

ANDRÉ VINÍCIUS MARCHIORI

**AVALIAÇÃO DA DESADAPTAÇÃO MARGINAL DE
ESTRUTURAS METÁLICAS OBTIDAS COM
VARIAÇÕES QUANTO AOS TIPOS CERA E ÀS
TÉCNICAS DE INCLUSÃO E FUNDIÇÃO**

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. Adj. Eulália Maria Martins Silva**

ARAÇATUBA
2004

ANDRÉ VINÍCIUS MARCHIORI

NASCIMENTO 05/08/1978 - JABOTICABAL – SP

FILIAÇÃO Milton Marchiori
Mariza Guimarães Marchiori

1998/2001 Graduação
Faculdade de Odontologia de Bauru - USP

2002 Curso de Aperfeiçoamento em Periodontia
Instituto de Ensino Odontológico–IEO / Bauru-SP.

1999/2004 Associação de Classe
Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas

2003/2004 Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós-Graduação em Prótese Dentária a nível de mestrado na Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

17/03/2004 Exame Geral de Qualificação.

*À Cirurgiã-Dentista
Mariza Guimarães Marchiori,*

Minha mãe querida.

Amiga, mulher.

*Exemplo de força, dedicação e amor inimagináveis;
na profissão, em casa e na vida.*

*Muito obrigado!!! Obrigado pelo respeito e por estar
sempre ao meu lado!!!*

Te amo!!!

*Ao meu pai,
Milton Marchiori,*

Outra pessoa única na minha vida.

Muito obrigado por estar presente na minha vida!!!

*A realização deste trabalho é, em grande parte, o
fruto do seu suor e do apoio, que o senhor nunca
hesitou em me oferecer.*

Ao meu irmão Sy,

Pelo que ele teve que ser, e pelo que poderia ter sido.

*Ao Prof. Dr.
Paulo Martins Ferreira,*

*Apesar dos obstáculos a mim impostos, o senhor
me deu força o suficiente para continuar
caminhando nesta estrada que tanto eu
almejava. Muito obrigado pelo incentivo, pelos
ensinamentos e pela amizade; e tenha certeza de
que o senhor será sempre, para mim, não só
uma referência profissional mas também pessoal.*

A Minha Orientadora
Prof^a. Adj.
Eulália Maria Martins Silva,

Pela amizade, dedicação, aconselhamentos, confiança, incentivo, pela orientação deste trabalho e pela pessoa que é. Extremamente espontânea, amiga e leal. Coisas que eu admiro em uma pessoa.

E pela “mãezona” que demonstrou ser para comigo.

Ao Doutorando
Paulo Fukushima Yamaguti,

Pela irrestrita colaboração a diversas etapas deste trabalho e incentivo ao amadurecimento científico; e, principalmente, pela amizade e pela confiança depositadas em mim. Não tenha dúvida de que você sempre terá um amigo em mim.

A minha Vó
Maria,

Pelas orações, pelo carinho, pelo amor e por fazer parte de minha vida.

“Os agradecimentos raramente espelham toda a nossa gratidão e parecem nunca chegar a todos aqueles aos quais nos tornamos eternos devedores. Por isso, peço-lhes que não leiam estas linhas de agradecimento só com os olhos, mas com o coração.”

À minha irmã **Milena** pelo imenso amor e carinho que, desde muito cedo, nunca foi negado a esse “inseparável” irmão; e ao meu cunhado **Lúcio**, pelo respeito e carinho.

Ao meu irmão **Milton** e à minha cunhada **Vanessa** pela constante e grande valorização de minha pessoa.

Aos amigos e colegas de turma **Ana Carolina, Andréia, Camila, Carla, Daniel Macedo, Ednir, Fernando Ueno, Gustavo, Júlio, Luís Fernando, Marcelo Montanha, Marina e Sandra**, companheiros maravilhosos que tive a sorte de conhecer nesta caminhada, pelos incentivos incessantes para que eu não desviasse de meus sonhos.

Aos colegas do curso de pós-graduação em Prótese Dentária **Aline, César, Ciandrus, Farley, Lígia e Renata** e aos colegas dos outros cursos, não só pela convivência e pela colaboração, mas também pelo alto espírito de coleguismo e pela confiança que cada um depositou em mim durante a minha estada em Araçatuba.

À Faculdade de Odontologia de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, representada pelo seu digníssimo diretor **Prof. Ass. Dr. Paulo Roberto Botacin** e pelo digníssimo vice-diretor **Prof. Titular Célio Percinoto**, pela belíssima faculdade que têm em mãos.

À comissão de cursos de Pós-Graduação em Odontologia, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, atualmente presidida pelo **Prof. Ass. Dr. Wilson Roberto Pói**, pela incansável luta em prol dos alunos do curso de pós-graduação.

Aos professores docentes do Programa de Pós-Graduação, área de Prótese Dentária, **Prof. Tit. Humberto Gennari Filho, Profa. Dra. Eulália Maria Martins da Silva, Prof. Ass. Dr. Eduardo Piza Pellizzer, Prof. Ass. Dr. Marcelo Coelho Goiato, Prof. Adj. Alício Rosalino Garcia, Prof. Ass. Dr. Paulo Renato Junqueira Zuim**, exemplos de brilhantismo em nossa profissão, pela convivência agradável e pelos valiosos ensinamentos transmitidos.

A todos os professores da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP que, de forma direta ou indireta, contribuíram na realização do curso de mestrado e no meu engrandescimento científico.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, em especial os do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, pelo respeito, amizade e alegria transmitida.

Às empresas “CNG Soluções Protéticas” e “Talladium do Brasil” pela confiança, pela parceria e pelos materiais gentilmente cedidos quando requisitados; que tanto contribuíram para realização desta dissertação de mestrado.

Ao técnico **Eng. Luiz Fernando Buratto** pela colaboração laboratorial.

Ao técnico e Cirurgião Dentista **Sidnei Martins** pela contribuição e orientações técnicas.

Ao Departamento de Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, pelo uso do microscópio comparador Mitutoyo.

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

A todos os funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araçatuba/UNESP pela eterna disposição em nos dar atenção; e à bibliotecária **Isabel Pereira de Matos** pela correção das referências deste trabalho.

À **Prof^a Vanessa Miranda de Oliveira Marchiori** pela correção ortográfica deste trabalho.

“Esta página dedico a todas as pessoas que,
direta ou indiretamente,
participaram, conviveram, torceram, ajudaram,
compreenderam a minha situação
durante toda essa etapa de minha vida...

Meu muito obrigado!!!

Vocês que não foram citados aqui,
estão no meu coração,
e assim com esse apoio pude chegar até aqui.”

“O aprendizado nunca termina. Não existe
parte da vida que não contenha lições. Se
você está vivo, há lições para aprender.”

(Autor desconhecido)

“Assim como a cera, naturalmente dura e rígida, torna-se, com um pouco de calor tão moldável que se pode levá-la a tomar a forma que se desejar, também se pode, com um pouco de cortesia e amabilidade, conquistar os obstinados e os hostis.”

(Schopenhauer, filósofo alemão)

O

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

O objetivo deste trabalho foi observar o comportamento de ceras para fundições, utilizando a técnica de fundição convencional, comparando-a a técnica de fundição rápida; utilizando em ambas a expansão higroscópica de um revestimento fosfatado (All Therm, CNG Soluções Protéticas). Utilizamos duas ceras: Cera para imersão GALILEO Dip Pot Wax (Talladium Inc.) e Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), que foram submetidas às duas técnicas de fundição propostas. Cada grupo experimental foi composto por 12 corpos de prova e, a verificação do desajuste marginal foi realizada através de um microscópio comparador digital Mitutoyo. Cada corpo de prova foi medido em quatro pontos pré-determinados no troquel metálico. A análise dos resultados demonstrou que, com a metodologia empregada, a técnica de fundição rápida apresentou desempenho favorável, quando comparado com a técnica convencional para ambas as ceras; e a cera Azul para fresagem, na técnica rápida, foi a que apresentou menor valor médio de desadaptação (sub-adaptação). Concluímos que utilizar a expansão higroscópica do revestimento fosfatado foi uma forma de viabilizar a técnica de fundição rápida, obtendo resultados favoráveis com ambas as ceras.

O

Palavras Chaves: Adaptação marginal (Odontologia); Técnica de fundição odontológica; moldagem de incrustações.

Abstract

MARCHIORI, A. V. **Evaluation of the marginal unadaptation of metallic structures obtained by means of changing the types of waxes and the investment and casting techniques.** 2004. 152p. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba.

The purpose of this investigation was to observe and evaluate the behavior of dental casting wax in conventional and accelerated casting techniques, both using hygroscopic expansion of phosphate bonded investment, in order to determine which material or technique would provide better results about cervical fitting in the obtained metallic structure. The two casting waxes used, GALILEO Dip Pot Wax (Talladium Inc.) and Blue Wax of milling (CNG Soluções Protéticas), were submitted to both proposed casting techniques. Each experimental group was consisted of twelve specimens and, the assessment of marginal fitting was performed by means of a Mitutoyo comparator microscope. Each specimen was measured by using four pre-established points in stainless steel master die as references. From the employed methodology the analysis of the results showed that accelerated casting technique presented superior fitting in comparison with the conventional technique for both types of waxes. Besides, in the accelerated casting technique the Blue Wax of milling presented smaller mean value of unadaptation (underadaptation). We conclude that the use of the hygroscopic expansion of phosphate bonded investment was a way to viable the accelerated casting technique, obtaining favorable results with both casting waxes.

