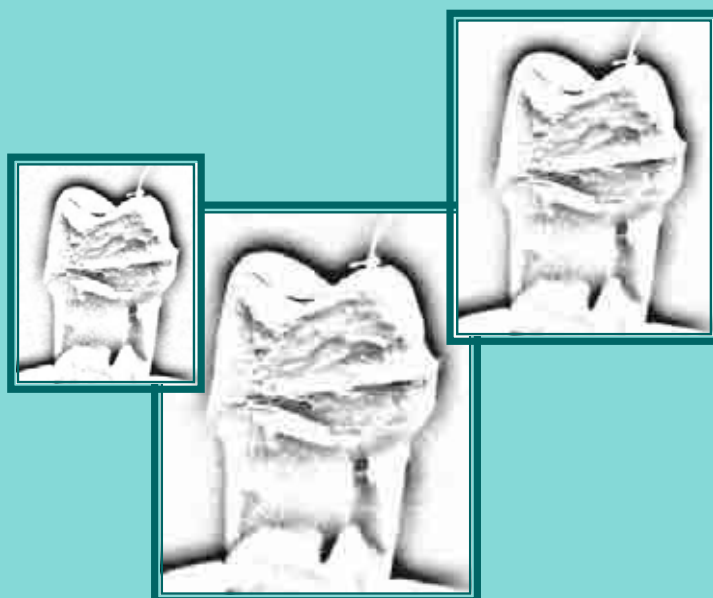


MICHELE MARQUES ZEQUETTO

**COMPARAÇÃO DA DESADAPTAÇÃO MARGINAL DE
INFRA-ESTRUTURAS METÁLICAS OBTIDAS COM
VARIAÇÕES NA TÉCNICA DE FUNDIÇÃO,
REVESTIMENTOS E MATERIAL PARA OBTENÇÃO DOS
PADRÕES.**



Araçatuba

2005

MICHELE MARQUES ZEQUETTO

**COMPARAÇÃO DA DESADAPTAÇÃO MARGINAL DE
INFRA-ESTRUTURAS METÁLICAS OBTIDAS COM
VARIAÇÕES NA TÉCNICA DE FUNDIÇÃO,
REVESTIMENTOS E MATERIAL PARA OBTENÇÃO DOS
PADRÕES.**

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. Eulália Maria Martins da Silva

ARAÇATUBA
2005

DADOS CURRICULARES

MICHELE MARQUES ZEQUETTO

NASCIMENTO	09/06/1981 – Birigüi/SP
FILIAÇÃO	Carlos Roberto Zequetto Marise Azevedo Marques
1999 – 2002	Graduação Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP
27 e 28/07/2005	Exame Geral de Qualificação, em nível de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Concentração em Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de Araçatuba
2004-2005	Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Concentração em Prótese Dentária, em nível de Mestrado na Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP



DEDICATÓRIA

Ao meu noivo Renato Martinelli

A força que nos leva ao estudo, a procura pelo aperfeiçoamento e pelo saber se iguala àquela que nos une e nos faz sorrir.
És meu porto seguro e por todo suporte, incentivo, confiança e carinho que me deste, estás, mais uma vez, incluído na minha “história”.

À minha mãe Marise Azevedo Marques

Guerreira, que a cada dia se levanta com mais vontade de lutar.
Aquela que assume arduamente as obrigações para proporcionar estudo e direcionamento a seus filhos.
Fusão de amor e perdão.
Capaz de cobrar e ao mesmo tempo incentivar.
Obrigada por todo exemplo e alicerce.

Ao meu pai Carlos Roberto Zequetto

Àquele que quando se obtém dez, pede onze;
Que questiona um ato que parecia ser perfeito;
Que indaga sobre a posição tomada frente a uma situação;
A quem eu agradeço por me fazer buscar mais.

A Herivaldo Lima e Maria Cristina Vieira

Nesta família tão confusa para se explicá-la;
Vocês, companheiros dos meus pais,
Agradeço o amor e o apoio.



AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus

Pela indicação do caminho correto a seguir
Pelas conversas e desabafos intermináveis
Pelos pedidos de força e perseverança atendidos
Pela fé que faz o azul do céu cada vez mais lindo...

À minha orientadora

Profª Drª. Eulália Maria Martins da Silva

Acredito que o trabalho de orientação a uma pesquisa requer paciência, disposição e curiosidade.

Encontrei, além destes itens, outros como:

honestidade, determinação, idéias úteis e práticas.

Obrigada, professora, por ampliar meus horizontes e contatos;

Pela confiança e credibilidade depositadas em mim;

Por me permitir fazer parte da sua vida e

Por me mostrar que com a pesquisa também se constrói amigos.

Ao doutorando

André Vinícius Marchiori

Meu parceiro, amigo e por que não irmão...

Quem conseguirá entender esta nossa relação???

Nossas pesquisas e buscas pelo conhecimento.

Idéias, cores e projetos-piloto.

Agradeço pelo companheirismo e por estar sempre à disposição.



AGRADECIMENTOS

Ao meu irmão, **José Alberto (Beto)**, pelas nossas conversas, debates e discussões e, principalmente, pelo imenso amor inexplicável e admiração que existe entre nós.

Às minhas avós, **Zilda Zequetto e Neide de Mello**, pelos meus alicerces formados em base de mimos, carinhos, aconchegos e, muita, muita comida boa.

Ao meu avô, **Joel Azevedo Marques**, pelo exemplo de honestidade e trabalho.

Ao **Professor Doutor Paulo Henrique dos Santos**, pela análise estatística dos dados deste trabalho, nosso “pergaminho”; pelo auxílio na descrição dos resultados e por toda atenção e boa vontade com que me recebe.

Ao **Laboratório de Prótese Simomura**, que amigavelmente abriu as portas para a realização desta pesquisa. A todos os seus funcionários pela atenção e colaboração.

Ao protético **Júlio Simomura**, por me mostrar a arte em se confeccionar uma peça protética e por sempre me questionar. Ao protético **Mário Simomura** pela disposição, atenção, confiança e pelos sábados de trabalho ao meu lado.

Ao **doutorando Paulo Fukashi Yamaguti**, pela colaboração durante toda a pesquisa com suas idéias, pensamentos, sugestões, disponibilidade e amizade.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Área de Prótese Dentária: **Ana Carolina, Carlos, Daniela, Eduardo, José Vitor, Lucas, Marcelo, Manoel** e aos colegas das demais áreas do programa pela maravilhosa convivência, amizade e ensinamentos que, através das nossas conversas e debates, contribuíram grandiosamente para o meu aperfeiçoamento profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Área de Prótese Dentária: **Alicio Rosalino Garcia, Eduardo Passos Rocha, Eduardo Piza Pellizer, Eulália Maria Martins da Silva, Humberto Gennari Filho, Marcelo Coelho Goiato, Paulo Renato Junqueira Zuim, Wirley Gonçalves Assunção** pela análise minuciosa e criteriosa dos trabalhos desenvolvidos durante o curso, pelas cobranças, incentivos e ensinamentos que contribuíram para o meu amadurecimento e melhoria dentro desta divina área da pesquisa e acadêmica.

À **Faculdade de Odontologias de Araçatuba** “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, representada pelo seu digníssimo diretor **Prof. Dr. Paulo Roberto Botacim**, pela busca constante de melhorias para nossa Universidade e pela bela maneira como conduz esta Instituição de Ensino.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, representados pelo coordenador, **Prof. Dr. Wilson Roberto Pó**i, pela coragem, determinação e perseverança como conduz o Programa, zelando para o seu progresso.

Aos Funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, professores, técnicos, secretárias, auxiliares de limpeza, a todos aqueles que nos recebem com um sorriso afetuoso a cada manhã e se colocam à disposição para nos ajudar, contribuindo com o nosso caminhar e amadurecimento pessoal.

Ao Departamento de Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, pela gentileza de permitir a realização de uma das etapas deste trabalho em seu laboratório de pesquisa, através do uso do Microscópio Comparador Digital Mitutoyo.

À bibliotecária **Ana Cristina Grieger Manzatti**, pela correção das referências deste trabalho, e a todos os funcionários da biblioteca, pela atenção e cuidado como auxiliam e contribuem para o desenvolvimento intelectual dos alunos desta faculdade.

À professora **Luci Haidee Magro**, pela carinhosa e cuidadosa correção gramatical deste trabalho, fornecendo-lhe mais brilho.



ΕΠΙΓΡΑΦΕ

"Há homens que lutam um dia e são bons. Há outros que lutam um ano e são melhores. Há os que lutam muitos anos e são muito bons. Mas há os que lutam a vida inteira, esses são os imprescindíveis"

Bertolt Brecht, dramaturgo alemão(1898-1956)



RESUMO

ZEQUETTO, M. M. Comparação da desadaptação marginal de infra-estruturas metálicas obtidas com variações na técnica de fundição, revestimentos e material para obtenção dos padrões. 138f. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araçatuba, 2005.

O presente trabalho avaliou a desadaptação marginal de infra-estruturas metálicas de coroas metalo-cerâmicas obtidas com técnicas de fundição convencional (T1) e rápida (T2), utilizando para inclusão os revestimentos: aglutinado por fosfato Termocast (R1) e a base de cerâmica granulada Micro Fine 1700 (R2), confeccionando padrões em cera escultura Galileo (P1) e padrões em resina acrílica Duralay (P2), com n=56, sobre um troquel metálico. Para a construção dos padrões, utilizou-se uma matriz de silicone e realizou-se a fundição com liga de Ni-Cr. Verificou-se a desadaptação marginal por meio de um microscópio comparador digital Mitutoyo em 12 diferentes pontos de cada infra-estrutura. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com $p < 0.05$, demonstrando os menores valores de desadaptação marginal e, estatisticamente similares ($p < 0.05$), em ordem crescente, para os grupos: P2R2T2 (55,4 μ m), P2R1T2 (55,6 μ m), P2R1T1 (57,4 μ m), P1R2T2 (59,4 μ m), P1R2T1 (86 μ m), P1R1T1(104,4 μ m); e os maiores valores para P1R1T2 (166,9 μ m) e P2R2T1 (185,3 μ m). Os resultados obtidos permitiram concluir que as infra-estruturas metálicas obtidas com padrões, tanto de cera quanto de resina acrílica, apresentaram valores aceitáveis em ambas as

técnicas de fundição realizadas, desde que as interações e recomendações dos fabricantes dos revestimentos sejam respeitadas.

Palavras-chave: Adaptação marginal (Odontologia). Técnica de fundição odontológica. Revestimento para fundição odontológica. Resinas acrílicas. Moldagem de cera para incrustações.



ABSTRACT

ZEQUETTO, M. M. Comparison of the marginal unfit of metallic infrastructures obtained with variations in the casting technique, investments and material for pattern. 138f. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araçatuba, 2005.

The present study evaluated the marginal unfit of metallic infrastructures of metallic-ceramic crowns obtained through the conventional (T1) and accelerated (T2) casting techniques, using for investing the investments: agglutinated by phosphate Termocast (R1) and the base of granulated ceramic Micro Fine 1700 (R2), making patterns in sculpture wax Galileo (P1) and patterns in acrylic resin Duralay (P2), with $n=56$, on a metallic die with shoulder in chamfer. For the construction of the patterns, a matrix of silicone was used and the casting was made with Ni-Cr alloy. The marginal unfit was verified through the comparing microscope Mitutoyo in 12 different points of each infrastructure. The values obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test with $p<0.05$, showed smaller values and statistically similar, in increasing order, for the groups: P2R2T2 (55,4 μ m), P2R1T2 (55,6 μ m), P2R1T1 (57,4 μ m), P1R2T2 (59,4 μ m), P1R2T1 (86 μ m), P1R1T1(104,4 μ m); and the largest values for P1R1T2 (166,9 μ m) and P2R2T1 (185,3 μ m). Taking obtained results into account, it was possible to conclude that the metallic infrastructures obtained from patterns, of wax as well as of acrylic resin, presented acceptable

values of marginal fit in both casting techniques, providing the interactions and the recommendations of the investments manufacturers are respected.

Keywords: Marginal adaptation (Dentistry). Dental casting technique. Investments dental casting. Acrylic resins. Inlay casting wax.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Cera escultura Galileo para confecção dos padrões.....	67
Figura 2 –	Resina acrílica quimicamente ativada, Duralay, para confecção dos padrões.....	68
Figura 3 –	Revestimento Micro Fine 1700 e seu líquido especial.....	69
Figura 4 –	Revestimento Termocast e seu líquido especial.....	70
Figura 5 –	Liga de Ni-Cr Vera Bond II.....	71
Figura 6 –	Troquel metálico: a= preparo cervical em chanferete; b=preparo cervical em chanfrado; c=base quadrada fixando o troquel com gesso especial e apresentando indexações laterais.....	72
Figura 7 –	Padrão Inicial sobre o troquel metálico.....	73
Figura 8 -	Matriz em silicone para confecção dos padrões. A primeira imagem (a) apresenta o anel de plástico, mantendo as partes da matriz unidas; a segunda imagem (b) é uma vista superior desta matriz e a terceira imagem (c) mostra as partes da matriz separadas.....	74

Figura 9 -	Padrões de cera escultura Galileo. A primeira imagem (a) é referente à cera no interior da matriz, sem a remoção dos excessos; a segunda imagem (b), ao padrão sobre o troquel, e a terceira imagem (c) apresenta os padrões prontos para serem incluídos.....	75
Figura 10 –	Padrões de resina acrílica quimicamente ativada, Duralay. A primeira imagem (a) é referente à resina acrílica no interior da matriz, sem a remoção dos excessos. A segunda imagem (b), o padrão sobre o troquel, e a terceira imagem (c), os padrões prontos para serem incluídos.....	75
Figura 11 –	Conjunto, barra/canal de alimentação e mais 7 padrões posicionados no anel de silicone de 120 gramas para fundição com os padrões em 45 ^o de inclinação em relação à superfície oclusal.....	77
Figura 12 –.	Microscópio Comparador Digital Mitutoyo.....	83
Figura 13 –	Pontos em negrito demarcando, esquematicamente, o local da mensuração da desadaptação marginal nas quatro faces (V, L, M, D).....	84
Figura 14 –	Esquema da desadaptação marginal mensurada, distância entre o ponto <i>a</i> e <i>b</i> representa a desadaptação marginal.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Condições de inclusão dos revestimentos.....	78
Tabela 2 –	Grupos amostrais de estudo.....	79
Tabela 3 –	Média geral e respectivo desvio padrão das desadaptações, em mm, de cada material de padrão utilizado, bem como o revestimento e técnica de fundição.....	87
Tabela 4 –	Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas obtidas, com padrões de resina acrílica Duralay, segundo técnica de fundição convencional e revestimentos.....	126
Tabela 5 –	Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, obtidas com padrões de resina acrílica Duralay, segundo técnica de fundição rápida e revestimentos.....	127
Tabela 6 –	Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, obtidas com padrões cera escultura Galileo, segundo técnica de fundição convencional e revestimentos.....	128

Tabela 7 – Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera escultura Galileo, segundo técnica de fundição rápida e revestimentos.....	129
Tabela 8 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica Duralay, incluído em revestimento Micro Fine 1700, e pela técnica de fundição rápida.....	128
Tabela 9 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica Duralay, incluído em revestimento Termocast e pela técnica de fundição rápida.....	131
Tabela 10 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica Duralay, incluído em revestimento Micro Fine 1700 e pela técnica de fundição convencional.....	132
Tabela 11 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica Duralay, incluído em revestimento Termocast e pela técnica de fundição convencional.....	133

Tabela 12 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera escultura Galileo, incluído em revestimento Micro Fine 1700 e pela técnica de fundição rápida.....	134
Tabela 13 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera escultura Galileo, incluído em revestimento Termocast e pela técnica de fundição rápida.....	135
Tabela 14 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera escultura Galileo, incluído em revestimento Micro Fine 1700 e pela técnica de fundição convencional.....	136
Tabela 15 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera escultura Galileo, incluído em revestimento Termocast e pela técnica de fundição convencional.....	137
Tabela 16 - Quadro da Análise de Variância.....	138

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico esquemático da velocidade de aquecimento dos blocos de revestimento: temperatura x tempo, nas técnicas de fundição convencional (linha verde) e rápida (linha azul).....	81
Gráfico 2 – Média da desadaptação marginal, em mm, para cada técnica de fundição: rápida e convencional, em relação a cada material para padrão: resina e cera.....	88
Gráfico 3 – Média da desadaptação marginal, em mm, para cada técnica de fundição: rápida e convencional, em relação aos revestimentos utilizados: Termocast e Micro Fine 1700.....	89
Gráfico 4 – Média da desadaptação marginal, em mm, entre os materiais para padrão: cera e resina acrílica, em relação aos revestimentos utilizados: Termocast e Micro Fine 1700.....	90
Gráfico 5 – Média da desadaptação marginal, em mm, das infra-estruturas metálicas, analisando os materiais para padrão: cera e resina acrílica, em relação aos revestimentos: Termocast e Micro Fine 1700; e técnicas de fundição: rápida e convencional.....	91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	27
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	34
3. PROPOSIÇÃO.....	65
4. MATERIAL E MÉTODO.....	67
4.1 Materiais Utilizados.....	67
4.1.1 Cera.....	67
4.1.2 Resina Acrílica.....	68
4.1.3 Revestimentos.....	69
4.1.3.1 Micro Fine 1700.....	69
4.1.3.2 Termocast.....	70
4.1.4 Liga Metálica.....	71
4.2 Troquel e Matriz.....	72
4.3 Obtenção dos Padrões.....	74
4.4 Inclusão.....	77
4.5 Fundição.....	79
4.5.1 Técnica de Fundição Convencional.....	80
4.5.2 Técnica de Fundição Rápida.....	80
4.6 Desinclusão.....	81
4.7 Determinação do Desajuste.....	82
4.8 Análise Estatística.....	85
5. RESULTADO.....	87
6. DISCUSSÃO.....	94
7. CONCLUSÃO.....	109
REFERÊNCIAS.....	112
ANEXOS.....	126



INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A arte da fundição utilizando a combinação de elementos metálicos existe desde as primeiras civilizações.

A preocupação com a reabilitação e reprodução de dentes está registrada nos povos egípcios, que utilizavam dentes extraídos das pessoas mortas ou dentes esculpido em marfim para substituir aqueles perdidos (RING, 1998), também existem relatos de que múmias foram encontradas e seus dentes molares estavam restaurados em ouro (ALVES, 1964). Schwartz (1948) afirma que o ouro foi um dos primeiros materiais usados em restaurações de cavidades dentárias, provavelmente pelos egípcios, seguido pelos romanos. Noutro continente, os maias, civilização extinta, utilizando instrumentos tais quais aos povos da Idade da Pedra, pois suas ferramentas eram de sílex e suas armas de madeira afiladas com lascas de obsidiana, foram hábeis fundidores de ouro, prata, e em menor medida, o bronze (RING, 1998).

A escultura de dentes e sua fundição em metal estão relatadas desde o século XVI, quando Cellini utilizava modelos de cera para realizar suas fundições artísticas (*apud* NEIMAN, 1944). No ano de 1809, Maggiolo (*apud* BARREIRA, 1909), reconhecendo na cera virgem a propriedade de permitir a moldagem fiel da boca, fez os primeiros moldes com esta substância. Todavia, o processo de fundição com cera perdida foi redescoberto em 1897, por Philbrook e introduzido, na Odontologia, no início do século XX, por Taggart (1907), que deu ênfase a

esse processo, publicando um trabalho em que descreveu o protocolo para a fundição odontológica.

O assunto ganhou destaque no campo das pesquisas, quando em 1910, Van Horn relatou a entusiástica recepção do processo de fundição no meio odontológico, e afirmou que a principal causa de falha numa fundição era um padrão de cera imperfeito. A preocupação pela precisão das peças fundidas levou Van Horn, em 1910, a publicar resultados de sua pesquisa sobre o assunto, mostrando que a pressão exercida sobre o metal líquido não neutralizava a contração de fundição. Em 1940, Lasater aconselhou a plastificação da cera, utilizando calor seco, em forno com temperatura constante, como meio de reduzir as distorções da cera e se obter padrões mais precisos.

De acordo com Skinner e Phillips (1962), a cera é passível de sofrer indução de tensões e isso pode ocorrer devido a sua tendência natural de contrair-se, durante o resfriamento, e passividade ao sofrer alterações durante as etapas, como: moldagem, escultura, adição do canal de alimentação e remoção do padrão do troquel.

