

PAULO FUKASHI YAMAGUTI

**COMPARAÇÃO DA ADAPTAÇÃO CERVICAL DE
ESTRUTURAS METÁLICAS PARA METALO-CERÂMICA
OBTIDAS ATRAVÉS DE TÉCNICA DE FUNDIÇÃO
RÁPIDA E CONVENCIONAL, UTILIZANDO TRÊS
REVESTIMENTOS COMERCIAIS**

**Araçatuba
2002**

PAULO FUKASHI YAMAGUTI

**COMPARAÇÃO DA ADAPTAÇÃO CERVICAL DE
ESTRUTURAS METÁLICAS PARA METALO-CERÂMICA
OBTIDAS ATRAVÉS DE TÉCNICA DE FUNDIÇÃO RÁPIDA E
CONVENCIONAL, UTILIZANDO TRÊS REVESTIMENTOS
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Araçatuba, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, para obtenção do
Título de Mestre em Odontologia –
área de concentração em Prótese
Dentária.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Adj. Eulália Maria Martins Silva

ARAÇATUBA
2002

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da FOA / UNESP

Y19c Yamaguti, Paulo Fukashi
Comparação da adaptação cervical de estruturas metálicas para metalo-cerâmica obtidas através de técnicas de fundição rápida e convencional, utilizando três revestimentos comerciais / Paulo Fukashi Yamaguti. -- Araçatuba : [s.n.], 2002
99 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2002
Orientador : Prof.^a. Dr.^a. Eulália Maria Martins Silva

1. Adaptação marginal (Odontologia) 2. Técnica de fundição odontológica 3. Revestimento para fundição odontológica

CDD 617.69
Black D32

DADOS CURRICULARES
PAULO FUKASHI YAMAGUTI

NASCIMENTO	20/11/1969 - Bastos – SP
FILIAÇÃO	Yoshio Yamaguti Teluyo Tani Yamaguti
1991/1994	Graduação Faculdade de Odontologia de Bauru - USP
1999/2000	Especialização em Prótese Dentária Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP
1995/2002	Associação de Classe Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas

DEDICATÓRIAS

À Siomara,

minha querida esposa, sempre me apoiando e presente no olhar para uma mesma direção.

A meus pais,

muito obrigado, a realização deste trabalho é o fruto da preocupação que tiveram, desde cedo, em me oferecer uma boa educação.

Ao Prof. Dr. Paulo Martins Ferreira,

apesar dos obstáculos, a passos curtos atingimos o objetivo. Muito obrigado pelos ensinamentos, incentivos e amizade, e tenha certeza de que continuará a ser a minha referência profissional e pessoal, sempre.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

À Prof^ª. Dr^ª Adj. Eulália Maria Martins Silva,

*Pela orientação deste trabalho e incentivo ao
amadurecimento científico, e, principalmente,
pela confiança depositada em mim.*

AGRADECIMENTOS

Aos colegas Ricardo Shibayama, An Tien Li, Fellippo Ramos Verri, Welington Vinicius de Medeiros, Karina Helga Turcio de Carvalho, Aimée Maria Guiotti e Liliana Vicente Melo de Lucas pela convivência e colaboração durante a minha estada em Araçatuba.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, área de Prótese Dentária, Prof. Tit. Humberto Gennari Filho, Prof. Assist. Dr. Eduardo Piza Pellizzer, Prof. Assist. Dr. Marcelo Coelho Goiato, Prof. Dr. Adj. Alício Rosalino Garcia.

Aos técnicos Sidnei Martins, Antonio Aparecido Carpi e Júlio Simomura pela colaboração laboratorial.

Ao Departamento de Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de Bauru/USP pelo uso do microscópio comparador Mitutoyo.

Ao Prof. Manoel Henrique Salgado pela elaboração e análise estatística deste trabalho.

À bibliotecária Izamar da Silva Freitas pela correção das referências deste trabalho.

À Prof^a Luci Haidee Magro pela correção ortográfica deste trabalho.

À Talladium e Polidental pela atenção e materiais gentilmente cedidos quando requisitados.

Aos docentes e funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Unesp.

ΕΠΪΓΡΑΦΕ

*“Ninguém é tão grande que não possa aprender,
e nem tão pequeno que não possa ensinar!”*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
3 PROPOSIÇÃO	47
4 MATERIAL E MÉTODO	49
4.1 Liga Metálica	50
4.2 Revestimentos	51
4.2.1 Revestimento Termocast	51
4.2.2 Revestimento Heat Shock	51
4.2.3 Revestimento Micro Fine 1700	52
4.3 Troquel metálico	52
4.4 Matriz para confecção do padrão de cera	53
4.5 Padrões de cera	55
4.6 Inclusão	56
4.7 Fundição	57
4.7.1 Fundição convencional	58
4.7.2 Fundição rápida	58
4.8 Desinclusão	59
4.9 Determinação do desajuste	59
4.10 Análise estatística	61
5 RESULTADO	64
6 DISCUSSÃO	68
7 CONCLUSÃO	82
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
9 Anexos	91
10 Resumo	96
11 Abstract	98

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Foto à esquerda está o primeiro pré-molar superior hígido; foto à direita está o dente fixado no cilindro plástico 52
- Figura 2 - Foto à esquerda está o dente preparado; foto à direita está o troquel metálico 53
- Figura 3 - Foto à esquerda mostra o padrão de cera que serviu como modelo para obtermos a matriz de silicone, como mostra a foto à direita 54
- Figura 4 - Foto à esquerda: matriz posicionada e com espaço para reproduzir forma e espessura dos padrões de cera; foto à direita: molde de silicone com indexações para manter a posição exata da matriz no cilindro fixador do troquel metálico 54
- Figura 5 - Cilindro plástico que serviu como mantenedor das duas porções da matriz 55
- Figura 6 - Microscópio comparador digital Mitutoyo 60
- Figura 7 - À esquerda: distância entre o ponto a e b representa o desajuste cervical; à direita: as leituras foram realizadas nas quatro faces (V, M, L e D) 61
- Figura 8 - Médias de desadaptações, em mm, de cada técnica de fundição para cada revestimento 64
- Figura 9 - Médias de desadaptações, em mm, dos três revestimentos para cada técnica de fundição 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições do experimento	56
Tabela 2 - Médias de desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas segundo o revestimento e a técnica de fundição.....	63
Tabela 3 - Médias de desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas segundo o revestimento e a técnica de fundição.....	63
Tabela 4 - Medição de cada face de cada infra-estrutura do revestimento Micro Fine 1700 na técnica de fundição rápida	92
Tabela 5 - Medição de cada face de cada infra-estrutura do revestimento Micro Fine 1700 na técnica de fundição convencional	92
Tabela 6 - Medição de cada face de cada infra-estrutura do revestimento Heat Shock na técnica de fundição rápida	93
Tabela 7 - Medição de cada face de cada infra-estrutura do revestimento Heat Shock na técnica de fundição convencional	93
Tabela 8 - Medição de cada face de cada infra-estrutura do revestimento Termocast na técnica de fundição rápida	94
Tabela 9 - Medição de cada face de cada infra-estrutura do revestimento Termocast na técnica de fundição convencional	94
Tabela 10 - Cálculos da Análise Estatística	95

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Atualmente encontramos novos revestimentos para obtenção de fundições odontológicas com a proposta de oferecer estruturas metálicas protéticas de melhor qualidade e em menor tempo, utilizando a técnica de fundição rápida. Um destes revestimentos é aglutinado por fosfato melhorado e outro é um revestimento cerâmico. Porém, ainda há poucos estudos a respeito destes novos revestimentos que utilizam a técnica de fundição rápida, por isso há necessidade de verificarmos se realmente oferecem resultados melhores quando comparados à técnica de fundição convencional e aos revestimentos fosfatados convencionais.

O revestimento é uma variável que influencia na boa adaptação cervical da estrutura metálica fundida ao dente preparado, e, dessa forma, previne o acúmulo de placa bacteriana e detritos alimentares. Se o processo de fundição é executado em menor tempo, melhoramos a produtividade e diminuimos custos laboratoriais que podem ser estendidos ao Cirurgião Dentista.

Há muito tempo, o homem busca meios para melhorar sua qualidade de vida, e uma das áreas que mais tem evoluído é a do desenvolvimento de meios para substituir artificialmente órgãos e membros mutilados.

O mesmo ocorre na Reabilitação Odontológica, procura-se meios para substituir elementos dentais ausentes ou restaurar parte do dente que foi destruído. No passado, o homem procurava substituir os dentes perdidos por outros similares extraídos de escravos, prisioneiros, animais ou obtidos pela escultura de materiais como pedras e marfim. Hoje, com o avanço da ciência e tecnologia, podemos substituir elementos dentais perdidos por diferentes tipos de aparelhos protéticos, que podem restaurar partes, a totalidade e até mesmo todos os elementos de um arco dental.

Os aparelhos protéticos fixos podem possuir estruturas metálicas fundidas, geralmente obtidas pela técnica da cera perdida. Para esta técnica utilizava-se, basicamente, a liga à base de ouro, até o final da década de 70 (Landesman et al., 1981).¹⁹ Mas, o aumento do preço do ouro, nesta época, fez com que o interesse por ligas alternativas crescesse (Landesman et al., 1981;¹⁹ Mondelli et al., 1987).²⁵ Muitas destas foram introduzidas, desde então, com diferentes composições, formulações e indicações, requerendo métodos próprios de execução (Landesman et al., 1981;¹⁹ Baran, 1983;⁴ Mondelli et al., 1987).²⁵

O emprego de ligas à base de Ni-Cr para fundições de infra-estrutura metalo-cerâmica implicou na utilização de equipamentos, técnicas e materiais apropriados, devido ao seu elevado ponto de fusão e grande contração (Weiss, 1977;³⁹ Baran, 1983).⁴ Desta forma, paralelamente ao desenvolvimento de ligas alternativas ao ouro, foram

pesquisados revestimentos adequados às necessidades dessas ligas (Mondelli et al., 1989;²⁶ Blackman 1993;⁵ Earnshaw et al. 1997;¹¹ Luk & Darvell, 1997;²¹ Chew, 1999;⁸ Blackman, 2000).⁶

Historicamente, é creditada aos egípcios a prática da fundição pela técnica da cera perdida, muito utilizada, com o passar dos anos, para obtenção de ornamentos e utensílios domésticos. Na Odontologia, permitiu substituir parte do dente perdido por uma peça em ouro fundido (Taggart, 1907).³⁶ O grande avanço desta técnica ocorreu quando o homem passou a utilizá-la da forma artesanal para a industrial, durante a Segunda Guerra Mundial, para obtenção de componentes metálicos complexos, como turbinas de aviões e armamentos de guerra. Nesta época estavam surgindo os revestimentos fosfatados, que segundo Skinner (1963),³⁵ em 1963, seriam os revestimentos do futuro. Devido à corrida armamentista na época da Guerra Fria, com o programa Guerra nas Estrelas do governo americano, durante a década de 80, surgiu um novo revestimento, com a promessa de maior precisão: o revestimento cerâmico, que mais tarde passou a ser utilizado na Odontologia.

Uma evolução importante deste revestimento é o fato da fundição ser realizada em menor tempo, utilizando a técnica de fundição rápida, que também foi realizada com revestimento fosfatado convencional (Campagni & Majchrowicz, 1991;⁷ Blackman, 1993;⁵ Schneider, 1994;³⁴ Murakami et al., 1994;²⁸ Konstantoulakis et al., 1998;¹⁷ Schilling, 1999;³² Blackman, 2000).⁶

Não havia comprovação científica para a viabilidade deste procedimento, e mesmo alguns autores que utilizaram esta técnica afirmavam a necessidade de estudos para responder questões ainda sem respostas (Campagni & Majchrowicz, 1991;⁷ Schneider, 1994;³⁴ Blackman, 2000).⁶

Simultaneamente ao interesse dos pesquisadores a respeito da técnica de fundição rápida, os fabricantes lançaram, no mercado, os revestimentos próprios para esta técnica.

No mercado nacional encontramos dois revestimentos para a fundição rápida, o fosfatado melhorado (Heat Shock - Polidental) e o cerâmico (Micro Fine 1700 - Talladium Inc.).

Nesta dissertação, avaliamos os dois novos revestimentos para fundição rápida (Micro Fine 1700 e Heat Shock) e um revestimento fosfatado convencional (Termocast), com o intuito de avaliar as reações dos três revestimentos quando se utiliza a técnica de fundição rápida e convencional, verificando se o revestimento cerâmico tem uma eficácia melhor que o revestimento fosfatado.

REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

No início do Século XX, Taggart (1907)³⁶ apresentou um trabalho intitulado “Um novo e preciso método de confeccionar uma “inlay” de ouro”. Apesar do título, este método também englobou a confecção de pontes e placas áureas. Para o autor, a grande vantagem deste método era confeccionar uma “inlay” em um tempo menor, com a possibilidade de incorporar melhores características oclusais. O preparo da cavidade era realizado e inseria-se nela uma cera especial plastificada, pressionada inicialmente com o dedo para moldar a porção interna do preparo e o paciente ocluía e realizava movimentos excursivos laterais e antero-posteriores. Dessa forma, esculpia-se o formato da superfície oclusal ideal para o paciente. A seguir, a cera era cuidadosamente removida da cavidade e resfriada em água. Fixava-se no padrão de cera um conduto de alimentação de cera. Este conjunto era posicionado em um anel de fundição e um revestimento era vazado internamente. Após a eliminação da cera, com o aquecimento da garrafa, esta era levada a uma máquina que permitia injetar o ouro liquefeito no molde, fundido-o com uma chama de óxido nitroso, dentro do molde, a uma pressão de 25 a 40 libras. Esta pressão era mantida até a solidificação do metal. O autor concluiu que, utilizando este processo, era possível obter “inlays” com qualidade superior às obtidas até então.

Waerhaug (1956),³⁸ ao estudar o efeito do cimento de fosfato de zinco sobre os tecidos gengivais, observou que o cimento de fosfato de zinco exerceu uma mínima irritação química, mas se a peça protética não estiver bem adaptada, o cimento pode se dissolver e formar uma fenda entre o dente preparado e a margem da restauração, que pode ser preenchida por detritos, células degenerativas e placa bacteriana, causando uma inflamação gengival.