Key words: Marginal adaptation (Dentistry), Dental casting technique, Inlay casting wax.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	19
LISTA DE TABELAS	20
LISTA DE GRÁFICOS	23
1 INTRODUÇÃO	24
2 REVISÃO DA LITERATURA	32
3 PROPOSIÇÃO	84
4 MATERIAL E MÉTODO	86
4.1 Liga Metálica	87
4.2 Revestimentos	88
4.3 Ceras.....	89
4.3.1 Cera de imersão	
4.3.2 Cera para fresagem	
4.4 Troquel Metálico com (à esquerda) e sem (à direita) espaçador.....	90
4.5 Padrões de cera	91
4.6 Inclusão e Fundição.....	94
4.6.1 Inclusão.....	94
4.6.2 Fundição.....	95
4.6.2.1 Técnica de inclusão e fundição convencional.....	
4.6.2.2 Técnica de inclusão e fundição rápida.....	
4.6.2.3 Fundição propriamente dita.....	
4.7 Desinclusão.....	97
4.8 Determinação do desajuste.....	98
4.9 Análise estatística.....	101
5 RESULTADO	102
6 DISCUSSÃO	108
7 CONCLUSÃO	123
8 REFERÊNCIAS	125
9 Anexos	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Liga de Ni-Cr Neochrom	87
Figura 2 - Revestimento All Therm	88
Figura 3 - Cera GALILEO Dip Pot Wax, verde	89
Figura 4 - Cera Azul para fresagem.....	90
Figura 5 - Troquel metálico	91
Figura 6 - À esquerda: exemplar do silicone por adição Hard Duplex [®] juntamente com os dois moldes confeccionados; à direita: Gesso Especial [®] , tipo V utilizado e dois dos 48 troquéis duplicados em gesso	92
Figura 7 - À esquerda: aparelho Wax Pot thermostatic controlled; à direita: primeiro mergulho de um troquel em gesso, dando início a obtenção de um padrão de cera	93
Figura 8 - À esquerda: remoção dos excessos ao final de cada mergulho, após a solidificação da cera; à direita: padrão de cera finalizado e acabado após o Segundo mergulho	93
Figura 9 - Microscópio comparador digital Mitutoyo	98
Figura 10 - Figura esquemática do cálculo da desadaptação (DMR).....	100

LISTA DE TABELAS

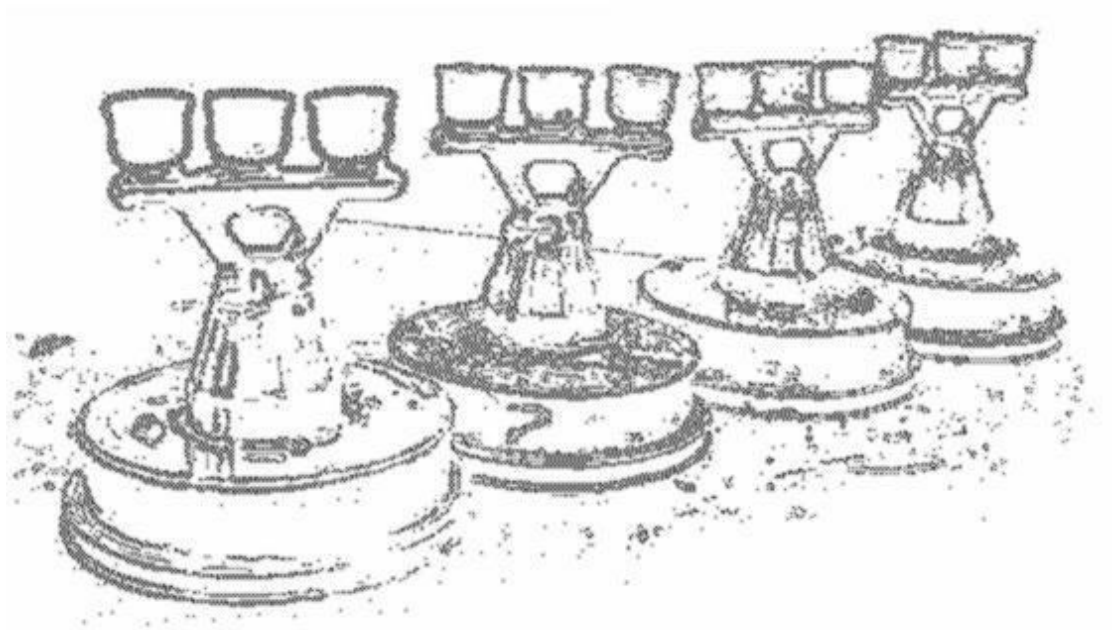
Tabela 1 - Condições do experimento	95
Tabela 2 - Identificação utilizada para as estruturas metálicas	99
Tabela 3 - Médias de desadaptações, em milímetros, de cada cera e técnica de inclusão e fundição.....	103
Tabela 4 - Cálculos da Análise Estatística	103
Tabela 5 - Médias de desadaptações, em milímetros, das infra-estruturas metálicas, segundo a cera e a técnica de inclusão e fundição.....	104
Tabela 6 - Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição convencional, sem o espaçador em posição.....	141
Tabela 7 - Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição rápida, sem o espaçador em posição.....	142
Tabela 8 - Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição convencional, sem o espaçador em posição.....	143

Tabela 9 - Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição rápida, sem o espaçador em posição.....	144
Tabela 10 - Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição convencional.....	145
Tabela 11 - Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição rápida.....	146
Tabela 12 - Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição convencional.....	147
Tabela 13 - Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas) foram aferidas na técnica de inclusão e inclusão e fundição rápida.....	148

Tabela 14 - Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição convencional.....	149
Tabela 15 - Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição rápida.	150
Tabela 16 - Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição convencional.....	151
Tabela 17 - Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição rápida.....	152

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico esquemático da velocidade de aquecimento dos blocos de revestimento, temperatura x tempo, utilizado para a técnica de inclusão e fundição convencional (linha azul) e rápida (linha verde).....	96
Gráfico 2 - Média de desadaptações, em mm, de cada técnica de inclusão e fundição para cada cera.....	105
Gráfico 3 - Média de desadaptações, em mm, das duas ceras para cada técnica de inclusão e fundição.....	105



INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A técnica de fundição para ligas odontológicas foi introduzida na Odontologia por Philbrook (1897), entretanto foi Taggart (1907) que se tornou o seu grande incentivador e divulgador. Buscou, por meio da pesquisa, formar a base de toda a estrutura do processo de fundição, conhecido como “processo da cera perdida”, que permanece até os dias de hoje quase inalterado, em sua essência, desde que foi publicado. Ao longo do tempo, principalmente durante o período que envolveu a Segunda Guerra Mundial e, posteriormente, a corrida armamentista na época da Guerra Fria, ocorreram significativos avanços tecnológicos, que levaram ao aperfeiçoamento dos materiais, instrumentais e equipamentos que envolvem este processo.

A fundição constitui um importante procedimento laboratorial na Odontologia, principalmente no que se refere à especialidade Prótese Dentária, pois proporcionou uma alternativa no capítulo da restauração dos dentes e reabilitações de áreas edêntulas, através da confecção de aparelhos protéticos.

Quando se atua em fundição, não se pode deixar de considerar a habilidade do operador, pois associado a esse fato está uma soma de atividades, cuidados e domínio dos materiais, dos instrumentos e dos equipamentos, importantes em cada uma das diversas fases que caracterizam o processo. O controle sobre a utilização das ceras para fundição, a escolha do revestimento e as técnicas de inclusão dos padrões de cera, por exemplo, não devem ser negligenciadas. A interdependência entre esses inúmeros fatores deve

_Introdução

proporcionar, ao final, a obtenção de uma peça que seja uma réplica precisa, exata, das partes preparadas dos dentes.

Por muitos anos, as ligas áureas foram utilizadas como material de eleição para obtenção de estruturas metálicas (LANDESMAN et al., 1981). Porém, a necessidade de menor custo impulsionou o desenvolvimento de ligas alternativas (Mc LEAN, 1979; LANDESMAN et al., 1981; MONDELLI et al., 1987).

O baixo custo não deve ser a razão para o emprego destas ligas. Elas devem ao menos ter propriedades físicas, mecânicas, químicas e biológicas mínimas que justifiquem sua indicação. Mjör (1992) alerta que deveríamos estar atentos com relação ao custo/benefício, pois nem sempre o tratamento menos oneroso implica no menor custo em longo prazo.

Em meados da década de 80, foram desenvolvidas tantas ligas odontológicas que a “American Dental Association” classificou-as em *ligas altamente nobres* que são as que contêm porcentagem maior ou igual a 40% de ouro e 60% de elementos metálicos nobres; *ligas nobres*, que contêm porcentagem maior ou igual a 25% de elementos metálicos nobres; e ligas predominantemente de metais básicos, que contêm porcentagem menor a 25% de elementos metálicos nobres, também conhecidas como *ligas alternativas*. Os elementos metálicos nobres incluem o ouro (Au), a platina (Pt), o paládio (Pd), o ródio (Rh), o rutênio (Ru), o irídio (Ir) e o ósmio (Os), (ARAÚJO, 1992; PHILLIPS, 1998).

_Introdução

Ligas não-nobres, com diversas formulações predominando Ni-Cr, foram elaboradas, gerando inúmeras pesquisas relacionadas à dureza superficial, fusibilidade, temperatura de fusão, contração de fundição, resistência limite à tração estática, porcentagem de alongamento, resistência à corrosão, compatibilidade biológica, comportamento clínico, microestrutura, composição, manipulação e indicações; uma vez que tem sido muito utilizadas na obtenção de infra-estruturas para próteses metalo-cerâmicas (BARAN, 1983; MONDELLI et al., 1987).

O uso das ligas de Ni-Cr possibilita a confecção de estruturas metálicas com espessuras menores que as necessárias quando utilizamos ligas nobres. Isto é possível devido à maior resistência às deformações e fadigas dessas ligas alternativas quando expostas às forças mastigatórias. Além disso, é possível obter melhor estética, com um menor desgaste coronário, diminuindo as agressões ao complexo dentino-pulpar (WEISS, 1977).

Por outro lado, as pesquisas com as ligas de Ni-Cr também implicou no desenvolvimento de equipamentos, técnicas e materiais mais apropriados aos seus maiores ponto de fusão e contração de fundição (DUNCAN, 1982). Os revestimentos e as técnicas de inclusão precisaram ser adequados às necessidades destas ligas para compensar sua contração. O comportamento destes revestimentos tem motivado grandes seqüências de estudos e pesquisas (PEGORARO, 1977; COONEY et al., 1979; LEONARD et al., 1983; MONDELLI et al., 1989; EARNSHAW et al., 1997).

_Introdução

No que se refere à técnica de fundição, há numerosos trabalhos realizados e documentados na literatura buscando melhorar e aperfeiçoar a obtenção dos componentes protéticos sejam eles coroas totais ou parciais, próteses parciais fixas, núcleos, estruturas metálicas de próteses parciais removíveis, componentes para próteses sobre implantes, etc.

Grande parte dessas pesquisas trata da técnica de fundição dita convencional, que usualmente requer pelo menos 45 a 60 minutos de espera após a inclusão do padrão de cera para a presa do revestimento. Em seguida, é levado ao forno à temperatura ambiente e aquecido escalonadamente até atingir a temperatura de 320°C, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. No segundo estágio do forno, a temperatura subirá escalonadamente até 950°C; antes da fundição propriamente dita. Em resumo, consume-se o tempo aproximado de 2 a 3 horas para completar todo o processo de fundição (SCHNEIDER, 1994).