Há muito se atribui, como principais obstáculos à obtenção de restaurações metálicas fundidas precisas, as variações da cera (MARKLEY, 1958; PHILLIPS; BIGGS, 1950; SHEU, 1937), fato que levou à procura de materiais mais estáveis. Em razão disso, Saunders (1953) propôs um método de fundição em que utilizava resina acrílica como material para obtenção do padrão, no lugar da cera, devido a sua maior resistência à deformação durante a remoção do troquel (TAKAHASHI

et al., 1999), e também porque pode ser utilizada em todos os tipos de preparos, incluindo aqueles com pinos, sem a ocorrência de distorções.

Castro (1961), Beeson (1963) e Krikos (1968) também admitem o uso da resina acrílica como um substituto da cera à obtenção de padrões para fundição. Afirmam ser menores os perigos de distorção ou fraturas durante os testes na boca e acreditam que a contração de polimerização da resina é compensada quando se adiciona cera ou camadas da mesma resina durante testes ou ajustes do padrão, isto é, uma técnica mista resina acrílica e cera.

Papthanasious, em 1974, afirmou o emprego clínico da resina acrílica ativada quimicamente na fabricação de padrões, pelo método direto ou indireto, ganharia lugar de destaque na rotina odontológica desde então.

No entanto, para que se obtenha uma peça protética com excelência, o padrão deverá ser substituído pelo material restaurador definitivo, utilizando-se um molde do padrão inicial, realizado por um revestimento cujas características são de extrema relevância, a fim de que a peça final apresente acuidade e lisura.

A existência de uma grande diversidade de marcas comerciais de revestimentos tem feito com que as diferenças entre eles despertem interesse, pois a expansão de presa no interior do revestimento pode causar distorções no padrão (EARNSHAW et al., 1997; MOREY; EARNSHAW, 1995).

Os revestimentos mais utilizados atualmente são à base de fosfato, devido à introdução de ligas Ni-Cr no mercado. Eles são acompanhados por um líquido especial para sua aglutinação, um composto de sílica coloidal que, segundo os fabricantes tem como objetivo aumentar ou controlar as expansões de presa,

higroscópica e térmica do material, dependendo da concentração empregada, com a finalidade de compensar o maior coeficiente de contração de fundição da liga (JOHNSTON et al., 1962; PEGORARO, 1977).

A contração de fundição depende dos materiais envolvidos neste processo, e um assentamento e adaptação marginal aceitáveis poderão ser obtidos pela seleção adequada do tipo de revestimento empregado (VIEIRA, 1979). Considerando o revestimento utilizado, a expansão total deve ser igualada à contração térmica da liga, resultando em alterações dimensionais zero.

As ligas de metais não áureas são efetivamente usadas em Odontologia desde o desenvolvimento da liga de Cr-Co, em 1929, substituindo as ligas de ouro em 80% dos trabalhos de Próteses Parciais Removíveis (PEYTON; CRAIG, 1971). Na França, em 1948, Smith apontou a substituição do cobalto pelo níquel e pequenas proporções de molibdênio, o que deu origem a uma liga Ni-Cr-Mo com ponto de fusão em torno de 1300^oC, indicado para trabalhos em próteses parciais fixas. Estas ligas alternativas caracterizam-se por elevada resistência à oxidação e corrosão no meio bucal, baixa densidade e elevada resistência mecânica (EARNSHAW, 1956; EARNSHAW, 1960; LEONARDI; VIEIRA, 1981).

A primeira publicação sobre a técnica de fundição rápida, em Odontologia, pelo processo da cera perdida com uso de revestimento fosfatado para coroas completas, foi realizado em 1988, por Marzouk e Kerby. De acordo com Schilling et al. (1999), o método laboratorial de inclusão e fundição convencional que requer de 2 a 4 horas, poderia ser substituído pelo método

rápido, porque em 30 minutos obtém-se estruturas metálicas sem perda de qualidade da integridade marginal.

Ao longo do tempo, principalmente durante o período que envolveu a Segunda Guerra Mundial e posterior corrida armamentista na época da Guerra Fria, ocorreram significativos avanços tecnológicos que levaram ao aperfeiçoamento dos processos de fundição. Um destes foi a incorporação da técnica de fundição rápida que resultou na introdução, no mercado, de revestimentos que, segundo os fabricantes, permitiam o uso tanto da técnica de fundição convencional quanto da fundição rápida, proporcionando estruturas de boa qualidade em ambas as situações (MARIOTTO; OLIVEIRA PINTO, 1973).

Para Phillips (1984) o objetivo do processo de fundição odontológica é conseguir, com a maior precisão possível, uma duplicação da estrutura dental perdida. Esta técnica, quando desenvolvida no seu mérito, traz implícita a proposta de precisão, e para Stamenkovic (1989), o sentido precisão deveria traduzir fidelidade quanto aos detalhes de acabamento.

As restaurações metálicas fundidas devem assentar-se com o máximo possível de exatidão no dente, exibindo uma margem de cimento mínima, ser adequadamente retidas e restaurar a função e estética. Adaptações marginais são consideradas um significativo fator na prevenção de cáries secundárias e é um importante indicador de aceitabilidade total das restaurações fundidas. Schwartz et al. (1970), acompanhando a evolução de vida de coroas totais, num período de 15 anos, constataram que as primeiras razões para falhas foram as cáries (36,8%), as falhas na cimentação (12,1%) e os defeitos marginais (11,3%).

O uso freqüente do processo de fundição e as pesquisas científicas impulsionam o mercado odontológico a desenvolver novos materiais e técnicas para que as peças fundidas sejam obtidas, cada vez mais, com melhor precisão e qualidade frente às ligas alternativas, mas comparações constantes são necessárias.

Neste estudo, em especial, foram verificados os efeitos da variação dos materiais para a confecção dos padrões, utilizando dois diferentes revestimentos e as técnicas de fundição convencional e rápida para o quesito desadaptação marginal das infra-estruturas metálicas de coroas metalo-cerâmicas.



REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

O processo de fundição odontológica foi desenvolvido por Philbrook em 1897, o que proporcionou grandes melhorias na reabilitação de elementos dentais perdidos. No entanto, o processo foi aprimorado e difundido por Taggart (1907), que buscou, por meio da pesquisa, estipular um protocolo do processo de fundição conhecido como “Processo da Cera Perdida”, que permanece quase inalterado desde que foi publicado, sendo utilizado até os nossos dias.

A Odontologia apoiara-se em bases científicas, e pesquisas na área da fundição para próteses dentárias foram se intensificando com o propósito de alcançar melhores resultados, contudo, durante um certo tempo, no Brasil, foram dificultadas, pois para utilizar o revestimento, material indispensável para tal, era necessário pedir autorização ao Governo, uma vez que sua principal aplicação era para a produção de armamentos.

Em 1950, Phillips e Biggs, procurando determinar como um padrão de cera poderia ser satisfatoriamente armazenado antes da inclusão, bem como qual seria a influência da temperatura de manipulação da cera, recomendaram que se quiséssemos prevenir distorções, o padrão deveria ser imediatamente incluído para fundição. Observaram que uma maior temperatura da cera durante sua manipulação gerava uma maior quantidade de tensão interna no padrão e, conseqüentemente, uma menor distorção quando armazenado. Por último, detectaram que muitas das distorções ocorriam durante as duas ou três primeiras horas de armazenamento pós-remoção do troquel ou da boca; e se o

armazenamento fosse realmente necessário, baixas temperaturas reduziriam o grau da distorção.

Já Widmer (1959) estudou as propriedades físicas da resina acrílica Duralay e estabeleceu que: 1) a contração de polimerização que ocorreu com a resina foi de aproximadamente 7% do volume; 2) a contração linear da massa variou de 0,13 a 0,28%, dependendo da temperatura e dos tempos utilizados; 3) o padrão de resina se adaptou melhor nas bordas do preparo e reproduziu melhor os detalhes que o padrão de cera; 4) a resina Duralay pode ser usada como material de confecção de padrões para fundição de coroas, porque a quantidade de resíduos após a queima, não impediu o seu uso dentro das temperaturas normalmente empregadas no processo de fundição convencional.

Skinner (1963) publicou um artigo, discutindo o revestimento fosfatado que suportava altas temperaturas de fusão, indicado para ligas de Co-Cr e o Ni-Cr, uma vez que a compatibilidade liga-revestimento deve ser respeitada. O pó foi misturado ora com água ora com uma solução coloidal de sílica, denominado líquido especial, permitindo uma adequada expansão térmica. Muitos fatores pertinentes à reação de presa desses revestimentos eram desconhecidos na época, necessitando de acompanhamento e investigações antes de se determinar se era um material vantajoso para substituir o revestimento aglutinado por gesso, muito utilizado. Segundo o autor, a absorção de água durante a presa mostrou ser o ponto fraco deste revestimento, mas ele previu que os revestimentos fosfatados seriam muito utilizados no futuro, pois os profissionais de Odontologia estavam propensos a substituir o ouro por ligas de metais alternativos.

Estudando os materiais para confecção de padrões, Gallan Júnior et al. (1970) verificaram que o material cera ou resina acrílica quimicamente ativada forneceriam restaurações metálicas fundidas mais precisas. Fundições foram realizadas pela técnica de expansão térmica, utilizando padrões feitos com cera (cera azul, regular, tipo 2, CII – S. S. White) e com resina acrílica ativada quimicamente (Simplex Transparente – Dental Fillings, Brasil). Avaliaram o desajuste destas fundições de duas maneiras: pela alteração da distância entre dois pontos de referência que, do troquel padrão (um simulacro de um preparo de raiz para núcleo de ouro a pino) eram transferidos para os padrões (de cera e de resina acrílica) e para as incrustações metálicas obtidas após a fundição; e pelo desajuste da fundição de coroas totais, incrustações M.O.D. e incrustações para cavidades de Classe I.

Comparações foram feitas a partir da distância entre os dois pontos de referência. No troquel, nas restaurações fundidas e nos respectivos padrões, imediatamente antes da inclusão dos padrões em revestimento, depois dos padrões terem sido armazenados por 10 minutos, 2 horas e 72 horas; bem como a distância entre estes pontos de referência no troquel de aço e nas restaurações metálicas obtidas.

Os autores observaram que tanto os padrões confeccionados com cera como os com resina acrílica apresentaram alterações dimensionais, sendo que tais alterações ocorreram nas primeiras duas horas, e as mudanças ocorridas depois deste tempo de estocagem não foram significantes. Constataram que a forma do preparo para a restauração é muito importante quando se tenta selecionar o

material para confecção do padrão. As incrustações M.O.D. e as coroas totais obtidas com resina acrílica quimicamente ativada apresentaram menores desadaptações em relação às aquelas com cera, e nas restaurações de coroas totais as desadaptações foram menores que nas incrustações M.O.D. Contudo, para as incrustações Classe I, a resina acrílica, sendo mais volumosa, não se adaptou na respectiva cavidade, já os padrões de cera, originários destas restaurações, sendo menores, estavam mais folgados, soltos na parede pulpar da respectiva cavidade, promovendo menores desadaptações. Concluíram que a forma do preparo tem grande influência nos resultados, e em determinados casos (coroas totais e M.O.D.) a resina acrílica quimicamente ativada é a melhor escolha, enquanto em outros (cavidades Classe I) a cera promove menores desadaptações.

Jenkins e Phillips (1971) avaliaram a variação na adaptação de estruturas metálicas obtidas com cinco formatos diferentes de padrões de cera perante cinco marcas comerciais de revestimentos. Os padrões foram confeccionados sobre cinco troquéis metálicos: preparo de molar para coroa total com paredes axiais altas e paralelas (T1); preparo de molar para coroa total com paredes axiais curtas e cônicas (T2); preparo três-quartos de premolar (T3); preparo M.O.D. em premolar (T4); e preparo mesio-oclusal em premolar (T5). Os padrões foram obtidos, mergulhando os troquéis aquecidos e lubrificados dentro da cera plastificada, sendo confeccionados 5 padrões para cada tipo de revestimento. Os revestimentos utilizados foram: Cristobalite, LusterCast, Beauty-Cast, Hygrotol, e Ceramigold, manipulados segundo as recomendações dos fabricantes. Para os revestimentos Beauty-Cast, Ceramigold e Hygrotol foi empregada a técnica de

expansão higroscópica, e para os demais revestimentos, a expansão de presa de bancada. As aferições das discrepâncias marginais entre as estruturas metálicas obtidas e os troquéis foram realizadas com um microscópio comparador em pontos pré-determinados, no troquel, para cada tipo de preparo. Consideraram clinicamente aceitáveis as discrepâncias que não ultrapassaram o valor de 50 μ m.

Os autores observaram que para as estruturas metálicas obtidas com T1 não houve diferença significativa perante os diferentes tipos de revestimentos utilizados. Encontraram diferença estatisticamente significativa de adaptação entre as diferentes áreas avaliadas no troquel. O revestimento Cristobalite produziu estruturas metálicas inaceitáveis para todos os tipos de preparos; enquanto LusterCast e Ceramiglod produziram fundições aceitáveis para os cinco tipos de preparos. Com base nestes resultados, puderam sustentar o conceito de que nenhum nível de expansão dos revestimentos utilizados satisfaz totalmente todos os tipos de preparo restaurados por fundições.

Maluf (1973) estudou o ajuste e alteração dimensional de um bloco fundido esquemático tipo classe I, quanto à fluidez da cera (Kerr, tipo II) quando inserida na cavidade liquefeita ou plastificada; à temperatura de inclusão do padrão de cera 15°, 26° e 37°C; à expansão dos revestimentos Cristobalite–Kerr e Excelsior n° 70 – Ind. Bras; e para a construção da “boneca”, sempre um só tipo de revestimento (Cristobalite – Kerr). Verificou também o ajuste antes e depois da decapagem, que foi realizada pela imersão dos corpos de prova durante 45 segundos, em solução de ácido sulfúrico a 50% aquecido a 65° C, com lavagem imediatamente após em água corrente.

O autor observou que os resultados de adaptação não variaram com o uso de cera líquida ou plastificada; que a temperatura de inclusão influenciou nas dimensões do bloco fundido, isto é, quanto maior a temperatura, maior é a dimensão; o ajuste do bloco fundido não depende apenas das dimensões decorrentes das expansões e contrações dos materiais envolvidos no processo de fundição; e que existe algum fator adicional, parecendo ser irregularidade superficial, que faz os blocos fundidos apresentarem-se mais expandidos. A magnitude de expansão do revestimento de preenchimento influenciou nas dimensões do bloco fundido, o revestimento Cristobalite apresentou a maior expansão e o Excelsior, a menor. A decapagem do bloco fundido alterou a dimensão do mesmo, que foi, no entanto, pequena (0,07%).

Pegoraro (1977) avaliou a expansão de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos à base de fosfato (Ceramigold, Ceramvest e Aurovest), variando a proporção do líquido especial/água de 100, 90, 75, 60 e 50%. Os resultados mostraram que o uso da expansão higroscópica, para compensar a contração da liga de Ni-Cr utilizada, aumentou a expansão do revestimento e, dessa forma, obteve-se uma melhor adaptação da peça metálica. Observou ainda que a variação da quantidade de líquido especial promoveu comportamentos diferentes para os três revestimentos. Para o Ceramigold, as expansões foram mais ou menos proporcionais à variação da proporção líquido especial/água até 60%, sendo pouca a diferença encontrada entre 60% e 50%. Para Ceramvest, praticamente não houve influência sobre a expansão do revestimento; quanto ao Aurovest, detectaram uma diminuição da expansão de presa e higroscópica

quando se diminuía a quantidade de líquido especial, mas houve um aumento considerável da expansão térmica.

Venturini e Santos Júnior (1978) realizaram uma investigação “in vitro” para determinar o ajuste de blocos metálicos fundidos em preparos intracoronários. Confeccionaram padrões de resina acrílica ativada quimicamente (Palavit G, Texton e Clássico) e padrões de cera azul (tipo II da Kerr) sobre troquéis de gesso (Vel Mix e Silky Rock) e de revestimento (Divestment). Os testes de adaptação foram realizados pela verificação da diferença de peso do conjunto bloco metálico fundido e corpo de prova de aço inoxidável com e sem um meio cimentante. Observaram que a resina acrílica Palavit contribuiu para a obtenção de blocos cuja película do agente cimentante apresentou menor peso (melhor ajuste), enquanto a cera Kerr resultou em um maior peso da película. Os materiais para troquéis estudados apresentaram semelhança quanto ao peso da película do agente cimentante dos blocos metálicos fundidos resultantes.

Arruda (1979) estudou a reprodução de detalhes de superfície e o comportamento dimensional de materiais utilizados no processo de fundição, como as características dos modelos em resina acrílica Duralay e cera, frente a dois revestimentos (Beauty-Cast e Cristobalite) e três ligas metálicas (ouro, prata-estranho e prata-paládio). Utilizou como modelo padrão uma placa de aço com sulcos, referida no item 3.2.4 da especificação nº11 da America Dental Association. Ele realizou moldagens diretas do modelo padrão com a cera azul e com a resina Duralay, incluiu nos revestimentos citados acima e posteriormente as fundiu.

Arruda observou que: 1) quanto à reprodutibilidade dos sulcos do padrão de aço, a resina Duralay apresentou um comportamento melhor que o da cera; 2) quanto à lisura de superfície entre a cera e a resina Duralay, comparadas ao padrão de aço, verificou que a resina Duralay apresentou superfície mais lisa que a da cera; 3) quanto à reprodução de sulcos e lisura de superfície do padrão de aço, por parte dos revestimentos e tendo os moldes de cera e resina como intermediários, verificou, mais uma vez, a superioridade genérica dos moldes de resina Duralay sobre os de cera; 4) quanto à reprodução de pormenores e características da superfície pelas ligas, observou que a resina Duralay tendeu a apresentar maior quantidade de sulcos reproduzidos que a cera.

Segundo Landesman et al. (1981), um dos motivos que levou 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 o resultado clínico de duas ligas semipreciosas (Minigold e WLW), uma não preciosa (Litecast) e uma liga áurea tipo III, a qual foi usada como controle. Estas ligas foram fundidas com um revestimento aglutinado por gesso (Luster Cast – Kerr Mfg. Co) e com um revestimento fosfatado (Ceramigold – Whip Mix Corp.), conforme a indicação de cada fabricante da liga. Foram instaladas 37 restaurações controles e 47 testes, e avaliadas nos períodos de 3 meses, 1 ano, 1 ano e meio pós instalação, observando: irritação gengival, sensibilidade do paciente, abrasão, oxidação e corrosão. Verificaram que nenhum metal demonstrou superioridade ao outro quanto à integridade marginal, fato devido a uma adequada combinação

entre o revestimento e a liga metálica utilizada. Variáveis como proporção pó/líquido, temperatura do aquecimento e temperatura de fundição demonstraram função importante na adaptação final da peça fundida.

Picichelli et al. (1982) verificaram as diferenças de adaptação de restaurações metálicas fundidas em coroas totais, M.O.D. e cavidade oclusal classe I, confeccionadas em troquéis de gesso Vel-Mix, revestimentos Divestment e Cristobalite para modelos e revestimento DC. As restaurações metálicas fundidas foram confeccionadas com padrões de cera azul e padrões mistos (resina acrílica ativada quimicamente e cera), os quais foram incluídos no revestimento correspondente ao do troquel, e revestimento Cristobalite para os troquéis de gesso Vel-Mix. As restaurações fundidas foram adaptadas aos troquéis metálicos originais e o conjunto foi levado ao microscópio comparador (Gaetner M. 1180, Chicago, USA) com precisão de leitura 0,001 mm.

Os autores constataram que as fundições do tipo M.O.D. foram, de modo geral, superiores em adaptação às daquelas do tipo coroa total que, por sua vez, foram superiores às restaurações metálicas fundidas oclusais Classe I. As coroas totais obtidas a partir de padrões de cera apresentaram melhores valores de adaptação quando construídas em troquéis de revestimento Divestment, seguidos de revestimento Cristobalite para modelos, gesso Vel-Mix e de revestimentos DC. As restaurações metálicas fundidas M.O.D. obtidas com padrões de cera apresentaram melhores valores de adaptação quando construídas em troquéis de revestimento Divestment, seguidos dos revestimentos Cristobalite para modelos, D.C. e gesso Vel-Mix. As restaurações metálicas fundidas oclusais Classe I

obtidas com padrões de cera proporcionaram melhores valores de adaptação quando construídas em troquéis de revestimento Cristobalite para modelos, seguidos dos revestimentos D.C., Divestment e gesso Vel-Mix. Quando comparados entre si, os padrões mistos obtidos, utilizando-se troquéis de gesso Vel- Mix apresentaram melhores valores de adaptação que aqueles obtidos com padrões de cera, tanto em preparos M.O.D. como em coroas totais. As fundições M.O.D., por sua vez, obtidas com padrões mistos apresentaram valores de adaptação semelhantes àqueles obtidos com a utilização de troquéis de revestimento para modelos.

