, jan./jun. 1973.
- 19 MALUF, W.I., MUENCH, A. Alterações dimensionais de blocos de ouro, em função de sua localização, em molde de revestimento cilíndrico e esférico. *Rev. Fac. Odontol. S. Paulo*, v.12, n.2, p.243-8, jul./dez. 1974.

- 20 MARSAW, F.A. et al. Internal volumetric expansion of casting investments. *J. Prosthet. Dent.*, v.52, n.3, p.361-6, Sept. 1984.
- 21 MARTIGNONI, M., SCHÖNENBERGER, A. *Precisão em prótese fixa: aspectos clínicos e laboratoriais*. São Paulo: Quintessence, 1998. 580p.
- 22 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 I). *Rev. Bras. Odontol.*, v.46, n.2, p.26-38, mar./abr. 1989.
- 23 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.
- 24 MOREY, E.F. Dimensional accuracy of small gold alloy castings. Part I: a brief history and the behaviour of inlay waxes. *Aust. Dent. J.*, v.36, n.4, p.302-9, Oct. 1991.
- 25 MOREY, E.F., EARNSHAW, R. The effect of potential investment expansion and hot strength on the fit of full-crown castings made with a gypsum-bonded investment. *Dent. Mater.*, v.11, n.5, p.311-6, Sept. 1995.
- 26 MORI, T. et al. The effect of investment type on the fit of cast titanium crowns. *Aust. Dent. J.*, v.39, n.6, p.348-52, 1994.

- 27 MOSKOWITZ, H.D. Ceras In: O'BRIEN, W.J., RYGE, G. *Materiais dentários*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. p. 219-23.
- 28 MUENCH, A., MALUF, W.I. Alterações dimensionais de blocos, tipos classe I e coroas, em função dos seus diâmetros e orientação no anel de fundição. *Rev. Fac. Odontol. S. Paulo*, v.11, n.2, p.271-8, jul./dez. 1973.
- 29 MUENCH, A. et al. Desajustes de blocos tipos classe I / coroa, em função da granulometria dos revestimentos. *Rev. Paul. Odontol.*, v.6, n.2, p.47-50, mar./abr. 1984.
- 30 O'BRIEN, W.J., NIELSEN, J.P. The composition of gypsum investment in the presence of carbon. *J. Dent. Res.*, v.38, n.3, p.541-7, May-June. 1959.
- 31 PEGORARO, L.F., CHIODI-NETTO, J. Avaliação das expansões de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos à base de fosfato. Parte I: avaliação da expansão livre dos revestimentos (presa, higroscópica e térmica). *Ars Curandi Odontol.*, v.5, n.11, p.16-24, Fev. 1979.
- 32 PEGORARO, L.F., CHIODI-NETTO, J. Avaliação das expansões de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos à base de fosfato. Parte II: avaliação da expansão do revestimento através de fundição. *Ars Curandi Odontol.*, v.6, n.1, p.19-24, Abr. 1979.
- 33 PHILLIPS, R.W. Ceras para restaurações fundidas. In: PHILLIPS, R.W. *Skinner: materiais dentários*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p.223-7.

- 34 PHILLIPS, R.W., BIGGS, D.H. Distortion of wax patterns as influenced by storage time, storage temperature and temperature of wax manipulation. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.41, p.28-37, July 1950.
- 35 SCHILLING, E.R. et al. Marginal gap of crowns made with a phosphate-bonded investment and accelerated casting method. *J. Prosthet. Dent.*, v.81, n.2, p.129-34, Feb. 1999.
- 36 SCHNELL, R.J. MUMFORD, E., PHILLIPS, R.W. An evaluation of phosphate bonded investments used with a high fusing gold alloy. *J. Prosthet. Dent.*, v.13, n.2, p.324-36, Mar./Apr. 1963.
- 37 SHIGETO, N. IWANAGA, H., HAMADA, T. Use of plastic bar molded casting in the modification of variably expanding investment to compensate for casting shrinkage of nickel-chromium alloy. *J. Prosthet. Dent.*, v.68, n.3, p.468-70, Sept. 1992.
- 38 SKINNER, E.W. Casting technics for small castings. *Dent. Clin. North Am.*, p.225-39, Mar. 1965.
- 39 STEGUN, R.C. SAITO, T., MUENCH, A. Reprodução em fundição de ligas relacionada ao comprimento do canal de alimentação. *Rev. Pós-Grad. Fac. Odontol. Univ. São Paulo*, v.4, n.3, p.173-7, jul./set. 1997.
- 40 TAGGART, W. H. A New and accurate method of making gold inlays. *Dental Cosmos*, v.49, n.11, p.1117-21, Sept. 1907.