Skinner (1963)³⁴ publicou um artigo, discutindo alguns avanços tecnológicos na área odontológica. Um deles era o desenvolvimento do revestimento fosfatado que suportava altas temperaturas de fusão de ligas como o Co-Cr e o Ni-Cr. O pó era misturado com água ou com uma solução coloidal de sílica, permitindo uma adequada expansão térmica. Mas muitos fatores pertinentes à reação de presa destes revestimentos eram desconhecidos, necessitando de acompanhamento e investigações antes de determinar se era um material vantajoso para substituir o revestimento aglutinado por gesso, muito utilizado na época. Segundo o autor, a absorção de água durante a presa mostrou ser o ponto fraco do revestimento, mas previu que os revestimentos fosfatados seriam muito utilizados no futuro.

Allan & Asgar (1966)¹ avaliaram a resistência e as possíveis reações químicas, que poderiam ocorrer, utilizando uma liga à base de cobalto-cromo, com revestimento fosfatado Ceramigold (Whip Mix Co.), durante a presa e nos vários estágios de aumento de

temperatura até à conclusão do processo de fundição. Constatou-se, antes da espatulação do revestimento, a presença dos seguintes componentes: α -quartzo, α -cristobalita, MgO (óxido de magnésio) e $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (dihidrogeno fosfato de amônio). Estes dois últimos componentes formam o $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ (fosfato de magnésio) e em temperatura acima de 280°C notou-se a formação do silicofosfato. A formação destes dois novos componentes coincide com o aumento da resistência do revestimento, sendo um dos picos de resistência atingido na temperatura de 500°C . Acima desta temperatura iniciou-se a diminuição da resistência do revestimento, progressivamente, à medida que a temperatura aumentava, provavelmente, devido ao início de fusão do $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ e do silicofosfato. O maior pico de resistência ocorreu na temperatura de 1400°C , provavelmente devido à fusão completa dos componentes.

Preocupado com o julgamento que os Cirurgiões Dentistas fazem em relação às margens sondáveis visualmente, e, em áreas não visíveis, Christensen (1966)⁹ propôs um estudo para poder avaliar a discrepância marginal que poderia ocorrer se dez experientes profissionais confeccionassem uma restauração áurea. Após a confecção da restauração, foi realizada uma análise microscópica da adaptação marginal e verificou-se também se poderia melhorar tal adaptação com acabamento e polimento apropriados. Pelo resultado da pesquisa, os profissionais não foram aptos para avaliar, consistentemente, a adaptação

marginal com sonda ou radiografia, principalmente em áreas não visíveis. Foi notado também, que, após a cimentação, a adaptação marginal poderia ser melhorada com um acabamento apropriado.

Jones & Wilson (1970)¹³ investigaram as expansões de presa e higroscópica de cinco revestimentos aglutinados por gesso (Calsite Inlay - Amalgamated; Investral C - W.J Hooker; Kerr Model -Kerr; Kerr Inlay - Kerr; Sterling-Engelhard Industries) e cinco revestimentos fosfatados (Aqua Vest – Charpalin & Jacobs Ltd; Complete – Durallium; Multinvest – Ranson & Randolph; Widerit – F. Krupp; Wirovest Wilh). Todos os revestimentos foram manipulados conforme indicado pelos fabricantes. O aparato para medir a expansão do revestimento permitia testar as seguintes situações: confinado em anel metálico; confinado em anel metálico forrado com asbestos (presa na bancada ou submerso em água); expansão livre e sem confinamento (presa na bancada ou submerso em água); confinado em material duplicador. Este último é geralmente utilizado quando confeccionamos uma fundição de Prótese Parcial Removível. Quando era utilizada a técnica de expansão higroscópica, a temperatura da água era de 39°C. Pelos resultados foi notado que a água afeta consideravelmente a expansão do revestimento. Os revestimentos fosfatados demonstraram maior susceptibilidade à absorção de água que os revestimentos aglutinados por gesso. Nos revestimentos fosfatados Aqua-Vest e Multinvest, a expansão foi muito grande, chegando a causar trincas e rachaduras. Isto pode ter ocorrido pelo fato da grande saturação

de água possibilitar uma excessiva expansão do revestimento, levando a trincas e rachaduras no modelo. Pela grande variabilidade que a presença de água ocasionou durante a presa do revestimento, os autores recomendam que cuidados e precauções devem ser tomados ao se utilizar a técnica de expansão higroscópica, principalmente nos revestimentos fosfatados.

Mclean & Fraunhofer (1971)²⁴ propuseram uma nova técnica para averiguar a espessura do agente cimentante. Para isto foi utilizado um material de moldagem (Impregum – Espe) e as análises foram realizadas em preparos MODs, Coroas Totais em Ouro, Coroas Metalocerâmicas e Coroas Totais de Porcelana. Inicialmente, após a peça estar pronta, injetou-se o Impregum na porção interna da coroa e, a seguir, ela foi levada para o dente preparado, como se fosse cimentar a peça. Dessa forma, pôde-se estimar a quantidade de espaço interno e também determinar a desadaptação cervical. Após a presa do Impregum no retentor, o mesmo era removido, cuidadosamente, e embebido em uma resina, obtendo-se um bloco. A partir deste, uma secção horizontal pôde ser realizada de mesial a distal e as medidas das espessuras obtidas. Segundo o autor, um espaço de 80 μm pode ser muito difícil de se detectar com um rigoroso exame, utilizando o explorador clínico e mesmo radiográfico. Em uma desadaptação de 200 μm , a radiografia demonstrava uma adaptação ruim, mas no exame com explorador clínico notava-se apenas uma leve discrepância, não demonstrando a evidência

conclusiva ruim. Neste caso, o exame radiográfico demonstrou-se mais fiel que o uso de um explorador clínico. Para o autor, um espaço de até 160 μm foi considerado sucesso clínico, mas um espaço de 120 μm seria o ideal.

Em um estudo petrográfico e de análise química, Mabie (1973)²² verificou que o revestimento fosfatado possui, em sua composição: cristobalita, quartzo, um monoamônio de fosfato e magnésio calcinado. Quando o pó do revestimento é misturado com o líquido, o monofosfato de amônia é rapidamente dissolvido, e uma resistência começa a se desenvolver, formando-se um gel, envolvendo todos os componentes. Após o aquecimento do revestimento, notou-se a presença do silicofosfato. Segundo o autor, a resistência do revestimento é baseada na recristalização da sílica (cristobalita e quartzo). O ferro e outros componentes não fosfatados desempenham um papel importante na fusão da sílica. O impacto do metal liquefeito nas paredes do revestimento pode: 1) induzir a uma intensa liquefação na sua interface, causando dificuldade no escape de gases, promovendo porosidades; 2) irregularidades na superfície da peça metálica e até uma deformação interna do molde, pela possibilidade de ocorrer uma variação grande de temperatura, em diferentes partes, entre o revestimento e a liga fundida.

Pegoraro (1977)³¹ avaliou a expansão de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos fosfatados (Ceramigold, Ceramvest e Aurovest). Nestes revestimentos variou-se a proporção do

líquido especial/água de 100, 90, 75, 60 e 50%. A liga utilizada foi o Gemini II. Os resultados mostraram que o uso da expansão higroscópica aumenta a expansão do revestimento para compensar a contração da liga e, dessa forma, uma melhor adaptação da peça metálica.

Weiss (1977)³⁹ salientou que, ao se utilizar uma liga à base de ouro, somente a expansão do revestimento era suficiente para compensar a contração de fundição desta liga. Mas, utilizando uma liga à base de Ni-Cr houve um grande problema durante o processo de fundição, que se relaciona à contração térmica da liga e à expansão insuficiente dos revestimentos. Segundo o autor, nesse caso seria interessante, além da expansão de presa e térmica, utilizar de expansão higroscópica e do uso de um anel flexível, ao invés de um anel metálico.

Neiman & Sarma (1980)²⁹ procuraram esclarecer o que realmente ocorre na reação de presa dos revestimentos fosfatados: 1) quais os produtos formados; 2) o que ocorre durante a desidratação; 3) os produtos formados na decomposição térmica, incluindo as ligações químicas e a interpretação estrutural. Nesse estudo, o autor verificou que os revestimentos fosfatados consistem basicamente de material refratário (quartzo e cristobalita) e material aglutinante (MgO e NH_4MgPO_4). O $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (fosfato duplo de amônio e magnésio hexahidratado) é o principal produto da reação dos revestimentos fosfatados. Este, em 160°C , perde água e se transforma no $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (fosfato duplo de amônio e magnésio monohidratado). Em uma temperatura maior, continua

a perder água mas também perde NH_3 e transforma-se no magnésio pirofosfato ($\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$). Este, em temperatura abaixo de 1040°C , incorpora o MgO e transforma-se no $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$. O excesso de MgO e $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ possibilita uma outra reação, cujo produto é o $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$.

Segundo Landesman et al. (1981),¹⁹ um dos motivos que levaram ao desenvolvimento de ligas alternativas foi o alto custo do ouro. Porém, estas ligas alternativas podem apresentar composições diferentes, requerendo métodos próprios de manipulação do revestimento. Os autores avaliaram duas ligas semipreciosas (Minigold e WLW), uma não preciosa (Litecast) e uma liga áurea Tipo III, a qual foi usada como controle, fundidas em um revestimento aglutinado por gesso (Luster Cast – Kerr Mfg. Co.) e um revestimento fosfatado (Ceramigold – Whip Mix Corp.). Foi verificado neste estudo, que nenhum metal demonstrou superioridade ao outro quanto à integridade marginal. E isto ocorreu porque houve uma adequada combinação entre o revestimento e a liga metálica utilizada. Variáveis como proporção pó/líquido, temperatura de aquecimento e temperatura de fundição demonstraram desempenhar papel importante na adaptação final da peça fundida.

Para Baran (1983),⁴ o baixo preço das ligas alternativas, em relação à liga áurea, foi um atrativo para o seu desenvolvimento. Mesmo assim, a metalurgia diferente entre as ligas e o modo como afeta a sua manipulação e uso devem ser consideradas. O Ni-Cr é importante como material restaurador dental, por isso, há um grande interesse em se

pesquisar esta liga e desenvolver um estudo para entender suas características químicas e físicas. Um metal que apresenta uma alta temperatura de fusão irá apresentar contração maior durante a sua solidificação que um metal apresentando uma temperatura de fusão mais baixa. As ligas à base de Ni-Cr apresentam uma grande contração, sendo necessário técnicas que permitam suficiente expansão dos revestimentos para compensar a contração destes metais. Uma das formas de controlar a expansão do revestimento é proporcionar, corretamente, a quantidade de líquido especial. Segundo o autor, devido às características próprias da liga à base de Ni-Cr, técnicas e materiais específicos devem ser utilizados para proceder a sua correta manipulação.

Lacy et al. (1985)¹⁸ procuraram verificar quais variáveis poderiam contribuir para a formação de nódulos positivos na peça metálica fundida. O revestimento utilizado foi o fosfatado (Accucast - Dent-tal-eze Consumables, Dentaleze Mfg. Co.). Os resultados demonstraram que a espatulação manual, com mais de 40 segundos, foi efetiva na redução de bolhas positivas. Se comparada com a espatulação mecânica, esta se mostra mais efetiva. Quanto maior a quantidade de líquido especial na proporção pó/líquido, menor a quantidade de bolhas. Não houve diferença na diluição do líquido especial, com água, sobre a incidência de bolhas, e foi efetivo o uso do antibolhas sobre a superfície do padrão de cera.

Marzouk (1985)²³ relata que, se houver a necessidade de uma máxima expansão do revestimento, devemos forrar com asbesto o anel de fundição metálico, internamente, ou utilizar, preferencialmente, um anel de borracha, que deve ser removido o mais breve possível após sua presa inicial. O autor recomenda para quando se utilizar a técnica de expansão higroscópica, atente-se para o limite da quantidade de água que o revestimento pode receber e o tempo de permanência possível dentro d'água. O aquecimento deve ser lento para permitir a adequada evaporação da água residual do revestimento; possibilitar sua adequada expansão; e, evitar diferentes pontos de temperatura no revestimento, que é um mau condutor térmico.

Mondelli et al. (1987)²⁵ realizaram uma pesquisa a respeito das ligas alternativas (Ni-Cr; Cu-Ni-Mn; Cu-Zn-Al-Ni; Ag-Sn; Ag-In-Zn e Ag-Sn-Pd) encontradas no comércio odontológico. Segundo os autores, o baixo custo em relação às ligas nobres fez com que a sua procura e uso crescessem muito. O intuito da pesquisa foi verificar a eficácia clínica dessas ligas, além de avaliar as propriedades físico-químicas e biológicas. Os resultados obtidos mostram que a liga a base de Ni-Cr é uma alternativa viável para a comercialização e apresenta eficácia clínica que a credencia para a confecção de restaurações metalocerâmicas.

Andersson et al. (1989)² apresentaram um novo método para confeccionar coroas metálicas em substituição à técnica da cera

perdida. Neste método, há dois procedimentos envolvidos: uma máquina duplicadora de modelo e uma máquina de descarga elétrica, conhecida também como eletroerosão. Os resultados clínicos obtidos em um ano mostraram-se promissores, porém, é interessante esperar pelos estudos de longo prazo.

Mondelli et al. (1989)²⁶ verificaram a contração de fundição e desajuste de coroas totais fundidas em função de técnica de inclusão e tipos de revestimento empregados. Foram utilizados dois revestimentos aglutinados por gesso (Cristobalite e Goldent); dois revestimentos fosfatados (Hi-Temp e Termocast) e cinco tipos de liga (Ag/Sn – Superalloy; Cu/Al – Duracast MS; Cu/Zn – Goldent LA; Ag/Pd – Palliag M e Ni/Cr – Nitrocast). Foram utilizadas duas formas de expansão: a convencional (expansão de presa e térmica) e a de compensação (expansão de presa, térmica e higroscópica). Cada liga foi fundida nos quatro revestimentos e em cada um destes grupos foram utilizadas a expansão convencional e expansão compensatória. Foi verificado que a expansão higroscópica aumenta a expansão do revestimento para compensar a contração da liga. Com isso, um menor desajuste cervical foi verificado.

Para que se obtenha uma máxima expansão higroscópica, o anel deve ser imerso imediatamente em água, antes da presa inicial. Indiretamente houve indicativos de que o revestimento fosfatado absorve mais água que o revestimento aglutinado por gesso.

Neste estudo, o revestimento Termocast, independente da liga estudada e da técnica de expansão empregada, apresentou o melhor resultado.