Baran (1983) afirmou que 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 considerados. O Ni-Cr é um importante 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 apresentará 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 necessárias técnicas que permitam suficiente expansão dos revestimentos para compensar a contração desses 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.

Pensando também nas ligas alternativas e nos materiais diretamente ligados nelas para a obtenção de infra-estruturas metálicas, Menezes (1983) avaliou o ajuste cervical de coroas totais fundidas com liga à base de cobre-alumínio (DURACAST MS) obtidas com três tipos de padrões: I- padrão misto de resina acrílica (Duralay) e cera (cera azul); II- padrão misto sem a porção oclusal de resina; III- padrões apenas em cera, incluídos em dois tipos de revestimento: à base de sulfato de cálcio (Cristobalite) e à base de fosfato (Hi-Temp). Mensuraram a desadaptação marginal das coroas metálicas obtidas sobre o troquel metálico 3 vezes em 4 pontos diferentes. Ele encontrou os valores, em média aritmética para cada grupo de: Grupo I: 81.58 μ m e 67.11 μ m; Grupo II: 100.6 μ m e 92.28 μ m; e Grupo III: 93.80 μ m e 81.52 μ m para os revestimentos Cristobalite e Hi-Temp respectivamente.

Concluiu que, ao fundir a liga de cobre-alumínio, utilizando tanto o revestimento Cristobalite quanto o revestimento Hi-Temp, o melhor ajuste cervical para as coroas totais foi obtido com o padrão misto de resina e cera, seguido do padrão de cera e padrão misto sem a porção oclusal em resina. O revestimento Hi-Temp permitiu, independentemente do tipo de padrão utilizado, melhor ajuste cervical que os fornecidos pelo revestimento à base de sulfato de cálcio.

Lacy et al. (1985) procuraram verificar que variáveis poderiam contribuir para a formação de nódulos positivos nas peças metálicas fundidas. Estudaram o revestimento fosfatado Accucast (Det-tal-eze Consumables, Dentaleze Mfg. Co), demonstrando que a espatulação manual, por mais de 40 segundos, foi efetiva na

redução de bolhas positivas; porém, se comparada à espatulação mecânica, esta se mostrou mais efetiva. Concluíram que, quanto maior a quantidade de líquido especial na proporção pó/líquido, menor quantidade de bolhas podem ser observadas, e o uso de antibolhas sobre a superfície do padrão de cera foi muito efetivo na diminuição de incidência delas.

Zeltser et al. (1985) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a adaptação de padrões de cera removidos do troquel para inclusão, após serem submetidos à aplicação de pressão depois da remodelagem. Foram confeccionados troquéis de gesso, duplicando um troquel metálico mestre, e padrões de cera foram obtidos sobre cada troquel pela técnica de mergulho, realizando-o duas vezes em cera tipo C para inlays (Sybron/Kerr, Romulus, Mich) a 75^oC, a espessura do padrão foi aumentada com mistura de cera tipo C e folhas de cera para fundição, e um anel de escultura com uma faca contornou o padrão e a base encerada, dando forma e homogeneidade ao padrão.

Os padrões foram removidos do troquel de gesso com o canal de alimentação encaixado na oclusal, reposicionados no troquel mestre e submetidos à carga de 50 g, por 3 minutos, para então serem recolocados no troquel de gesso, remodelados no término cervical, e novamente se aplicou cargas de 250 e 1000g por 5 minutos. Alguns padrões foram imediatamente incluídos em gesso para avaliar a adaptação do padrão para o troquel, outros foram removidos uma segunda vez, recolocados no troquel mestre e mantidos sob pressão de uma carga de 50 g durante 10 minutos.

Os autores encontraram desadaptações de 29 μ m, 56 μ m, 19 μ m; respectivamente para as cargas de 0g; 250g; 1000g; com isso verificaram maiores desadaptações para cargas de 250g e as diferenças entre 0 e 1000g não foram significantes, e constataram maiores deformações plásticas na primeira vez do ciclo de cargas que na segunda vez. Concluíram que a remoção do padrão do troquel causa alterações dimensionais, dependendo da carga aplicada antes da remoção, e atribuíram a variação de adaptação ao aumento da adesão do padrão de cera para o troquel e mudanças nas propriedades mecânicas da cera.

Fernandes et al. (1989) realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar a expansão linear de presa normal para três revestimentos fosfatados manipulados com diferentes concentrações do líquido especial: 100%, 75%, 50% e 25%, e um revestimento à base de gesso; bem como expansão linear de presa higroscópica e a temperatura máxima durante a reação dessas presas. Determinaram a temperatura exotérmica máxima do revestimento em função da reação e presa normal com um termômetro digital.

Utilizaram os revestimentos fosfatados Hi Temp, Ceramigold e Multi Vest, e o revestimento de gesso Hi Heat. Somente para o revestimento fosfatado houve líquido especial. Foram realizados 4 ensaios para cada revestimento. Os revestimentos após a manipulação eram confinados em um dispositivo idealizado por Roselino (1984) e colocados sobre um apalpador digital eletrônico. Após 4 minutos do início da expansão, as leituras dadas em μ m eram lidas a cada 30 segundos. Para a expansão higroscópica a manipulação foi realizada com um volume adicional de água de 1,2 ml. O revestimento Multi Vest apresentou maior

expansão de presa normal e o Hi Heat, a menor. Hi Heat e Hi Temp apresentaram expansão de presa higroscópica maiores em relação à expansão de presa normal, enquanto Ceramigold e Multi Vest não tiveram diferenças significativas.

Com relação à proporção de líquido especial, o revestimento Ceramigold expandiu o dobro com 50% quando comparado com 25%. Com 75%, o Ceramigold e o Hi Temp apresentaram os melhores resultados, enquanto Multi Vest, os piores de expansão de presa normal. Com 50%, os resultados foram praticamente iguais e com 25% as alterações não foram significantes. Para a temperatura máxima do revestimento, Multi Vest apresentou a maior temperatura (63,42°C), e o revestimento aglutinado por gesso, a menor.

Luk e Darvell (1991) avaliaram o uso do líquido especial que acompanha os revestimentos fosfatados. De acordo com o fabricante, o líquido especial é usado para aumentar as expansões do revestimento, de presa e térmica; e quanto maior as concentrações usadas, maiores serão as expansões. Nesse trabalho constataram que os revestimentos deveriam possuir resistência suficiente para suportar o impacto do metal fundido, e observaram que a resistência de compressão durante o aquecimento do revestimento foi afetada por transformações térmica da sílica e do material aglutinante.

Campagni e Majchrowicz (1991) foram os primeiros a apresentar a técnica de fundição rápida para a confecção de núcleos intra-radiculares. Este procedimento inicia-se com a confecção do núcleo em resina acrílica e termina com a obtenção da peça fundida, podendo ser concluído em 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 o 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 15 minutos. O anel foi levado a um forno pré-aquecido em 700° C por 15 minutos, e a seguir procedeu-se a fundição, utilizando a liga de ouro tipo III. Segundo os autores, a técnica de fundição rápida pode ser utilizada com sucesso para confecção de núcleos, mas sugeriram mais pesquisas a respeito.

Ghersel e Matson (1992) realizaram um estudo em que avaliaram as diferenças de medidas do conjunto padrão de cera-revestimento, com emprego da inclusão a vácuo, variando-se o número de tiras de amianto como revestimento interno do anel e tipos de revestimento. Confeccionaram padrões com cera tipo II sobre um troquel metálico e incluíram os padrões em anéis revestidos internamente com uma, duas, três ou nenhuma tira de amianto umedecido, utilizando os revestimentos Higroterm, Hi-Temp e Cristobalite. A inclusão foi mecânica, realizada em aparelho próprio, com ou sem auxílio do vácuo. Após a presa, os blocos de revestimento foram cortados até a visualização de marcas existentes no troquel de aço e reproduzidas pelo padrão de cera para análise e comparação. Verificaram que a inclusão a vácuo permitiu maior expansão do conjunto padrão de cera-revestimento, sendo que houve diferenças de comportamentos entre os revestimentos Cristobalite e Higroterm, no entanto, a maior expansão foi encontrada para o revestimento Hi-Temp. A expansão do

conjunto padrão de cera-revestimento também foi maior com o uso de três ou duas tiras de amianto em relação a uma ou sem a tira de amianto.

Alves Rezende et al. (1992) estudaram a adaptação dos revestimentos à base de quartzo (Higroterm), cristobalita (Cristobalite) e fosfato (Muster), em contato com a cera azul para incrustações Kerr e resina acrílica Acrilay, empregados como materiais de modelo nas fundições. Os corpos de prova foram obtidos com uma matriz metálica de 28mm de diâmetro interno e 5mm de altura, e um lado da matriz estava em contato com uma placa de vidro, obtendo uma superfície espelhada e outra superfície esculpida. A seguir, pincelava-se o agente umectante, vazava-se os revestimentos e sobre eles uma cobertura com gesso pedra em cor contrastante, para facilitar a avaliação do ângulo de contato formado pelos revestimentos sobre a cera ou resina. Para avaliação dos ângulos utilizaram um microscópio Carl Zeiss e verificaram que os revestimentos à base de quartzo e cristobalita proporcionam melhor adaptação aos materiais de modelo (cera e resina acrílica), e as adaptações dos revestimentos estudados foram melhores sobre a cera que sobre a resina, e as superfícies espelhadas ofereceram melhores adaptações ao revestimento que as esculpidas.

Campagni et al. (1993) realizaram um projeto em que compararam a técnica de fundição rápida e convencional para pinos e núcleos metálicos. Utilizaram revestimento fosfatado para a técnica de fundição rápida e revestimento à base de gesso, e também revestimento fosfatado, em técnica convencional. Mensuraram e compararam a diferença entre o assentamento da fundição e o assentamento dos padrões em resina acrílica. Encontram o melhor

assentamento na técnica de fundição convencional quando o revestimento à base de fosfato foi utilizado, e a técnica de fundição rápida apresentou os melhores resultados quando o revestimento fosfatado foi empregado, porém, apresentou uma diferença de 0,148mm para o assentamento dos padrões.

Preocupados com o fato das restaurações metalocerâmicas deteriorarem-se durante os ciclos de queima em altas temperaturas para aplicação da porcelana, Campbell et al. (1995) estudaram o efeito da termociclagem e do acabamento superficial à adaptação marginal de coroas metalocerâmicas fundidas. Confeccionaram estruturas metálicas e realizaram a mensuração diretamente em um troquel de resina para compensar as variações individuais, em cinco locais pré-determinados, pelo uso do microscópio óptico (American Optical, Búfalo, N.Y.) com uma objetiva de exatidão de $1\mu\text{m}$ (x100). Os corpos de prova foram divididos em três grupos: G1: receberam polimento superficial com pontas de borracha e uma termociclagem inicial foi completada, mensuração e uma segunda termociclagem; G2: oxidação dos corpos de prova depois da desinclusão sem manipulação da superfície e, depois do tratamento térmico inicial, foram polidos como o G1; G3: depois de fundidos, os espécimens foram reincluídos no revestimento Complete e tratados termicamente a 1038°C por 20 minutos, desincluídas e tratadas como o G1 (isso determinou se a distorção pela termociclagem poderia ser reduzida pelo impedimento da fundição durante o processo de termociclagem inicial). Antes da primeira termociclagem da liga, todas as fundições adaptavam-se ao seu respectivo troquel de resina e, todas as amostras tiveram uma perda de adaptação após o polimento e oxidação.

As restaurações metalocerâmicas termocicladas resultaram em uma maior abertura marginal e toda a perda de adaptação ocorreu durante a primeira termociclagem da liga. Nenhuma perda adicional de adaptação ocorreu com o resfriamento e subsequente termociclagem quando estes passos foram completados depois do tratamento térmico inicial, e uma significativa redução na distorção ocorreu quando a termociclagem inicial foi completada antes das espécies serem resfriadas, não havendo mudanças detectadas como resultado de uma subsequente termociclagem ou resfriamento. As restaurações que foram resfriadas e então oxidadas pela manipulação convencional tiveram maiores desadaptações que a dos outros grupos. Observaram uma melhor adaptação marginal das restaurações metalocerâmicas quando a termociclagem inicial foi completada antes do polimento das espécies. Concluíram que a melhoria na adaptação marginal de fundições metalocerâmicas pode advir da completa desinclusão e, depois, então, do tratamento térmico de oxidação na temperatura normal da liga.

Segundo Schmitt e Chance (1995), a tradicional técnica da cera perdida está sendo suplantada pelas modernas tecnologias de precisão, a fim de se alcançar melhor exatidão das peças protéticas. Uma máquina de descarga elétrica (eletroerosão) combinada a um “scanner” a “laser” e ao sistema CAD (Computer Aided Dental Design)/CAM (Computer Aided Manufacturing) 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. Segundo os autores, esta nova tecnologia pode ser utilizada para

confeccionar restaurações implanto-retidas, com maior precisão e versatilidade em relação ao processo de fundição. Adicionalmente, esta máquina pode ser utilizada para realizar várias restaurações ao mesmo tempo, aumentando a eficiência e diminuindo o custo.

Cahi et al. (1996) compararam a estabilidade de três tipos diferentes de materiais (cera tipo II Kerr- Kerr, resina autopolimerizável Duralay – Reliance Dental, e resina fotopolimerizável Modilux – Vocco) utilizados na confecção de padrões de inlays, quando estocados por diferentes períodos de tempo (0, 1, 24 horas). Segundo os autores, é importante distinguir a diferença entre distorção e alteração proporcional devido à expansão e/ou contração; ou, então, saber se a distorção sempre acompanha a expansão e/ou contração e vice-versa. Neste trabalho, utilizaram um modelo mestre metálico representando uma cavidade inlay com 4 linhas referenciais intercaladas e definidas na base. Sobre essas linhas realizaram aferições, das quais obtiveram três índices que foram formulados para avaliar distorção e proporção de contração e/ou contração de materiais. Os autores, pelos resultados, observaram que de modo geral os materiais apresentaram uma significativa e proporcional contração em relação às suas dimensões originais; e nenhum dos três materiais mostrou algum tipo de distorção significativa dentro das 24 horas de avaliação realizada. Segundo os autores, o fato de nenhuma distorção ocorrer com os materiais para confecção de padrões e as mudanças serem somente de contração indica que as condições controladas da expansão do molde de revestimento são necessárias para compensar o total da

contração dos padrões e não para compensar problemas mais sérios de distorções dos padrões.

Por outro lado, também puderam ver que, dentro da primeira hora, as mudanças foram significantes, o que ressalta a importância de se incluir os padrões tão logo possível e, preferencialmente, dentro da primeira hora pós-remoção do troquel. Constataram, também, que a contração dos padrões de cera foi significativamente maior em relação aos padrões feitos em Duralay e Molidux; porém, não a contra-indicam, sendo considerada suficientemente estável como material para confecção de padrões se sua manipulação for apropriada. Por último, os autores ressaltaram a necessidade de estudos para se avaliar a relevância clínica destes achados.

Iglesias et al. (1996) analisaram a adaptação marginal de incrustações M.O.D. e coroas totais obtidas com padrões de cera, resina acrílica autopolimerizável (Duralay) e duas resinas fotopolimerizáveis: Palavit LC, e Triad VLC Burnout Paste, que é uma resina de diacrilato. Realizaram as mensurações em quatro diferentes áreas do troquel metálico sobre o qual os padrões foram confeccionados no período de uma e 24 horas após a fabricação desses. As incrustações M.O.D. e as coroas totais de padrões de resina exibiram uma desadaptação marginal estatisticamente menor que aquelas em padrões de cera, e as menores desadaptações foram observadas na mensuração na primeira hora. Os autores concluíram que, de maneira geral, os padrões de resina fotopolimerizável e de resina diacrilato apresentaram igual ou menor adaptação

marginal quando comparados aos padrões de cera e resina acrílica autopolimerizável.

Earnshaw et al. (1997) verificaram o efeito do potencial de expansão e a resistência ao calor dos revestimentos fosfatados à adaptação de coroas totais fundidas em liga áurea de alta fusão. Os revestimentos utilizados foram Ceramigold com 75% de líquido especial e o Ceramigold 2, em anel com faixa de celulose pré umedecida, presa à temperatura ambiente e presa com imersão em água a 38°C por 40 minutos. Eles mediram a expansão durante a presa e subsequente ao aquecimento a 825°C. Avaliaram a expansão total, a resistência ao calor e as desadaptações diametral e axial. Encontraram os melhores resultados de adaptação e menores distorções com presa seca do revestimento. Ceramigold mostrou maior resistência, que foi aumentada com o aquecimento, em relação ao ocorrido com Ceramigold 2. A temperatura de fundição a eles não foi maior que para alguns revestimentos à base de gesso. A maior resistência do Ceramigold deve-se ao efeito da sílica coloidal (líquido especial) com o qual foi manipulado. Para o revestimento fosfatado o potencial de expansão e a resistência ao calor estão relacionados com a desadaptação das peças fundidas. Concluíram que os potenciais de expansão do revestimento e resistência à compressão na temperatura de fundição são fatores que determinam alterações dimensionais à adaptação de coroas totais feitas com revestimento fosfatado, a expansão do revestimento apresentou forte relação com a desadaptação axial e insignificante correlação com a desadaptação diametral; e a resistência ao calor

mostrou forte correlação com a desadaptação diametral e muito fraca com a desadaptação axial.

Konstantoulakis et al. (1998) foram os primeiros a estudarem a desadaptação marginal de coroas totais na técnica de fundição rápida. Compararam a técnica de fundição convencional, que requer, em média, de 2 a 4 horas para execução; e a técnica de fundição rápida, requerendo, em média, 30 a 45 minutos. Para tal os autores dividiram o trabalho em três etapas; sendo a primeira, a mensuração do intervalo de tempo requerido para cada revestimento alcançar a temperatura máxima de exotermia durante a reação de presa; a segunda, a determinação da discrepância marginal de adaptação de coroas totais fundidas pelas técnicas em questão; e a terceira, a determinação da rugosidade das coroas metálicas obtidas.

Os autores utilizaram os revestimentos Complete (Jelenko) = CP; Ceramigold (Whip Mix) = CG; Cera-Fina (Whip Mix) = CF; e Power Cast (Whip Mix) = PC. Determinaram a temperatura de exotermia máxima com inserção de um termômetro calibrado com 1^o C colocado no centro do anel de fundição e marcando a temperatura a cada dois minutos, no início, e a cada um minuto, quando se aproximava da temperatura máxima. Encontraram as médias de temperatura de CP = 61.5^o C; CG = 55.4^o C; CF = 57.1^o C; PC = 68,6^o C.

Eles confeccionaram um troquel metálico e com este, troquéis de gesso, nos quais poderia ser colocado um anel de aço inoxidável espaçador. Sobre o troquel de gesso foram confeccionados os padrões de cera (Gator, Whip Mix) mantidos 48 horas em uma cuba à temperatura ambiente. Os padrões foram

mensurados (Traveling stereomicroscope, Alemanha) a partir da distância entre a margem da cera e a margem do troquel com ausência do anel espaçador; incluídos e realizada a eliminação da cera, nas técnicas de fundição convencional e rápida, fundidos com liga de prata-paládio. Obtidas as estruturas metálicas, elas foram assentadas no troquel metálico sob carga de 2kg/10 segundos. Eles mensuraram a discrepância marginal entre a margem da estrutura metálica e a margem do troquel, e subtraindo esta da primeira mensuração, obtiveram o valor da discrepância marginal. O uso do espaçador permitiu detectar discrepâncias de expansão e contração da área marginal.

Na terceira etapa avaliaram a rugosidade superficial nas duas técnicas de fundição por meio do SurfTest (Mitutoyo, Japão) e microscopia eletrônica de varredura.

Os autores não encontraram diferenças estatísticas de discrepância marginal para todos os revestimentos testados quando comparados às técnicas de fundição rápida e convencional, como também a média de rugosidade superficial não apresentou diferenças. Para a técnica de fundição rápida constataram que o revestimento Power-Cast apresentou melhor resultado, seguido do Ceramigold, Complete e Cera-Fina. Concluíram que uma aceitabilidade clínica de coroas completas fundidas pode ser obtida com a técnica rápida se as condições de aquecimento forem selecionadas para cada revestimento.

Krane et al. (1998) analisaram a estrutura superficial de 16 padrões de resinas que queimam sem deixar resíduos, com o intuito de encontrar a que poderia aumentar o alcance de aplicação em fundições dentais, tal como as ceras.