- 41 UETI, M., MUENCH, A., SANTOS, J.F.F. Verificação do desajuste de blocos fundidos, em função de várias condições de armazenagem do modelo de cera e de regiões medidas. Parte I: preparo classe I. *Rev. Fac. Odontol. Univ. São Paulo*, v.15, n.1, p.73-80, jan./jun. 1977.
- 42 UETI, M. MUENCH, A., SANTOS, J.F.F. Verificação do desajuste de blocos fundidos, em função de várias condições de armazenagem do modelo de cera e de regiões medidas. Parte II: preparo classe II. *Rev. Fac. Odontol. USP.*, v.15, n.2, p.205-10, jul./dez. 1977.
- 43 VERMILYEA, S.G., KUFFLER, M.J., TAMURA, J.J. Casting accuracy of base metal alloys. *J. Prosthet. Dent.*, v.50, n.5, p. 651-3, Nov. 1983.
- 44 YAN, M., TAKAHASHI, H. Gypsum-bonded alumina dental investment for high-fusing casting. *Dent. Mater. J.*, v.17, n.3, p.174-85, Sept. 1998.

GOSHI, C.M. *Avaliação da alteração linear de fundições com liga de níquel-cromo, obtidas por meio de dois revestimentos fosfatados de diferentes composições*. São José dos Campos, 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Este trabalho avaliou a alteração linear de fundições com liga de níquel-cromo (Verabond II) obtidas com dois revestimentos fosfatados, sendo um com carga refratária à base de cerâmica granulada (Microfine 1700) que permite a introdução do anel após a presa diretamente em um forno preaquecido (750°C) e outro à base de cristobalita (Bellavest-T) de procedimento convencional. Quarenta padrões de cera (Bredent life-color-wachs) foram obtidos por meio de moldagem direta de uma matriz de aço inoxidável. Vinte padrões de cera foram incluídos com Microfine 1700 e vinte com Bellavest-T. Com o auxílio de um projetor de perfil com precisão de 0,001mm, mediu-se a distância entre dois pontos preestabelecidos na matriz. A mesma distância foi medida posteriormente na peça metálica reproduzida em liga de níquel-cromo, obtendo-se assim, as medidas das possíveis alterações dimensionais. Os resultados evidenciaram que a média da alteração linear das fundições com os dois revestimentos em relação à matriz, através do Test T de Student foi significativa estatisticamente em nível de 5% para o Bellavest-T e em nível de 1% para o Microfine 1700. As conclusões foram as seguintes: a) os dois revestimentos não conseguiram compensar a contração da liga metálica e da cera no processo de fundição; b) a média das distâncias das fundições obtidas com revestimento Microfine 1700, apesar de apresentarem-se menores que a matriz e as fundições com o revestimento Bellavest-T, revelaram medidas mais constantes.

Palavras-chave: Ligas metálicas, fundição, alteração linear; revestimento fosfatado, expansão, contração de fundição.

GOSHI, C.M. *Evaluation of linear alteration of nickel-chromium alloy castings obtained with two phosphate-bonded investments with different compositions*. São José dos Campos, 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista.

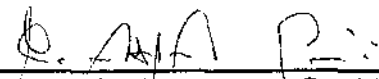
ABSTRACT

This study evaluated the linear alteration of castings with NiCr alloy (Verabond II) obtained with two phosphate-bonded investments, one with granuled ceramic refractory load (Microfine 1700), which allows the introduction of the ring after setting directly in a pre-heated oven (750°C); and another one, cristobalite-based (Bellavest-T) for conventional procedure. Forty wax patterns (Bredent life – color wachs, regular type II) were obtained through the direct molding of a stainless steel plate. Twenty wax patterns were invested in Microfine 1700 and twenty in Bellavest-T. A profile projector (0.001mm precision) measured the distance between 2 pre-established points in the matrix. The same distance was measured on the wax patterns and on the NiCr specimens produced, hereby obtaining the measure of the possible dimensional alterations of the materials. The results showed significance between the 2 investments (Bellavest-T, 5% and Microfine 1700, 1%) as compared to the matrix, through the Student's t test. The conclusions were: a) the two investments could not compensate the contraction of the alloy and wax in the casting process; b) the mean distance of the castings obtained with Microfine 1700, despite the fact of being smaller than the matrix and than the castings of Bellavest-T, showed more constant dimensions.

Key words: Metal alloys, casting, linear alteration; phosphate-bonded investment, expansion, casting shrinkage.

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho.

São José dos Campos, ____/____/2000.



Carlos Magno Goshi