Segundo Araújo et al. (1990),³ há três técnicas para obter a expansão do modelo de revestimento, destinadas a compensar a contração da liga durante a fundição: técnica de expansão térmica; técnica de expansão higroscópica de Hollenback e técnica de expansão higroscópica de Asgar, Mahler e Peyton. A expansão higroscópica ocorre somente se for fornecida água adicional ao revestimento, tão logo os cristais em crescimento entrem em contato. E a magnitude da expansão está diretamente relacionada à quantidade de água presente no revestimento que está tomando presa.

Avaliando dois revestimentos fosfatados (Rema Exakt – Dentaurum; Biovest – Dentsply) para fundir titânio, Mueller et al. (1990)²⁷ verificaram que a expansão térmica do revestimento Rema Exakt apresenta uma expansão primária devido ao quartzo, enquanto o Biovest obteve a sua expansão a partir da cristobalita. Os autores concluíram que o Biovest é incompatível para fundir o titânio devido à degradação precoce da cristobalita que ocorre em baixa temperatura. O melhor resultado do Rema Exakt se deve à maior quantidade de quartzo na sua formulação, com isso, a degradação pela cristobalita não existe.

Os fornos comerciais diferem entre si pelo fato de cada um possuir uma taxa de aquecimento diferente. E segundo Papadopoulos & Axelsson (1990),³⁰ isto é um fator importante a ser verificado, pois um

mesmo revestimento pode apresentar expansões térmicas diferentes, dependendo da taxa de aquecimento que o forno executa. Com isso, os autores verificaram se a influência de três taxas de aquecimentos poderia interferir na expansão de um revestimento fosfatado (Heravest Super – Heraeus), incluído em um anel metálico com uma camada de celulose. Após a presa, os revestimentos foram levados ao forno, e três programações de taxas de aquecimento foram selecionadas: rápido, médio e lento. A liga utilizada foi a áurea para metalo-cerâmica. Os autores puderam concluir que, quanto mais rápido o aquecimento, menor a expansão do revestimento. Isto pode ser explicado pela dificuldade da conversão do material refratário da forma α para a β quando o aquecimento ocorre rapidamente. Com isso, é de importância prática saber qual a taxa de aquecimento ideal para um determinado revestimento, especialmente no caso dos fosfatados, pois melhores resultados podem ser alcançados.

Takahashi et al. (1990)³⁷ propuseram um estudo para verificar a fundibilidade, o grau de adaptação e a microdureza das peças obtidas, utilizando cinco tipos de revestimentos fosfatados (Rema Exakt – Dentaurum; Ceramigold – Whip Mix; Complete - Jelenko; Tai-Vest - Taisei Dental Mfg.; Full-Vest – Taisei Dental Mfg.). As ligas metálicas utilizadas foram titânio puro, liga à base de Ni-Cr (Rexillum III, Jeneric Gold Co.) e liga à base de Co-Cr (Vitallium, Austenal Dental). Pelos resultados, o revestimento Complete apresentou a maior quantidade de material

aglutinante e, com isso, apresentou uma menor expansão e até mesmo uma contração. Isto provavelmente contribuiu para um resultado insatisfatório em relação aos outros revestimentos. A melhor adaptação das peças fundidas ocorreu nos revestimentos que apresentavam uma maior quantidade de quartzo que de cristobalita (Tai-Vest; Rema Exakt e Full-Vest). Nestes, verificou-se também, pouca expansão, de 200 a 300°C, e maior expansão, de 500 a 600°C.

Procurando verificar a influência do líquido especial na resistência do revestimento em alta temperatura, Luk & Darvell (1991)²⁰ avaliaram quatro revestimentos fosfatados: 1) Multivest (Dentsply), porcentagem do líquido especial misturado com água de 0% e 50%; 2) Ceramigold (Whip Mix), porcentagem do líquido especial misturado com água de 0%, 50% e 100%; 3) Hi-Temp (Whip Mix), porcentagem do líquido especial misturado com água de 0%, 50% e 100%; 4) DVP (Whip Mix), porcentagem do líquido especial misturado com água de 0%, 50%, 75% e 100%. A conclusão dos autores foi que a resistência do revestimento foi aumentada quando a concentração do líquido especial foi aumentada. E este fato ainda precisa ser pesquisado, pois não se sabe o porquê disso.

Campagni & Majchroweiz (1991)⁷ foram os primeiros a apresentar a técnica de fundição rápida para confecção de núcleo intraradicular. Este procedimento inicia com a confecção do núcleo em resina acrílica e termina com a obtenção da peça fundida, podendo ser

concluído dentro de uma hora. Desta forma, uma fase clínica pode ser eliminada, que é a confecção de um núcleo radicular provisório. O processo convencional de fundição demoraria aproximadamente três horas. Os autores utilizaram um revestimento fosfatado (Jelenko - Dental Health Products, Armonk, N.Y.) e 50% de líquido especial. O revestimento foi vazado num anel metálico de fundição e o tempo de espera da presa foi de quinze minutos. A seguir, o anel foi levado a um forno pré-aquecido em 700° C por 15 minutos. Na fundição utilizou-se tipo III, mas também pode-se utilizar ouro tipo IV. Segundo os autores, a técnica de fundição rápida pode ser utilizada com sucesso para confecção de núcleos, mas sugerem mais pesquisas a respeito.

Johnson (1992)¹² propôs investigar meios para reduzir bolhas de ar no revestimento e a efetividade do uso do agente redutor de tensão superficial. Foram utilizados dois revestimentos aglutinados por gesso (Cristobalite e Beauty-Cast da Whip Mix) e dois revestimentos fosfatados (Ceramigold – Whip Mix e Deguvest Soft - Degussa). Para os revestimentos aglutinados por gesso foi utilizada a liga áurea Tipo IV (Stabilor G – Degussa) e para os revestimentos fosfatados foi utilizada uma liga nobre para metalo-cerâmica (Deva M - Degussa). Segundo os resultados: a) a espatulação mecânica sob vácuo, vazamento do revestimento no anel sob vibração e colocação deste sob pressão a 40 psi reduziu a quantidade de bolhas de ar no revestimento, e, conseqüentemente, a quantidade de nódulos na peça fundida; b) o agente

reductor de tensão superficial também provocou uma redução da quantidade de nódulos na peça fundida.

Segundo Karlsson (1993),¹⁶ o sistema Procera confecciona restaurações protéticas com uma excelente adaptação cervical, ele surgiu para substituir a técnica da cera perdida e procura eliminar os problemas inerentes desta técnica. O sistema Procera não utiliza o processo de fundição e é composto por uma máquina duplicadora de modelo precisa, combinada com uma máquina de eletroerosão. O estudo constou de 12 dentes preparados na boca dos pacientes, moldados e obtidos os troquéis de gesso. A seguir, as estruturas metálicas de titânio foram obtidas pelo sistema Procera e a cobertura realizada com porcelana (Procera Ceramics). Para realizar a avaliação, um material de moldagem leve (President – Coltene) foi introduzido no interior da estrutura metálica, a seguir, assentado no dente preparado e mantido sob pressão até a presa. A espessura obtida entre a parede do dente preparado e a parede interna da estrutura metálica, foi medida, posteriormente, através de um microscópio (Nikon Profile Projector). O mesmo foi realizado no troquel de gesso, que serviu de modelo para obtenção da estrutura metálica. Pelos resultados obtidos, a melhor adaptação ocorreu no troquel de gesso, comprovando que a discrepância na adaptação foi devido ao fator moldagem e gesso para confecção do troquel. Mesmo assim, o sistema Procera produz estruturas metálicas de titânio, com uma adaptação clínica aceitável.

Blackman (1993)⁵ foi o primeiro a abordar a confecção de uma coroa total, utilizando a técnica acelerada. Seu estudo procurou avaliar a adaptação marginal e a alteração no diâmetro de uma coroa total, utilizando um revestimento fosfatado (Complete – Jelenko) e liga de ouro Tipo III (B-2 – Ney Co.). Foram confeccionados 30 padrões divididos em três grupos: 1) o tempo de espera da presa foi de 15 minutos e, logo depois, foi levado a um forno a 704°C por 15 minutos; 2) o tempo de presa esperado foi de 30 minutos e, logo em seguida, foi levado a um forno a 704°C por 15 minutos; 3) o tempo de espera de presa foi de 60 minutos e, a seguir, levado ao forno que ia aquecendo lentamente, até atingir 927°C e mantida por 60 minutos. O primeiro grupo apresentou trincas, provavelmente o tempo de 15 minutos não foi tempo suficiente para que o revestimento adquirisse resistência. Mesmo assim, não chegou a influenciar na obtenção das peças fundidas. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa em termos de alteração no diâmetro da peça obtida, mas a melhor adaptação, com uma diferença de 8 a 10 µm, ocorria no terceiro grupo, provavelmente porque as margens das peças apresentaram-se melhores.

Schneider (1994)³⁴ demonstrou a técnica da fundição rápida para a confecção de núcleo intra-radicular. Segundo o autor, utilizando esta técnica foi possível diminuir o tempo de fundição e, conseqüentemente, eliminar a fase da confecção do núcleo provisório. A técnica consiste na diminuição do tempo de presa do revestimento e

aquecimento rápido para o procedimento de fundição, sendo possível confeccionar um núcleo metálico em 45 minutos. O procedimento consistiu na utilização de um revestimento fosfatado diluído 50/50 com água, vazado em um anel metálico. O tempo de espera da presa foi de 15 minutos e a seguir o anel foi levado a um forno pré-aquecido a 700° C, permanecendo por 15 minutos. A liga metálica utilizada pode ser o ouro tipo IV. Segundo o autor, esta técnica produziu resultados satisfatórios, porém, mais pesquisas devem ser conduzidas para determinar a razão desse sucesso.

Murakami et al. (1994)²⁸ avaliaram adaptação marginal, resistência à fratura e os aspectos superficiais das peças fundidas, utilizando três revestimentos aglutinados por gesso próprios para fundição acelerada (Noritake Cristobalite F - Noritake Co; Cristobalite PF – Shofu Inc.; Cristoquick II – GC Corp.) e um revestimento aglutinado por gesso convencional (Cristobalite Micro – GC Corp.), e a liga utilizada foi de ouro-prata-paládio (Castwell MC, GC Corp.). Nos revestimentos de rápida fundição foram esperados 30 minutos de presa e, logo após, levados a um forno a 700°C e mantidos por 30 minutos. E no revestimento convencional seguiu-se o procedimento de fundição convencional. Entre os revestimentos de rápida fundição, o Cristoquick II apresentou a expansão de presa mais rápida, e após 60 minutos, não houve alteração na sua expansão, enquanto os outros dois revestimentos apresentaram

expansão de presa mais lenta, que continuou até 120 minutos após a mistura.

O melhoramento do comportamento térmico dos revestimentos de rápida fundição pode ser atribuído ao acréscimo de quartzo em suas formulações. Mas o revestimento de rápida fundição Noritake Cristobalite F apresentou fraturas parciais. Os revestimentos Cristoquick II e Cristobalite PF não apresentaram fraturas durante os experimentos, enquanto o revestimento convencional Cristobalite Micro quebrou em pedaços quando submetido ao aquecimento rápido.

As peças fundidas com o revestimento convencional e técnica convencional apresentaram menores irregularidades superficiais e melhor adaptação quando comparado com os revestimentos de rápida fundição. Entretanto, isto não foi significativo sob o aspecto clínico. Com relação à adaptação das fundições com revestimentos de rápida fundição, o Cristoquick II apresentou o melhor resultado. O resultado insatisfatório dos outros dois revestimentos de rápida fundição talvez se deva ao fato da expansão ainda continuar por 120 minutos, enquanto no experimento, o tempo de espera foi de 30 minutos. O Cristoquick II tem a sua expansão de presa estabilizada em 60 minutos, no caso do experimento o tempo de espera foi de 30 minutos, talvez, por isso, o pior resultado em relação ao revestimento convencional.

Segundo Schmitt & Chance (1995),³³ a tradicional técnica da cera perdida está sendo suplantada pelas modernas tecnologias de

precisão. Uma máquina de descarga elétrica (eletroerosão), combinada em um “scanner” a “laser” e sistema CAD/CAM, pode confeccionar uma restauração precisa, inclusive eliminando algumas variáveis que ocorrem na técnica da cera perdida, como distorção do padrão de cera, do revestimento e do metal. Esta nova tecnologia pode ser utilizada para confeccionar restaurações implanto retidas, com maior precisão e versatilidade, em relação ao processo de fundição. Adicionalmente, tal máquina pode ser utilizada para realizar várias restaurações ao mesmo tempo, aumentando a eficiência e diminuindo o custo.

Earnshaw et al. (1997)¹¹ estudou os efeitos do potencial de expansão dos revestimentos à base de fosfato e sua resistência em relação à temperatura para confeccionar uma coroa total, com uma liga de alto conteúdo de ouro. Foram utilizados dois revestimentos fosfatados (Ceramigold e Ceramigold 2, ambos da Whip Mix Corporation). Com o revestimento Ceramigold formou-se três grupos: 1) 100% de líquido especial, uso de camada de celulose seca e presa na bancada; 2) 75% de líquido especial, uso de camada de celulose hidratada e presa na bancada; 3) 75% de líquido especial, uso de camada de celulose hidratada e uso da técnica de expansão higroscópica com água a 38°C. Com o revestimento Ceramigold 2, não se utilizou líquido especial, foi utilizada camada de celulose hidratada e presa na bancada. Nos resultados verificou-se que a maior expansão ocorreu com o uso da técnica da expansão higroscópica, mas também foi a que apresentou a

menor resistência à compressão e demonstrou a maior discrepância no sentido axial; a maior quantidade de líquido especial pode ter influenciado para uma maior resistência do revestimento e também ter proporcionado a maior expansão térmica; quanto menor a expansão de presa e maior a expansão térmica, mais precisa será a adaptação da peça fundida.

Para Luk & Darvell (1997),²¹ a resistência do revestimento é importante para a sua manipulação na temperatura ambiente e para resistir ao “stress” induzido durante o aquecimento e fundição. Geralmente os fabricantes de revestimento informam a sua resistência em temperatura ambiente, mas não informam quando ele está em altas temperaturas. Por isso, os autores procuraram determinar a variação de resistência do revestimento fosfatado de acordo com a temperatura.

Para o estudo foram utilizados três revestimentos fosfatados (Hi-Temp – Whip Mix; Ceramigold – Whip Mix; Auroplus – Bego; DVP – Whip Mix; X-20 – Whip Mix e Biosint Supra - Degussa). A concentração do líquido especial foi padronizada em 50% para todos os revestimentos e o tempo de presa foi de 15 horas. Uma liga de Co-Cr-Mo (Wironit - Bego) foi utilizada para fundir as peças.