Analisaram as resinas: Adapta-Folie (BEGO, Germany); Delrin (Du Pont de Nemours Deutschland, Germany); Erkolen (Erkodent, Germany); Hostalen (Hoechst, AG); Lexan (GE Plastics, Canada); Lupolen (BASF AG, Alemanha); Novolen (BASF AG, Alemanha); Palavit G (Heraeus Kulzer, Alemanha); Palavit GCG (Heraeus Kulzer, Alemanha); Pattern Resin (G.C. Dental Products, Japão); Plexiglas (Röhm, Alemanha); Polyman (A. Schulman, Alemanha); Polystyrol (BASF AG, Alemanha); Ultramid (BASF AG, Alemanha) e Visio Form (ESPE Dentalmedizin, Alemanha), antes do processo de fundição, e o metal após a fundição para determinar diferenças na estrutura superficial. A mensuração foi realizada utilizando-se rugosímetro (modelo S8P, Feinprüf Perthen GmbH – Alemanha). Para isso confeccionaram um corte piramidal nas superfícies dos espécimens para leitura, sempre no mesmo local, utilizando o procedimento do corte calibrador, um método óptico 3-D de análise das condições superficiais para anotações paralelas.

Como a superfície de uma fundição dental é determinada por componentes do revestimento, a concentração do líquido especial e metal a ser fundido foram mantidos constantes, sendo utilizado o revestimento Ceramigold (Whip Mix Corporation, Alemanha).

As resinas foram comparadas entre si e apresentaram valor médio de profundidade da rugosidade entre 6,6 a 11,8 μm , e para média aritmética da rugosidade, um valor entre 1,1 a 1,8 μm . As resinas estudadas que apresentaram os menores valores de profundidade e média aritmética de rugosidade, respectivamente, foram as dos padrões obtidos com resina acrílica: Lupolen

(6,6 μm e 1,1 μm), Polyman (6,9 μm e 1,1 μm) e Palavit G (8,1 μm e 1,3 μm). Os autores acreditam que as estruturas superficiais das resinas livres de resíduos de queima examinadas estiveram num limite aceitável para técnica de fundição dental, e que a aplicação destas resinas na fundição é recomendável, podendo substituir as ceras ou combinações ceras/resinas.

Schilling et al. (1999), questionando a aceitabilidade dos resultados encontrados por Konstantoulakis devido ao número da amostra estudada, realizaram um trabalho em que também mensuraram a desadaptação marginal de coroas totais e determinaram a aceitabilidade clínica destas fundições, utilizando um único revestimento fosfatado (Ceramigold) pela técnica de fundição convencional e rápida. Para isso confeccionaram 22 corpos de prova, com padrões de cera para cada grupo, e realizaram as mensurações em quatro áreas pré-determinadas no troquel de gesso. Encontraram desadaptações de 13,2 μm para a técnica de fundição convencional e 13,6 μm para a técnica rápida quando realizaram as leituras de desadaptação no sentido perpendicular ao troquel. Mas, ao realizarem a leitura em inclinação de 25^o, obtiveram 31,6 μm e 32,2 μm para a técnica de fundição convencional e rápida, respectivamente. Constataram que a técnica de fundição rápida produziu coroas metálicas em 30 minutos e com as mesmas desadaptações marginais produzidas pela técnica convencional, e o fato de terem realizado 22 fundições demonstrou 90% de segurança para determinar a significância clínica das fendas marginais. Contudo, afirmaram que a técnica de fundição rápida é sensível à habilidade do operador, e a prática e a repetição

podem levar à melhora nos resultados. Quanto ao sentido de leitura da desadaptação não foi encontrada diferença estatisticamente significativa.

Takahashi et al. (1999) desenvolveram um dispositivo para mensurar a expansão de presa interna dos revestimentos fosfatados e estimar o efeito que os diferentes materiais para padrão poderiam ter no interior do revestimento durante a expansão de presa.

Eles utilizaram o revestimento GC VEST C (Taisei Dental Mfg Co Ltda) para inclusão e cera dura, cera macia e resina acrílica autopolimerizável como materiais para padrão. Para todos os materiais encontraram expansão vertical (2,26% -2,73%) maior que expansão horizontal (0,09% - 1,50%). A cera dura apresentou expansão horizontal maior na região cervical (1,39%) que na região oclusal, devido ao maior volume do material; pouca expansão horizontal ocorreu na resina acrílica, em função de sua rigidez, e na cera macia a expansão foi praticamente igual em toda sua extensão ocluso-cervical. Concluíram que o revestimento fosfatado promove expansão de presa não uniforme, principalmente no sentido horizontal.

Blackman (2000) partindo do pré-suposto que o uso das restaurações fundidas são freqüentes dentro da Odontologia restauradora e, voltado ao interesse de como diminuir o tempo requerido para a obtenção destas restaurações pelo processo de fundição, realizou um estudo para comparar as técnicas de fundição convencional e rápida. Utilizou como variáveis de estudo a mensuração do diâmetro externo da coroa, a fidelidade da reprodução dos detalhes marginais e a verificação da rugosidade superficial nas coroas totais metálicas fundidas.

O autor confeccionou padrões de cera para coroas totais e realizou a inclusão utilizando revestimento fosfatado (Complete, J. F. Jelenko). Dividiu sua amostra em três grupos: grupo I, para o qual aguardou 15 minutos de espera de presa de bancada e, em seguida, levou a um forno a 704°C, mantendo essa temperatura por 15 minutos; grupo II, cujo tempo de espera foi de 30 minutos e, em seguida, mantido por mais 30 minutos no forno a 704°C; grupo III, o tempo de espera de presa de bancada de 60 minutos e, após, levado a um forno a temperatura ambiente, elevada a 648°C em 30 minutos e mantida por 60 minutos.

Ele observou que o diâmetro externo das coroas foi ligeiramente maior nas peças fundidas que nos padrões de cera e esse aumento não foi estatisticamente significativo entre os grupos estudados. A reprodução dos detalhes marginais foi menor no grupo III que nos grupos I e II, que não exibiram diferenças significantes entre si, porém, o grupo III, apresentou a maior rugosidade superficial. Concluiu então que, as fundições podem ser feitas com sucesso tanto pela técnica de fundição convencional quanto pela rápida e que, um tempo pequeno de presa de bancada (15 minutos) e de forno (15 minutos), apresentam maior risco para fratura do bloco de revestimento, contudo, afirma que mais pesquisas são necessárias porque existem muitas perguntas sem respostas.

Soo et al. (2001) mensuraram a expansão de presa e térmica, comparando a expansão total com o coeficiente de expansão térmica dos revestimentos Croform WB, Selevest D, Selevest DM, Rema Exakt, Rematitan Plus, Gc Fujivest; todos utilizados para moldar superplásticos de superestruturas de implantes dentais e posterior fundição com liga Ti6Al4V. Verificaram que a

maior expansão total foi do revestimento Rema Exakt (1,77%) e a menor do Selevest D (0,40%), porém eles afirmam que apenas o revestimento Rematitan Plus ($\approx 0,95\%$) resultou em aceitabilidade clínica da faixa de superestruturas, pois esta liga apresenta uma contração de 0,92%, e a manipulação da expansão total pela alteração da expansão de presa sozinha assume, para os autores, que a proporção do líquido especial não tem efeito na expansão térmica, mas os fabricantes do Rematitan Plus e Rema Exakt sugerem que, com o decréscimo do volume do líquido especial, também haja uma diminuição da expansão térmica.

Ito et al. (2002) estudaram a relação entre as características da cera de baixa fusão e a concentração de líquido especial dos revestimentos na precisão de fundição de coroas $\frac{3}{4}$. Para tal os autores utilizaram quatro diferentes ceras com as seguintes temperaturas de plastificação: Paraffin 135–37,5^oC; Paraffin 1080 – 63,5^oC; Shofu Red – 41,5^oC e Shofu Hard – 51^oC. O revestimento fosfatado Ceramigold (Whip-Mix) com duas misturas: 100% de líquido especial e outra com 75% de líquido especial e 25% de água. O metal utilizado foi a liga de ouro tipo IV. As coroas $\frac{3}{4}$ foram mensuradas, após a fundição, para verificar a discrepância de adaptação em seis pontos (um mesial, um distal, um lingual e três pontos vestibulares), utilizando-se um microscópio comparador com precisão de 0,001mm (Measurescope UM-2; Nikon, Inc, Tóquio – Japão). Os autores constataram que nas mensurações cervicais dos lados lingual, mesial e distal não houve diferenças significativas na adaptação das peças fundidas quando as ceras Shofu Hard e Paraffin 1080 foram utilizadas. No entanto, o resultado obtido com estas duas ceras foi diferente quando comparado às ceras Shofu Red e Paraffin 38.

Para as três medidas na face vestibular, diferenças significantes foram encontradas em cada cera, sendo que a cera Paraffin 38 demonstrou melhores resultados em nível de adaptação. Concluíram que maior foi a contração de fundição quanto maior foi a temperatura de plastificação da cera, sendo que o grau de expansão de presa foi influenciado pela magnitude do escoamento desta cera e, utilizando-se 100% de líquido especial nos revestimentos, a contração de fundição foi menor.

Também avaliando o quesito adaptação cervical, neste mesmo ano, Yamaguti (2002) realizou um estudo para verificar a eficácia do revestimento aglutinado por fosfato melhorado e a do revestimento aglutinado por cerâmica frente à técnica de fundição rápida e técnica de fundição convencional, comparando qual proporcionaria melhores resultados de adaptação cervical às estruturas metálicas obtidas. Utilizou três revestimentos: Termocast (Polidental), Heat Shock (Polidental) e Micro Fine 1700 (Talladium Inc.). Todos foram submetidos às duas técnicas propostas. A verificação do ajuste cervical foi realizada com um microscópio comparador digital, e cada corpo de prova foi medido em doze pontos pré-determinados. A análise dos resultados demonstrou que a técnica de fundição rápida apresentou desempenho desfavorável quando comparada à técnica de fundição convencional para um mesmo revestimento, e a melhor adaptação, tanto na técnica de fundição convencional quanto na rápida foi obtida com o revestimento cerâmico. O autor conclui que a técnica de fundição rápida é viável para o revestimento cerâmico, mas sugere ser preciso obter

resultados favoráveis também aos outros revestimentos, antes de se abandonar a técnica de fundição convencional.

No que se refere à comparação entre a técnica de fundição convencional e rápida, Marchiori (2004) realizou um estudo em que confeccionou infra-estruturas metálicas com padrões de dois tipos diferentes de cera: Galileo Dip Pot Wax (Talladium Inc) e cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), empregando expansão higroscópica para o revestimento fosfatado All Therm (CNG Soluções Protéticas). Ele observou a desadaptação marginal destas infra-estruturas metálicas e encontrou para a cera Galileo os valores de $37\mu\text{m}$ e $23\mu\text{m}$ para a técnica de fundição convencional e rápida, respectivamente, e para a cera Azul para fresagem encontrou $39\mu\text{m}$ e $-6\mu\text{m}$ para a técnica de fundição convencional e rápida, respectivamente, com uma sobre-adaptação nesta última, porque utilizou em sua metodologia um anel espaçador em nível cervical junto ao troquel metálico, e realizou a mensuração da desadaptação com e sem este. Marchiori concluiu que, utilizando a expansão higroscópica e o revestimento fosfatado, foi possível viabilizar a técnica de fundição rápida, obtendo resultados favoráveis com ambas as ceras.



PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

*F*rente aos constantes avanços e inovações tecnológicas que ocorrem na minuciosa área da fundição odontológica, buscando novos materiais que se adaptem às ligas alternativas, e sabendo da real peculiaridade existente com a interação destes materiais e técnicas utilizadas, este estudo tem a proposta de:

⇒ Comparar dois materiais para confecção de padrões, cera e resina acrílica quimicamente ativada, avaliando qual deles resultará em infra-estruturas metálicas com melhores resultados de adaptação marginal;

⇒ Comparar dois diferentes revestimentos, um aglutinado por fosfato e isento de Ca (Termocast) e outro à base de cerâmica granulada (Micro Fine 1700), para inclusão dos padrões de cera e resina acrílica quimicamente ativada, avaliando qual deles promoverá melhores resultados de adaptação marginal;

⇒ Realizar as etapas de inclusão e fundição, utilizando as técnicas de fundição rápida e convencional, para comparar qual delas resultará em melhores valores de adaptação marginal, utilizando tanto os padrões de cera como os de resina acrílica quimicamente ativada, com os dois diferentes revestimentos em questão.



MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Materiais utilizados:

4.1.1 Cera



FIGURA 1 – Cera escultura Galileo para confecção dos padrões.

Cera de escultura Galileo (Talladium do Brasil, Curitiba, Paraná, Brasil), com ponto de fusão de 83°C, é recomendada e descrita pelos fabricantes como um material que proporciona ao trabalho uma perfeita adaptação, sendo livre de resíduos e impurezas, oferecendo maior facilidade na escultura e após a fundição, permite a obtenção de peças com maior uniformidade superficial do metal.

4.1.2 Resina acrílica quimicamente ativada



FIGURA 2 – Resina acrílica quimicamente ativada, Duralay, para confecção dos padrões.

Resina Acrílica Quimicamente Ativada, Duralay (Reliance Dental Mfg. Co., Chicago, U.S.A., distribuída por Polidental, São Paulo, Brasil). Os fabricantes a indicam para elaboração de coroas, pontes, inlays e onlays provisórias, moldagem de condutos intra-radiculares para a confecção de núcleos e obtenção de padrões para fundição. É apresentada sob a forma de um líquido (monômero) e um pó (polímero), sendo indicado o uso da técnica do pincel para a confecção dos padrões, pois o excesso de líquido evapora-se durante o processo de aplicação e a resina forma um padrão denso e preciso, dois minutos após a aplicação da última camada, momento em que se pode realizar o acabamento. O pré-aquecimento do polímero acelera o endurecimento e o resfriamento retarda. O padrão de Duralay se volatiliza em 40 minutos, a 400°C, sem deixar resíduo.

4.1.3 Revestimentos

4.1.3.1 Revestimento Micro Fine 1700



FIGURA 3 – Revestimento Micro Fine 1700 e seu líquido especial.

Revestimento à base de cerâmica granulada para altas temperaturas de fusão e fundição rápida - Micro fine 1700 (Talladium do Brasil, Curitiba, Paraná, Brasil).

Consistência.....	22ml líq para 90g de pó
Tempo de trabalho.....	6 minutos a 72° F ou 22°C
Tempo de presa inicial.....	9 minutos a 72° F ou 22°C
Tempo de presa final.....	15 minutos a 72° F ou 22°C
Expansão de presa.....	1,4%
Expansão térmica.....	1,8%
Expansão total.....	3,2%
Temperatura da expansão térmica.....	90% ocorre em 550°C

4.1.3.2. Revestimento Termocast



FIGURA 4 – Revestimento Termocast e seu líquido especial.

Revestimento aglutinado por fosfato, isento de Ca, para fundições em altas temperaturas – Termocast (Polidental, São Paulo, Brasil)

Consistência.....	16ml/100g
Tempo de trabalho.....	2 a 4 minutos
Tempo de presa (23° C).....	6 minutos
Expansão de presa.....	1,25%
Expansão higroscópica.....	1,50%
Expansão térmica (700° a 1000° C).....	1,25%
Expansão total	4%
Resistência à compressão, úmido 2 H.....	52Kg/cm ²

4.1.4 Liga Metálica



FIGURA 5 – Liga de Ni-Cr Vera Bond II.

Liga de Ni-Cr Vera Bond II (Aalba Dent, Cordelia, U.S.A.)

75.55% Ni.....	3.50% Si
11.50% Cr.....	4.25% Nb
3.50% Mo.....	2.25% Al
Resistência à tração, psi (MPA).....	119.000(821)
Resistência ao escoamento, psi (MPA).....	111.000(766)
Elongação %.....	4
Dureza.....	195(Vickers)
Densidade, g/cm ³	8,0
Coefficiente de Expansão, x10-6 psi (500° C).....	14,1
Ponto de Fusão °C.....	1260-1315

4.2 Troquel e matriz

Um troquel metálico foi obtido com a moldagem (Silicone de adição Elite Double17, Zhermack, distribuído por Labordental Ltda, São Paulo, Brasil) e duplicação do troquel metálico desenvolvido por Yamaguti (2002), apresentando preparo cervical em chanfrado na face vestibular e nos terços vestibulo-proximais, e chanferete nas demais faces. Optou-se pelo uso de troquéis metálicos para preservar a integridade do preparo, particularmente as margens, durante os procedimentos laboratoriais (FUSAYAMA, 1959; MARKLEY; KRUG, 1969).

O troquel foi fixado em gesso especial tipo IV (Durone – Dentsply Latin Americana, Ind. Com. Ltda), numa base quadrada de plástico rígido de 20 x 20 mm e 50mm de altura, e se realizou indexações (guias) nas suas laterais (Figura 6).



FIGURA 6 – Troquel metálico: a= preparo cervical em chanferete; b=preparo cervical em chanfrado; c=base quadrada fixando o troquel com gesso especial e apresentando indexações laterais.

Confeccionou-se um padrão com base de resina acrílica e enceramento correspondente ao de uma estrutura metalo-cerâmica, diretamente sobre o troquel metálico, isolado com vaselina sólida branca (Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda) (Figura 7).



FIGURA 7 – Padrão inicial sobre o troquel metálico.

O conjunto troquel metálico/padrão inicial foi moldado com silicone de compensação (Zetaplus – Zhermack, distribuído por Labordental Ltda, São Paulo, Brasil), originando uma matriz.

Esta matriz de silicone, após a remoção do padrão inicial, possuía um espaço correspondente para a reprodução da forma e espessura dos padrões. Esta matriz foi dividida ao meio, com uma lâmina de bisturi nº 11 (Free-Bac, Embramac Emp. Bras. Mat. Cir. Ind. Com. Imp. Exp. Ltda), e um cilindro plástico servia como mantenedor das duas porções. Também, com a lâmina de bisturi nº 11, confeccionou-se um canal de escoamento que permitiu a eliminação do excesso do material utilizado para a confecção do padrão, e as indexações realizadas na base quadrada do troquel serviram como guia e “stop” durante a introdução do troquel metálico (Figura 8).

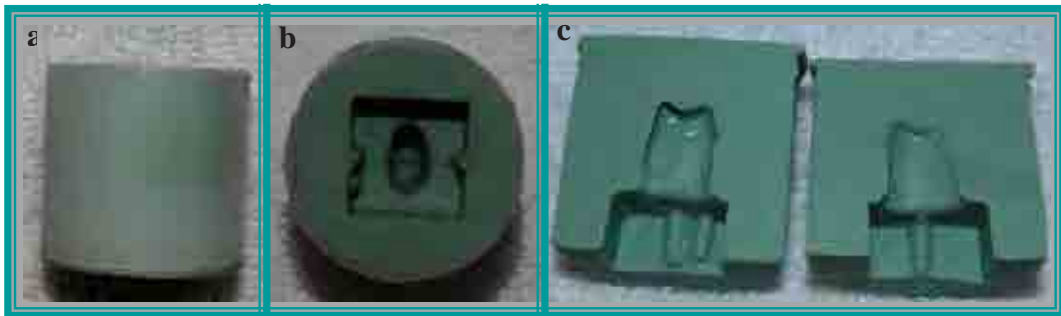


FIGURA 8 – Matriz em silicone para confecção dos padrões. A primeira imagem (a) apresenta o anel de plástico, mantendo as partes da matriz unidas; a segunda imagem (b) é uma vista superior desta matriz e a terceira imagem (c) mostra as partes da matriz separadas.

4.3 Obtenção dos padrões

Foram confeccionados 28 padrões em cera escultura Galileo (Talladium do Brasil, Curitiba, Paraná, Brasil) aquecida a 40° C, utilizando-se um plastificador de godiva, e ao atingir tal temperatura, a cera foi vertida no interior das partes da matriz com o auxílio de um gotejador de cera elétrico (PROTT'S), também calibrado para a temperatura de 40° C. As partes da matriz eram posicionadas no cilindro plástico mantenedor da posição original, o troquel metálico previamente isolado com vaselina sólida e, orientado pelas indexações laterais foi inserido no interior da matriz com pressão digital. Aguardava-se a solidificação da cera para, então, abrir a matriz, removendo o conjunto troquel/padrão de cera. Neste momento, se necessário, o selamento marginal do padrão de cera, bem como sua forma e espessura, eram corrigidas (Figura 9).



FIGURA 9 – Padrões de cera escultura Galileo. A primeira imagem é referente à cera no interior da matriz, sem a remoção dos excessos; a segunda imagem, ao padrão sobre o troquel; e a terceira imagem apresenta os padrões prontos para serem incluídos.