Porém, nos últimos anos tem-se estudado o desenvolvimento, aperfeiçoamento e divulgação da Técnica de Fundição Rápida, com a qual se têm conseguido alcançar qualidade equiparável a conseguida na técnica convencional, num tempo menor (aproximadamente 30 a 40 minutos) (MARZOUK; KERBY, 1988; CAMPAGNI; MAJCHROWICZ, 1991; BLACKMAN, 1993; CAMPAGNI et al., 1993; MURAKAMI et al., 1994; BAILEY; SHERRARD, 1994; SCHNEIDER, 1994; KONSTANTOULAKIS et al., 1998; SCHILLING et al., 1999; YAMAGUTI, 2002). Nessa técnica, aguarda-se de 12 a 15 minutos para a presa inicial do revestimento e este é levado ao forno pré-aquecido a 750°C e,

_Introdução

logo em seguida, elevamos a temperatura até 950°C, mantendo-a por um período de 12 a 15 minutos (SCHNEIDER, 1994).

Pesquisadores têm investigado, analisado e comparado a técnica de fundição convencional com a rápida para avaliar a viabilidade do seu emprego, pois desta forma, técnicos de laboratórios ganhariam tempo e aumentariam a sua produtividade (SCHNEIDER, 1994; MURAKAMI et al., 1994; KONSTANTOULAKIS et al., 1998; SCHILLING et al., 1999; YAMAGUTI, 2002).

O resultado destas pesquisas foi a introdução no mercado de revestimentos que, segundo os fabricantes, permitem o uso tanto da técnica de fundição convencional quanto a técnica da fundição rápida, proporcionando estruturas metálicas de boa qualidade em ambas as situações.

A longevidade das restaurações tem relação direta com o seu grau de adaptação junto ao tecido dental. Quanto melhor adaptada, maior a expectativa de tempo de permanência na cavidade bucal. A quebra ou falha dessa adaptação, num primeiro instante, poderá ser preenchida pelo agente cimentante. Porém, a contínua exposição ao meio bucal pode propiciar a solubilização do cimento deixando um espaço entre a restauração e o dente. Isso se torna um convite a formação de placa bacteriana e acúmulo de detritos alimentares, essenciais para o desenvolvimento das doenças periodontal e cárie (WAERHAUG, 1956).

Mondelli et al. (1989) julgam que, sob o ponto de vista prático, as discrepâncias cervicais podem clinicamente ser toleradas até o máximo de 50µm. Além deste limite, qualquer discrepância é possível ser detectada através de uma

_Introdução

sonda exploradora ou mesmo por inspeção visual, o que indicaria uma desadaptação indesejável.

Observando a literatura, pode-se verificar que a superação da contração das ligas dentro do processo de fundição está muito relacionada à precisão da adaptação cervical das peças fundidas. Muitos fatores interferem nesta contração durante as etapas de enceramento, de inclusão e de fundição propriamente dita. Pode-se salientar que o tipo de cera utilizado na obtenção dos padrões, a técnica de inclusão e as propriedades do revestimento utilizado poderão, entre outros fatores, determinar o grau de compensação dessa contração térmica da liga.

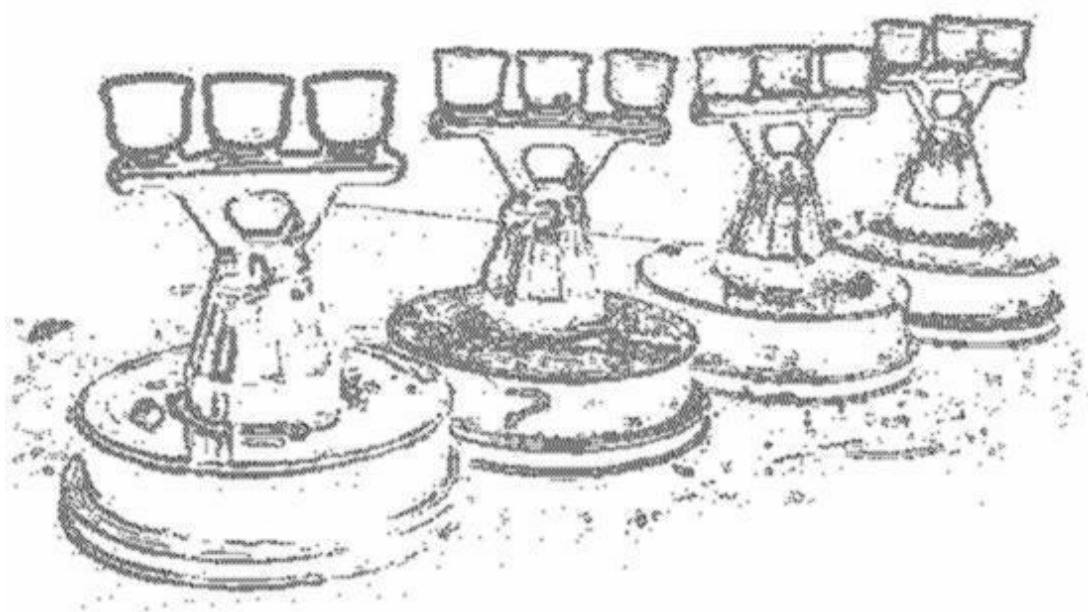
Pesquisadores têm buscado novos métodos, técnicas e materiais que possibilitem essa compensação em uma proporção adequada, o que é mais difícil de obter quando se trata de ligas alternativas, como a de Ni-Cr.

Verifica-se assim que, além das alterações nas formulações dos revestimentos, outros artifícios e técnicas são necessários e têm sido testados. Porém, alguns destes artifícios podem ter seu uso temporariamente limitado, quando o material investigado apresenta melhoras em suas propriedades, simplificando seu uso. Entre esses artifícios, ressalte-se a expansão higroscópica dos revestimentos, introduzida por Scheu (1932). Muitas pesquisas foram realizadas sobre a expansão higroscópica, onde vários aspectos foram analisados, tais como: mecanismo de penetração da água na massa do revestimento (ASGAR et al., 1958); tipo de confinamento a que o revestimento é submetido (DEGNI, 1948/49; DOCKING; CHONG, 1949; SKINNER; PHILLIPS, 1973); relação

_Introdução

água/pó, consistência da mistura e forma de espatulação (DOCKING; CHONG, 1949; LANDGREN; PEYTON, 1950; DELGADO; PEYTON, 1953; MAHLER; ADY, 1963); tamanho das partículas do material refratário (DOCKING; CHONG, 1949); efeito de forças restritivas na expansão de presa e higroscópica (SHELL, 1961; JONES; WILSON, 1970); tipos de padrão de cera e sua posição no interior do anel (MUMFORD; PHILLIPS, 1958; MAHLER; ADY, 1963); temperatura da água do banho (SCHEU, 1932; SCHEU, 1933; DOCKING et al., 1948; DOCKING; CHONG, 1949; PEYTON; GRAIG, 1971; SKINNER; PHILLIPS, 1973); o tempo de imersão (SCHEU, 1932; SCHEU, 1933; DOCKING; CHONG, 1949; LANDGREN; PEYTON, 1950; PEYTON; GRAIG, 1971; SKINNER; PHILLIPS, 1973); e o efeito da proporção líquido especial/água na manipulação de revestimentos fosfatados (PEGORARO, 1977).

Novos revestimentos à base de fosfato e outros aglutinantes apresentam uma solução de sílica coloidal que, além de atuar como aglutinante, permite uma maior expansão de presa e térmica, dependendo do grau de diluição desta solução em água. Esses revestimentos podem também ser utilizados com a técnica higroscópica, introduzida a mais de sete décadas, atualmente pouco utilizada, indicada para fundições de ligas de alta fusão. Há, na literatura, escassas pesquisas que demonstram as possibilidades e qualidades deste procedimento, especialmente com materiais e técnicas mais atuais, como os destinados à fundição rápida.



REVISÃO DA LITERATURA

3 REVISÃO DA LITERATURA.

Ao publicar o artigo “Um novo e preciso método de confeccionar uma *inlay* de ouro” em 1907, Taggart introduziu na Odontologia a técnica de fundição através do processo de cera perdida. O protocolo de fundição descrito pelo autor é obedecido até hoje, com poucas adaptações e modificações, o que tornou este processo tão importante e uma inesgotável fonte de pesquisas para técnicas. Nessa época, início do século XX, o autor já se preocupava com a contração das ligas de ouro e a maneira de compensá-la, bem como com o fenômeno da expansão térmica do revestimento. Mas concluiu que, utilizando este processo, era possível obter *inlays* com qualidades superiores às obtidas até então.

Van Horn (1910), também considerado como um dos pioneiros das técnicas de fundições odontológicas, verificou em seu artigo de revisão e comentários que, mesmo utilizando revestimentos com alta concentração de sílica e, conseqüentemente, obtendo maior expansão térmica, as fundições ainda não apresentavam grande exatidão. Comentou que ao se modificar esta técnica pelo uso de água aquecida (na temperatura da boca) na mistura do revestimento, o padrão de cera, em virtude do alto coeficiente de expansão térmica desse material, compensaria a contração sofrida pelas ligas metálicas, possibilitando obter fundições com as mesmas dimensões do padrão na temperatura da boca.

Volland (1922) desenvolveu um trabalho sobre o comportamento da cera e relatou que, muitas das falhas apresentadas nas peças metálicas fundidas estariam relacionadas com as imperfeições dos padrões de cera, que poderiam ocorrer durante sua manipulação na cavidade bucal, ou após sua remoção, e antes

da presa final do revestimento. Nesta ocasião, ele afirmou que todas as ceras expandem-se sob aquecimento e contraem-se pela refrigeração. Se o coeficiente de expansão for conhecido e, se o modelo de cera for de dimensão uniforme, ela não dificultaria os ajustes, considerando que teoricamente a contração é igual à expansão, e vice-versa. Mas a maioria dos padrões de cera apresenta uma forma geométrica irregular, inclusive com diferenças de espessuras em áreas próximas, o que pode gerar distorções permanentes. O autor também verificou que o movimento elástico das ceras é muito vagaroso; e que se a cera for mantida sob pressão e variações de temperaturas, como a do ambiente para a da boca, esta memória elástica é menor. Neste artigo, é uma constante a preocupação em reduzir à indução de tensões no padrão de cera.

Em 1927, Volland comentou sobre as propriedades básicas das ceras: a expansão com aquecimento; a contração com resfriamento; e a elasticidade. O autor concluiu que a possibilidade de contração e expansão se anularem é quase impossível.

Souder e Sweeney (1930) e Taylor et al. (1930) foram os primeiros na literatura que se preocuparam com a qualidade dos revestimentos utilizados nas fundições dentais e, que descreveram as propriedades dos mesmos resultando numa proposta de formulação das especificações de revestimentos para fundição odontológica para a “American Dental Association”. Souder e Sweeney (1930) tiveram que pedir permissão para o departamento de guerra dos EUA para poder realizar o seu trabalho e, segundo esses autores os revestimentos oferecidos na época para os laboratórios de prótese mostravam ampla variação de alterações

dimensionais e os próprios fabricantes não informavam dados apreciáveis sobre eles. Já, Taylor et al. (1930) relataram que poucos autores das técnicas de fundição têm dado consideração necessária às propriedades dos materiais envolvidos com o processo e, que, com muito poucas exceções, tipos melhores de materiais poderiam ter sido selecionados para conduzir todo o processo de maneira mais adequada. Em ambos os trabalhos, foi observado que as fundições odontológicas estavam sendo realizadas com revestimentos que possuíam muitas variações nas propriedades físicas, tornando impossível a produção de peças com precisão.