Os resultados indicaram que a resistência dos revestimentos é muito sensível às elevações de temperatura. A idéia geral é que a resistência aumenta devido às reações ocorridas em altas temperaturas. Nesse estudo, foi demonstrado que isto nem sempre é verdade: o DVP e o Ceramigold apresentam maior resistência na

temperatura entre 400/500°C e menor resistência entre 600/1100°C. Para os autores, o tempo de presa e aquecimento são importantes para não afetar a resistência do revestimento.

Para Konstantoulakis et al. (1998)¹⁷ a técnica de fundição rápida tem sido publicada, contudo, pouco indicada, pois a sua precisão ainda não foi suficientemente estudada para se executar a fundição de uma coroa total. E, para avaliar a adaptação marginal e a rugosidade superficial de coroas totais obtidas com a técnica de fundição rápida e convencional foram utilizados cinco revestimentos: Complete (Jelenko Co.); Ceramigold (Whip Mix Corp.); Cera Fina (Whip Mix Corp.); PowerCast (Whip Mix Corp.) e Hi-Temp (Whip Mix Corp.). Os dois primeiros revestimentos apresentam uma granulação grossa e contêm carbono em sua formulação. Os revestimentos Cera-Fina e o PowerCast apresentam uma granulação mais fina e livre de carbono. O Hi-Temp é similar ao Ceramigold, com a diferença que não contém carbono. Somente o PowerCast foi vazado em anel de fundição não rígido. Os outros revestimentos foram vazados em anel metálico, com uma camada de celulose não hidratada, e a liga utilizada foi a altamente nobre (ouro-paládio). Segundo os resultados obtidos, se o processo de espatulação e inclusão são realizados sob vácuo, este pode se tornar menos poroso, e dependendo do revestimento (Ceramigold) pode tornar o escape de gases mais difícil e, dessa forma, levar a fraturas ou trincas quando levado ao forno pré-aquecido a 815°C. A maior quantidade de quartzo no

Power Cast permite que seja levado a um forno pré-aquecido sem que ocorra fratura. A discrepância marginal e a rugosidade superficial apresentadas pelas coroas confeccionadas pela técnica rápida não são significativamente diferentes em relação à técnica convencional. Desta forma, a técnica rápida pode ser uma alternativa para se ganhar tempo.

Um ano mais tarde, Schilling et al. (1999)³² questionaram os resultados de Konstantoulakis et al. (1998),¹⁷ acreditando que o pequeno número de corpos de provas poderia ter sido o responsável por não ter ocorrido diferença significativa na adaptação das peças. Com isso, os autores realizaram o mesmo estudo, mas com um número maior de corpos de prova e utilizaram apenas um revestimento aglutinado por fosfato (Ceramigold, WhipMix Corp.). E o resultado obtido foi o mesmo de Konstantoulakis et al (1998),¹⁷ não houve diferença significativa na adaptação marginal entre a técnica de fundição convencional e rápida. Para os autores, a fundição rápida pode realmente ser uma alternativa em relação ao tempo consumido pela técnica de fundição convencional. Além do que, à medida que o técnico em laboratório obtiver maior experiência repetindo o procedimento, melhor será o resultado obtido.

Chew et al. (1999)⁸ estudaram a resistência à compressão de revestimentos para determinar se havia mudanças em função do tempo e temperatura após a mistura. Este trabalho foi proposto, porque há pouca informação sobre a resistência à compressão dos revestimentos em temperatura elevada. Foram utilizados dois

revestimentos fosfatados (Cerafina e Ceramigold – Whip Mix) e um revestimento aglutinado por gesso (Novocast – Whip Mix). A sílica ajuda a aumentar a expansão térmica e também é responsável pelo aumento da resistência inicial no forno, e, em altas temperaturas, a maior resistência se deve à formação do silicofosfato. Em temperatura ambiente, o revestimento à base de fosfato não demonstrou ser mais resistente que o revestimento à base de gesso. Entretanto, o revestimento à base de fosfato apresentou considerável aumento na resistência à compressão em temperatura entre 700°C e 872°C.

Segundo Blackman (2000),⁶ há pouco conhecimento e são escassas as publicações a respeito dos motivos do sucesso clínico da fundição rápida utilizando revestimento fosfatado. Foram utilizados nesse estudo: uma réplica de molar preparado para receber uma coroa total; um revestimento fosfatado (Complete – Jelenko); anel metálico forrado com uma camada de celulose; e liga áurea Tipo III.

Três variáveis foram avaliadas: no grupo I, o tempo de espera da presa foi de 15 minutos e, logo em seguida, o anel levado a um forno a 704°C, com essa temperatura mantida por 15 minutos; no grupo II, o tempo de espera foi de 30 minutos e, logo em seguida, levado a um forno a 704°C e essa temperatura mantida por 30 minutos; no grupo III, o tempo de espera da presa foi de 60 minutos e levado ao forno em temperatura ambiente, que foi elevada até 648°C em 30 minutos e mantida por 60 minutos. Após a fundição, verificou-se que, no grupo I,

ocorreram três fraturas na superfície externa da coroa, próximo do “sprue”. Este acontecimento não foi considerado importante para julgá-las perdidas. No grupo II não ocorreram fraturas do modelo, como no grupo I, talvez o tempo utilizado tenha sido suficiente para o revestimento atingir uma adequada resistência. O autor sugere que o tempo de presa é o mais importante para prevenir a fratura do revestimento, mas outros estudos são necessários para confirmar essa hipótese. Com relação à alteração do diâmetro, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. Mas a menor alteração do grupo II foi considerada inesperada e isto necessita de maiores investigações. Com relação à definição da margem cervical, os grupos I e II não apresentaram diferenças estatisticamente significantes e diferentes, se comparadas com o grupo III, mas o modo convencional demonstrou uma melhor definição. Este também demonstrou maior rugosidade se comparado ao grupo I e II, e mais investigações são necessárias para determinar o porquê deste comportamento. O autor conclui que a fundição acelerada pode ser realizada com sucesso, mas uma pesquisa contínua deve ser realizada, pois os atuais conhecimentos não permitem que muitas questões sejam respondidas.

Del Castillo et al. (2000)¹⁰ afirmam a importância do núcleo encaixar passivamente no conduto radicular e também prover um espaço para o agente cimentante, com o propósito de evitar fratura. E, para isto, os autores observaram a influência da camada de celulose e o

menor tempo de fundição. Pelos resultados obtidos nos grupos onde não se usou camada de celulose, foi observado inibição de expansão de presa, principalmente no sentido horizontal (expansão anisotrópica), ou seja, o revestimento expande somente em altura, no caso de núcleos isto não é problema significativo. Diminuindo a temperatura do forno, de 815°C para 600°C, mesmo sem a camada de celulose, obteve-se núcleos de dimensões menores.

Juszczuk et al. (2000)¹⁴ avaliaram a resistência de revestimentos fosfatados, variando a técnica de manipulação. Segundo os autores, o tamanho e a distribuição dos poros produzidos por uma determinada técnica de manipulação podem afetar a resistência do revestimento. Utilizaram quatro revestimentos fosfatados (Croform WB – Davis; Rema Exakt – Dentaaurum; Levotherm – Bayer Dental; Remantitan – Dentaaurum) e as seguintes técnicas de manipulação foram avaliadas: 1) espatulação manual e presa bancada (MaB); 2) espatulação manual e presa sob pressão (MaP); 3) espatulação manual sob vácuo e presa na bancada (MaVB); 4) espatulação mecânica e presa na bancada (MeB); 5) espatulação mecânica sob vácuo e presa sob pressão (MeVP); 6) espatulação mecânica sob vácuo e presa na bancada (MeVB).

Para cada técnica de manipulação, 50 amostras de cada revestimento foram confeccionadas. De cada grupo de amostras, 10 blocos de revestimentos foram fraturados propositalmente para se

observar as suas superfícies no microscópio: o número de poros e seus tamanhos foram medidos e anotados.

O uso da espatulação mecânica sob vácuo e presa sob pressão resultou em poros menores e apresentou maior resistência. A presença de poros no revestimento Croform WB e Levotherm indicam suas influência no aparecimento de trincas e fraturas. Pelos resultados obtidos, os autores verificaram que, dependendo da técnica de manipulação, ocorrem diferenças na resistência dos revestimentos.

Juszczyk et al. (2002)¹⁵ examinaram a influência das porosidades na resistência dos revestimentos levados a 900°C, importante para que estes suportem o impacto do metal liquefeito no momento em que a centrífuga é acionada. O estudo contou com quatro revestimentos fosfatados para fundir Co-Cr e titânio (Croform WB, Rema Exakt, Levotherm e Rematitan) e duas técnicas de manipulação e inclusão: (1) espatulação manual e presa na bancada; (2) espatulação mecânica a vácuo e pressão de 210 kPa durante a presa dos revestimentos. O resultado deste estudo demonstrou que há um aumento de resistência do revestimento levado a 900°C, utilizando espatulação mecânica a vácuo e pressão durante a presa.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Recentemente foram lançados, no comércio odontológico, dois revestimentos: um fosfatado e outro cerâmico; com a proposta de permitir a obtenção de fundições com melhores resultados, sendo também possível utilizá-los em uma técnica de fundição, cujo procedimento é mais rápido. Devido aos poucos estudos comparativos encontrados na literatura científica, a respeito destes revestimentos e seus usos com a técnica rápida, julgamos oportuno avaliá-los, verificando:

1) qual técnica de fundição avaliada, rápida ou convencional, proporciona a obtenção de peças com melhor adaptação cervical;

2) qual revestimento (Termocast, Heat Shock ou Micro Fine 1700) oferece melhores resultados de adaptação, tanto na técnica de fundição rápida como na fundição convencional;

3) comparar o comportamento dos revestimentos frente a uma técnica de fundição rápida e convencional.

MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Liga metálica

A liga utilizada na confecção das infra-estruturas metálicas possui as seguintes características :

- Nome comercial: VeraBond II (Aalba Dent Inc.)

- Composição parcial citada pelo fabricante:

Níquel (Ni) 74,5%

Cromo (Cr) 11,5%

Molibidênio (Mo) 3,5%

- Propriedades físicas citadas pelo fabricante:

Resistência à tração, psi (Mpa)119.000 (821)

Resistência ao escoamento, psi (Mpa) 111.000 (726)

Elongação, % 4

Dureza Brinell 195

Densidade, g/cm³ 7,3

Coefficiente de expansão, x 10⁻⁶ psi (500° C)..... 14,1

Ponto de fusão °C 1260-1315

4.2 Revestimentos

4.2.1 Revestimento aglutinado por fosfato, isento de Ca, para fundição em alta temperatura.

- Nome comercial Termocast (Polidental)
- Expansão de presa 1,0%
- Expansão térmica 1,0%
- Expansão higroscópica 1,5%
- Proporção 16 ml de líquido / 100 g de pó
- Composição Fosfato de amônio
Óxido de magnésio
Cristobalita
Dióxido de silício
- Identificação M1

4.2.2 Revestimento aglutinado por fosfato para alta temperatura de fusão e fundição rápida.

- Nome comercial Heat Shock (Polidental)
- Expansão de presa 1,0 %
- Expansão térmica 1,2 %
- Proporção 25 ml de líq. / 100 g de pó
- Composição Fosfato monoamônico
Óxido de magnésio
Dióxido de silício
Dióxido de titânio
- Identificação M2

4.2.3 Revestimento à base de cerâmica granulada para alta temperatura de fusão e fundição rápida.

- Nome comercial Micro Fine 1700 (Talladium

- Inc. USA)
- Expansão de presa 1,4%
 - Expansão térmica 1,8 %
 - Proporção 90 g de pó/22 ml de líquido
(16 ml líquido + 6 ml água)
 - Composição Feldspato (50%)
Quartzo (30%)
 - Identificação M3

4.3 Troquel metálico

Utilizamos um troquel metálico padrão, confeccionado a partir de um primeiro pré-molar superior hígido, recém extraído, por indicação de tratamento ortodôntico (Figura 1). Este foi fixado num cilindro plástico de PVC (Tigre 21 mm), com 50 mm de altura (Figura 1). Para a fixação foi utilizado um gesso pedra especial (Durone Micro-Granulado – Dentsply Indústria e Comércio Ltda) .

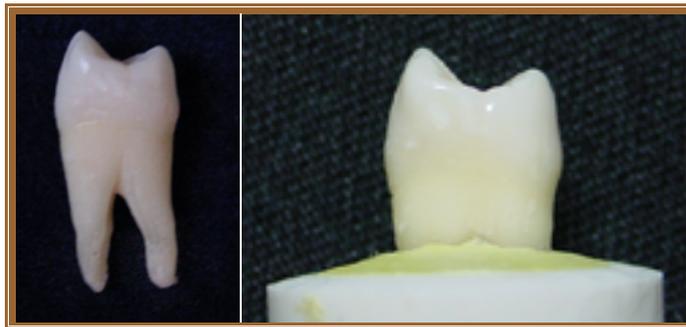


FIGURA 1 - Foto à esquerda está o primeiro pré-molar superior hígido; foto à direita está o dente fixado no cilindro plástico.

Após a fixação, o dente foi preparado para receber uma coroa metalo-cerâmica, recebendo um término cervical em chanfrado na face vestibular e nos terços vestibulo-proximais, e chanferete nas demais

faces (Figura 2). O dente preparado foi moldado com silicone de condensação (Zetaplus - Zhermack) e neste molde foi vazada a resina Duralay (Dental Mfg.Co), obtendo uma réplica do dente preparado em resina.

A seguir, o padrão de resina foi incluído em revestimento Micro Fine 1700 (Talladium Inc.) e fundido com VeraBond II. Este troquel metálico, após a fundição, foi submetido a um processo de acabamento, e retenções foram realizadas na sua base e fixada numa base cilíndrica de plástico PVC, seguindo as etapas descritas anteriormente (Figura 2).