Para os padrões de resina acrílica quimicamente ativada Duralay (Reliance Dental Mfg. Co, Chicago, USA) foram realizadas a mesma seqüência, porém, utilizando resina acrílica Duralay na sua fase plástica. Após a polimerização desta resina, a matriz foi aberta e o conjunto troquel/padrão em resina acrílica foi removido. A seguir, foram feitos os recortes dos excessos e a correção do selamento marginal por meio da técnica de Nealon, como descrito por Alves Rezende et al. (1992) (Figura 10).



FIGURA 10 - Padrões de resina acrílica quimicamente ativada, Duralay. A primeira imagem é referente à resina acrílica no interior da matriz, sem a remoção dos excessos. A segunda imagem, o padrão sobre o troquel, e a terceira imagem, os padrões prontos para serem incluídos.

Imediatamente à obtenção dos padrões, estes foram fixados em uma barra de cera unida ao canal de alimentação, originando uma estrutura em forma de “T”, que foi confeccionada com bastões de cera Babinete nº5 (Ceras Babinete Ltda, Ind. Bras.), e esta, na base formadora de cadinho, com cera rosa nº9 (Wilson-Ind. Com. Art. Dent. Ltda-Brasil).

Em cada barra de cera foram fixados sete padrões com 45° de inclinação em relação à superfície oclusal. A fixação foi realizada sempre na região correspondente à cúspide vestibular, ficando a face palatina voltada para o exterior e a face vestibular para o interior do anel de silicone.

Cada conjunto foi incluído, utilizando anel de silicone para fundição de 120 gramas (anel nº5 - OGP Produtos Odontológicos – Brasil), previamente vaselinado (vaselina sólida branca, Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda).

Os padrões mantiveram uma distância de 6 mm da borda superior dos anéis, e antes da inclusão, receberam a aplicação de uma solução redutora de tensão superficial Anti-bolhas Padron (Kota Ind. Comércio Ltda) e secagem com leves jatos de ar (LACY et al., 1985).

De acordo com o grupo experimental, os anéis foram identificados e receberam os revestimentos programados, sendo, então, divididos entre os grupos que foram fundidos pela técnica convencional e pela técnica rápida (Figura 11).

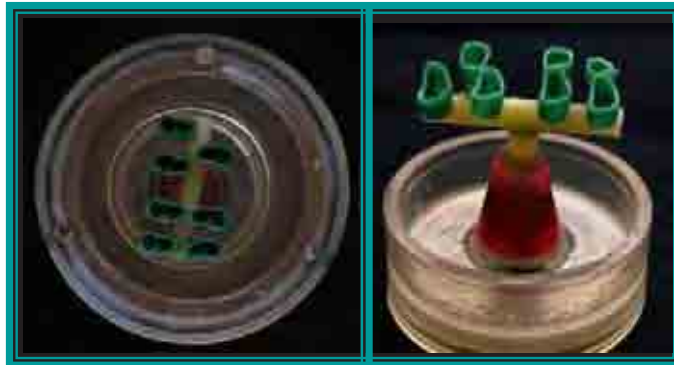


FIGURA 11 - Conjunto, barra/canal de alimentação e mais 7 padrões posicionados no anel de silicone de 120 gramas para fundição com os padrões em 45° de inclinação em relação à superfície oclusal.

4.4 Inclusão

O pó e o líquido dos revestimentos foram mensurados e manipulados, de acordo com as recomendações dos fabricantes referentes ao uso de um anel de 120g (Tabela 1). Inicialmente aglutinados manualmente, por 10 segundos, e a seguir, espatulados a vácuo mecanicamente (Polidental Ind. Com. Ltda, Brasil), cujo equipamento estava calibrado a 25 libras por 40 segundos para o revestimento Micro Fine 1700, e 60 segundos para o revestimento Termocast.

Tabela 1 – Condições de inclusão dos revestimentos

Revestimento	Líquido	Pó/Líquido	Ambiente
	Especial		durante a presa
	(%)		
Micro Fine 1700	75%	120g/21ml líquido especial e 8ml água destilada	Pressão 35 psi
Termocast	100%	120g/20,05ml líquido especial	Pressão 35 psi

Com o intuito de se obter uma superfície mais lisa na peça fundida, após inclusão dos padrões, o anel foi mantido numa panela de pressão (EDG Equipamentos, São Carlos, São Paulo, Brasil), com 110 Kgf/cm^2 , por 5 minutos. Depois disso, o anel foi retirado e o tempo de presa de bancada à pressão ambiente foi aguardado (JOHNSON, 1992; JUSZCZYK, 2000).

Para cada tipo de material para confecção dos padrões (cera – P1; resina – P2), utilizamos dois revestimentos para inclusão (Termocast- R1 e Micro Fine 1700 - R2) e duas técnicas de fundição (convencional – T1 e rápida – T2). Assim, obtivemos 8 grupos de amostras, sendo que para cada grupo realizamos 7 fundições com 7 padrões em cada anel, totalizando 8 fundições e 56 corpos de prova:

Tabela 2 – Grupos amostrais de estudo

Grupos	Interação
Grupo 1 (P1R2T2)	Padrão de Cera Revestimento Micro Fine 1700 Técnica de Fundição Rápida
Grupo 2 (P1R1T2)	Padrão de Cera Revestimento Termocast Técnica de Fundição Rápida
Grupo 3 (P1R2T1)	Padrão de Cera Revestimento Micro Fine 1700 Técnica de Fundição Convencional
Grupo 4 (P1R1T1)	Padrão de Cera Revestimento Termocast Técnica de Fundição Convencional
Grupo 5 (P2R2T2)	Padrão de Resina Revestimento Micro Fine 1700 Técnica de Fundição Rápida
Grupo 6 (P2R1T2)	Padrão de Resina Revestimento Termocast Técnica de Fundição Rápida
Grupo 7 (P2R2T1)	Padrão de Resina Revestimento Micro Fine 1700 Técnica de Fundição Convencional
Grupo 8 (P2R1T1)	Padrão de Resina Revestimento Termocast Técnica de Fundição Convencional

4.5 Fundição

Para o ato da fundição foram utilizados 18g da liga de NiCr (Vera Bond II– AalbaDent, Cordélia, U.S.A.) para cada anel, empregando somente ligas novas, seguindo as recomendações do fabricante, com chama de alta temperatura, bico com 7 orifícios múltiplos, mistura de gases oxigênio/propano e pressão de 35psi. O bloco de revestimento e respectivo cadinho foram posicionados na

centrífuga armada com 3 voltas (EDG Equipamentos, São Carlos, São Paulo, Brasil).

Foram realizadas as seguintes técnicas de fundição (Gráfico 1):

4.5.1 Técnica de Fundição Convencional: 60 minutos foram aguardados para presa do revestimento. Em seguida, este foi levado ao forno que estava em temperatura ambiente e foi aquecido escalonadamente a $14,7^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ até atingir a temperatura de 250°C , e permaneceu nesta temperatura por 30 minutos. Num segundo estágio de forno, a temperatura subiu escalonadamente $21,1^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ até alcançar 950°C e permaneceu nesta temperatura mais 30 minutos, para então se proceder a fundição.

4.5.2 Técnica da Fundição Rápida: foram aguardados 15 minutos para a presa do revestimento, que foi levado ao forno pré-aquecido em temperatura de 750°C . A seguir, a temperatura foi elevada para 950°C e os blocos de revestimento mantidos por 20 minutos no forno, até atingir a temperatura final de 950°C , para então se proceder a fundição.

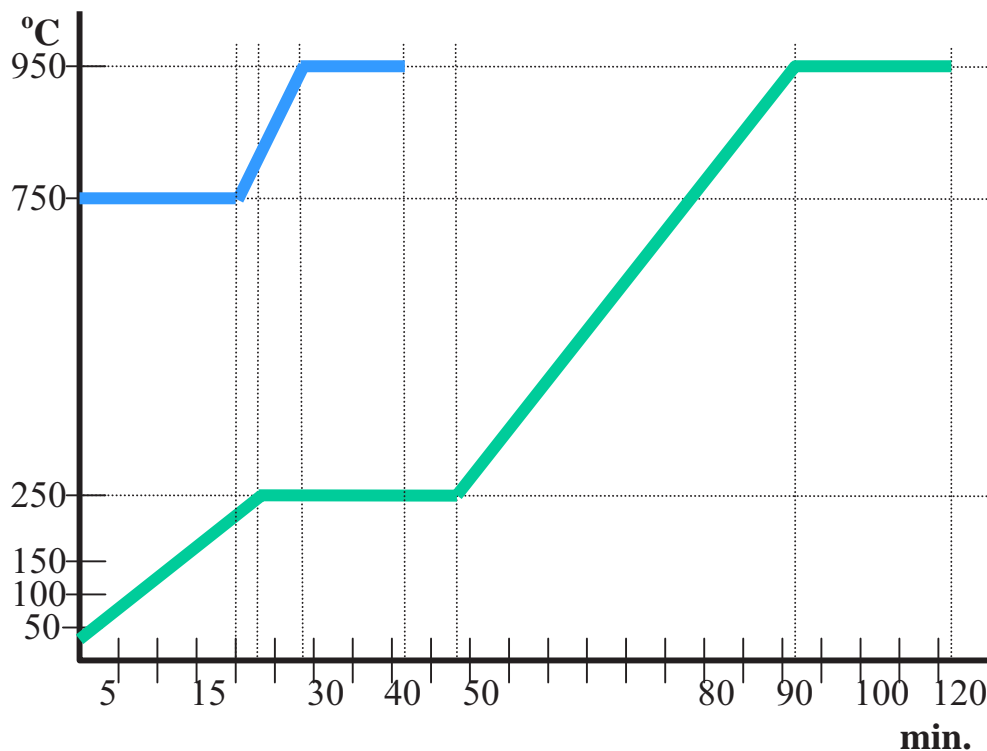


GRÁFICO 1 – Gráfico esquemático da velocidade de aquecimento dos blocos de revestimento: temperatura (°C) x tempo (min.), nas técnicas de fundição convencional (linha verde) e rápida (linha azul).

4.6 Desinclusão

Depois de se aguardar 30 minutos para o resfriamento dos blocos de revestimento, a desinclusão foi executada com broca montada em baixa rotação, removendo-se a maior parte do revestimento e posterior jateamento interno e externo das peças, com óxido de alumínio e granulação de 50 μm , utilizando aparelho Trijato (Odonto Larcon, Maringá, Paraná, Brasil) sob uma pressão de 50 libras.

Não foi realizado procedimento de usinagem para adaptação. Somente bolhas positivas foram removidas com broca de carboneto de tungstênio n°2 (Carbide –SSWhite Artigos Dentários Ltda), quando necessário.

4.7 Determinação do desajuste marginal

As leituras para determinação do desajuste cervical foram realizadas com um microscópio comparador digital Mitutoyo – Mig, Co, Lft, Tokyo, Japan, da Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia de Bauru, com precisão de 0,001 mm (Figura 12).



FIGURA 12 - Microscópio Comparador Digital Mitutoyo.

As estruturas metálicas foram identificadas por números ordinais na porção oclusal, indicando o padrão, o revestimento e a técnica de fundição com as quais foram confeccionadas. Elas eram escolhidas ao acaso para se realizar as mensurações da desadaptação cervical e, após, eram separadas de acordo com seu grupo; isto para evitar qualquer tendenciosidade.

Cada estrutura metálica foi mensurada em três diferentes pontos de cada face (mesial, distal, vestibular e lingual), obtendo-se 12 mensurações para cada infra-estrutura (Figura 13). Foram 672 leituras para 56 corpos de prova e, a seguir, foram realizadas as médias aritméticas para cada face (mesial, distal, vestibular e lingual) mensurada, obtendo-se 224 leituras.

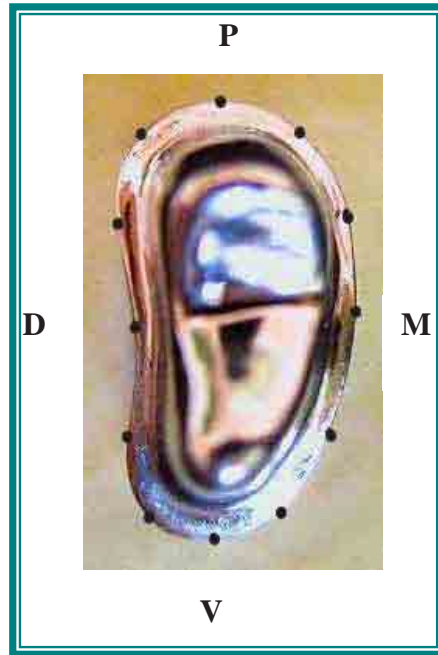


FIGURA 13– Pontos em negrito demarcando, esquematicamente, o local da mensuração da desadaptação marginal nas quatro faces (V, L, M, D.)

O microscópio possui um retículo comparador em forma de cruz, que foi posicionado no término do preparo cervical e posto em ponto zero; 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 representou o desajuste cervical em mm (Figura 14).

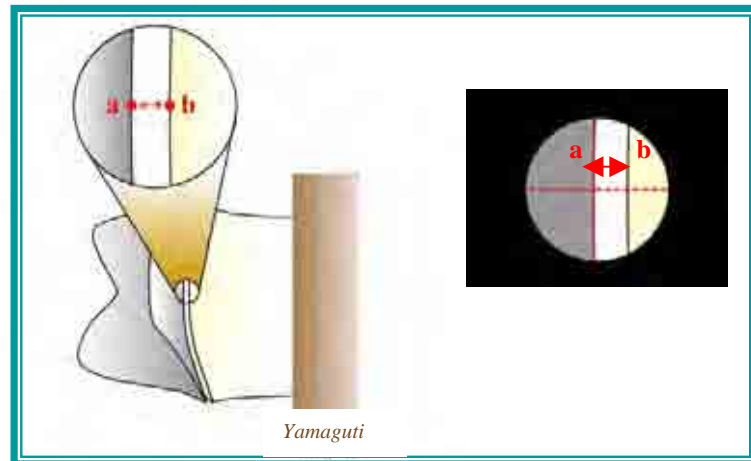


FIGURA 14 – Esquema da desadaptação marginal mensurada: distância entre o ponto *a* e *b* representa a desadaptação marginal.

4.8 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram analisados pela Técnica de Análise de Variância – ANOVA (Analisys of Variance), que permitiu comparar os grupos, considerando a dispersão (Variância) dos valores dentro de cada grupo e entre os grupos.

Para a verificação das diferenças existentes entre as médias foi utilizado o Teste de Tuckey, determinando médias e medidas de dispersão (desvio padrão), adotando-se a probabilidade de 5% de igualdade de significância entre as amostras.



RESULTADO

5 RESULTADO

As médias gerais de desadaptação marginal encontradas para as infra-estruturas metálicas em relação ao troquel metálico, segundo o material para confecção do padrão, revestimento e técnica de fundição utilizados neste trabalho estão representadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Média Geral e respectivo desvio padrão das desadaptações, em μm , de cada material de padrão utilizado, bem como o revestimento e técnica de fundição.

Técnica de fundição	Material de confecção do padrão	Revestimento Micro-fine 1700	Revestimento Termocast
Convencional	Cera	86,0 ^{A, a} \pm 0,0583	104,4 ^{B, a} \pm 0,0523
	Resina	185,3 ^{B, b} \pm 0,1334	57,4 ^{A, a} \pm 0,0284
Rápida	Cera	59,4 ^{A, a} \pm 0,0521	166,9 ^{B, b} \pm 0,0431
	Resina	55,4 ^{A, a} \pm 0,0189	55,6 ^{A, a} \pm 0,0343

Letras maiúsculas distintas entre si representam a análise na coluna, e letras minúsculas distintas representam a análise na linha, com diferença estatisticamente significativa para $p < 0,05$.

As médias de desadaptação marginal das infra-estruturas metálicas para cada tipo de material para o padrão estudado, segundo a técnica de fundição e revestimentos empregados, estão apresentadas nas tabelas de 4 a 7, que estão posicionadas no capítulo dos anexos.

Os resultados obtidos após a aplicação da análise de Variância e do Teste de Tukey estão representados nos Gráficos a seguir:

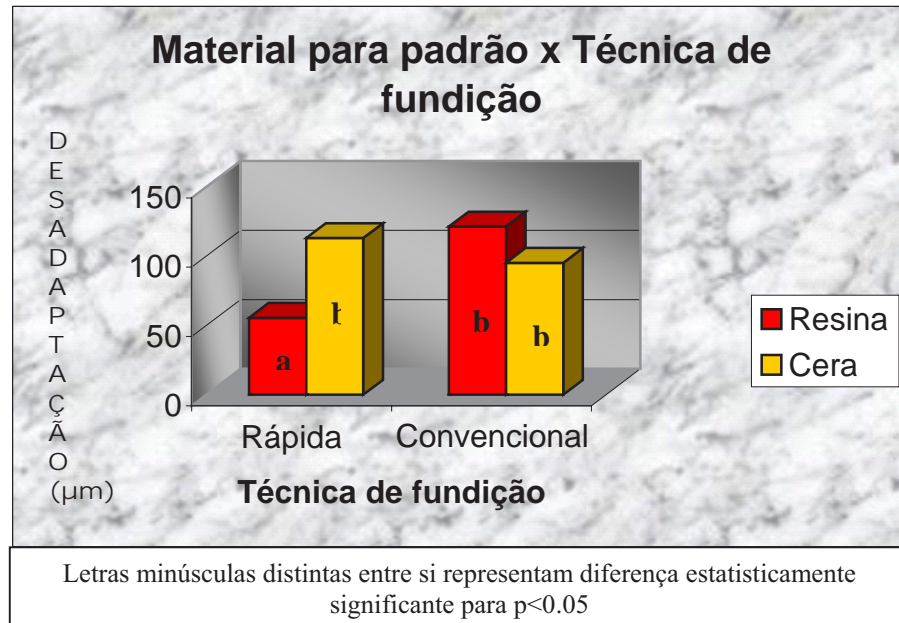


GRÁFICO 2 – Média da desadaptação marginal, em μm , para cada técnica de fundição: rápida e convencional, em relação a cada material para padrão: resina e cera.

O grupo das infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica apresentaram uma média de desadaptação (55,5) estatisticamente menor ($p < 0.05$) à média dos padrões de cera (113,1) quando estes foram fundidos pela técnica de fundição rápida, e pela técnica de fundição convencional não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

As infra-estruturas metálicas do grupo da cera não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando comparadas às técnicas de fundição rápida (113,1) e convencional (95,2), já o grupo resina acrílica apresentou menores desadaptações marginais com a técnica de fundição rápida (55,5) em relação à técnica de fundição convencional (121,3).

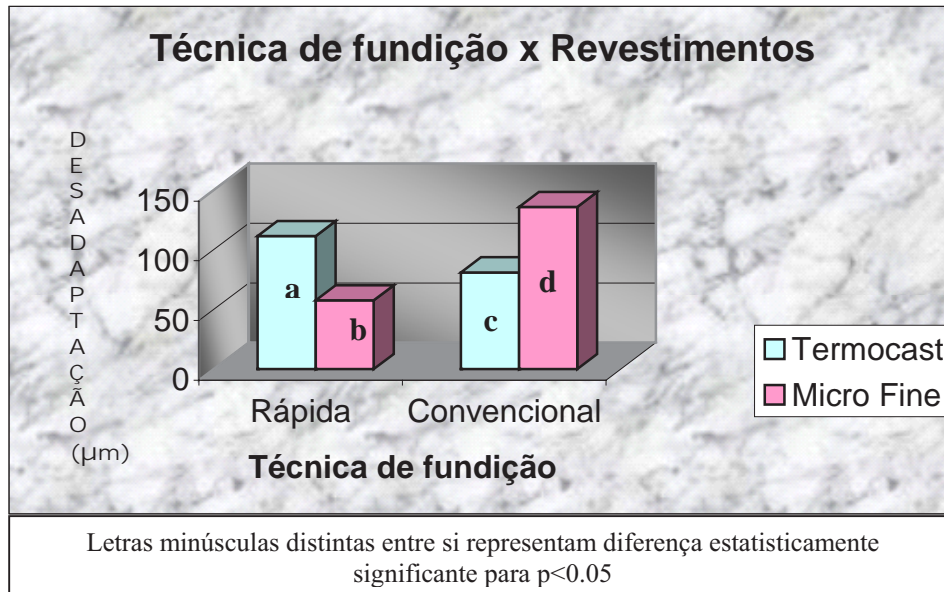


GRÁFICO 3 - Média da desadaptação marginal, em μm , para as técnicas de fundição: rápida e convencional, em relação aos revestimentos utilizados: Termocast e Micro Fine 1700.