Para Van Horn (1931), a manipulação do padrão de cera seria o passo mais decisivo no processo de obtenção das incrustações de ouro. Afirmou que pouca importância era atribuído ao comportamento físico do padrão de cera, ao passar através de várias condições de temperatura e processos de manipulação. No seu entendimento, o padrão deveria ser incluído à temperatura conhecida e determinada, à qual deveria ser relativamente constante até a presa final do revestimento.

Maves (1932) realizou um estudo no qual avaliou a influência do aquecimento sobre padrões de cera do tipo MOD. O autor, utilizando a projeção dos padrões, pôde comparar os traçados, obtidos através de fotografias, analisando assim, seu comportamento, sob o efeito térmico. Pôde observar que todos os padrões de cera sofreram distorções quando submetidos à mudança de temperatura, e as distorções variaram proporcionalmente de acordo com o grau de calor aplicado. O autor avaliou também a influência da posição do canal de

alimentação, concluindo que a colocação do pino na crista marginal mesial de uma MOD produziu maior distorção na caixa distal; já, quando posicionado na crista marginal distal, ofereceu um resultado inverso; e quando um canal de alimentação principal foi colocado perpendicularmente no centro da face oclusal com mais dois pinos secundários, partindo das cristas marginais até o canal de alimentação central, os resultados obtidos foram mais satisfatórios, isto é, produziram menor distorção. Portanto, na opinião do autor, a localização, o tamanho e outros aspectos dos canais de alimentação da liga foram de importância na determinação de distorções de todos os padrões de cera. Concluiu ainda, que para compensar a contração da cera e da liga durante o processo de fundição, não se deveria depender da expansão da cera com a aplicação de calor, o que resultaria em distorção; mas sim da padronização das expansões de presa e térmica dos revestimentos.

Em 1932, tendo em mãos a informação de que os gessos apresentavam um aumento da quantidade de expansão de presa quando colocados em contato com água, Scheu testou alguns revestimentos comerciais para determinar quais resultados obteria quando estes fossem submetidos a esta condição durante suas reações de presa. As observações de Scheu (1932) a respeito da expansão de presa dos revestimentos quando da adição de água, formaram as bases para a presente *Técnica de Expansão Higroscópica*. Esta consistia em cobrir o padrão de cera com uma camada de revestimento com alta expansão de presa e imergí-lo em banho de água a 38°C, após a presa inicial. A seguir, o anel era completado com um revestimento de baixa expansão de presa ou

térmica; desta maneira, a expansão do revestimento era suficiente para compensar a contração de fundição das ligas metálicas, sem requerer equipamentos especiais. O autor pôde concluir que: todos os revestimentos testados expandiram; uma mistura de revestimento feita com água quente expandiu mais do que uma feita com água fria; a temperatura do banho de água teve influência sobre a expansão; e, o momento em que o revestimento foi introduzido no banho de água, foi de extrema importância.

Dando continuidade ao seu trabalho anterior, Scheu (1933) chamou a atenção para a importância da temperatura do banho de água (38°C) em que o anel era imerso, por duas razões: primeiro, porque essa controla levemente o grau de expansão do revestimento; e, segundo, porque a água a essa temperatura plastifica ligeiramente o padrão de cera, determinando assim menores distorções, em especial, sobre suas margens cervicais delicadas enquanto o revestimento expande neste local. Além disso, reafirmou a importância da hora em que o revestimento deve ser colocado no banho de água; se este for colocado muito rapidamente, poderá não expandir tanto o quanto se colocado um pouco mais tarde. Por outro lado, relata ainda que se o revestimento fosse colocado após certo tempo, este poderia não expandir a quantidade de que é capaz.

Segundo o autor, também é evidente que o sucesso ou a falha da técnica de expansão higroscópica depende do revestimento utilizado. Suas experiências revelaram que algumas marcas comerciais apesar de terem sido capazes de expandir bastante por meio desta técnica, não atingiram um resultado totalmente satisfatórios.

Scheu (1935) definiu expansão higroscópica do revestimento como sendo um aumento da expansão de presa normal obtido quando este entra em contado com umidade enquanto está tomando presa. Procurou analisar formas fáceis de controlar a expansão higroscópica de revestimentos para melhor compensar a contração de fundição de diferentes ligas, avaliando moldes de revestimento sob três condições: um colocado sobre uma placa de vidro durante a presa; outro colocado sobre uma folha “seca” de amianto e; um terceiro colocado sobre uma folha de amianto umedecida. Foram avaliados quanto à expansão após dois períodos de tempo de presa experimentais (30 minutos e 1 hora) e o autor pôde observar que os blocos de revestimento sobre a folha úmida de amianto foram os que apresentaram maior expansão (0,6 a 0,9% e 1 a 1,3%, respectivamente), provavelmente devido ao fenômeno higroscópico. Houve aumento da expansão também para os blocos colocados sobre o amianto “seco” (0,3 a 0,4% e 0,5 a 0,8%, respectivamente), cuja explicação encontrada foi a de que o amianto mesmo seco, apresenta certa umidade que pode ter promovido uma expansão higroscópica de presa adicional. Já os blocos mantidos sobre a placa de vidro durante a presa, apresentaram os menores valores de expansão de presa (0,10% e 0,25%, aproximada e respectivamente). Segundo o autor, esse experimento mostrou que o simples procedimento de forramento de um anel de fundição com amianto úmido ou “seco”, produziria expansão higroscópica, mas isso mereceria mais estudos.

Lasater (1940) realizou um experimento avaliando quatro grupos que diferiam na forma como os padrões de cera eram obtidos. Observou que a

homogeneidade da cera durante sua manipulação e resfriamento foi essencial para garantir menores distorções; o que foi conseguido com o grupo de padrões em que utilizou a cera fundida. Dentre suas principais conclusões, o autor citou que a uniformidade de aquecimento da cera, para sua plastificação, foi importante para minimizar as distorções e obter padrões mais precisos e que, o uso de três ou mais canais de alimentação seria aconselhável como forma de ajudar no controle de distorção.

Docking et al. (1948), preocupados em determinar a expansão normal de presa e a higroscópica de revestimentos odontológicos, mediram-nas sobre uma superfície de mercúrio, por não oferecer praticamente nenhuma restrição à expansão do corpo de prova. Para os testes de expansão higroscópica, variaram a temperatura da água do banho, realizando testes com água mantida em 37°C e deixando-a esfriar dessa temperatura até a ambiente. Os autores não encontraram diferenças significantes com a variação da temperatura da água.

Em 1948/1949, Degni usou dois métodos para medir a expansão higroscópica: 1) o revestimento era colocado em uma goteira de latão, forrada com vários materiais, entre eles o amianto molhado, que apresentou o melhor resultado. Sobre o revestimento eram inseridas marcas, uma em cada extremidade do corpo de prova, sendo a expansão observada através de um microscópio comparador; 2) um anel metálico forrado com amianto era preenchido com revestimento e na sua parte superior era fixado um micrômetro de mostrador. O autor testou dois revestimentos, submetendo-os à expansão higroscópica em banho de água com duas temperaturas diferentes, 25 e 37°C. Algumas de suas

conclusões foram: a expansão higroscópica foi bastante sensível a qualquer tipo de confinamento; o aumento da proporção de gesso na composição do revestimento diminui a expansão higroscópica; quanto menor a temperatura da água do banho, menor o valor da expansão.

Docking e Chong (1949) estudaram a expansão normal de presa e higroscópica de revestimentos confinados em anéis metálicos com e sem amianto. Compararam os resultados obtidos àqueles realizados em banhos de mercúrio e relataram que as expansões em anéis sem amianto foram muito baixas e que, quando os anéis foram revestidos internamente com amianto, permitiram uma considerável expansão; havendo pouca diferença na expansão higroscópica efetiva usando amianto seco ou molhado. Além disso, expuseram que a expansão normal de presa e higroscópica obtida no anel foi menor que a obtida em banho de mercúrio, havendo, entretanto, pouca diferença na expansão efetiva obtida pelos dois métodos. Na segunda etapa deste trabalho, os autores avaliaram a adaptação de fundições, utilizando a técnica de expansão higroscópica, e verificaram que a quantidade de expansão obtida dependeu de vários fatores, tais como: natureza do revestimento (proporção de sílica), proporção água/pó, intervalo de tempo entre o início da espatulação e a imersão do revestimento em água e a natureza do material que revestiu internamente o anel.

Landgren e Peyton (1950) relataram os resultados de seus experimentos sobre a expansão higroscópica utilizando alguns revestimentos disponíveis na época (Hygroscopic, Ranson and Randolph Co.; Gray, Ranson and Randolph Co.; Beauty Cast, Whip-Mix Co.; e Cristobalite, Kerr Manufact. Co.), e

obtidos pelo método do micrômetro de mostrador (DEGNI, 1948/1949). Os autores salientaram que: 1) a expansão higroscópica do revestimento diminuiu com o aumento do tempo decorrido entre sua espatulação e a sua imersão em água, quando esta foi realizada após a presa inicial; 2) quando o revestimento foi imerso após a presa inicial, temperaturas mais altas da água do banho aumentaram ligeiramente a expansão; 3) quando o revestimento foi imerso antes da presa inicial, foram obtidos resultados mais uniformes e uma maior expansão; 4) houve um ligeiro aumento da expansão quando foram utilizadas duas tiras de amianto ao invés de uma; 5) a expansão higroscópica, em alguns revestimentos, não foi suficiente para compensar a contração da liga áurea; 6) os revestimentos tipo “expansão higroscópica” deram resultados mais uniformes do que aqueles destinados para expansão térmica; 7) a expansão de alguns revestimentos foi alterada em relação a outros por diferença na relação água/pó e na temperatura da água do banho.