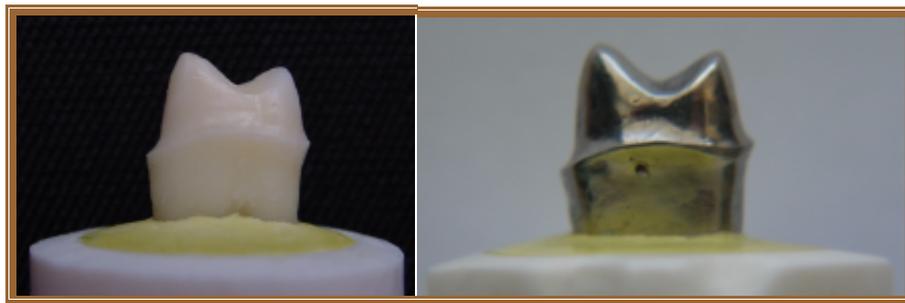


FIGURA 2 - Foto à esquerda está o dente preparado; foto à direita está o troquel metálico

4.4 Matriz para confecção do padrão de cera

Diretamente sobre o troquel metálico isolado com vaselina sólida Sidepal (Sidepal Indústria e Comercial Ltda), realizamos o enceramento correspondente ao de uma estrutura metalo-cerâmica (Figura 3). O conjunto troquel/padrão de cera serviu como modelo para obtermos uma matriz de silicone (Zetaplus), que foi dividida em duas

partes (Figura 3). Quando essa matriz foi posicionada no troquel, conseguimos um espaço reproduzível para a forma e espessura dos padrões de cera (Figura 4). Com objetivo de reproduzir uma posição exata, foram realizadas indexações no cilindro plástico (Figura 4). Um cilindro plástico serviu como mantenedor das duas porções da matriz (Figura 5).

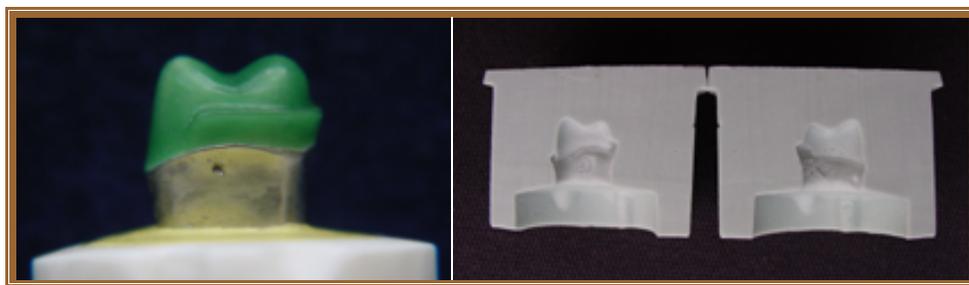


FIGURA 3 - Foto à esquerda mostra o padrão de cera que serviu como modelo para obtermos a matriz de silicone, como mostra a foto à direita.

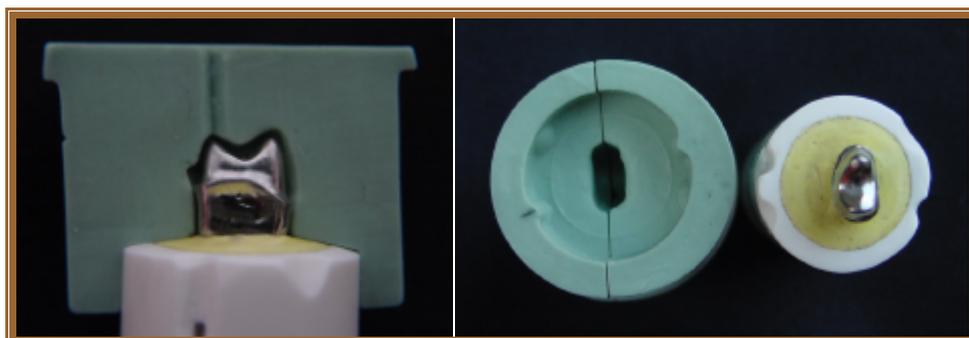


FIGURA 4 - Foto à esquerda: matriz posicionada e com espaço para reproduzir forma e espessura dos padrões de cera; foto à direita: molde de silicone com indexações para manter a posição exata da matriz no cilindro fixador do troquel metálico.

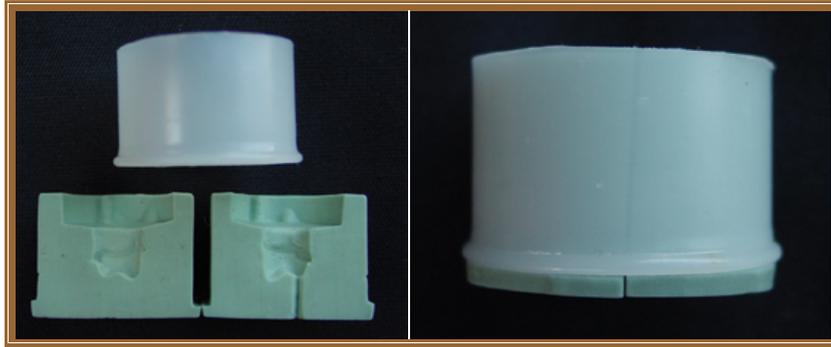


FIGURA 5 – Cilindro plástico que serviu como mantenedor das duas partes da matriz.

4.5 Padrões de cera

Para se conseguir os padrões de cera, foi pincelada vaselina sólida Sidepal no troquel metálico e no interior da matriz. Após a liquefação da cera a 40°C (Babinete Regular para Prótese Fixa), num plastificador de godiva, ela foi vertida no interior da matriz e esta, posicionada no troquel metálico, mantida por pressão digital em sua posição correta, determinada pelas indexações pré-estabelecidas, até a total solidificação da cera. Posteriormente, a matriz foi aberta e removida, de modo que o padrão de cera permanecesse sobre o troquel. Neste momento, quando necessário, corrigíamos o selamento marginal do padrão de cera, bem como a forma e espessura do padrão. O padrão de cera foi fixado no “sprue” (Orto Central – Ribeirão Preto-SP), com 45° de inclinação em relação à superfície oclusal, e fixado em uma base formadora de cadinho, com uma cera rosa r^o 9 (Wilson-Ind. Com. Art. Dent. Ltda.-Brasil).

O padrão de cera foi posicionado no anel de silicone (Anel de fundição de silicone 60 g - Polidental) em uma distância de 6 mm da borda superior do mesmo. Antes da inclusão, foi aplicado sobre o padrão de cera, solução redutora de tensão superficial Anti-Bolhas Padron (Kota Ind. Comércio Ltda) e a secagem realizada com leve jato de ar (Lacy et al., 1985).¹⁸

4.6 Inclusão

Para a manipulação dos revestimentos, conforme as recomendações do fabricante (Tabela 1). Inicialmente, o líquido e pó dos revestimentos foram aglutinados manualmente, por 10 segundos. A seguir utilizou-se um espatulador mecânico a vácuo (Degussa – Tipo II, Frankfurt – Alemanha), calibrada a 25 libras por 30 segundos.

Tabela 1 - Condições do experimento

Revestimento	Líquido especial (%)	Pó/líquido	Ambiente durante a presa
Termocast	100	100 g/16 ml	Pressão 35 psi
Heat Shock	100	100 g/25 ml	Pressão 35 psi
Micro Fine 1700	73	90 g/22 ml	Pressão 35 psi

Para obtermos uma superfície mais lisa da peça fundida, este anel foi mantido numa panela de pressão (Panela de Pressão Rochedo com manômetro) 35 psi até a presa do revestimento (Johnson, 1992;¹² Juszczuk, 2000).¹⁴

Previamente realizamos marcações na porção superior do anel, transferindo-a para o revestimento, para que a face vestibular permanecesse sempre na posição superior do cadinho da centrífuga.

Para cada revestimento (M1, M2, M3) utilizamos duas técnicas de fundição (T1, T2). Obtivemos 6 grupos (M1/T1, M1/T2, M2/T1, M2/T2, M3/T1, M3/T2), sendo que, para cada grupo, realizamos 5 fundições com um padrão de cera em cada anel, totalizando 30 fundições e 30 corpos de prova. Utilizamos um forno automático EDG (Equipamentos – São Carlos-SP) para o processo de fundição.

Utilizamos duas técnicas diferentes de fundição para cada tipo de revestimento :

- 1- Técnica de fundição convencional (T1);
- 2- Técnica de fundição rápida (T2).

1 - Fundição convencional – T1

Aguardamos por 60 minutos para a presa do revestimento que, a seguir, foi levado ao forno em temperatura ambiente e aquecido escalonadamente (8°C/minuto) até atingir a temperatura de 320°C,

permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. No segundo estágio do forno, a temperatura subiu escalonadamente (14°C/minuto) até 950°C e permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. Então, procedemos a fundição.

2 Fundição rápida – T2

Aguardamos 15 minutos para a presa do revestimento, que foi levado ao forno pré-aquecido em uma temperatura de 750°C. Em seguida, elevamos a temperatura para 950°C. Mantivemos os blocos de revestimento por 20 minutos no forno até atingir a temperatura final. Então procedemos à fundição.

4.7 Fundição

Foram utilizadas somente ligas novas. Seguimos as recomendações do fabricante da liga VeraBond II, utilizando chama de alta temperatura, com bico de orifícios múltiplos, mistura de gases oxigênio/propano e pressão de 35 psi. O revestimento aquecido foi posicionado na centrífuga armada com 3 voltas.

4.8 Desinclusão

Logo após o resfriamento dos blocos de revestimento realizamos a desinclusão. O jateamento para remoção de revestimento aderido à superfície das peças obtidas foi realizada com óxido de alumínio, com granulação de 40 µm, através do aparelho Trijato (Odonto Larcon, Maringá-PR – Brasil), sob uma pressão de 50 libras. Nos revestimento Micro Fine 1700 e Heat Shock não houve a necessidade de jateamento externo. Já com o revestimento Termocast houve a necessidade deste jateamento. Em relação à porção interna das peças, todas foram jateadas.

Não realizamos procedimentos de usinagem para adaptação, somente bolhas positivas foram removidas com broca de carboneto de tungstênio nº 2 (Carbide – SSWhite Artigos Dentários Ltda).

4.9 Determinação do desajuste

Procedemos as leituras para verificação do desajuste cervical com um microscópio comparador digital (Mitutoyo – Mig., Co., Lft., Tokyo, Japan) (Figura 6).

As infra-estruturas metálicas foram marcadas na porção oclusal, identificando o revestimento e a técnica de fundição utilizado.

Separamos 2 grupos: 15 obtidas pela técnica rápida e 15 pela técnica convencional. De cada grupo era escolhida, ao acaso, uma peça fundida e realizada a aferição, e após, separava-se de acordo com o revestimento e a técnica de fundição. Este procedimento foi realizado para evitar tendenciosidade a algum grupo.



FIGURA 6 - Microscópio comparador digital Mitutoyo.

Cada face da infra-estrutura metálica foi medida 3 vezes em quatro pontos (V, L, M e D). Primeiramente, o retículo em forma de cruz do microscópio comparador digital foi posicionado no término do preparo cervical. A seguir, a mesa micrométrica foi movimentada até que o centro do retículo se alinhasse com a borda cervical da infra-estrutura. O espaço encontrado representa o desajuste cervical em mm (Figura 7). Cada infra-estrutura foi medida 12 vezes, sendo 3 repetições em cada

face (V, M, L e D) (Figura 7). Realizamos médias aritméticas e obtivemos quatro medidas para cada infra-estrutura. Foram 360 leituras para 30 infra-estruturas, sendo que após a realização das médias aritméticas, obtivemos 120 medidas.

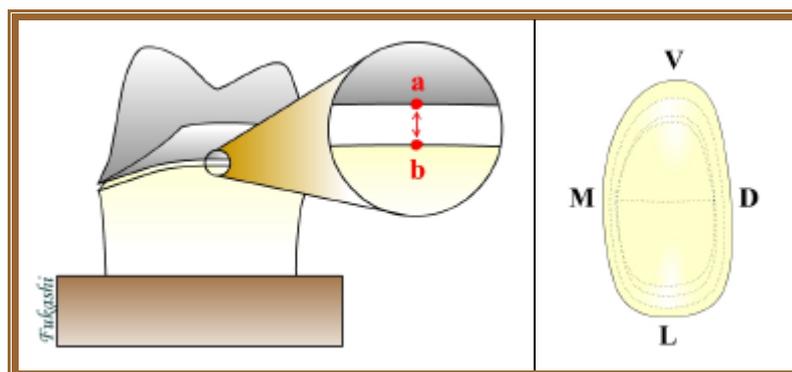


FIGURA 7 - À esquerda: distância entre o ponto **a** e **b** representa o desajuste cervical; à direita, as leituras foram realizadas nas quatro faces (V, M, L e D).

4.10 Análise Estatística

Para a análise dos resultados foi utilizada a Técnica de Análise de Variância – ANOVA (ANAlisis Of VAriance), que permite comparar os grupos, considerando a dispersão (Variância) dos valores dentro de cada grupo e entre os grupos. Não ocorrendo diferença significativa entre os grupos, essas variâncias tendem a ficar próximas.

Para a verificação de possíveis diferenças entre médias foi utilizado o Teste de Tuckey, determinando médias e medidas de dispersão (desvio padrão).

RESULTADOS

5 RESULTADOS

As médias das desadaptações das infra-estruturas, segundo o revestimento e a técnica de fundição, estão representadas na Tabela 2 e as médias de cada técnica de fundição para os revestimentos estão representadas na Tabela 3 e na Figura 9.

Os resultados obtidos após a aplicação da análise de Variância e do teste de Tukey estão representados na Figura 8.