Quando foi utilizado o revestimento Micro Fine 1700, obteve-se infra-estruturas com médias de desadaptações (57,4) estatisticamente menores ($p < 0.05$) que ao se usar o revestimento Termocast (111,2) e a técnica de fundição rápida; contudo, o revestimento Termocast apresentou média de desadaptação (80,9) estatisticamente menor ($p < 0.05$) quanto ao revestimento Micro Fine 1700 (135,6) na técnica de fundição convencional.

O revestimento Termocast apresentou infra-estruturas com menores desadaptações marginais pela técnica de fundição convencional (80,9) que pela técnica de fundição rápida (111,2). O revestimento Micro Fine 1700, por sua vez, apresentou resultados inversos, isto é, quando foi utilizada a técnica de fundição rápida (57,4), apresentou infra-estruturas com menores desadaptações marginais que pela técnica de fundição convencional (135,6).

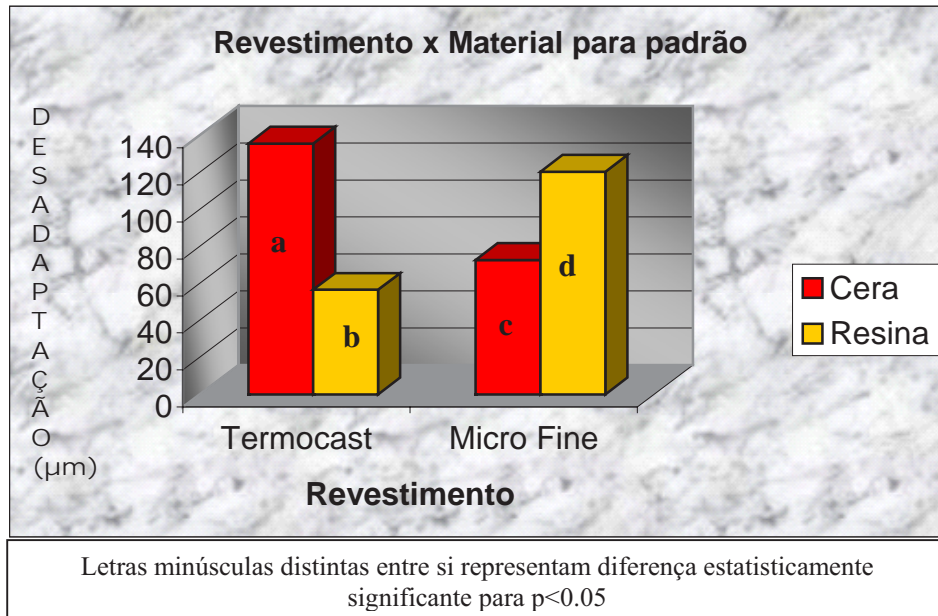


GRÁFICO 4 - Média da desadaptação marginal, em μm , entre os materiais para padrão: cera e resina acrílica, em relação aos revestimentos utilizados: Termocast e Micro Fine 1700.

Frente à utilização do revestimento Termocast, o grupo de infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica apresentou uma média de desadaptação (56,5) estatisticamente menor ($p < 0.05$) que o grupo de padrões de cera (135,6). Já quando utilizado o revestimento Micro Fine 1700, o grupo das infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera apresentaram uma média de desadaptação (72,7) estatisticamente menor ($p < 0.05$) que a média dos padrões de resina (120,3).

As infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera apresentaram menor desadaptação marginal com o revestimento Micro Fine 1700 (72,7) que com o revestimento Termocast (135,6). Contudo, as infra-estruturas obtidas com padrões de resina acrílica apresentaram menor desadaptação marginal com o revestimento Termocast (56,5) que com o revestimento Micro Fine 1700 (120,3).

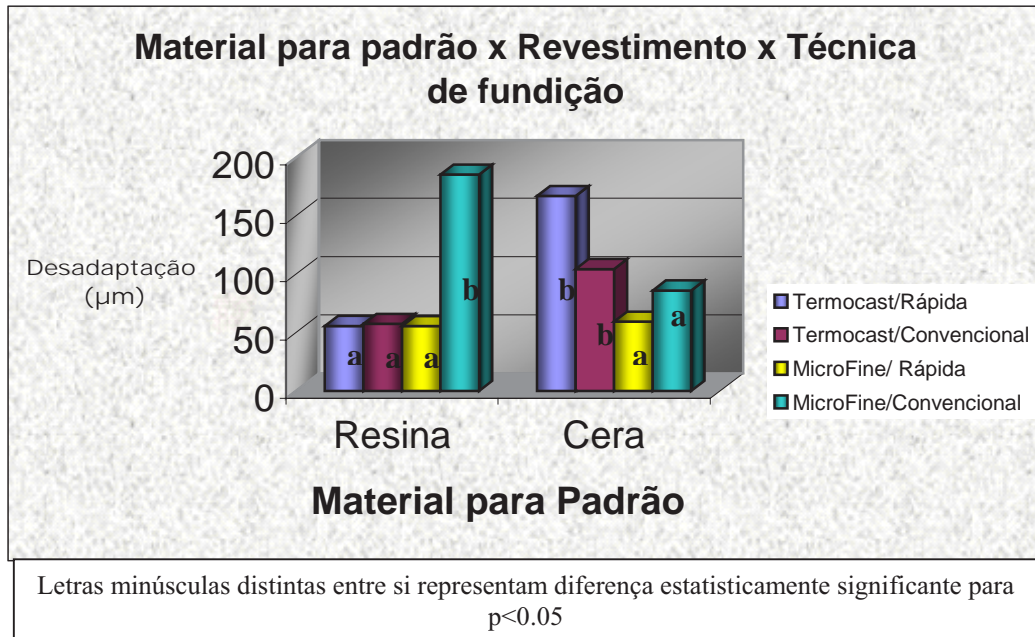


GRÁFICO 5 - Média da desadaptação marginal, em μm , das infra-estruturas metálicas, analisando os materiais para padrão: cera e resina acrílica, em relação os revestimentos: Termocast e Micro Fine 1700; e as técnicas de fundição: rápida e convencional.

As infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica apresentaram média de desadaptação marginal menor ao se utilizar o revestimento Micro Fine 1700 pela técnica de fundição rápida (55,4), seguida pelo revestimento Termocast utilizando a mesma técnica (0,0556), e novamente o revestimento Termocast, mas pela técnica de fundição convencional (57,4), sendo que o revestimento Micro Fine 1700, por meio da técnica de fundição convencional, apresentou a maior desadaptação marginal (185,3) estatisticamente significativa ($p < 0.05$) em relação aos grupos anteriores.

As infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera apresentaram média de desadaptação marginal menor quando se utilizou o revestimento Micro Fine 1700 pela técnica de fundição rápida (59,4) e revestimento Micro Fine 1700

pela técnica de fundição convencional (86,0). Estes valores estão estatisticamente diferentes em relação ao revestimento Termocast pela técnica de fundição convencional (104,4) e revestimento Termocast em técnica de fundição rápida (166,9), pois apresentaram os maiores valores de desadaptação marginal.

As infra-estruturas metálicas obtidas com o grupo 2 (59,4) não apresentaram valores médios de desadaptação marginal estatisticamente significantes em relação ao grupo 6 (55,4), nem aos grupos 5 (55,6) e 7 (57,4). Houve diferença apenas em relação ao grupo 8, que apresentou média de desadaptação maior.

As infra-estruturas obtidas com o grupo 4 (86,0) não apresentaram valores médios de desadaptação marginal estatisticamente significantes em relação ao grupo 6 (55,4), nem aos grupos 5 (55,6) e 7 (57,4). Houve diferença quanto ao grupo 8, que apresentou média de desadaptação maior.

As infra-estruturas metálicas obtidas com o grupo 3 (104,4) apresentaram valores médios de desadaptação marginal maiores, estatisticamente significantes ($p < 0.05$) em relação aos grupos 6 (55,4); 5 (55,6) e 7 (57,4); contudo, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em relação ao grupo 8 (185,3).

As infra-estruturas metálicas obtidas com o grupo um (166,9) apresentaram valores médios de desadaptação marginal maiores, estatisticamente significantes ($p < 0.05$) em relação aos grupos 6 (55,4); 5 (55,6) e 7 (57,4); contudo, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quanto ao grupo 8 (185,3).



DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

A Odontologia é a área da saúde que atende aos cuidados e atenção com o aparelho estomatognático com todos os seus elementos. O maior objetivo do cirurgião-dentista é a preservação e manutenção da dentição natural em estado saudável. Quando a integridade do elemento dental é comprometida, seja por processos cariosos ou fraturas, ocorrendo a perda parcial ou total da estrutura dentária, a prótese dentária, especificamente a prótese parcial fixa, consiste na reabilitação de parte ou da totalidade do elemento dental perdido.

No processo da reabilitação dental, um dos quesitos que determina o sucesso do tratamento e a longevidade também é o correto assentamento da peça protética sobre o respectivo preparo. Uma das vertentes diretamente relacionada ao assentamento é a adaptação em nível marginal, que, associado ao ato da cimentação confere o selamento marginal entre o dente e a restauração protética. A ausência de uma adequada adaptação marginal facilitará a dissolução do agente cimentante frente aos fluidos orais, bem como a instalação da placa bacteriana e, com isso, a probabilidade maior para se desenvolver a doença cárie e ou periodontal, comprometendo a reabilitação e a saúde bucal.

A confecção de uma infra-estrutura metálica pelo processo de fundição deve ser realizada com o máximo de atenção e cuidados. No entanto, é passível de não se obtê-la exatamente como se idealiza porque se utiliza um método indireto para tal. Baseadas neste fato, pesquisas buscam a desadaptação mínima,

limitando-se a estipular valores que sejam clinicamente aceitáveis, gerando controvérsias.

Jenkins e Phillips (1971) afirmaram ser clinicamente aceitável um valor que não ultrapassasse $50\mu\text{m}$; já para Kern et al. (1983) este valor fica entre 8,6 e $82,8\mu\text{m}$; e para White et al. (1993) é de $30\mu\text{m}$. Para Dedmon (1982) esse valor pode ser até maior, como $104\mu\text{m}$; e para McLean e von Fraunhofer (1971) é de $120\mu\text{m}$.

Neste trabalho, indiferentemente quanto aos materiais e técnicas utilizadas, os valores médios de desadaptação marginal oscilaram entre $55,4\mu\text{m}$ e $185,3\mu\text{m}$. Apesar da grande variação, a maioria dos grupos (1; 5; 6; 8) permaneceu dentro dos limites clinicamente aceitáveis, sendo entre 50 e $60\mu\text{m}$; já os valores dos grupos 3 e 4 foram menores que $105\mu\text{m}$; e somente os grupos 2 e 7 exibiram os maiores valores: $166,9\mu\text{m}$ e $185,3\mu\text{m}$ respectivamente.

Como o objetivo da expansão do revestimento é compensar a contração de fundição da liga, neste estudo foi utilizada a expansão de presa e térmica. Talvez a associação com a expansão higroscópica pudesse diminuir estes valores de desadaptação marginal obtidos, uma vez que Marchiori (2004) encontrou os valores de $39\mu\text{m}$ para a técnica de fundição convencional e $-6\mu\text{m}$, sobre-adaptação, para a técnica de fundição rápida. Porém, muita atenção e cuidado devem ser dados a este tipo de expansão, pois Jones e Wilson (1970) afirmaram que há possibilidade de ocorrer uma maior expansão se esta não for bem controlada, podendo ocasionar o aparecimento de trincas e rachaduras no revestimento, e Marzouk (1985) relatou a pouca praticidade desta técnica devido à

necessidade de se controlar a quantidade de água que o revestimento pode receber e o tempo que este revestimento pode permanecer em contato com ela.

Nesta pesquisa, ao se analisar o grupo amostral como um todo (n=56), e isolando as três variáveis estudadas, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes quanto ao valor médio de desadaptação marginal das infra-estruturas metálicas, podendo isto ser um indicativo de que o processo de fundição realmente depende da interação dos materiais e procedimentos envolvidos.

Referente aos materiais para padrão estudados, Venturini e Santos Jr, em 1978, também não encontraram diferenças significantes quando utilizaram cera e resina acrílica, somente constataram que o peso do conjunto troquel mais infra-estrutura metálica obtida com e sem a presença de agente cimentante foi menor ao analisarem o conjunto troquel e infra-estrutura obtida com resina acrílica em relação àquelas obtidas em cera.

As pesquisas na área da fundição odontológica, cujo objetivo é analisar a reação dos materiais utilizados para a obtenção dos padrões, procuram variar o material para padrão.

Diwan et al. (1997), estudando as ceras para fundição odontológica, afirmaram que elas apresentam um alto coeficiente de expansão térmica, fator que mais contribui para a desadaptação das restaurações quando não controlada. Acreditam que são várias as propriedades que resultam em instabilidades dimensionais: no resfriamento, a cera contrai, tendo uma expansão térmica linear de 0,6% quando aquecida de 25°C para 37°C; também apresenta tendência ao

escoamento; a quantidade de tensão induzida provoca distorções que são influenciadas pela forma e volume do padrão, tempo de estocagem, temperatura do padrão enquanto está em contato ou fora do troquel; e para Phillips e Skinner (1991) as ceras manifestam recuperação elástica (memória), recomendando que os padrões sejam incluídos imediatamente ou mantidos em refrigeração e trazidos à temperatura ambiente antes de serem incluídos.

Nesta pesquisa, os padrões em cera foram confeccionados quando esta era liquefeita a 40°C, e isto não indica interferência nos resultados, uma vez que Maluf (1973) verificou que as adaptações marginais não variaram com o uso da cera líquida ou plastificada. Porém, Ito et al. (2002) encontraram uma maior contração de fundição quanto maior foi a temperatura de plastificação da cera utilizada, e o grau de expansão de presa foi influenciado pela magnitude do escoamento da cera.

As relevâncias e diferenças estatisticamente significantes no quesito desadaptação marginal deste estudo foram notórias quando se cruzou as variáveis estudadas: material para padrão x revestimentos; material para padrão x técnica de fundição; revestimentos x técnica de fundição; e material para padrão x revestimentos x técnica de fundição.

O valor médio de desadaptação marginal encontrado para as infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera foi menor (72,7µm) ao se utilizar o revestimento Micro Fine 1700 (Gráfico 4), pois este revestimento, de acordo com o fabricante, alcança, durante a reação de presa, uma temperatura de aproximadamente 80°C, momento em que a cera já se plastificou totalmente,

proporcionando uma expansão de presa do revestimento livre porque não mais há cera para impor resistência. A expansão de presa será acentuada com a expansão térmica, uma vez que o revestimento Micro Fine 1700 apresenta uma proporção de 1,4% de expansão de presa e 1,8% de expansão térmica. Sobre isso, Ito et al. (2002) observaram que a maior expansão do revestimento deve acontecer com o aquecimento, isto é, expansão térmica.

Padrões de cera reagiram melhor com revestimento Micro Fine 1700. Alves Resende et al. (1992), estudando o revestimento à base de quartzo e Cristobalite, verificaram que estes se adaptaram melhor e apresentaram melhor contato superficial com a cera que com resina acrílica, pois um dos requisitos para um revestimento é sua capacidade de reproduzir detalhes existentes no modelo. Para que isto ocorra é necessário que durante a etapa de inclusão o revestimento envolva fielmente o padrão. Yamaguti (2002), em seu trabalho, confeccionou apenas padrões em cera e encontrou menores valores de desadaptação com o revestimento Micro Fine 1700 ($33,1\mu\text{m}$) que com o revestimento Termocast ($252,3\mu\text{m}$).

Este resultado merece destaque quanto ao fato do revestimento Micro Fine 1700 ser do mesmo fabricante da cera utilizada, cera escultura Galileo, ambos da Talladium do Brasil, ressaltando a maior afinidade existente entre estes materiais.

Em contrapartida, as infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica exibiram menor valor médio de desadaptação marginal ($56,5\mu\text{m}$) com a utilização do revestimento Termocast (Gráfico 4). Em observação laboratorial deste revestimento, verifica-se que ele é menos denso e mais poroso

que o revestimento Micro Fine 1700, e tal fato pode ter facilitado a evaporação do monômero residual, que pode não ter reagido, uma vez que os padrões de resina acrílica foram incluídos imediatamente após a sua obtenção. Alves (1964) afirma que a polimerização completa leva alguns dias para ocorrer, uma vez que a resina acrílica é composta por um líquido (monômero) e um pó (polímero), e o princípio da reação é polimerizar o monômero que envolve e plastifica as partículas do polímero onde se encontram os iniciadores (peróxido de benzoíla) que, por ação dos ativadores (aminas: tributil, trihexil, trioctilamina), também localizados no polímero, liberam radicais livres que atacam o monômero. As primeiras moléculas do monômero ativadas atacam sucessivamente as demais até terminar a reação por transferência de um átomo de hidrogênio de uma cadeia para outra.

Foi observado, ainda, que o revestimento Termocast, em relação ao Micro Fine 1700, apresentou-se menos fluído durante a inclusão. Assim, os padrões de resina acrílica expressaram melhores resultados que os de cera, porque, de acordo com Menezes (1983), Zeltser et al. (1985), Cahí et al. (1996), os padrões de resina acrílica suportam melhor as alterações dimensionais e as tensões que podem ser induzidas pela sua manipulação, e a cera acumula estas tensões, sendo o molde de revestimento Termocast melhor para os padrões de resina acrílica.

Cahí et al. (1996) verificaram que os materiais para padrão cera, resina acrílica autopolimerizável Duralay e fotopolimerizável Modilux sofrem alterações e não distorções, e afirmam ser necessária a expansão do revestimento para compensar a contração dos padrões e não problemas de distorções. Constataram

que os padrões de cera contraíram mais que os padrões de resina, mas não contradicam a cera, desde que sua manipulação seja controlada.

Neste estudo, os padrões confeccionados foram infra-estruturas de coroas totais para restaurações metalocerâmicas. Gallan Jr et al. (1970), Picichelli et al. (1982) e Takahashi et al. (1999) encontraram melhores resultados de adaptação marginal com revestimento fosfatado e padrões com resina acrílica autopolimerizável para coroas totais, ao contrário de incrustações classe I, que exibiram melhores resultados com padrões de cera.

Gallan Jr et al. (1970) verificaram que a cera, embora expandindo durante o aquecimento devido à exotermia de presa do revestimento, tem uma força de expansão insuficiente para causar um aumento da cavidade do molde. No entanto, as resinas acrílicas, em condições similares, podem promover uma ampliação da cavidade na qual está, dentro do revestimento, pois se faz presente pequena fluidez na temperatura em que a cera já ebuliu.

Takahashi et al. (1999) constataram que a expansão de presa do revestimento, frente à cera, acontece tanto no sentido vertical quanto horizontal, e frente à resina acrílica é maior verticalmente, havendo certa resistência horizontalmente, e Soo et al. (2001) afirmam que a expansão de presa dos revestimentos é influenciada pelo padrão.

Krane et al. (1998) recomendam padrões de resina acrílica, que podem substituir os padrões de cera, pois ao estudarem a estrutura superficial de resinas sem resíduos de queima, verificaram que elas estavam em alcance aceitável para os procedimentos de fundição dental. Para os autores a permeabilidade ao gás das

resinas é um fator importante devido ao escape do vapor, pois materiais impermeáveis são expelidos do anel antes dos permeáveis que são queimados “na forma de perda” (no forno). Um fator adicional pode ser a produção de gás da resina no processo de queima, influenciando o revestimento e não a fluidez do metal.

Para Franz (1988) as diferenças nas infra-estruturas metálicas obtidas por meio de padrões de resina podem ser explicadas pela variação na expansão dos materiais. Na expansão, a resina comprime o revestimento, assim, diferente da cera, o revestimento não pode expandir em direção à “forma perdida”. No entanto, o revestimento pode expandir para o exterior ou aglomerar-se, aumentando a condensação das partículas (densidade). Com isso, o processo fornece superfícies mais lisas e reduzia a permeabilidade do revestimento ao ar.

Porém, a contraposição desses dados encontrados diz respeito ao fato de que o processo de fundição é denominado “cera perdida” (TAGGART, 1907) por permitir a expansão do revestimento em todos os sentidos dentro do bloco do revestimento, sendo que os melhores resultados, teoricamente, deveriam ser obtidos com padrões de cera.

As infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica apresentaram menor valor médio de desadaptação marginal quando foram fundidas pela técnica rápida (55,5 μ m) (Gráfico 2). Este resultado está embasado por Campagni e Majchroweiz (1991), que realizaram a técnica de fundição rápida inicialmente para núcleos intra-radiculares de resina acrílica, alcançando bons resultados. Contudo, Campagni et al. (1993), que também realizaram a fundição

para pinos e núcleos com resina acrílica, encontraram melhores resultados para a técnica de fundição convencional que para a rápida, e que, segundo eles, apresentou uma diferença de 0,148mm entre o assentamento do padrão e da peça fundida. O fato da resina acrílica ter se comportado melhor com a técnica de fundição pode ser devido às características peculiares deste material, tais como a temperatura de volatilização, resistência ao calor, grau de distorção frente a altas temperaturas em curtos períodos de tempo.

O tempo de expansão de presa aguardado ao se usar a técnica de fundição rápida, segundo Campagni e Majchroweiz (1991), é suficiente para que as reações de presa sejam completadas, concentrando a expansão mais em nível térmico. Fundições com boa adaptação dependem de revestimentos com baixa expansão de presa e que o molde se expanda termicamente (EARSHAW et al., 1997). Para isso os revestimentos são manipulados com líquido especial, composto por uma sílica coloidal, cuja função é permitir maior expansão térmica (FERNANDES et al., 1989; ITO et al., 2002; PEGORARO et al., 1977). Neste estudo foram utilizados 75% de líquido especial para o revestimento Micro Fine 1700 e 100% para o revestimento Termocast.

Autores como Schilling et al. (1999), Blackman et al. (2000) e Yamaguti (2002) afirmaram a necessidade de mais pesquisas sobre a técnica de fundição rápida para se tentar explicar e responder às dúvidas quanto às dificuldades encontradas e apresentadas nesta técnica.

Neste trabalho, as infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de cera não apresentaram diferenças estatisticamente significantes se fundidas pela

técnica rápida ou convencional (Gráfico 2). Os resultados são compatíveis aos de Konstantoulakis et al. (1998) e Schilling et al. (1999), porém, em desacordo com Yamaguti (2002), que alcançou melhores resultados com a técnica convencional, e também com Marchiori (2004), que, aplicando expansão higroscópica ao revestimento fosfatado All Therm obteve melhores valores de adaptação marginal com a técnica de fundição rápida.

O fato de a cera apresentar resultados de maneira semelhante para as duas técnicas de fundição em questão deve-se aos revestimentos utilizados, que apresentam maior proporção de expansão térmica que expansão de presa, provocando pouca distorção do padrão, indiferentemente da técnica de fundição, pois, por meio da técnica rápida, as reações químicas e de presa são completadas quando o revestimento alcança o pico de exotermia e tem resistência suficiente para agüentar o “choque térmico” (FINGER et al., 1980; KONSTATOULAKIS et al., 1998), e usando a técnica de fundição convencional, a cera é indicada devido ao processo da “cera perdida” e por permitir a expansão livre da região interna do revestimento (TAKAHASHI et al., 1999).

Ao utilizar a técnica de fundição rápida, o revestimento Micro Fine 1700 produziu infra-estruturas metálicas com menores valores médios de desadaptação marginal (57,4 μ m) (Gráfico 3). Este resultado pode ter ocorrido porque a composição deste revestimento apresenta 50% de feldspato, 30% de quartzo, 10% de fosfato e 10% de modificadores. Esta porcentagem de feldspato confere maior resistência ao revestimento, e a cerâmica, além de ser uma boa condutora de calor em altas temperaturas, torna-se mecanicamente muito resistente, principalmente

para suportar o choque térmico ao ser colocada no forno pré-aquecido a 750°C, após 15 minutos de reação de presa de bancada, somando-se 30% de quartzo que se expande em altas temperaturas. Os ritmos das expansões e a expansão total são baixos, isto resulta em menores chances de danos ao molde de revestimento, acentuando sua resistência (FINGER et al., 1980; ITO et al., 1996; KONSTATOULAKIS et al., 1998).

Devido à sua composição, o revestimento Micro Fine 1700 parece ser mais indicado para a técnica de fundição rápida com ligas de Ni-Cr, pois segundo o fabricante, não contém carbono e pode ser utilizado para todos os tipos de ligas alternativas.

Ao utilizar a técnica de fundição convencional, o revestimento Termocast produziu infra-estruturas metálicas com menor valor médio de desadaptação marginal (80,9µm) (Gráfico 3). Este revestimento apresenta expansão de presa de 1,25% e expansão térmica de 1,25% também, e a expansão do revestimento tem forte correlação com a desadaptação no sentido axial (EARSRAW et al. 1997). Por isso é necessário aguardar 60 minutos de presa de bancada, para que toda possível reação de presa aconteça. E prosseguindo com a expansão térmica, cujo forno foi aquecido a partir da temperatura ambiente, seguindo os passos indicados pelo fabricante até alcançar a temperatura de fundição da liga, pois o revestimento Termocast tem, em sua composição, a cristobalita, o que sugere um tratamento térmico em baixa temperatura para permitir todo o potencial de expansão.

Ligas de Ni-Cr, com alto ponto de fusão, apresentam maior contração de fundição, precisando, então, de revestimentos com grande quantidade de expansão

para compensar a contração (BARAN, 1983). Para tal indica-se os revestimentos fosfatados que apresentam maior expansão de presa que os revestimentos de gesso. Ito et al. (2002) verificaram que a magnitude da expansão de presa é afetada pela temperatura ambiente, no qual o revestimento é manipulado, e também pelo tempo de vida útil e condicionamento do produto. O calor liberado durante a presa do fosfato ocorre por uma reação química entre fosfato de amônia ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) e magnésio (MgO), gerando uma reação exotérmica. Com o líquido especial a 100% há maior liberação de calor e expansão de presa que com 75%.

Neste estudo o revestimento fosfatado Termocast não reagiu tão bem quando se utilizou a técnica de fundição rápida, mesmo com a utilização de 100% de líquido especial, pois de acordo com Blackman et al. (2000), para um revestimento fosfatado, 15 minutos não são suficientes para que aconteçam as reações de presa. Estes autores sugerem 30 minutos por ser menos danoso ao molde de revestimento. Konstantoulakis et al. (1998) citam: “se procuras uma fundição na técnica rápida adequada, debes seleccionar as melhores condições de aquecimento para cada revestimento”.

Analisando a interação das três variáveis: material para padrão, revestimento e técnica de fundição, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes com os grupos 1, 3, 4, 5, 6 e 8 (Tabela 2, análise em linha). As diferenças concentraram-se no grupo 2 ($166,9\mu\text{m}$) e grupo 7 ($185,3\mu\text{m}$) (Tabela 2, análise em linha) que exibiu os maiores valores de desadaptação marginal, não aceitáveis clinicamente, e isto se deve à quebra da interação entre os materiais utilizados já comentados anteriormente.

Analisando esta interação, Konstantoulakis et al. (1998) encontraram uma temperatura de reação de presa de todos os revestimentos estudados por eles em torno de 38,5°C, e com esta temperatura sugeriram que houve mínima restrição para expansão de presa do revestimento imposta pela cera, resultando em alta efetividade de expansão de presa pelo revestimento e maiores distorções ao padrão de cera incluído. Nestas situações, um revestimento à base de fosfato com expansões de presa mínimas e térmica alta deveria ser usado porque, se a expansão total for baseada amplamente na reação de presa, forças restritas aplicadas para o revestimento em expansão pelo padrão de cera deveriam resultar em fundições não exatas (FINGER, 1980).

Dos resultados encontrados neste estudo, pode-se observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais para padrão cera e resina acrílica, entre as técnicas de fundição rápida e convencional, e nem entre os revestimentos Termocast e Micro Fine; sugerindo que estes materiais podem ser utilizados no processo de fundição odontológica para obtenção de infra-estruturas metálicas com liga metálica de Ni-Cr. Contudo, melhores valores de adaptação marginal, um dos fatores que determinam o sucesso das restaurações protéticas e a longevidade poderão ser obtidos se as interações entre estes materiais forem respeitadas. Verificou-se um menor valor médio de desadaptação marginal das infra-estruturas metálicas (55,4 µm) quando foi utilizado material para padrão resina acrílica, revestimento Micro Fine 1700, na técnica de fundição rápida, e o maior valor médio (185,3 µm) foi obtido quando também se utilizou material para

padrão resina acrílica, revestimento Micro Fine, porém, na técnica de fundição convencional.

Isto não significa que a técnica de fundição rápida resulte em infra-estruturas metálicas com melhor adaptação marginal que a técnica de fundição convencional; apenas que, de acordo com este estudo, ao se realizar a técnica de fundição rápida, melhores resultados foram obtidos com a utilização do material para padrão resina acrílica e revestimento Micro Fine 1700. Quanto à técnica de fundição convencional os melhores valores foram obtidos com material para padrão resina acrílica e revestimento Termocast ($57,4\mu\text{m}$).

Este estudo também não indica que a cera foi pior que a resina acrílica como material para obtenção de padrão, apesar das escassas informações sobre as propriedades físico-químicas fornecidas pelos fabricantes destes materiais para padrão utilizados nessa pesquisa. Estes resultados estão de acordo com Gallan Jr et al. (1970), Menezes (1983) e Cahil et al. (1996), que não verificaram diferenças nas estruturas fundidas obtidas com cera ou resina acrílica.

Nesta pesquisa foi possível constatar a interação existente entre os materiais e técnicas utilizadas no processo de fundição, contudo, mais estudos são necessários para se analisar também a interação com o metal a ser fundido, uma vez que apenas a liga de Ni-Cr foi utilizada.



CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Após análise dos resultados obtidos, seguindo a metodologia proposta, pode-se concluir que:

⇒ O material para padrão cera reproduziu infra-estruturas metálicas com menores valores de desadaptação marginal frente ao revestimento Micro Fine 1700 e o material para padrão resina acrílica frente ao revestimento Termocast, independentemente da técnica de fundição.

⇒ O material para padrão cera comportou-se melhor tanto na técnica de fundição convencional quanto na técnica de fundição rápida, e o material para padrão resina acrílica apresentou-se melhor na técnica de fundição rápida.

⇒ O revestimento Termocast comportou-se melhor com o material para padrão resina acrílica; e o revestimento Micro Fine 1700 com o material para padrão cera, independentemente da técnica de fundição.

⇒ O revestimento Termocast apresentou melhores resultados na técnica de fundição convencional e o revestimento Micro Fine 1700 na técnica de fundição rápida, independentemente do material para padrão, sendo o inverso também verdadeiro.

⇒ A adaptação marginal das infra-estruturas metálicas obtidas com a técnica de fundição convencional exibiu valores semelhantes, tanto com o material para padrão cera quanto com o material resina acrílica, independentemente do revestimento.

⇒ As infra-estruturas metálicas que apresentaram melhores adaptações marginais foram as obtidas por padrões de resina acrílica na técnica de fundição rápida, tanto com o revestimento Termocast quanto com o Micro Fine 1700, seguidas das obtidas por padrões também de resina acrílica, porém, na técnica de fundição convencional com o revestimento Termocast, e padrões de cera na técnica de fundição rápida com revestimento Micro Fine 1700.

⇒ É possível alcançar bons resultados de adaptação marginal tanto para padrões de resina acrílica quanto de cera, sendo a técnica de fundição rápida viável tanto quanto a técnica de fundição convencional, desde que se utilize revestimentos de boa qualidade, respeitando as instruções dos fabricantes e as interações com as técnicas de fundição.



REFERÊNCIAS

ALVES, R. A. **O padrão de resina de rápida polimerização, na confecção de blocos fundidos para a restauração dos molares decíduos.** 1964. 55f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Odontologia da Universidade do Recife, Recife, 1964.

ALVES REZENDE, M. C. R. et al. Adaptação de diferentes tipos de revestimento em contato com a cera e resina, empregadas como materiais de modelo na fundição. **Rev. Odontol. UNESP**, São Paulo, v.21, p. 267-274, 1992.

ARRUDA, J. L.M. **Manutenção dos detalhes de superfície e comportamento dimensional de materiais utilizados no processo de fundição,** 1979. f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Araçatuba, 1979.

BARAN, G. R. The metallurgy of Ni-CR alloys for fixed prosthodontics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.50, n.5, p.639-650, Nov. 1983.

BARREIRA, A. Matérias Plásticas e substancias químicas. In: _____. Resumo de prothese dentária. Bahia: Joaquim Ribeiro, 1909. p. 43-60.

BEESON, P. E. The use of acrylic resins as na aid in the development of patterns for two types of crowns. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.13, n.3, p.493-498, May/Jun. 1963.

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.187-193, Feb. 2000.

CAHI, E.; ROSEN, M.; BECKER, P. J. A comparasion of the dimensional stability of three inlays pattern materials. **J. Dent. Assoc. S. Afr.**, Cape Town, v. 51, n.6, p. 337-342, Jun. 1996.

CAMPAGNI, W. V., MAJCHROWICZ M. An accelerated technique for casting post and core restorations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.66, n.2, p.155-156, Aug. 1991.

CAMPAGNI, W. V.; REISBICK, M. H.; JUGAN, M. A comparasion of an accelerated technique for casting post-and-core restorations with conventional techniques. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v. 2, n. 3, p.159-166, Sep. 1993.

CAMPBELL, S. D. et al.. Effects of firing cycle and surface finishing on distortion of metal ceramic castings. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.74, n.5, p.476-481, Nov. 1995.

CASTRO, U. L. Resinas acrílicas quimicamente ativadas em substituição à cera nas fundições. **Rev. XXV de Outubro**, Campinas, v. 2, n.3, p. 36-39, 1961.

DEDMON, H. W. Disparaty in expert opinions on size of acceptable margin opening. **Oper. Dent.**, v.7, p.97-101, 1982.

EARNSHAW, R. Cobalt – Chromium alloys in dentistry. **Brith. Dent. J.**, v.101, p.67-75, 1956.

EARNSHAW, R. Further measurements of the casting shrinkage of dentl cobalt-chromium alloys. **Brit. Dent. J.**,v.108, p.389-396, 1960.

EARNSHAW, R.; MOREY, E. F.; EDELMAN, D. C. The effect of potential investment expansion and hot strength on the fit of full crown castings made with phosphate-bonded investment. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 24, n.7, p. 532-539, Jul. 1997.

FERNADES, R. M. et al. Revestimentos para altas temperaturas. Parte I- Avaliação de algumas propriedades físicas. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, Bauru, v.3, n.1, p.253-257, jan./mar. 1989.

FINGER, W. Effect of thickness of peridental restorations on the casting precision. **Scand. J. Dent. Res.**, v.88, p.455-459. 1980.

FRANZ G. Investment materials: dental materials and their processing. (In Germany) 5 th ed. Mich, Vienna: Hanser; 1988. p. 25-47

FUSAYAMA, T. Factors and technique of precision casting. Part I. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 9, p.468-497, May/Jun. 1959.

GALAN JUNIOR, J.; MONDELLI, J.; VIEIRA, D. F. Comparative study of dimensional changes of castings obtained from wax or acrylic resin patterns: their influence on the fit of castings. **Estomatol. Cult.**, Bauru, v.4, n.2, p.157-79, jul./dez. 1970.

GHERSEL, T.; MATSON, E. Contribuição para o estudo da alteração dimensional do conjunto padrão de cera-revestimento sob o efeito da inclusão à vácuo. **Rev. Paul. Odontol.**, São Paulo, v.14, n.5, p.26-28, set./out. 1992.

IGLESIAS, A.; POWERS, J. M.; PIERPONT, H. P. Accuracy of wax, autopolymerized, and light-polimerized resin pattern materials. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v. 5, n. 3, p.201-205, Sep. 1996.

ITO, M. et al. Effect of wax melting range and investment liquid concentration on the accuracy of a three-quarter crown casting. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.87, n.1, p.57-61, Jan. 2002.

JENKINS, C. B. G.; PHILLIPS, R. W. An evaluation of five inlay investing techniques employed with different types of wax patterns. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.25, n.2, p.211-220, Feb. 1971.

JOHNSON, A. The effect of five investing techniques on air bubble entrapment and casting nodules. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.5, n.5, p.424-433, Sep./Oct. 1992.

JOHNSTON, J. F. et al. Construction and assembly of porcelain veneer gold crowns and pontics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.12, n.6, p.1125-37, Nov/Dec. 1962.

JUSZCZYK, A. S., RADFORD, D. R., CURTIS, R. V. The influence of handling technique on the strength of phosphate-bonded investments. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.16, n.1, p.26-32, Jan. 2000.

KERN, M.; SCHALLER, H.; STRUB, J.R.. Marginal fit of restorations before and after cementation in vivo. **Int J Prosthodont**, Philadelphia, v.6, p.585, 1989.

KONSTANTOULAKIS, E. et al.. Marginal fit and surface roughness of crowns made with an accelerated casting technique. **J. Proshtet. Dent.**, St. Louis, v. 80, n. 3, p.337-345, Sep. 1998.

KRANE, M.; PATYK, A.; KOBES, L. W. R. Study on the surface of resins that burn without residues in the lost-wax procedure. **J. Proshtet. Dent.**, St. Louis, v. 79, n. 4, p.389-392, Apr. 1998.

KRIKOS, A. A. Self-curing resins in constructing patterns for small castings. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.20, n. 3, p.235-238, Sept. 1968.

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.367-369, Sept. 1985.

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.161-166, Aug. 1981.

LEONARDI, P.; VIEIRA, D. F. Casting shrinkage of some base metal alloys used in dentistry. **Rev. Odontol. UNESP**, São Paulo, v.10, n.1/2, p.41-44, 1981.

LASATER, R. L. Control of wax distortion by manipulation. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 27, n.4, p.518-524, Out. 1940.

LUK, H. W. K.; DARVELL, B. W. Strength of phosphate bonded investments at high temperature. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 7, n. 2, p.99-102, Apr. 1991.

MALUF, W. I. Ajuste e alteração dimensional de fundições em função de métodos de plastificação da cera, temperaturas de inclusão, revestimentos e decapagem. **Rev. Fac. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.11, n.1, p.63-74, jan./jun. 1973.

MARCHIORI, A.V. **Avaliação da desadaptação marginal de estruturas metálicas obtidas com variações quanto aos tipos de cera e às técnicas de inclusão e fundição**, 2004. 152f. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Araçatuba, 2004.

MARIOTTO, C. L.; OLIVEIRA PINTO, E. C. **Fundição de Precisão: uma tecnologia em desenvolvimento**. No IPT – ABM – Ciência e Técnica Metalúrgica, v.29, n.182, jan. 1973.

MARKLEY, M. R. The wax pattern. **Dent. Clin. North. Am.**, Philadelphia, p. 615-623, Nov. 1958.

MARKLEY, K. R.; KRUG, R. S. Silver plating rubber base material for superior dies and cast. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 22, p. 103-110, Jul.1969.

MARZOUK, M. A. **Casting fabrication**. In: Modern theory and practice. St. Louis: Ishiyaku Euro America, 1985. cap.4, p.373-385.

MARZOUK, M. A.; KERBY, J. **The exothermic casting produce: a comparative study of four thermal treatments**. St. Louis: Quintessence Yearbook, 1988. p. 177-185.

McLEAN, J. W.; vonFRAUNHOFER, J. A. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. **Br. Dent. J.**, London, v.131, n.3, p.107-111, Aug. 1971.

MENEZES, J. C. P. **Avaliação do ajuste cervical de coroas totais fundidas com liga a base de cobre-alumínio (Duracast-MS), obtidas a partir de diferentes padrões de fundição, utilizando-se de revestimentos a base de gesso (Cristobalite) e a base de fosfato (Hi-Temp)**. 1983. 60f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Baur, Universidade de São Paulo, Bauru, 1983.

MOREY, E. F.; EARNSHAW, R. Effect of potencial investment expansion and hot strength of the fit of full-crown casting made with a gypsum-bonded investment. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 11, n.5, p.311-316, Sept. 1995.

NEIMAN, R. Precision casting by investment molding process. Reprinted from "Transactions", American Foundrymen's Association, v. 52, p.349-83, 1944.

PAPTHANASIOUS, C. Acrylic resin patterns in fixed prosthetic dentistry. **Odontoiatriki**, Athens, v.7, n.2, p. 91-110, Mar/Apr. 1974.

PEGORARO, L. F. **Avaliação das expansões de presa, higroscópica e térmica de três revestimentos a base de fosfato.** 1977. 124f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1977.

PEYTON, F. A.; CRAIG, R. C. **Restorative dental materials.** 4 ed. ST Louis: Mosby, 1971. p. 315.

PHILBROOK, D. Cast Fillings. **Iowa State Dent. Soc. Trans.**, p.277-279, 1897.

PHILLIPS, R. W. **Materiais dentários de Skinner.** 8 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984. 467p.