Phillips e Biggs (1950) procuraram determinar qual seria a influência da temperatura de manipulação da cera e como um padrão poderia ser satisfatoriamente armazenado antes de ser incluído. Observaram que, indiferentemente do método de manipulação, os padrões possuíram um grau variado de tensão interna. Essa tensão seria provavelmente induzida pela contração natural da cera com o resfriamento; mudanças na forma do molde devido ao ato de moldagem, compressão; e alterações do padrão em virtude do polimento, reparos e escultura. Esta tensão, segundo os autores, é liberada a partir do momento que o padrão é removido do troquel ou preparo cavitário; causando

variados graus de distorção. A liberação delas é proporcional ao tempo de armazenamento após sua remoção e influenciado pela temperatura em que esse padrão é armazenado ou por qualquer aumento de temperatura depois de confeccionado. Os autores afirmaram que, independentemente do tipo de padrão confeccionado, se quisermos prevenir distorções, esse deverá ser imediatamente incluído para fundição após sua obtenção. Além disso, observaram que uma maior temperatura da cera durante sua manipulação, gera menor quantidade de tensão interna no padrão e, conseqüentemente, menor distorção quando armazenado. Por último, detectaram que muitas das distorções ocorrem durante as duas ou três primeiras horas de armazenamento pós-remoção e, se este for realmente necessário, baixas temperaturas reduziriam o grau desta distorção.

Delgado e Peyton (1953) estudaram a expansão higroscópica de um revestimento (Hygroscopic, Ransom and Randolph Co.), comparando os métodos de Docking et al. (1948) e Degni (1948/1949), variando a relação água/pó, tipo de espatulação (manual ou mecânica) e pela adição de um retardador (Borax). Os autores concluíram que: 1) o uso de espatulação mecânica ou manual não afetou o grau de expansão higroscópica, quando o banho de água permaneceu na temperatura da boca ($37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$); 2) após 30 minutos de imersão continuou existindo uma ligeira expansão de pouco significado prático; 3) a espatulação mecânica forneceu maiores valores de expansão para misturas espessas do que a manual, quando a água do banho foi usada a temperatura ambiente ($23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$); 4) sob condições similares de teste, foram obtidos maiores valores de expansão com a água do banho a temperatura ambiente do que na bucal; 5) o método de

mensuração do micrômetro de mostrador (DEGNI, 1948/1949) não pareceu ser suficientemente sensível para indicar diferenças na técnica de manipulação; 6) o método de mensuração com microscópio comparador (DOCKING et al., 1948) geralmente forneceu maiores valores de expansão do que o método de Degni, com resultados mais consistentes e reproduzíveis; 7) o aumento do tempo de espatulação mecânica aumentou a quantidade de expansão higroscópica; 8) a adição de bórax diminuiu o valor da expansão de forma indiretamente proporcional à sua concentração.

Lyon et al. (1955) concluíram em seus trabalhos que a expansão higroscópica de um revestimento odontológico seria uma continuação da expansão normal de presa, durante o período em que o revestimento se encontrava num estado semi-sólido, e que esta expansão continuada seria produzida pela introdução de água adicional, que permitiria maior hidratação do sulfato de cálcio; sendo que a presença de partículas inertes no revestimento enfraqueceria a sua estrutura e permitiriam a precipitação de cristais hidratados que expandiriam a massa do revestimento.

Waerhaug (1956), ao estudar o efeito do cimento de fosfato de zinco sobre os tecidos gengivais, observou que este exerceu uma mínima irritação química, mas se a peça protética não estivesse bem adaptada, o cimento poderia dissolver-se e formar uma fenda entre o dente preparado e a margem da restauração, que poderia ser preenchida por detritos, células degenerativas e placa bacteriana, causando inflamação gengival. Isso evidencia a grande importância da adaptação das peças protéticas aos dentes preparados.

Mumford e Phillips (1958) relataram que muitos dos problemas na obtenção de *inlays*, mesmo quando se padroniza a técnica de fundição, ocorrem durante os procedimentos de inclusão dos padrões de cera; bem como o efeito da expansão higroscópica do revestimento sobre o tamanho e a forma do padrão. Relataram que a utilização da expansão higroscópica, com banho de 38°C, promoveu redução na distorção, provavelmente devido à diminuição da resistência física do padrão de cera. Além disso, os autores detectaram que um revestimento tem alterações dimensionais desiguais nas diferentes porções de sua massa durante a presa e este fato representa uma fonte de distorção para o padrão. Observaram também que, quando utilizaram um revestimento experimental com baixa expansão de presa (0,06%), a distorção foi menor do que com os outros revestimentos estudados.

Asgar et al. (1958) avaliaram a expansão interna (expansão efetiva da cavidade) e externa de revestimentos, utilizando a técnica de adição controlada de água, testando um revestimento com alta proporção de sílica (90%). Os autores concluíram que os resultados foram menos consistentes quando o revestimento foi saturado com água, sustentando o princípio de que a adição de uma quantidade controlada de água produz uniformidade nos resultados da expansão. Além disso, observaram que a expansão interna do revestimento foi menor que a externa; e a expansão higroscópica se constitui de duas expansões distintas: a primeira resultante da absorção da água; e, a segunda, muito menor e mais ou menos independente do fato da água ser ou não adicionada à superfície, parecendo ser portanto uma parte da expansão normal de presa. Quando o revestimento é

saturado, as duas expansões se sobrepõem, dando uma curva contínua de expansão.

Segundo os autores, os resultados também puderam indicar que a primeira fase da expansão higroscópica ocorre entre o tempo de perda do brilho e o tempo de presa inicial do revestimento (agulha de Gilmore), fase em que este oferece pouca resistência à expansão. Além disso, revestimentos contendo mais de 80% de sílica não endurecem, e são os que mostram maiores expansões. Isto demonstrou que a expansão higroscópica primariamente não depende do crescimento dos cristais de sulfato de cálcio com a sílica, servindo de volume para a massa. Os autores comentaram que, enquanto a segunda parte da expansão higroscópica pode ser fruto do crescimento dos cristais, a primeira expansão não é, e possivelmente seja um fenômeno físico. Concluíram, então, que a expansão higroscópica não é causada pela continuação do crescimento normal dos cristais, nem pela água que penetra nos espaços por ação de capilaridade, ainda que uma parte da expansão possa ser devida ao crescimento do cristal.

Shell (1961) foi o primeiro pesquisador a tentar estabelecer o efeito de forças restritivas frente às expansões de presa e higroscópica do revestimento. O autor avaliou as expansões de presa e higroscópica utilizando um recipiente retangular revestido com borracha e amianto úmido. As medidas eram feitas no sentido horizontal através de um dispositivo chamado “dial gauge”, calibrado em milímetros e, no vertical, através de uma agulha colocada sobre o corpo de prova, cujo movimento era avaliado por um microscópio comparador. Foram aplicadas forças de 0 a 1000 g/cm² no sentido horizontal e seus resultados indicaram que a

expansão higroscópica no sentido vertical foi duas vezes maior que no sentido horizontal e; que as forças restritivas produziram uma redução da expansão vertical; mas até 100 g/cm^2 não alteram significativamente a expansão higroscópica e têm um efeito muito menor na expansão normal de presa e que essas forças impedem a água de entrar no revestimento. O autor afirmou ainda que, provavelmente, o aumento da expansão higroscópica em relação à expansão normal de presa é completamente independente da reação de presa do sulfato de cálcio hemihidratado e a reação de presa pode ser considerada uma reação química, enquanto o efeito higroscópico seria resultante de uma reação física, tal como a absorção.

Mahler e Ady (1963) propuseram estudar a influência de vários fatores, tais como tipo de padrão de cera e sua posição no interior do anel, variações no amianto, relação água/pó, espatulação e tipo de cera, sobre a expansão de presa efetiva do revestimento no padrão e em sua volta, através de duas técnicas: uma térmica e outra higroscópica (por imersão em água a 38°C imediatamente após a mistura); utilizando dois tipos de revestimento: uma para expansão térmica e outro para expansão higroscópica. Dentre as conclusões apresentadas, puderam destacar: 1) a expansão de presa efetiva não foi igual àquela obtida linearmente através de uma canaleta; 2) a expansão do revestimento foi maior nas regiões distantes do padrão de cera e menor nas suas proximidades; 3) a posição do padrão de cera no anel influenciou consideravelmente na expansão de presa do revestimento; 4) super-espatulação e a relação água/pó influíram na

expansão térmica, tendo pouca influência na expansão higroscópica; e 5) o uso de cera macia resulta em uma maior expansão de presa.

Schnell et al. (1963) estudaram a adaptação e rugosidade de fundições em ligas de ouro, utilizando seis diferentes troquéis, com três revestimentos à base de fosfato (Ceramigold, Ceramvest e H.F.G.), comparados com dois revestimentos convencionais à base de gesso (Cristobalite e Beauty-Cast). As fundições foram realizadas com o uso de técnicas de expansão térmica e expansão higroscópica com imersão em banho de água a 38°C. Os dois primeiros revestimentos fosfatados contêm grafite e partículas grandes de sílica, que devem ser misturados com uma suspensão aquosa de sílica coloidal ao invés de água. As partículas de sílica no revestimento H.F.G. são menores que as partículas do Ceramvest e relativamente maiores que as encontradas no Ceramigold e as partículas grandes de sílica contribuem para um aumento da expansão térmica e porosidade do revestimento. Os autores concluíram que: 1) os resultados das fundições com revestimento à base de fosfato não foram tão bons quanto os das fundições com os revestimentos à base de gesso; 2) embora o tempo de trabalho para os revestimentos à base de fosfato tenha sido consideravelmente menor que os revestimentos à base de gesso, nenhuma dificuldade foi encontrada para completar o processo de inclusão; 3) expansão excessiva e rugosidade superficial foram problemas encontrados com o Ceramigold, já que houve aumento da rugosidade superficial nas fundições quando o líquido especial foi diluído para reduzir a expansão; este problema não foi tão acentuado com o Ceramvest; 4) obteve-se maior expansão com os revestimentos Ceramvest e Ceramigold do que

com o H.F.G.; 5) a expansão do H.F.G. pode ser variável pela proporção água/pó, enquanto que a expansão do Ceramigold e Ceramvest foi alterada pela diluição do líquido especial. Baseado neste aspecto, os autores sugeriram uma proporção água/pó de 10,2ml /50g para o H.F.G., 50% de líquido especial para o Ceramvest e 30 a 50% para o Ceramigold.

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

Allan e Asgar (1966) avaliaram a resistência e as possíveis reações químicas, que poderiam ocorrer com revestimento fosfatado Ceramigold (Whip Mix Co.), durante a presa e nos vários estágios de aumento de temperatura até à conclusão do processo de fundição, na qual foi utilizada uma liga à base de cobalto-cromo. Constataram, antes da espatulação do revestimento, a presença dos seguintes componentes: α -quartzo, α -cristobalita, MgO (óxido de magnésio) e $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (dihidrogeno fosfato de amônio). Estes dois últimos componentes

formam o $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ (fosfato de magnésio) e em temperatura acima de 280°C notou-se a formação do silicofosfato. A formação destes dois novos componentes coincide com o aumento da resistência do revestimento, sendo um dos picos de resistência atingido à temperatura de 500°C . Acima desta temperatura, iniciou-se a diminuição da resistência do revestimento, progressivamente, à medida que a temperatura aumentava, provavelmente, devido ao início de fusão do $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ e do silicofosfato. O maior pico de resistência ocorreu na temperatura de 1400°C , provavelmente devido à fusão completa dos componentes.