Tabela 2 - Médias de desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, segundo o revestimento e a técnica de fundição

Técnica de fundição	Infra-estruturas	Revestimentos		
		Micro fine 1700	Heat Shock	Termocast
Rápida	I	0,0503	0,1396	0,1468
	II	0,0613	0,2351	0,3093
	III	0,0546	0,1353	0,3694
	IV	0,0592	0,1459	0,3362
	V	0,0449	0,1060	0,3664
Convencional	I	0,0118	0,0000	0,2235
	II	0,0000	0,0457	0,1341
	III	0,0128	0,0377	0,1615
	IV	0,0102	0,0282	0,2639
	V	0,0263	0,0498	0,2168

Tabela 3 - Médias de desadaptações, em mm, de cada técnica de fundição e dos revestimentos

	Micro Fine 1700	Heat Shock	Termocast
Rápida	0,0541	0,1524	0,3056
Convencional	0,0122	0,0323	0,2000

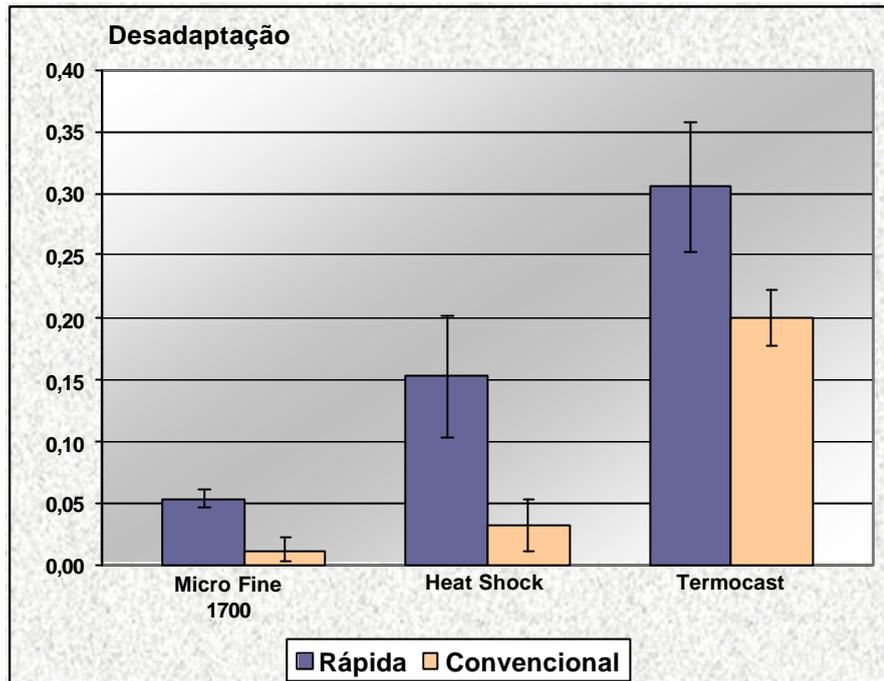


FIGURA 8 - Média de desadaptações, em mm, de cada técnica de fundição para cada revestimento.

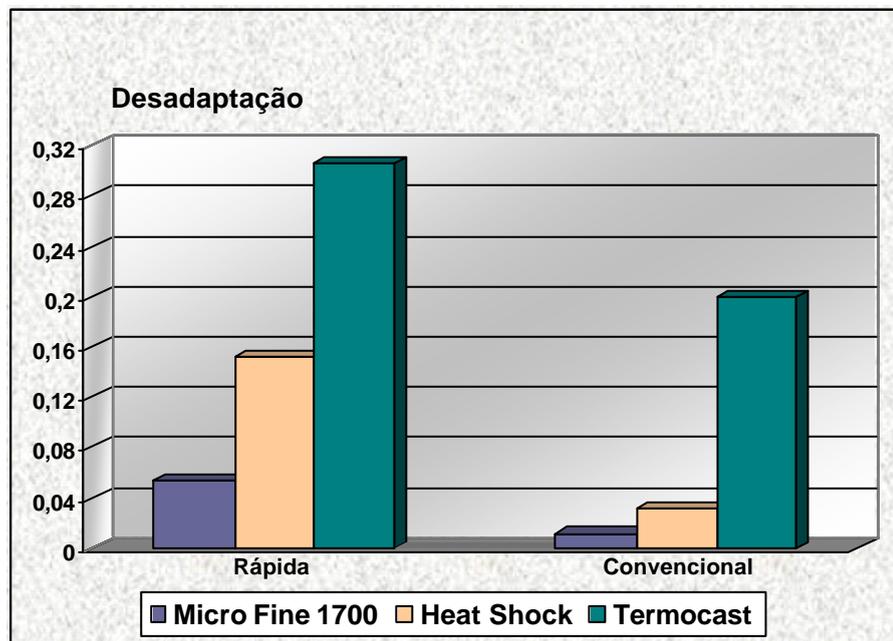


FIGURA 9 - Média de desadaptações, em mm, dos três revestimentos para cada técnica de fundição.

5.1 Análise Estatística para comparação do revestimento Micro Fine 1700 na fundição rápida e convencional.

Nestes grupos verificou-se que, em todas as infra-estruturas, a fundição convencional apresentou valores, em média, significativamente menores que na fundição rápida, praticamente, para todas as peças (Tabela 2).

Comparando as médias de cada técnica de fundição, o teste estatístico detecta diferenças significativas entre elas. Isto é, em média, a fundição convencional (0,0122 mm) apresentou uma adaptação significativamente ($p < 0,01$) melhor que a fundição rápida (0,0541 mm) (Figura 7).

5.2 Análise Estatística para comparação do revestimento Heat-Shock na fundição rápida e convencional.

Nestes grupos verificou-se que em todas as estruturas, a fundição convencional apresentou valores, em média, significativamente menores que a fundição rápida (Tabela 2).

Comparando as médias de cada técnica de fundição, o teste estatístico detecta diferenças significativas entre elas. Isto é, em média, a fundição convencional (0,0320 mm) apresentou uma adaptação significativamente ($p < 0,01$) melhor do que a fundição rápida (0,0152 mm) (Figura 7).

5.3 Análise Estatística para comparação do revestimento Termocast na fundição rápida e convencional.

Comparando esses grupos para cada uma das estruturas verifica-se que: a não ser na Infra-estrutura I, onde a média da fundição rápida (0,1460 mm) foi melhor que a da fundição convencional (0,2230 mm), para as demais infra-estruturas as médias das fundições convencionais foram melhores que as medidas das fundições rápidas, porém, a diferença estatisticamente significativa ocorreu na estrutura III ($p < 0,01$).

A comparação entre as médias de cada técnica de fundição permite verificar que a fundição convencional (0,2000 mm) apresenta valores significativamente ($p < 0,01$) melhores do que a fundição rápida (0,3056 mm).

5.4 Análise Estatística para comparação dos três revestimentos para a fundição convencional.

O revestimento Termocast apresentou, em média, resultados insatisfatórios de adaptação em relação aos outros dois revestimentos. Comparando o Micro Fine 1700 e o Heat Shock, o teste não detectou diferença significativa, apesar da média do Micro Fine 1700 apresentar melhor adaptação (0,0122 mm) em relação ao do Heat Shock (0,0323 mm).

5.5 Análise Estatística para comparação dos três revestimentos para a fundição rápida.

A Análise de Variância detectou diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os três revestimentos, sendo que em média, o Micro Fine 1700 apresentou a melhor adaptação, seguido do Heat Shock. O Termocast apresentou a pior adaptação.

Quando realizamos a Análise de Variância do Micro Fine 1700 (fundição rápida) com o Heat Shock (fundição convencional) e o Termocast (fundição convencional), verificamos diferenças significativas ($p < 0,001$) entre, pelo menos, dois revestimentos. Aplicando o Critério de Tuckey, apesar de, em média, os valores do Heat Shock serem menores que os do Micro Fine 1700, verifica-se que essas médias não apresentam diferenças significativas, porém, ambas são significativamente menores que as medições relativas ao Termocast.

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Qualquer que seja sua área de atuação, o homem sempre procurará técnicas e materiais que possibilitem a utilização dos avanços tecnológicos e científicos para proporcionar melhores condições de conforto, saúde, restabelecimento de funções e de aspectos estéticos. Destas buscas destacamos a procura pela obtenção de uma melhor adaptação entre peças metálicas utilizadas como infra-estruturas de próteses odontológicas.

Segundo Christensen (1966),⁹ é difícil termos uma adaptação perfeita entre o término cervical do dente preparado e a peça metálica fundida. Principalmente pelo fato da técnica da cera perdida ser um processo de obtenção indireta, pois há vários materiais diferentes envolvidos, cada um com suas propriedades químicas, físicas e possibilidades de alterações dimensionais.

Waerhaug (1956)³⁸ já afirmava que quanto melhor a adaptação, menor a chance do cimento de fosfato de zinco sofrer dissolução e uma menor quantidade de placa bacteriana ficaria retida ao redor da linha de cimento. Dessa forma, prevenir-se-ia a ocorrência de cárie e/ou doença periodontal.

A preocupação para se obter uma melhor adaptação da peça protética tem feito com que a técnica da cera perdida seja, aos poucos, substituída por máquinas de fresagens, que oferecem maior

precisão de adaptação. Na Odontologia, estas máquinas já estão sendo utilizadas para a obtenção de infra-estruturas metálicas de Prótese Parcial Fixa e Implantes (Andersson et al., 1989;² Karlsson, 1993;¹⁶ Schmitt & Chance, 1995).³³ Mas, por enquanto, a utilização dessa nova tecnologia pode ser postergada para a maioria dos nossos Cirurgiões Dentistas, devido ao surgimento de novos revestimentos com a proposta de melhorar a qualidade das peças metálicas fundidas.

McLean (1971)²⁴ relata que uma restauração fundida que apresente um desadaptação de até 120 μm é clinicamente aceitável. Nos desajustes encontrados por nós, somente o revestimento Micro Fine 1700, tanto na técnica de fundição rápida (54 μm) como na convencional (12 μm), e o Heat Shock fundição convencional (32 μm) estão abaixo da faixa de 120 μm .

Em nosso estudo verificamos que, pela técnica de fundição convencional, o revestimento cerâmico (Micro Fine 1700) apresentou a melhor adaptação (12 μm), o revestimento fosfatado melhorado (Heat Shock) ficou com a adaptação intermediária (32 μm) e o revestimento fosfatado tradicional (Termocast) apresentou uma adaptação insatisfatória (200 μm).

Para o revestimento Termocast atingir o nível de adaptação dos outros dois revestimentos seria necessário uma expansão higroscópica, como sugeriu Pegoraro (1977)³¹, Weiss (1977)³⁹ e Mondelli et al. (1989).²⁶ Com esta técnica, todo o potencial de crescimento dos

cristais pode ser obtido (Araújo et al., 1990).³ Mas, segundo Skinner (1963)³⁵ e Jones & Wilson (1970),¹³ o contato da água durante a presa não é desejável, pois isso ocasionaria o enfraquecimento do revestimento e haveria uma grande variação de expansão entre os revestimentos, mesmo entre os grupos do mesmo revestimento. Ainda, segundo Jones & Wilson (1970),¹³ sobre a possibilidade de ocorrer uma maior expansão, se esta não for bem controlada, pode possibilitar o aparecimento de trincas e rachaduras.

Marzouk (1985)²³ relata a necessidade de verificarmos a quantidade de água que o revestimento pode receber e o tempo que este revestimento pode permanecer em contato com a água. Verificamos a pouca praticidade do uso da técnica higroscópica, pois teríamos acréscimo de passos laboratoriais, com adição de tempo e mão de obra profissional.

Mesmo que a análise estatística não tivesse demonstrado diferença significativa entre o Micro Fine 1700 (12 μm) e o Heat Shock (32 μm), o primeiro apresentou melhor adaptação. Clinicamente esta diferença pode ser muito significativa, segundo Blackman (1993),⁵ um aumento de 8 a 10 μm pode não ser estatisticamente significante, mas clinicamente pode fazer muita diferença, representando o sucesso ou o fracasso da restauração.

Para o Heat Shock atingir a adaptação aproximada do Micro Fine 1700, talvez fosse necessário utilizar a técnica de expansão higroscópica, tornando-o pouco prático em relação ao Micro Fine 1700.

Os fabricantes dos revestimentos vendem, juntamente com o pó, um líquido especial, com a proporção pó/líquido especial recomendada, o que afeta no comportamento do molde (Skinner, 1963;³⁵ Lacy et al., 1985;¹⁸ Luk & Darvell, 1991;²⁰ Earnshaw et al., 1997),¹¹ ficando diretamente proporcional à expansão térmica (Luk & Darvell, 1991;²⁰ Earnshaw et al., 1997).¹¹

Em nosso estudo utilizamos o líquido especial de cada revestimento. Nos dois revestimentos fosfatados utilizamos 100% do líquido especial, e no cerâmico 73%. Isto significa que, ainda há a possibilidade de melhorarmos a adaptação do revestimento cerâmico, para isso pode-se aumentar o volume de líquido especial e diminuir, na mesma proporção, o volume de água destilada. Segundo Lacy et al. (1985),¹⁸ a proporção do líquido especial adicionado à água não irá afetar a peça fundida quanto à rugosidade superficial e aparecimento de bolhas. Os técnicos que utilizam o Micro Fine 1700 podem adequar a expansão desejada de acordo com a sua forma de trabalho.

A técnica de fundição rápida, baseia-se em diminuir o tempo de espera de presa e de forno do revestimento. Segundo Marzouk (1985),²³ o tempo despendido na forma convencional, dentro do forno, deve-se a três fatores: 1) o revestimento é um mau condutor térmico, o

aquecimento rápido pode ocasionar áreas com temperatura diferente dentro do molde e, com isso, provocar “stress” e causar trincas; 2) a água residual que permanece no revestimento deve ser eliminada através da porosidade do revestimento, e se esta evaporação for maior que a capacidade do vapor deixar o revestimento, ocasiona uma pressão interna e o molde pode explodir; 3) um aquecimento gradual possibilita uma menor distorção do molde que um aquecimento abrupto.

Ao contrário deste protocolo, alguns pesquisadores diminuíram o tempo de espera da presa e de forno, obtendo resultados satisfatórios (Marzouk, 1985;²³ Campagni & Majchrowicz 1991;⁷ Blackman, 1993;⁵ Schneider, 1994;³⁴ Murakami et al, 1994;²⁸ Konstantoulakis et al, 1998;¹⁷ Blackman, 2000).⁶

Os primeiros trabalhos descrevendo a técnica da fundição rápida, indicavam-na para confecção dos núcleos metálicos (Campagni & Majchrowicz, 1991;⁷ Schneider, 1994),³⁴ e os resultados clínicos obtidos foram considerados aceitáveis. Este resultado favorável pode ser explicado pelo fato da total expansão do revestimento não ter sido atingido para compensar a contração da liga. Desta forma, uma adaptação passiva é obtida pelo fato do núcleo ser menor (Del Castillo et al., 2000).¹⁰

O fato dos blocos de revestimentos não fraturarem nem trincarem ao ser posicionados no forno já aquecido, pode ser explicado porque anéis metálicos são utilizados para fundição e a espera pelo

tempo de presa estipulado foi suficiente para o bloco de revestimento adquirir resistência e suportar o impacto do metal liquefeito no momento do acionamento da centrífuga. A explicação para o bloco resistir à temperatura do metal liquefeito pode ser em vista do metal à base de ouro não apresentar uma alta temperatura de fusão.

Devido ao relativo sucesso utilizando a técnica da fundição rápida para confecção de núcleos metálicos, autores procuraram verificar qual seria o resultado na confecção de coroas totais (Blackman, 1993;⁵ Schneider, 1994;³⁴ Murakami et al., 1994;²⁸ Konstantoulakis et al., 1998;¹⁷ Blackman, 2000).⁶ Segundo Blackman (2000),⁶ ocorrem as seguintes dúvidas quando se utiliza a fundição rápida: 1) o molde tem tempo para se expandir?; a eliminação da cera é completa nas áreas marginais?; a temperatura que o molde atinge é suficiente para permitir a fluidez do metal fundido dentro dos espaços marginais estreitos? Estas dúvidas procuram responder três parâmetros clínicos importantes a serem observados: 1) adaptação marginal; 2) margem cervical definida; 3) rugosidade da superfície.