PHILLIPS, R. W.; BIGGS, P. H. Distortion of wax patterns as influenced by storage time, storage temperatures and temperature of wax manipulation. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.41, n.1,p. 28-37, Jul.1950.

PICICHELLI, J. et al. Ajuste de restaurações metálicas fundidas obtidas a partir de diferentes materiais para troquel e padrões de fundição. **RGO**, Porto Alegre, v.30, n.2, p.113-119, abr./jun. 1982.

RING, M. E. Mundo primitivo: América pré-colombina. In:_____. **História ilustrada da odontologia**. São Paulo: Manole, 1998. p.15.

SAUNDERS, D. Pattern making-direct method-using acrylic resin. **Br. Dent. J.**, London, v.94, n.7, p.183-187, Apr. 1953.

SCHILLING, E. R. et al.. Marginal gap of crowns made with a phosphate-bonded investment and accelerated casting method. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.81, n. 2, p.129-134, Feb. 1999.

SCHWARTZ, N. L. et al. Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life span and causes for loss of serviceability. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.81, n.6, p. 1395-1401, Dec. 1970.

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.332-336, Jul. 1995.

SCHWARTZ, J. R. Preparação de cavidades e bases em trabalhos de pontes. Edição brasileira traduzida pelo Prof. Almeno de Souza. Rio de Janeiro: Científica, 1948. p.312.

SHEU, C. H. Practical suggestion on inlay construction. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.24, p. 100-105, 1937.

SKINNER, E. W.; PHILLIPS, R. W. **A ciência dos materiais odontológicos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1962. Cap. 26, p. 555.

SKINNER, E. W. Some recent technical advance in dental material. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v .66, p. 176-181, Feb. 1963.

SOO, S.; PALMER, R.; CURTIS, R. V. Measurement of the setting and thermal expansion of dental investments used for the superplastic forming of dental implant superstructures. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 17, n. 3, p. 247-252, May. 2001.

STAMENKOVIC, D. The influence of different conditions of refractory mold preparation on precision of casting of Co, Cr, Mo alloys. **Stomatol. Gas. Srb.**, Belgrade, v.36, n.2, p.85-93, Mar./May. 1989.

TAGGART, W. H. A new and accurant method of making gold inlays. **Dent. Cosm.**, v.49, p. 1117-1121, 1907.

TAKAHASHI, J. et al.. Nonuniform vertical and horizontal setting expansion of phosphate-bonded investment. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 81, n. 4, p. 386-391, Apr. 1999.

VAN HORN, C. S. Casting: a review and commentary including technique wich makes possible a casting of the same size as the wax pattern at body temperature. **Dental Cosm.**, v.52, n.8, p.873-81, Aug. 1910.

VENTURINI, M. S.; SANTOS JUNIOR, J. Estudo comparativo da adaptação de fundições obtidas de padrões de resina acrílica ativada quimicamente e de cera azul, em preparos intra-coronários. **Rev.Fac. Odontol. Univ. São Paulo**, Bauru, v.16, n.1, p.29-34, jan./jun. 1978.

VIEIRA, D. F. Fundições. **RGO**, Porto Alegre, v.27, n.2, p. 98-101, abr./jun. 1979.

WHITE, S. N.; KIPNIS, V. Effect of adhesive luting agents on the seating of cast restorations. **J. Prosthet. Dent**, St Louis, v.69, p.28-31, 1993.

WIDMER, H. **Physical properties of plastic and wax for small impression.** Dissertation. Zurich, 1959.

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.** 2002. 99f. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Araçatuba, 2002.

ZELTSER, C.; LEWINSTEIN, I.; GRAJOWER, R. Fit of crown wax patterns after removal from the die. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.53, n.3, p.344-346, Mar. 1985.



ANEXOS

Tabela 4 – Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, obtidas de padrões de resina acrílica Duralay, segundo a técnica de fundição convencional e revestimentos.

Infra- estrutura	Revestimento Micro-Fine 1700	Infra- estrutura	Revestimento Termocast
1	0,0657	8	0,0233
	0,0920		0,0873
	0,1193		0,0327
	0,0973		0,0260
2	0,3863	9	0,0210
	0,4863		0,0347
	0,3510		0,0277
	0,3453		0,0700
3	0,0657	10	0,0200
	0,1147		0,0400
	0,0977		0,0560
	0,0750		0,0677
4	0,1330	11	0,0167
	0,1233		0,0750
	0,0633		0,0817
	0,1333		0,0943
5	0,1200	12	0,0323
	0,1070		0,0307
	0,1017		0,0057
	0,1087		0,0213
6	0,3383	13	0,0423
	0,4703		0,0927
	0,3767		0,1803
	0,2797		0,0687
7	0,1550	14	0,0140
	0,1473		0,1140
	0,1180		0,1207
	0,1270		0,1270

Tabela 5 – Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, obtidas de padrões de resina acrílica Duralay, segundo a técnica de fundição rápida e revestimentos.

Infra- estrutura	Revestimento Micro-Fine 1700	Infra- estrutura	Revestimento Termocast
15	0,0640	22	0,0423
	0,0647		0,0440
	0,0023		0,0270
	0,0420		0,0330
16	0,0800	23	0,0223
	0,0487		0,0500
	0,0250		0,0163
	0,0850		0,0387
17	0,0587	24	0,0320
	0,0790		0,1557
	0,0000		0,2293
	0,0517		0,1060
18	0,0327	25	0,0397
	0,0693		0,0750
	0,0297		0,0990
	0,0290		0,0907
19	0,0693	26	0,0670
	0,0897		0,0590
	0,0560		0,0707
	0,0427		0,0930
20	0,0380	27	0,0697
	0,0503		0,0450
	0,0000		0,0053
	0,0800		0,0407
21	0,0690	28	0,0603
	0,1213		0,0830
	0,1117		0,0317
	0,0703		0,0647

Tabela 6 – Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, obtidas de padrões de cera escultura Galileo, segundo a técnica de fundição convencional e revestimentos.

Infra- estrutura	Revestimento Micro-Fine 1700	Infra- estrutura	Revestimento Termocast
1	0,0377	8	0,0357
	0,1937		0,1167
	0,2687		0,2037
	0,1230		0,1433
2	0,0000	9	0,0057
	0,0460		0,1130
	0,0390		0,0317
	0,0410		0,0470
3	0,0437	10	0,0000
	0,1280		0,0690
	0,0400		0,0037
	0,1107		0,0447
4	0,0717	11	0,3327
	0,1287		0,1113
	0,1323		0,0587
	0,1107		0,1263
5	0,2003	12	0,0047
	0,2470		0,1380
	0,0120		0,1483
	0,1727		0,1243
6	0,0023	13	0,1300
	0,0120		0,1143
	0,0073		0,0217
	0,0097		0,1280
7	0,0083	14	0,0333
	0,1030		0,2153
	0,0560		0,2810
	0,0773		0,1563

Tabela 7 – Média das desadaptações, em mm, das infra-estruturas metálicas, obtidas de padrões de cera escultura Galileo, segundo a técnica de fundição rápida e revestimentos.

Infra- estrutura	Revestimento Micro-Fine 1700	Infra- estrutura	Revestimento Termocast
08	0,0140	22	0,1073
	0,0567		0,1757
	0,0767		0,0893
	0,0743		0,1023
09	0,0087	23	0,2307
	0,0527		0,1357
	0,0053		0,1143
	0,0517		0,2253
10	0,0133	24	0,0960
	0,0497		0,4173
	0,0233		0,2057
	0,0163		0,2413
11	0,0273	25	0,2220
	0,0970		0,0690
	0,0130		0,0830
	0,0633		0,2090
12	0,0467	26	0,0247
	0,0713		0,2330
	0,0280		0,4327
	0,0253		0,1287
13	0,0193	27	0,0567
	0,2663		0,2463
	0,2913		0,1333
	0,1260		0,1903
14	0,0333	28	0,1490
	0,0703		0,1460
	0,0107		0,0970
	0,0463		0,1253

Tabela 8 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto das infra-estruturas metálicas obtidas com padrões de resina acrílica Duralay, incluídas no revestimento Micro Fine 1700 e realizada a técnica de fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 1	0,053	0,071	0,068	0,0640
	0,053	0,078	0,063	0,0647
	0	0	0,007	0,0023
	0,055	0,027	0,044	0,0420
Infra Estrutura 2	0,067	0,087	0,086	0,0800
	0,037	0,050	0,059	0,0487
	0,018	0,040	0,017	0,0250
	0,108	0,064	0,083	0,0850
Infra Estrutura 3	0,081	0,044	0,051	0,0587
	0,082	0,077	0,078	0,0790
	0	0	0	0,0000
	0,060	0,027	0,068	0,0517
Infra Estrutura 4	0,049	0,027	0,022	0,0327
	0,057	0,054	0,097	0,0693
	0,034	0,034	0,021	0,0297
	0,035	0,027	0,025	0,0290
Infra Estrutura 5	0,082	0,054	0,072	0,0693
	0,084	0,083	0,102	0,0897
	0,041	0,068	0,059	0,0560
	0,061	0	0,067	0,0427
Infra Estrutura 6	0,041	0,027	0,046	0,0380
	0,042	0,043	0,066	0,0503
	0	0	0	0,0000
	0,066	0,094	0,080	0,0800
Infra Estrutura 7	0,051	0,075	0,081	0,0690
	0,117	0,119	0,128	0,1213
	0,084	0,124	0,127	0,1117
	0,078	0,045	0,088	0,0703

* Med = medida

Tabela 9 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de resina acrílica Duralay, incluída com revestimento Termocast e realizada técnica de fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 8	0,039	0	0,088	0,0423
	0,027	0,048	0,057	0,0440
	0,015	0,018	0,048	0,0270
	0,049	0,032	0,018	0,0330
Infra Estrutura 9	0,029	0,013	0,025	0,0223
	0,056	0,034	0,060	0,0500
	0,011	0	0,038	0,0163
	0,050	0,032	0,034	0,0387
Infra Estrutura 10	0,034	0,023	0,039	0,0320
	0,185	0,146	0,136	0,1557
	0,208	0,238	0,242	0,2293
	0,082	0,091	0,145	0,1060
Infra Estrutura 11	0,049	0,014	0,056	0,0397
	0,075	0,047	0,103	0,0750
	0,105	0,091	0,101	0,0990
	0,054	0,086	0,132	0,0907
Infra Estrutura 12	0,066	0,068	0,067	0,0670
	0,078	0,047	0,052	0,0590
	0,090	0,070	0,052	0,0707
	0,062	0,101	0,116	0,0930
Infra Estrutura 13	0,074	0,075	0,060	0,0697
	0,052	0,035	0,048	0,0450
	0	0	0,016	0,0053
	0,033	0,052	0,037	0,0407
Infra Estrutura 14	0,069	0,051	0,061	0,0603
	0,089	0,067	0,093	0,0830
	0,045	0,015	0,035	0,0317
	0,060	0,062	0,072	0,0647

* Med = medida

Tabela 10 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de resina acrílica Duralay, incluídas com revestimento Micro Fine 1700 e realizada técnica de fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 15	0,076	0,071	0,050	0,0657
	0,104	0,085	0,087	0,0920
	0,122	0,124	0,112	0,1193
	0,093	0,088	0,111	0,0973
Infra Estrutura 16	0,394	0,375	0,390	0,3863
	0,456	0,489	0,514	0,4863
	0,286	0,406	0,361	0,3510
	0,395	0,263	0,378	0,3453
Infra Estrutura 17	0,064	0,067	0,066	0,0657
	0,121	0,098	0,125	0,1147
	0,070	0,099	0,124	0,0977
	0,051	0,113	0,061	0,0750
Infra Estrutura 18	0,150	0,113	0,136	0,1330
	0,116	0,122	0,132	0,1233
	0,122	0,026	0,042	0,0633
	0,144	0,091	0,165	0,1333
Infra Estrutura 19	0,122	0,099	0,139	0,1200
	0,090	0,094	0,137	0,1070
	0,098	0,104	0,103	0,1017
	0,120	0,066	0,140	0,1087
Infra Estrutura 20	0,358	0,295	0,362	0,3383
	0,485	0,465	0,461	0,4703
	0,352	0,361	0,417	0,3767
	0,215	0,289	0,335	0,2797
Infra Estrutura 21	0,214	0,126	0,125	0,1550
	0,137	0,139	0,166	0,1473
	0,040	0,163	0,151	0,1180
	0,115	0,116	0,150	0,1270

* Med = medida

Tabela 11 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de resina acrílica Duralay, incluída com revestimento Termocast e realizada técnica de fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 22	0,035	0,017	0,018	0,0233
	0,081	0,095	0,086	0,0873
	0,045	0,053	0	0,0327
	0,031	0,013	0,034	0,0260
Infra Estrutura 23	0,040	0	0,023	0,0210
	0,031	0,035	0,038	0,0347
	0,035	0,025	0,023	0,0277
	0,061	0,082	0,067	0,0700
Infra Estrutura 24	0	0,022	0,038	0,0200
	0,041	0,032	0,047	0,0400
	0,051	0,044	0,073	0,0560
	0,057	0,074	0,072	0,0677
Infra Estrutura 25	0,027	0,009	0,014	0,0167
	0,086	0,068	0,071	0,0750
	0,103	0,078	0,064	0,0817
	0,089	0,076	0,118	0,0943
Infra Estrutura 26	0	0,036	0,061	0,0323
	0,023	0,025	0,044	0,0307
	0	0	0,017	0,0057
	0,064	0	0	0,0213
Infra Estrutura 27	0,065	0,033	0,029	0,0423
	0,099	0,069	0,110	0,0927
	0,178	0,191	0,172	0,1803
	0,054	0,056	0,096	0,0687
Infra Estrutura 28	0,033	0	0,009	0,0140
	0,133	0,100	0,109	0,1140
	0,133	0,103	0,126	0,1207
	0,062	0,132	0,187	0,1270

* Med = medida

Tabela 12 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de cera escultura Galileo, incluída com revestimento Micro Fine 1700 e realizada técnica de fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 29	0,020	0,007	0,015	0,0140
	0,074	0,038	0,058	0,0567
	0,060	0,071	0,099	0,0767
	0,074	0,065	0,084	0,0743
Infra Estrutura 30	0,012	0,008	0,006	0,0087
	0,040	0,043	0,075	0,0527
	0	0	0,016	0,0053
	0,037	0,044	0,074	0,0517
Infra Estrutura 31	0,015	0,010	0,015	0,0133
	0,042	0,058	0,049	0,0497
	0,019	0,021	0,030	0,0233
	0,035	0,004	0,010	0,0163
Infra Estrutura 32	0,029	0,026	0,027	0,0273
	0,095	0,094	0,102	0,0970
	0,012	0,014	0,013	0,0130
	0,037	0,095	0,058	0,0633
Infra Estrutura 33	0,054	0,045	0,041	0,0467
	0,079	0,061	0,074	0,0713
	0,025	0	0,059	0,0280
	0,047	0,015	0,014	0,0253
Infra Estrutura 34	0,032	0,007	0,019	0,0193
	0,372	0,226	0,201	0,2663
	0,311	0,278	0,285	0,2913
	0,055	0,124	0,199	0,1260
Infra Estrutura 35	0,037	0,028	0,035	0,0333
	0,083	0,067	0,061	0,0703
	0	0	0,032	0,0107
	0,062	0,048	0,029	0,0463

* Med = medida

Tabela 13 – Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de cera escultura Galileo, incluída com revestimento Termocast e realizada técnica de fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 36	0,094	0,112	0,116	0,1073
	0,159	0,179	0,189	0,1757
	0,152	0,046	0,07	0,0893
	0,123	0,073	0,111	0,1023
Infra Estrutura 37	0,208	0,203	0,281	0,2307
	0,178	0,087	0,142	0,1357
	0,138	0,105	0,100	0,1143
	0,174	0,202	0,300	0,2253
Infra Estrutura 38	0,114	0,091	0,083	0,0960
	0,467	0,386	0,399	0,4173
	0,125	0,213	0,279	0,2057
	0,252	0,227	0,245	0,2413
Infra Estrutura 39	0,204	0,225	0,237	0,2220
	0,026	0,040	0,141	0,0690
	0,065	0,080	0,104	0,0830
	0,249	0,150	0,228	0,2090
Infra Estrutura 40	0,040	0,016	0,018	0,0247
	0,253	0,263	0,183	0,2330
	0,412	0,410	0,476	0,4327
	0,050	0,052	0,284	0,1287
Infra Estrutura 41	0,072	0,058	0,040	0,0567
	0,210	0,277	0,252	0,2463
	0,191	0,089	0,120	0,1333
	0,144	0,193	0,234	0,1903
Infra Estrutura 42	0,152	0,145	0,150	0,1490
	0,147	0,125	0,166	0,1460
	0,112	0,095	0,084	0,0970
	0,113	0,092	0,171	0,1253

* Med = medida

Tabela 14– Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de cera escultura Galileo, incluída com revestimento Micro Fine 1700 e realizada técnica de fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 43	0,035	0,027	0,051	0,0377
	0,227	0,173	0,181	0,1937
	0,258	0,261	0,287	0,2687
	0,091	0,103	0,175	0,1230
Infra Estrutura 44	0	0	0	0,0000
	0,080	0,033	0,025	0,0460
	0,035	0,038	0,044	0,0390
	0,052	0,034	0,037	0,0410
Infra Estrutura 45	0,033	0,028	0,070	0,0437
	0,108	0,119	0,157	0,1280
	0,026	0,044	0,050	0,0400
	0,131	0,082	0,119	0,1107
Infra Estrutura 46	0,070	0,061	0,084	0,0717
	0,126	0,103	0,157	0,1287
	0,119	0,134	0,144	0,1323
	0,113	0,093	0,126	0,1107
Infra Estrutura 47	0,225	0,168	0,208	0,2003
	0,235	0,212	0,294	0,2470
	0,008	0,007	0,021	0,0120
	0,199	0,164	0,155	0,1727
Infra Estrutura 48	0	0,007	0	0,0023
	0,013	0,013	0,01	0,0120
	0	0,007	0,015	0,0073
	0,018	0,011	0	0,0097
Infra Estrutura 49	0,005	0,006	0,014	0,0083
	0,114	0,097	0,098	0,1030
	0,034	0,081	0,053	0,0560
	0,106	0,060	0,066	0,0773

* Med = medida

Tabela 15– Medição da desadaptação marginal em cada ponto nas infra-estruturas metálicas obtidas a partir de padrões de cera escultura Galileo, incluída com revestimento Termocast e realizada técnica de fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra Estrutura 50	0,022	0,023	0,062	0,0357
	0,100	0,112	0,138	0,1167
	0,150	0,237	0,224	0,2037
	0,095	0,137	0,198	0,1433
Infra Estrutura 51	0	0	0,017	0,0057
	0,112	0,123	0,104	0,1130
	0,035	0,028	0,032	0,0317
	0,051	0,031	0,059	0,0470
Infra Estrutura 52	0	0	0	0,0000
	0,080	0,064	0,063	0,0690
	0	0	0,011	0,0037
	0,077	0,057	0	0,0447
Infra Estrutura 53	0,310	0,335	0,353	0,3327
	0,110	0,117	0,107	0,1113
	0,062	0,064	0,05	0,0587
	0,159	0,106	0,114	0,1263
Infra Estrutura 54	0,014	0	0	0,0047
	0,216	0,083	0,115	0,1380
	0,103	0,173	0,169	0,1483
	0,078	0,149	0,146	0,1243
Infra Estrutura 55	0,134	0,105	0,151	0,1300
	0,082	0,103	0,158	0,1143
	0,015	0,030	0,020	0,0217
	0,166	0,130	0,088	0,1280
Infra Estrutura 56	0,040	0,037	0,023	0,0333
	0,230	0,211	0,205	0,2153
	0,255	0,288	0,300	0,2810
	0,136	0,154	0,179	0,1563

* Med = medida

Tabela 16 – Quadro da Análise de Variância

Causas da Variação	Grau Liberdade	Soma Quadrado	Quadrado Médio	Valor F	Probabilidade>F
Padrão	1	0.0034729	0.0034729	0.9283	0.65811
Revestimento	1	0.0000030	0.0000030	0.0008	0.97594
Fundição	1	0.0080400	0.0080400	2.1492	0.14553
Pad x Rev	1	0.0562612	0.0562612	15.0393	0.00057
Pad x Fun	1	0.0245702	0.0245702	6.5679	0.01301
Rev x Fun	1	0.0412029	0.0412029	11.0141	0.00209
Pad x Rev x Fun	1	0.0013309	0.0013309	0.3558	0.56059
Resíduo	48	0.1795649	0.0037409		
Total	55	0.3144458			