Preocupado com o julgamento que os Cirurgiões Dentistas fariam as sondagens em margens visíveis e em áreas não visíveis, Christensen (1966) propôs um estudo para poder avaliar a discrepância marginal que poderia ocorrer se dez experientes profissionais confeccionassem uma restauração áurea. Após a confecção da restauração, foi realizada uma análise microscópica da adaptação marginal e verificou-se também se poderia melhorar tal adaptação com acabamento e polimento apropriados. Pelo resultado da pesquisa, os profissionais não foram capazes de avaliar, consistentemente, a adaptação marginal com sonda ou radiografia, principalmente em áreas não visíveis. Foi notado também, que, após a cimentação, a adaptação marginal poderia ser melhorada com um acabamento apropriado.

Jones e Wilson (1970) avaliaram as expansões de presa e higroscópica de cinco revestimentos aglutinados por gesso e cinco revestimentos fosfatados. Todos os revestimentos foram manipulados conforme indicado pelos fabricantes. Quando era utilizada a técnica de expansão higroscópica, a

temperatura da água era de 39°C. Os resultados mostraram que a água afeta consideravelmente a expansão dos revestimentos. Os revestimentos fosfatados demonstraram maior susceptibilidade à absorção de água que os revestimentos aglutinados por gesso. Em dois dos revestimentos fosfatados analisados (Aqua-Vest e Multivest), a expansão foi muito grande, chegando a causar trincas e rachaduras. Isto pode ter ocorrido pelo fato da grande saturação de água possibilitar uma excessiva expansão, levando as trincas e rachaduras no modelo. Pela grande variabilidade que a presença de água ocasionou durante a presa do revestimento, os autores recomendam que cuidados e precauções devam ser tomados ao se utilizar a técnica de expansão higroscópica, principalmente nos revestimentos fosfatados.

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

explorador clínico e exame radiográfico. Em uma desadaptação de 200 μm , a radiografia demonstrava uma adaptação ruim, mas no exame clínico com explorador notava-se apenas uma leve discrepância, não demonstrando evidência conclusiva. Neste caso, o exame radiográfico mostrou-se mais fiel que o uso de um explorador. Para o autor, um espaço de até 160 μm foi considerado aceitável clinicamente, mas um espaço de até 120 μm seria o ideal.

Peyton e Graig (1971) chamaram a atenção para o momento da imersão da mistura no banho de água, pois, em geral, a expansão higroscópica diminui à medida que aumenta o tempo transcorrido entre a mistura e a imersão. Obtêm-se, sem dúvida, resultados mais reproduzíveis em testes se a imersão for realizada antes que ocorra a perda do brilho da mistura. Afirmaram também que a temperatura da água do banho tem muito pouco efeito sobre a expansão higroscópica do revestimento, que pode ser desprezada para fins práticos; e que essa temperatura tem influencia para o padrão de cera, uma vez que torna a cera mais plastificada, oferecendo menor resistência às forças de expansão do revestimento e, deste modo, a expansão higroscópica torna-se mais eficaz.

Skinner e Phillips (1973), no capítulo sobre ceras para fundição da segunda edição brasileira da obra “A Ciência dos Materiais Odontológicos”, relatam que as deformações sofridas por padrões de cera são conseqüências das alterações térmicas e da liberação de tensões internas, sempre existentes no modelo de cera. Descrevem que, tais tensões ocorrem em virtude à tendência natural da cera contrair-se durante o resfriamento; à alteração de forma quando moldada na cavidade; e às variáveis da manipulação tais como: a escultura, a

constituição do conduto de alimentação e a remoção do modelo de cera. Além disso, afirmam que quanto maior o tempo em que o padrão de cera for mantido ao ambiente e, quanto maior for a temperatura em que se armazena tal padrão, mais precária será a adaptação apresentada pela estrutura metálica obtida. Segundo eles, quanto mais complexa for a configuração da cavidade, maior será o grau de distorção. Deve-se pois, constituir uma regra fundamental o fato de que o modelo de cera deve ser incluído em revestimento tão logo seja removido do troquel.

Em 1974 e 1975, Miura e Simonetti publicaram uma série de artigos descrevendo trabalhos desenvolvidos com a cera para fundições, regular, tipo II, fabricada pela Kerr Manufacturing Company, U.S.A.; quase 65% de sua composição é constituída por parafina cujo ponto de fusão está ao redor de 58,9°C a 65°C. No primeiro artigo desta série, trabalharam com amostras de cera, plastificadas e mantidas em estufa por 30 minutos na temperatura de 55°C. Para os autores, o método mais prático e único reproduzível dentro dos limites rotineiros usuais, de promover lento resfriamento da cera, é o aquecimento simultâneo do troquel. Por esse motivo, o troquel mestre também permanecia em estufa à 55°C por 30 minutos. Puderam verificar que a contração térmica média da cera para fundição, desde sua temperatura de solidificação até a temperatura de 25°C, foi da ordem de 0,207%, quando da confecção de padrões oclusais.

Miura e Simonetti (1974), no segundo artigo desta série, utilizaram padrões de cera reproduzindo as faces oclusais e verificaram as manifestações efetivas das expansões de presa e semi-higroscópicas do revestimento

odontológico utilizado (Beauty-Cast - Whip-Mix Co.). Estas, quando existentes, equivaleram a valores menores que 0,05%, em média.

Já no terceiro artigo desta série, Miura e Simonetti (1974) utilizaram amostras de cera que foram plastificadas em estufa e foram conservadas por 45 minutos na temperatura de 55°C, para confecção de padrões próximo-oclusais. A contração térmica média da cera, nestas condições, foi da ordem de 0,104%; e o comportamento do revestimento foi sempre irregular, não sendo possível a comprovação de qualquer manifestação efetiva de expansão.

Miura e Simonetti (1975), no quarto artigo desta série, plastificaram as amostras de cera em estufa, onde foram conservadas por 60 minutos na temperatura de 55°C, para confecção de padrões méso-ocluso-distais. A contração térmica média da cera, nestas condições, desde sua temperatura de solidificação até a temperatura de 25°C, foi da ordem de 0,174%; e mais uma vez o comportamento do revestimento foi sempre irregular, não sendo possível a comprovação de qualquer manifestação efetiva de expansão.

Simonetti et al. (1975), visando ao desenvolvimento de ceras para fundição de precisão, realizaram um trabalho no qual se preocuparam com as condições sob as quais fosse possível a obtenção de padrões estruturalmente “resistentes”, para tentar eliminar o sério problema da distorção, que se manifesta pela liberação de tensões internas induzidas durante sua manipulação e do próprio padrão já confeccionado. Foram testadas três diferentes ceras: Cera azul “Kerr”, regular, tipo II (Kerr Manufacturing Co., U.S.A.); Cera azul “Saunders” (Alexander Saunders Co., U.S.A.); e uma Cera experimental “C₁”. Analisaram os

pontos de plastificação e de solidificação, a expansão volumétrica e a resistência à tração de cada tipo de cera. Verificaram que as três ceras testadas possuem diferentes pontos de plasticidade e de solidificação; e que a cera azul Kerr exibiu a maior expansão volumétrica das três. Quanto a resistência à tração, em todos os casos, os corpos de prova constituídos a partir de amostras recozidas de cera mostraram valores superiores, em relação aos corpos de prova confeccionados com ceras sem o processo de recozimento.

Pegoraro (1977) avaliou as expansões de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos à base de fosfato (Ceramigold, Ceramvest e Aurovest). Nestes revestimentos, variou-se a proporção do líquido especial/água: 100, 90, 75, 60 e 50%. A liga utilizada foi a Gemini II. Os resultados mostraram que o uso da expansão higroscópica aumentou a expansão do revestimento para compensar a contração da liga e, dessa forma, obtiveram uma melhor adaptação da peça metálica. Foi observado ainda que a variação da quantidade de líquido especial determinou 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 diferença encontrada entre 60% e 50%. Para Ceramvest, praticamente não houve influência sobre a expansão do revestimento; enquanto para o Aurovest, quando se diminuiu a quantidade de líquido especial, detectaram uma redução da expansão de presa e higroscópica, mas um aumento considerável da expansão térmica.

Weiss (1977) relatou que ao comparar as propriedades físicas das ligas de Ni-Cr com as das ligas áureas, essas mostram ser: bem menos densas;

seus pontos de fusão em torno de 260⁰C mais elevados; a contração de suas formas fundidas 60% maior; muito mais duras e resistentes; suas condutibilidades térmicas pequenas; e muito mais reativas quimicamente. Em outras palavras, elas são muito diferentes das ligas áureas, e qualquer tentativa de incorporar as ligas de Ni-Cr dentro da técnica de manipulação do ouro poderá indubitavelmente conduzir ao insucesso. Por isso, o autor salientou que, ao utilizar uma liga de ouro, somente a expansão do revestimento é suficiente para compensar a contração de fundição desta liga. Mas, utilizando uma liga de Ni-Cr há um grande problema durante o processo de fundição, que está relacionado à contração térmica desta liga e à expansão insuficiente dos revestimentos. Segundo o autor, neste caso seria interessante, além da expansão de presa e térmica, lançar mão da expansão higroscópica e do uso de um anel flexível, ao invés de um anel metálico.

Cooney et al. (1979) avaliaram dois tipos de revestimentos fosfatados (Ceramigold e Complete) e um revestimento à base de sulfato de cálcio (Lustercast) quanto à lisura de superfície e à adaptação marginal de estruturas metálicas fundidas com liga de ouro. Uma modificação da técnica foi também estudada para cada revestimento fosfatado, em que a solução de sílica foi diluída e o tempo de espatulação mecânica reduzido. Segundo os autores, com esta modificação, obtinha-se um tempo de trabalho mais longo e uma mistura mais fluída do revestimento o que facilitava a inclusão dos padrões de cera. Nos grupos com o revestimento Ceramigold, foi utilizado a expansão higroscópica conforme as recomendações do fabricante; sendo as inclusões submersas em água a 37,8⁰C por 30 minutos imediatamente após o processo de inclusão. As estruturas

metálicas fundidas a partir dos revestimentos fosfatados apresentaram uma menor desadaptação marginal do que as obtidas a partir do revestimento à base de sulfato de cálcio ($p < 0,01$). Porém, nenhuma diferença significativa ocorreu com os revestimentos fosfatados quando comparados com sua respectiva técnica modificada. Verificou-se ainda que, a técnica modificada com Ceramigold mostrou resultados significativamente menores quanto à adaptação marginal, quando comparado com a técnica modificada com o Complete ($p < 0,01$). Os autores, ainda, puderam observar que nenhuma correlação pôde ser feita entre a lisura de superfície, seja ela avaliada clinicamente ou laboratorialmente (600x de ampliação) com a adaptação das estruturas metálicas.