Em nosso estudo, todos os revestimentos apresentaram resultados estatisticamente significantes. A melhor adaptação ocorreu com o Micro Fine 1700 (54 μm) e a pior com o Termocast (300 μm), o Heat Shock (150 μm) apresentou resultado intermediário.

Ao realizar a fundição rápida, não seria possível utilizar a técnica de expansão higroscópica para que o Heat Shock e o Termocast

se aproximassem da adaptação do Micro Fine 1700, pois seria necessário uma secagem prévia do molde. Caso contrário, como nos lembra Marzouk (1985),²³ a grande saturação de água dentro do molde, se levada a um forno pré-aquecido, possibilitará a formação de uma quantidade de vapor maior que a capacidade de eliminação através dos poros do molde, ocasionando uma pressão interna e possível explosão. Este problema e o dispêndio de tempo adicional que a técnica de expansão higroscópica requer, não se enquadram ao desejo de um procedimento de fundição rápida.

O pó do revestimento fosfatado é composto principalmente por um material refratário e um aglutinante (Allan & Asgar, 1966;¹ Mabie, 1973;²² Neiman & Sarma, 1980).²⁹ Basicamente, o material refratário é constituído pela sílica (SiO_2), que pode se apresentar na forma de quartzo e cristobalita. Como as partículas de sílica não se ligam entre si para formar uma massa coesa, existe a necessidade de um material aglutinante (Marzouk, 1985).²³ Os aglutinantes são basicamente o MgO (óxido de magnésio) e $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (dihidrogênio fosfato de amônio) (Neiman & Sarma, 1980).²⁹

A partir do momento em que o revestimento toma presa e é levado ao forno a uma determinada temperatura, ocorre a transformação da sílica, chamada de transformação $\alpha - \beta$ (Araújo et al., 1990).³ A estrutura em forma de α é estável em baixa temperatura e a β é estável em alta temperatura. Dessa forma, a temperatura aproximada de

221°C para cristobalita e 571°C para o quartzo são temperaturas de transição. Ou seja, são temperaturas nas quais uma forma de estrutura cristalina é convertida em outra (Araújo et al., 1990;³ Mueller, 1990).²⁷ A transição da forma α para a β é responsável pelo que chamamos de expansão térmica (Araújo et al., 1990;³ Papadopoulos & Axelsson, 1990;³⁰ Luk & Darvell, 1997).²¹ Segundo alguns autores (Marzouk, 1985;²³ Araújo et al., 1990;³ Mueller et al., 1990;²⁷ Papadopoulos & Axelsson, 1990;³⁰ Takahashi et al., 1990),³⁷ a cristobalita apresenta maior expansão em relação ao quartzo, por isso se há necessidade de uma grande expansão do revestimento, a presença de cristobalita é a melhor escolha. Isto significa que, para ocorrer expansão térmica adequada da cristobalita, o tratamento térmico com baixa temperatura deve ser levado em consideração.

Quando se elimina a cristobalita na formulação do revestimento e o submete a um aquecimento rápido, não ocorrerá a transformação $\alpha - \beta$ com a baixa temperatura (Papadopoulos & Axelsson, 1990),³⁰ e para alguns autores (Papadopoulos & Axelsson, 1990;³⁰ Murakami et al., 1994;²⁸ Konstantoulakis et al., 1998),¹⁷ pode-se melhorar o comportamento do revestimento ao se aumentar a temperatura rapidamente. Esse melhor comportamento foi comprovado na pesquisa de Murakami et al. (1994)²⁸ e Konstantoulakis et al. (1998).¹⁷

O revestimento Termocast utilizado em nosso estudo, apresenta a cristobalita como principal material refratário. Neste caso, é

importante o tratamento térmico com baixa temperatura, para permitir todo o seu potencial de expansão. Talvez, por isso, o Termocast tenha apresentado resultado insatisfatório quando utilizado na técnica de fundição rápida, pois, provavelmente, pode ter ocorrido o detrimento da transformação $\alpha - \beta$ da cristobalita. Outro fator a considerar foi o tempo de presa e a expansão térmica não ter sido suficiente para compensar a contração da liga.

No caso do revestimento Heat Shock, o fabricante não revela qual sílica compõe a sua formulação, mas atribui o melhor comportamento em rápida fundição pelo fato de este ser um revestimento com granulação mais fina de pó do que o revestimento fosfatado convencional.

Já o revestimento Micro Fine 1700 não apresenta a cristobalita em sua formulação, apresenta o quartzo e material cerâmico. Por isso, provavelmente, 90% da expansão ocorra a 550°C, e, talvez, este seja um dos motivos para não ser necessário um aquecimento lento inicial. O problema de distribuição homogênea de calor internamente no molde de revestimento não representa problema no Micro Fine 1700, pois sendo composto basicamente de material cerâmico, é um bom condutor de calor. E como sabemos, um material cerâmico, em alta temperatura, torna-se muito resistente mecanicamente. Neste revestimento, a resistência foi suficiente para realizar o processo de fundição de uma liga com alta temperatura de fusão. Notamos que a sua desinclusão foi fácil,

não necessitando de jateamento com óxido de alumínio na superfície externa. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que a alta temperatura da liga pode ter vitrificado a superfície do revestimento cerâmico, não formando a camada de óxido que dificulta a desinclusão.

Em alguns estudos, foi observado fratura ou trincas nos blocos de revestimentos (Konstantoulakis et al., 1998;¹⁷ Schilling et al., 1999).³² Segundo Blackam (2000),⁶ esses problemas poderiam ser decorrentes do tempo insuficiente para completar a reação química e, dessa forma, o revestimento não apresentou resistência suficiente para suportar a pressão dos gases produzidos pela rápida evaporação, favorecendo a explosão do molde. Para Konstantoulakis et al. (1998),¹⁷ a fratura dos revestimentos pela técnica acelerada pode ser diminuída pelo uso de um sistema de inclusão a vácuo, que permite aumento da densidade do revestimento. Mas, dependendo do revestimento, pela maior densidade há uma diminuição de porosidade e, dessa forma, há uma maior dificuldade de volatilização, conseqüentemente, aumenta a chance de ocorrer uma explosão (Konstantoulakis et al., 1998;¹⁷ Schilling et al., 1999).³²

Em nosso estudo, não ocorreram fraturas ou trincas ao levarmos os blocos experimentais dos três revestimentos a uma temperatura já elevada do forno. Acreditamos que o tempo de presa de 15 minutos, foi suficiente para a reação química ocorrer e o revestimento adquirir resistência adequada para suportar a temperatura do forno pré-

aquecido e não explodir, mesmo sem anel metálico. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento da resistência foi termos utilizado a mesma técnica de manipulação escolhida por Johnson (1992),¹³ Juszczuk et al. (2000)¹⁴ e Juszczuk et al. (2002),¹⁵ espatulação mecânica sob vácuo e presa do revestimento sob pressão. Com isso a resistência do revestimento foi aumentada antes de entrar no forno pré-aquecido e após tratamento térmico a 900°C (Juszczuk et al., 2002).¹⁵ Um outro fator também pode ter contribuído para o não aparecimento de trincas: o volume do molde era pequeno (60 g), portanto, a homogeneização do calor até as porções internas foi facilitada.

Ao comparar a técnica convencional em relação à técnica de fundição rápida, autores como Konstantoulakis et al. (1998)¹⁷ e Schilling et al. (1999)³² não encontraram diferenças significativas entre elas, apesar da técnica convencional apresentar uma margem bem acabada do metal. Em termos de uma margem bem acabada do metal, a convencional apresentou melhores resultados (Blackman, 1993;⁵ Blackman, 2000).⁶ Em nosso estudo, comparando a técnica convencional com a rápida, encontramos diferenças significativas nos três revestimentos, sendo os melhores resultados encontrados na técnica convencional e esse mesmo resultado está de acordo com o obtido por Murakami et al. (1994).²⁸

O motivo dos nossos resultados serem significantes em relação aos estudos de Konstantoulakis et al. (1998)¹⁷ e Schilling et al.

(1999)³³ pode ser explicado pelo fato destes autores terem utilizado uma liga altamente nobre, que não exige tanta expansão do revestimento quanto a liga à base de Ni-Cr. A expansão de presa e térmica do revestimento é importante para compensar a contração da liga alternativa e obter uma melhor adaptação da peça (Murakami et al., 1994).²⁸ Um outro fator de contribuição para o melhor resultado obtido por aqueles autores pode ter sido o fato de utilizarem um troquel de gesso e, antes da medida, uma força era aplicada para melhorar o assentamento. Em nosso estudo, utilizamos um troquel metálico que não permite tal assentamento.

Realizando uma análise do custo benefício para se utilizar um determinado revestimento encontramos o Micro Fine 1700 e o Heat Shock que apresentam custos semelhantes. O revestimento Termocast apresenta um custo mais baixo, duas vezes mais barato em relação aos novos revestimentos. Mas, como demonstramos em nosso resultado, o revestimento cerâmico com a fundição rápida apresentou uma adaptação significativamente melhor que o revestimento fosfatado convencional, utilizando-se a fundição convencional. Ou seja, utilizando um revestimento fosfatado convencional obtém-se uma fundição dentro de, aproximadamente, 3 horas, com este mesmo tempo, utilizando o revestimento cerâmico com fundição rápida, vamos obter quase 5 fundições, com a vantagem de obter uma melhor adaptação (Figura 9). Por comodidade, protéticos que utilizam o revestimento fosfatado convencional, há muitos anos, sem problemas, podem até não pensar em

mudanças, porém, em relação ao custo benefício, é interessante os protéticos testarem o revestimento cerâmico e verificar se esta redução no tempo de trabalho não é conveniente, inclusive economicamente.

Autores já demonstraram que, encontrando uma combinação adequada entre o metal e o revestimento é possível uma boa adaptação cervical (Landesman et al., 1981;¹⁹ Baran, 1983;⁴ Mondelli et al., 1989),²⁶ assim como um determinado revestimento pode apresentar resultados satisfatórios se encontrarmos um adequado tempo de presa e aquecimento (Papadopoulos & Axelsson, 1990;³⁰ Luk & Darvell, 1997).²¹ A eficácia de vários revestimentos para uma determinada técnica também pode variar muito (Murakami et al., 1994).²⁸ A técnica de fundição acelerada é satisfatória pelo ganho de tempo e diminuição de custos. Verificamos que, usando esta técnica e a metodologia empregada já descrita, o revestimento Micro Fine 1700 possibilita obter uma boa adaptação. Mas temos de admitir que há ainda muitas respostas a serem obtidas antes de se abandonar a técnica de fundição convencional. Outros estudos são necessários para se encontrar uma melhor combinação entre técnicas de fundição, revestimentos e ligas metálicas.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

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

✓ comparando a adaptação cervical entre as estruturas metálicas e o troquel metálico nos três revestimentos, a técnica convencional apresentou melhores resultados;

✓ quando comparamos os três revestimentos, através da técnica de fundição rápida e convencional, o Micro Fine 1700 apresentou a melhor adaptação, seguido do Heat Shock, e a seguir pelo Termocast;

✓ o revestimento Micro Fine 1700 permite um maior controle de sua expansão em relação aos outros, favorecendo a adaptação;

✓ a técnica de fundição rápida mostrou-se viável, quando utilizamos o revestimento Micro Fine 1700;

✓ a relação custo-benefício apresentada pelo Micro Fine 1700 mostrou vantagens em relação aos outros dois revestimentos;

✓ na técnica de fundição rápida e convencional, nenhum dos revestimentos apresentou fraturas ou trincas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALLAN, F. C., ASGAR, K. Reaction of cobalt chromium casting alloy investment. *J. Dent. Res.*, Chicago, v.45, n.5, p. 1516-28, Sep./Oct. 1966.
- 2 ANDERSSON, M. et al. Clinical results with titanium crowns fabricated with machine duplication and spark erosion. *Acta Odontol. Scand.*, v.47, n.5, p.279-86, Oct. 1989.
- 3 ARAÚJO, P. A. et al. Materiais dentários II (metálicos). Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, 1990. 167p.
- 4 BARAN, G. R. The metallurgy of Ni-Cr alloys for fixed prosthodontics. *J.Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.50, n.5, p.639-50, Nov. 1983.
- 5 BLACKMAN, R. B. Crown casting accuracy using rapidly prepared molds. *J. Dent. Res.*, Chicago, v.72, p.303, 1993. (Abstracts)
- 6 BLACKMAN, R. B. Evaluation of the dimensional changes and surface roughness of gold crowns cast with rapidly prepared phosphate bonded investment: a pilot study. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis , v.83, n.2, p.187-93, Feb. 2000.
- 7 CAMPAGNI, W. V., MAJCHROWIEZ M. An accelerated technique for casting post and core restorations. *J.Prosthet.Dent.*, St. Louis, v.66, n.2, p.155-6, Aug. 1991.

- 8 CHEW, C. L. et al. Investment strength as a function of time and temperature. *J. Dent.*, Bristol, v.27, n.4, p.297- 302, May 1999.
- 9 CHRISTENSEN, G. J. Marginal fit of gold inlay castings. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.16, n.2, p.297-305, Mar./Apr. 1966.
- 10 DEL CASTILLO, R. D. et al. Effect of ring liner and casting ring temperatura on the dimensions of cast posts. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.84, n.1, p.32-7, Jul. 2000.
- 11 EARNSHAW, R., MOREY, E. F., EDELMAN, D.C. The effect of potential investment expansion and hot strength on the fit of full crown casting made with phosphate bonded investment. *J. Oral Rehabil.*, Oxford, v.24, n.7, p. 532-9, Jul. 1997.
- 12 JOHNSON, A. The effect of five investing techniques on air bubble entrapment and casting nodules. *Int. J. Prosthodont.*, Lombard, v.5, n.5, p.424-33, Sep./Oct. 1992.
- 13 JONES , D. W., WILSON, H. J. Setting and hygroscopic expansion of investments. *Br. Dent. J*, London, v.129, n.1, p.22-6, Jul. 1970.
- 14 JUSZCZYK, A. S., RADFORD, D. R., CURTIS, R. V. The influence of handling techniqe on the strength of phosphate-bonded investments. *Dent. Mater.*, Copenhagen, v.16, n.1, p.26-32, Jan. 2000.

- 15 JUSZCZYK, A. S., RADFORD, D. R., CURTIS, R. V. Sensitivity of a disc rupture strength test to air bubble pores in phosphate bonded investment materials at elevated temperatures. *Dent. Mater.*, Copenhagen, v.18, n.3, p.255-62, May, 2002.
- 16 KARLSSON, S. The fit of Procera titanium crowns, an in vitro and clinical study. *Acta Odontol. Scand.*, Stockholm, v.51, n.3, p.129-34, Jun. 1993.
- 17 KONSTANTOULAKIS, E. et al. Marginal fit and surface roughness of crowns made with an accelerated casting technique. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.80, n.3, p.337-45, 1998.
- 18 LACY, A. M., MORA, A., BOONSIRI, I. Incidence of bubbles on samples cast in a phosphate bonded investment. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.54, n.3, p.367-9, Sep. 1985.
- 19 LANDESMAN, H. M., DE GENNARO, G. G., MARTINOFF, J.T. An 18-month clinical evaluation of semiprecious and nonprecious alloy restorations. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.46, n.2, p.161-6, Aug. 1981.
- 20 LUK, H. W., DARVELL, B. W. Strength of phosphate-bonded investments at high temperature. *Dent. Mater.*, Copenhagen, v.7, n.2, p.99-102, Apr. 1991.
- 21 LUK, H. W., DARVELL, B.W. Effect of burnout temperature on strenght of phosphate bonded investments. *J. Dent.*, Bristol, v.25, n.2, p.153-60, Mar. 1997.

- 22 MABIE, C. P. Petrographic study of the refractory performance of high fusing dental alloy investments: I. High fired, phosphate bonded investment. *J. Dent. Res.*, Chicago, v.52, n.1, p.96-110, Jan./Feb. 1973.
- 23 MARZOUK, M. A. Casting fabrication. In: Modern theory and practice. St. Louis: Ishiyaku Euro America, 1985. cap.4, p.373-85.
- 24 McLEAN, J. W., FRAUNHOFER, J. A. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br. Dent. J.*, London, v.131, n.3, p.107-11, Aug. 1971.
- 25 MONDELLI, J. et al. Desenvolvimento e estudo das propriedades de ligas alternativas para restaurações fundidas (nota prévia). *Rev. Odontol. USP*, São Paulo, v.1, n.2, p.71-4, Abr./Jun. 1987.
- 26 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.*, Rio de Janeiro, v.46, n.3, p.26-34, Maio/Jun. 1989.
- 27 MUELLER, H. J. et al. Phosphate bonded investment materials for titanium casting. *J. Dent. Res*, Chicago, v.69, p. 367, 1990. (Abstract. n. 2072)
- 28 MURAKAMI, S. et al. Effects os rapid burnout type gypsum bonded investment on performance of castings. Part I. Surface aspects and fit of crowns. *Dent. Mater. J.*, Tokyo, v.13, n.2, p.240-50, Dec. 1994.

- 29 NEIMAN, R., SARMA, A. C. Setting and thermal reactions of phosphate investments. *J. Dent. Res.*, Bristol, v.59, n.9, p.1478-85, Sep. 1980.
- 30 PAPADOPOULOS, T., AXELSSON, M. Influence of heating rate in thermal expansion of dental phosphate-bonded investment material. *Scand. J. Dent. Res.*, Stokohlm, v.98, n.1, p.60-5, Feb. 1990.
- 31 PEGORARO, L. F. Avaliação das expansão de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos à base de fosfato. Bauru, 1977. 124p. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Bauru – Universiddade de São Paulo.
- 32 SCHILLING, E.R. et al. Marginal gap of crowns made with a phosphate bonded investment and accelerated casting method. *J. Proshet. Dent.*, St. Louis, v.81, n.2, p.129-34, Feb. 1999.
- 33 SCHMITT, S. M., CHANCE, D. A. Fabrication of titanium implant-retained restorations with nontraditional machining techniques. *Int. J. Prosthodont.*, Lombard, v.8, n.4, p.332-6, Jul. 1995.
- 34 SCHNEIDER, R. L. A one appointment procedure for cast post and core restorations. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.71, n.4, p.420-2, Apr. 1994.
- 35 SKINNER, E. W. Some recent technical advances in dental materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v.66, p.176-82, 1963.

- 36 TAGGART, W. H. A new and accurate method of making gold inlays. *The Dental Cosmos*, Philadelphia, v.49, n.11, p.1117-21, Nov. 1907.
- 37 TAKAHASHI, J. et al. Casting pure titanium into commercial phosphate bonded SiO₂ investment molds. *J. Dent. Res.*, Chicago, v.69, n.12 p.1800-5, Dec. 1990.
- 38 WAERHAUG, J. Effect of zinc phosphate cement filling on gingival tissue. *J. Periodontol.*, v.27, p.284-90, 1956.
- 39 WEISS, P. A. New design parameters : utilizing the properties of nickel-chromium superalloys. *Dent. Clin. North Am.*, Philadelphia, v.21, n.4, p.769-85, Oct. 1977.

ANEXOS

9 ANEXOS

Tabela 4 - Medição de cada face nas infra-estruturas do revestimento Micro Fine 1700 na técnica de fundição rápida

	Face	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura I	V	0,055	0,055	0,055	0,055
	M	0,074	0,079	0,077	0,0767
	L	0,043	0,046	0,044	0,0443
	D	0,023	0,025	0,028	0,0253
Infra-estrutura II	V	0,069	0,069	0,064	0,0673
	M	0,085	0,089	0,09	0,088
	L	0,049	0,052	0,06	0,0537
	D	0,032	0,039	0,037	0,036
Infra-estrutura III	V	0,13	0,128	0,133	0,1303
	M	0,045	0,048	0,045	0,046
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,045	0,042	0,039	0,042
Infra-estrutura IV	V	0,098	0,097	0,098	0,0977
	M	0,065	0,066	0,066	0,0657
	L	0,063	0,062	0,062	0,0623
	D	0,01	0,011	0,012	0,011
Infra-estrutura V	V	0,072	0,076	0,077	0,075
	M	0,068	0,062	0,061	0,0637
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,062	0,069	0,064	0,065

Tabela 5 - Medição de cada face nas infra-estruturas do revestimento Micro Fine 1700 na técnica de fundição convencional

	Face	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura I	V	0,000	0,000	0,000	0,000
	M	0,052	0,046	0,044	0,047
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura I	V	0,000	0,000	0,000	0,000
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura I	V	0,042	0,045	0,039	0,042
	M	0,010	0,009	0,009	0,009
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura I	V	0,038	0,039	0,037	0,038
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,002	0,003	0,003	0,0027
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura I	V	0,029	0,033	0,03	0,0307
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,022	0,024	0,023	0,023
	D	0,050	0,051	0,054	0,0517

Tabela 6 - Medição de cada face nas infra-estruturas
do revestimento Heat Shock na técnica de fundição rápida

	Face	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura I	V	0,345	0,328	0,330	0,3343
	M	0,160	0,162	0,163	0,1617
	L	0,063	0,058	0,066	0,0623
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura II	V	0,424	0,427	0,426	0,4257
	M	0,192	0,191	0,190	0,191
	L	0,112	0,124	0,118	0,118
	D	0,198	0,215	0,204	0,2057
Infra-estrutura III	V	0,202	0,218	0,204	0,208
	M	0,234	0,241	0,241	0,2387
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,101	0,089	0,094	0,0947
Infra-estrutura IV	V	0,211	0,207	0,200	0,206
	M	0,051	0,060	0,580	0,2303
	L	0,148	0,146	0,148	0,1473
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura V	V	0,176	0,178	0,173	0,1757
	M	0,119	0,122	0,114	0,1183
	L	0,135	0,129	0,126	0,130
	D	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 7 - Medição de cada face nas infra-estruturas
do revestimento Heat Shock na técnica de fundição convencional

	Face	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura I	V	0,000	0,000	0,000	0,000
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura II	V	0,085	0,076	0,086	0,0823
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,046	0,053	0,052	0,0503
	D	0,044	0,047	0,059	0,050
Infra-estrutura III	V	0,065	0,062	0,065	0,064
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,071	0,092	0,097	0,0867
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura IV	V	0,114	0,109	0,115	0,1127
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,000	0,000	0,000	0,000
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura V	V	0,13	0,128	0,131	0,1297
	M	0,011	0,011	0,012	0,0113
	L	0,054	0,060	0,060	0,058
	D	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 8 - Medição de cada face nas infra-estruturas do revestimento Termocast na técnica de fundição rápida

	Face	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura I	V	0,489	0,483	0,484	0,4853
	M	0,000	0,000	0,000	0,000
	L	0,106	0,096	0,103	0,1017
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura II	V	0,403	0,400	0,405	0,4027
	M	0,404	0,391	0,405	0,400
	L	0,078	0,067	0,074	0,073
	D	0,362	0,359	0,364	0,3617
Infra-estrutura III	V	0,53	0,526	0,525	0,527
	M	0,323	0,329	0,323	0,325
	L	0,323	0,314	0,327	0,3213
	D	0,304	0,305	0,304	0,3043
Infra-estrutura IV	V	0,343	0,343	0,349	0,345
	M	0,366	0,371	0,367	0,368
	L	0,290	0,305	0,301	0,2987
	D	0,333	0,334	0,332	0,333
Infra-estrutura V	V	0,530	0,525	0,525	0,5267
	M	0,420	0,416	0,422	0,4193
	L	0,320	0,321	0,332	0,3243
	D	0,192	0,198	0,196	0,1953

Tabela 9 - Medição de cada face nas infra-estruturas do revestimento Termocast na técnica de fundição convencional

	Face	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura I	V	0,337	0,325	0,337	0,333
	M	0,257	0,251	0,261	0,256
	L	0,102	0,092	0,103	0,099
	D	0,202	0,208	0,207	0,206
Infra-estrutura II	V	0,219	0,212	0,214	0,215
	M	0,117	0,122	0,121	0,120
	L	0,206	0,200	0,198	0,201
	D	0,000	0,000	0,000	0,000
Infra-estrutura III	V	0,358	0,356	0,354	0,356
	M	0,154	0,152	0,155	0,1537
	L	0,064	0,06	0,055	0,0597
	D	0,074	0,08	0,076	0,0767
Infra-estrutura IV	V	0,371	0,378	0,372	0,3737
	M	0,245	0,247	0,241	0,2443
	L	0,296	0,294	0,302	0,2973
	D	0,141	0,137	0,143	0,1403
Infra-estrutura V	V	0,200	0,206	0,196	0,2007
	M	0,230	0,228	0,226	0,228
	L	0,238	0,235	0,231	0,2347
	D	0,198	0,207	0,207	0,204

Tabela 10 – Cálculos da Análise Estatística.

Revestimento	Talladium		Heat Shock		Termocast	
	Acel.	Conv.	Acel.	Conv.	Acel.	Conv.
Erro padrão	0,0031	0,0042	0,04900	0,02000	0,0412	0,0232
Desvio padrão	0,0066	0,0100	0,04900	0,02000	0,0920	0,0520
Variâncias	0,000047	0,000088	0,02400	0,00040	0,0085	0,0027
Variância Ponderada	0,00007		0,0122		0,0056	

RESUMO

YAMAGUTI, P. F. Comparação da adaptação cervical de estruturas metálicas para metalo-cerâmica obtidas através de técnicas de fundição rápida e convencional, utilizando três revestimentos comerciais. Araçatuba, 2002. 113p. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Rotineiramente, o processo de fundição odontológica envolve um tempo de espera de até três horas, porém, os novos revestimentos permitem que este seja realizado em aproximadamente 40 minutos, inclusive com ganho de qualidade. Um destes revestimentos é aglutinado por fosfato melhorado e outro é cerâmico. Pelo fato de não encontrarmos dados comparativos a respeito destes novos materiais, realizamos um estudo, verificando a sua eficácia frente à técnica de fundição rápida e a técnica de fundição convencional, comparando qual proporciona melhores resultados de adaptação cervical das estruturas metálicas obtidas.

Utilizamos três revestimentos: Termocast (Polidental), Heat Shock (Polidental) e o Micro Fine 1700 (Talladium Inc.), que foram submetidos às duas técnicas propostas e cada grupo experimental foi composto por 5 corpos de prova.

A verificação do desajuste cervical foi realizada através de um microscópio comparador digital. Cada corpo de prova foi medido em 4 pontos pré-determinados (V, L, M e D). A análise dos resultados demonstrou que a técnica de fundição rápida apresentou desempenho desfavorável, quando comparados com a técnica convencional para um mesmo revestimento, e a melhor adaptação; tanto na técnica de fundição convencional, como na rápida, foi a do revestimento cerâmico.

Concluimos que a técnica de fundição rápida é viável para o revestimento cerâmico, mas é preciso obter resultados favoráveis também aos outros revestimentos, antes de se abandonar a técnica de fundição convencional.

Palavras-chave: adaptação marginal, técnica de fundição odontológica, revestimento para fundição odontológica.

ABSTRACT

YAMAGUTI, P. F. Comparison of cervical fitting in metallic infra-structures for metal-ceramics obtained by means of accelerated and conventional casting techniques and three commercial investments. Araçatuba, 2002. 113p. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”.

Routinely, an up to three hours of waiting time is expected for dental casting process, however, new investments materials allow that this process may be performed in approximately forty minutes besides the improvement in the quality. One of the investments is agglutinated with improved phosphate and the other with ceramics. Due to the scarcity of comparative data regarding to these new materials, this study was performed to verify their behavior in accelerated and conventional casting techniques with the aim of finding out which material would provide better results of cervical fitting in the obtained metallic infra-structure. Three investments, Termocast (Polidental), Heat Shock (Polidental) and Micro Fine 1700 (Talladium, Inc.), were used, which were submitted to both casting techniques. Each experimental group was constituted by five specimens.

The assessment of cervical fitting was performed by means of a comparator microscope. Each specimen was measured by using four pre-established points (V, L, M and D) as references. The results analysis showed that, for the same investment, accelerated casting technique presented worst fitting in comparison with the conventional technique, and best fitting, in both the conventional and accelerated techniques, was showed by ceramics investment.

We conclude that the accelerated technique is viable for ceramic investment, but favorable results are needed with regard to other investments before the substitution of the conventional technique by the accelerated one.

Key words: marginal adaptation, dental casting technique, dental casting investment.