Neiman e Sarma (1980) procuraram esclarecer o que realmente ocorre na reação de presa dos revestimentos fosfatados: 1) quais produtos eram formados; 2) o que ocorre durante a desidratação; 3) quais os produtos formados na decomposição térmica, incluindo os tipos de ligações químicas e a interpretação estrutural. Com esse estudo, os autores verificaram que os revestimentos fosfatados consistem basicamente de material refratário (quartzo e cristobalita) e aglutinante (MgO e NH_4MgPO_4). Segundo eles, o material refratário, provavelmente, possui um papel muito pequeno no controle químico dos revestimentos, ao contrário do aglutinante.

Finger (1980) avaliou dois revestimentos a base de gesso (Beauty-Cast, Whip-Mix Co. – “BC”; e Revestimento Experimental – “RE”) e um revestimento fosfatado (Complete, Jelenko – “CP”), mostrando que a precisão cervical das fundições depende tanto das propriedades do revestimento utilizado,

bem como da espessura do padrão de cera. O CP foi manipulado com o líquido especial puro (CP₁₀₀) e com diluição de 40% (CP₄₀). Foram avaliadas as seguintes propriedades: expansão de presa depois de 2 horas do início da mistura; a temperatura do bloco de revestimento durante a presa; a expansão térmica até aproximadamente 670°C e a resistência à compressão a 23 e 670°C. Além disso, o autor determinou os valores do diâmetro interno de cada fundição para comparação entre os grupos formados. Foram confeccionados padrões de cera pela técnica de mergulhos em cera fundida (Kerr® Blue Inlay Casting Wax; Tipo I) até obterem padrões com espessuras de 0,5; 1,0; 2,0; e 3,0 mm.

Em todas as situações experimentais, as espessuras das paredes dos padrões de cera influenciaram na quantidade total de expansão dos moldes de revestimento; já que quanto mais espessos os padrões, menores foram os valores encontrados para os diâmetros das fundições.

As fundições produzidas com CP₁₀₀ foram as que apresentaram maiores aumentos no diâmetro, demonstrando folga de adaptação (subadaptação), que poderia ser explicado por dois motivos: 1) as altas temperaturas geradas durante a presa do revestimento (acima de 41°C) plastificaram os padrões de cera suficientemente para permitir maior efetividade da expansão de presa do revestimento; 2) a alta resistência à compressibilidade à 670°C do revestimento pode levá-lo a resistir a altos graus de contração de resfriamento da liga.

Já as fundições obtidas pelo BC, foram as que demonstraram maiores reduções no diâmetro, apresentando justeza de adaptação (sobreadaptação), que poderia ser devida a dois fatos: 1) uma parcial ou total

obstrução oferecida pelo padrão de cera à expansão de presa no centro do molde de revestimento; 2) restrição à contração térmica de resfriamento da liga. Quanto maior a espessura dos padrões, maior foi a restrição junto a expansão de presa e melhor pôde ser a restrição junto a contração da liga.

O revestimento experimental RE apresentou maior uniformidade de resultados quanto à precisão das fundições. As variações nos diâmetros ficaram entre +5 μ m e -12 μ m para as diferentes espessuras de padrões. As razões para tal uniformidade foram: 1) a restrição dada pelo padrão de cera a pequena expansão de presa deste revestimento (0,05%) pode ter oferecido pouco efeito sobre as dimensões do molde; 2) a baixa resistência a compressão do revestimento à 670°C tendeu a reduzir sua restrição junto à contração térmica de resfriamento da liga.

O autor concluiu seu trabalho afirmando que, quando se querem obter fundições de precisão, deve-se procurar utilizar revestimentos, como o RE, com pequena expansão de presa e expansão térmica suficientemente alta para compensar a contração da liga.

Segundo Landesman et al. (1981), um dos motivos que levaram ao desenvolvimento de ligas alternativas foi o alto custo do ouro. Porém, estas ligas alternativas têm a possibilidade de apresentar composições diferentes, requerendo métodos próprios de manipulação do revestimento. Os autores avaliaram a performance clínica 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 usando um revestimento aglutinado por gesso (Luster Cast – Kerr Mfg. Co.) ou um revestimento fosfatado (Ceramigold – Whip Mix Corp.),

conforme a indicação de cada fabricante da liga. Foram instalados 37 restaurações controles e 47 testes, sendo todas avaliadas nos intervalos de 3 meses, 1 ano, 1 ano e meio pós-instalação verificando a irritação gengival, sensibilidade do paciente, abrasão, e oxidação e corrosão. Foi verificado neste estudo, que nenhum metal demonstrou superioridade ao outro quanto à integridade marginal. E isto ocorreu porque houve uma adequada combinação entre os revestimentos e as ligas metálicas utilizadas. Variáveis como proporção pó/líquido, temperatura de aquecimento e temperatura de fundição demonstraram desempenhar papel importante na adaptação final das peças fundidas.

Baran (1983) considerou o baixo preço das ligas alternativas, em relação à liga áurea, um atrativo para o seu desenvolvimento. Mesmo assim, a metalurgia diferente das ligas e o modo como isso afeta sua manipulação e seu uso deveriam ser considerados. Nesta ocasião, o Ni-Cr já despontou como um importante material restaurador dental, havendo um grande interesse em se pesquisar esta liga e entender suas características químicas e físicas. Um metal que apresenta uma alta temperatura de fusão apresenta contração maior durante a sua solidificação que um metal com uma temperatura de fusão mais baixa. As ligas de Ni-Cr apresentam uma grande contração, sendo necessárias técnicas que permitam suficiente expansão dos revestimentos para compensar a contração destes metais. Uma das formas de controlar a expansão do revestimento é proporcionar, corretamente, a quantidade de líquido especial. Segundo o autor, devido às características próprias das ligas de Ni-Cr, técnicas e materiais específicos devem ser utilizados para proceder a sua correta manipulação; uma

vez que a precisão e a integridade das fundições dependem não só da forma do padrão de cera e do material de revestimento utilizado, mas também da liga, da técnica de inclusão e fundição selecionadas. Além disso, relatam que o uso de uma espessura maior de amianto quando da utilização de anéis metálicos proporcionam maior adaptação das fundições.

Jørgensen e Ono (1984) estudaram mais detalhes a respeito das distorções dos padrões de cera para coroas totais, quanto ao tipo de cera, à espessura do padrão, à técnica de obtenção do mesmo, e ao tempo de liberação das tensões internas antes da inclusão; e, por ultimo, analisaram o efeito de tais distorções sobre a qualidade clínica das restaurações fundidas. Foram utilizados três tipos de cera: Ceras para fundição azul, tipo I e tipo II (Kerr, Sybron, U.S.A.) e Cera para *Inlay* Vermelha, tipo II (Shofu Dental Mfg. Co., Kyoto, Japan); três espessuras (0,5mm, 1,0mm, 2,0mm) para a Cera azul tipo I da Kerr; e duas técnicas de obtenção: mergulhando repetidamente em cera fundida (técnica I) e pressionando cera plastificada sobre o troquel (técnica II). Constataram que as distorções nos padrões de cera são inevitáveis, e que podem ser o suficiente para reduzir o grau de aceitabilidade clínica das coroas. O tipo de cera e a espessura não interferiram na qualidade da adaptação cervical. A técnica II de obtenção dos padrões de cera ofereceu resultados superiores ao da técnica I, ao nível de $p < 0,001$ de significância. O tempo de armazenamento das peças mostrou ser igualmente um fator importante, indicando a necessidade de se incluir os padrões de cera o mais rápido possível após sua finalização.

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

Na primeira edição de seu livro “Modern theory and practice”, Marzouk (1985), no capítulo sobre fundições, relata que, a confecção dos padrões de cera para obtenção de estruturas metálicas até hoje é a etapa mais empírica de uma fundição, bem como a causa de muitas das falhas deste processo. Isso se torna evidente quando observamos a composição das ceras e suas características físico-químicas. Estas são compostas por parafina (40 a 60%), cera de carnaúba, alcoóis e ácidos, resina dammar, gorduras e alguns agentes corantes. Estas constituições das ceras oferecem variações quanto à temperatura de fusão e, elevados coeficientes de expansão térmica, que variam conforme a temperatura. Também possui uma microestrutura não homogênea, o que gera mudanças abruptas de suas propriedades de resistência, de plasticidade e de escoamento de acordo com a temperatura do ambiente em que se encontram. É um material que tem inúmeras características, que muitas vezes fogem do controle do operador; e

perante suas composições, as ceras para fundição são de fato um dos materiais odontológicos de menor estabilidade dimensional. Mas quando os padrões de cera são confeccionados pela técnica indireta, muitas destas propriedades são menos significativas, uma vez que os padrões não estão sujeitos às variações de temperatura desde a sua manipulação dentro da boca do paciente até a sua remoção e exposição à temperatura ambiente.

Neste mesmo capítulo, o autor também discute muito sobre os revestimentos, e expõe que, se houver a necessidade de sua máxima expansão, devemos forrar internamente o anel de fundição metálico com amianto, ou utilizar, preferencialmente, um anel de silicone, que deve ser removido o mais breve possível após a presa inicial. O autor recomenda que, ao se utilizar a técnica de expansão higroscópica, atente-se para o limite da quantidade de água que o revestimento pode receber e o tempo de permanência possível dentro d'água. O aquecimento deve ser lento para permitir a adequada evaporação da água residual do revestimento, possibilitar sua expansão, e evitar diferentes pontos de temperatura no bloco de revestimento, que é um mal condutor térmico.

Stevens et al. (1985) avaliaram o efeito da expansão de presa e do aumento de temperatura durante a presa de revestimentos fosfatados nas dimensões de moldes para fundições de restaurações MOD *inlays*. Neste estudo foram utilizados três revestimentos fosfatados (Bego-Ral, Platorit e Deguvest HFG) para medir o aumento de temperatura durante a presa e um (Deguvest HFG) para mensurar a expansão de presa. Três tipos diferentes de líquidos também foram utilizados: solução de glicerol a 20%, água destilada e líquido especial

puro. Dez padrões para cada um dos nove grupos foram utilizados. As aferições foram realizadas no padrão de cera e sobre as paredes do bloco de revestimento, que foi seccionado no sentido mesio-distal. A reação de presa dos revestimentos fosfatados é exotérmica e acompanhada de expansão. Distorções dos padrões de cera podem ocorrer com o aquecimento do revestimento e distorções dos espaços dentro dos blocos de inclusões podem surgir devido às restrições desiguais à expansão de presa. Observaram que, para todos os três líquidos utilizados, a quantidade de distorção e a variabilidade foram incompatíveis com os requisitos para se obter precisão das restaurações fundidas. Segundo os autores, o uso de revestimentos com zero de expansão de presa eliminaria a distorção dos padrões de cera. Porém, é obvio que os revestimentos teriam de ter uma expansão térmica suficiente para compensar a contração térmica das ligas empregadas.

Jørgensen e Watanabe (1986) estudaram um revestimento da Whip-Mix Corporation, na época novo e sem nome comercial. Relataram que, um revestimento para fundições odontológicas de precisão necessita apresentar uma expansão de presa mínima e uma expansão térmica suficiente para compensar a contração térmica, que ocorre durante a solidificação até atingir a temperatura ambiente. Foram utilizados cinco tipos de ligas: Degulor C; Degudent U; Deva M; Pors-on 4; e Sterling silver (todas ligas da Degussa). Utilizou-se neste experimento quatro tipos de líquidos na manipulação do revestimento: água e soluções aquosas de glicerol a 5, 10 e 20%. A expansão de presa deste revestimento fosfatado encontrou-se entre 0,03 e 0,05%; enquanto a expansão térmica ficou entre 1,54 e 1,85% dependendo do tipo de líquido utilizado. A

expansão térmica das ligas utilizadas, presente com elevação da temperatura ambiente para a de solidificação, ficaram entre 1,60 e 1,91%; fato esse que levou os autores a observarem que as fundições realizadas poderiam apresentar uma alta precisão, ou uma possibilidade de melhorar a precisão por meio da alteração do componente glicerol do líquido utilizado na manipulação do revestimento. Isso foi possível uma vez que, quanto mais concentrada a solução utilizada, maior foi a expansão térmica do revestimento, indicado para compensar contrações térmicas maiores de determinadas ligas.

Junner e Stevens (1986) mediram a expansão vertical e horizontal de três tipos de revestimentos fosfatado (Ceravest, Deguvest e BegoRal) sob diferentes condições de restrição do movimento horizontal promovido por anéis rígidos com revestimentos internos (1 e 2 camadas de celulose) e por anéis flexíveis de borracha. A expansão vertical foi significativamente maior do que a expansão horizontal quando se utilizou anéis rígidos; e nenhuma diferença ocorreu com os anéis flexíveis. A expansão de presa anisotrópica, ocorrida nos anéis rígidos, poderia produzir distorções nos revestimentos a ponto de tornar clinicamente inaceitáveis fundições realizadas a partir desta situação. O uso de anéis flexíveis, oferecendo pouco ou nenhuma restrição à expansão horizontal, é recomendado para reduzir a distorção do molde de revestimento.

Mondelli et al. (1987) realizaram pesquisa a respeito das ligas alternativas (Ni-Cr; Cu-Ni-Mn; Cu-Zn-Al-Ni; Ag-Sn; Ag-In-Zn e Ag-Sn-Pd) encontradas no comércio odontológico. Segundo os autores, o baixo custo em relação às ligas nobres fez com que sua procura e uso crescessem muito. O intuito

da pesquisa foi verificar a eficácia clínica destas ligas, além de avaliar as propriedades físico-químicas e biológicas, a fim de indicar com segurança tais ligas. Os resultados obtidos mostraram que a liga a base de Ni-Cr é uma alternativa viável, pois apresentaram eficácia clínica que a credenciou para a confecção de restaurações metalocerâmicas.

Ghersel (1988) procurou verificar o comportamento dimensional do conjunto padrão de cera-revestimento, quando utilizada a inclusão à vácuo; e a influência do uso de diferentes quantidades (0, 1, 2 e 3) de camadas de amianto revestindo internamente o anel de fundição, no comportamento dimensional deste conjunto acima mencionado. Utilizou-se neste experimento um troquel metálico tipo MOD; a Cera Azul marca Kerr; e os revestimentos aglutinado por gesso Higroterm (Polidental Ind. e Com. Ltda) e Cristobalite (Sybron/Kerr), e o fosfatado Hi-Temp (Whip-Mix Corp.). Após as aferições das dimensões do molde de revestimento e realizada as análises estatísticas, o autor pôde concluir que a utilização da inclusão à vácuo permitiu uma maior expansão do conjunto cera-revestimento do que a inclusão convencional; e que o revestimento fosfatado Hi-Temp, quando comparado aos outros, aglutinados por gesso, apresentou uma expansão maior. Foi detectada também uma maior expansão do conjunto cera-revestimento quando utilizadas três ou duas camadas de amianto, do que com uma ou nenhuma.

Mondeli et al. (1989), em função da técnica de inclusão e tipos de revestimentos empregados, analisaram a contração de fundição e os desajustes de coroas totais fundidas com ligas metálicas alternativas. Foram utilizados cinco

tipos de ligas (Ag/Sn – Superalloy; Cu/Al – Duracast MS; Cu/Zn – Goldent LA; Ag/Pd – Palliag M e Ni/Cr – Nitrocast), dois revestimentos à base de fosfato (Hi-Temp e Termocast) e dois revestimentos aglutinados por gesso (Cristobalite e Goldent). Foram empregadas a forma de expansão convencional, que envolve a expansão de presa e térmica; e a forma de expansão compensatória, que se utiliza das expansões de presa, higroscópica e térmica. Cada liga foi fundida com os quatro revestimentos e em cada um destes grupos, foi utilizada a expansão convencional e compensatória. Verificaram que a expansão higroscópica (técnica compensatória) aumenta a expansão do revestimento compensando a contração maior das ligas alternativas. Com isso, um menor desajuste marginal foi detectado nestas amostras. Para os autores, outro aspecto que deve ser levado em conta seria o emprego da cera utilizada para confecção dos padrões. Em fase preliminar deste estudo, utilizaram diferentes tipos de cera e resina para confeccionar os padrões. Verificaram que, apenas quando se empregava cera macia com a técnica de expansão compensatória se conseguiu chegar a um índice de ajuste considerado satisfatório em relação aos demais, incluindo a clássica cera azul “Kerr”.

Fernandes et al. (1989) avaliaram três revestimentos fosfatados (Hi-Temp; Ceramigold; e Multi-Vest – todos da Whip-Mix Corp.) manipulados com 100, 75, 50 e 25 por cento de líquido especial e um revestimento aglutinado com gesso (Hi-Heat – Whip-Mix Corp.), quanto às alterações dimensionais lineares de presa normal e à expansão linear de presa higroscópica. Foram pesquisadas também as temperaturas máximas alcançadas pelos revestimentos, em função das reações de presa normal. Os resultados demonstraram que não houve

uma relação de proporcionalidade entre as alterações lineares de presa normal dos revestimentos fosfatados e as concentrações dos respectivos líquidos especiais. O revestimento aglutinado por gesso (Hi-Heat) apresentou a menor expansão de presa normal e a maior expansão de presa higroscópica. Os revestimentos Ceramigold e Multi-Vest não obtiveram valores de expansão higroscópica superiores ao de presa normal. O revestimento Multi-Vest alcançou rapidamente a maior temperatura dada pela reação exotérmica de presa entre os revestimentos analisados. Os autores afirmaram que, conseqüentemente, esse revestimento poderá influir na maior distorção do padrão de cera.

Segundo Papadopoulos e Axelsson (1990), os fornos comerciais diferem entre si pelo fato de cada um possuir uma taxa de aquecimento diferente; e isto seria um fator importante a ser verificado, pois um mesmo revestimento apresentaria expansões térmicas diferentes, dependendo da taxa de aquecimento que o forno executa. Ao mesmo tempo, os autores concordam que a expansão térmica dos revestimentos fosfatados é a mais importante para compensar a contração da liga metálica fundida, que ocorre até atingir a temperatura ambiente. Diante disso, os autores procuraram verificar a influência de três taxas de aquecimentos sobre a expansão de um revestimento fosfatado (Heravest Super – Heraeus), incluído em um anel metálico com uma camada de celulose. Após a presa, os blocos de revestimento foram levados ao forno, e três programações de taxas de aquecimento foram selecionadas: rápido, médio e lento. Para cada taxa de aquecimento, foram confeccionados cinco padrões de cera sobre um troquel com preparo MOD e cinco, sobre troquel com preparo para coroas totais. A liga

utilizada foi uma áurea para metalocerâmica. Os autores concluíram que quanto mais rápido o aquecimento, menor a expansão do revestimento. Isto seria explicado pela dificuldade da conversão do material refratário, em especial do cristobalite, da forma α para a β quando o aquecimento ocorre rapidamente. O volume do material refratário de um revestimento fosfatado supera 80% do total em peso. Com isso, é de importância prática saber qual a taxa de aquecimento ideal para um determinado revestimento, especialmente no caso dos fosfatados, pois melhores resultados seriam alcançados.

Campagni e Majchroweiz (1991) foram os primeiros autores a apresentar a técnica de fundição rápida para confecção de núcleo intra-radicular. Este procedimento inicia após a confecção do núcleo em resina acrílica e termina com a obtenção da peça fundida, sendo concluído dentro de uma hora. Desta forma, uma fase clínica pode ser eliminada: a confecção de um núcleo radicular provisório. O processo convencional de fundição demoraria aproximadamente três horas, inviabilizando a cimentação da peça em uma única secção. Os autores utilizaram um revestimento fosfatado (Jelenko - Dental Health Products, Armonk, N.Y.) e 50% de líquido especial. O revestimento foi vazado num anel metálico de fundição e o tempo de espera da presa foi de quinze minutos. A seguir, o anel foi levado a um forno pré-aquecido à 700° C por 15 minutos. Na fundição utilizou-se a liga de ouro tipo III, mas também se pode utilizar a tipo IV. Segundo os autores, a técnica de fundição rápida pode ser utilizada com sucesso para confecção de núcleos, mas sugeriram mais pesquisas a respeito.

Lopes et al. (1991) analisaram as alterações dimensionais lineares que se processam em restaurações fundidas do tipo MOD, obtidas a partir da Técnica de expansão térmica do padrão de cera e revestimento (TET) e da Técnica de expansão higroscópica (TEH). Utilizaram a Cera Azul para incrustações (Keer Ind. e Com. Ltda – São Paulo/SP) e o revestimento Higroterm (Polidental Ind. e Com. Ltda – São Paulo/SP). Distâncias mésio-distais (MD) e vestibulo-linguais (VL) constantes da região cervical foram aferidos. A metodologia deste experimento consistiu em manter a temperatura do troquel e a inclusão do padrão de cera imediatamente após a obtenção à temperatura constante de 37°C, até a presa final do revestimento. Pôde-se observar que a utilização da TET permitiu a expansão do molde de revestimento (0,39%), enquanto que a TEH não permitiu (0%). Além disso, em ambas as técnicas não foram reproduzidas fielmente a matriz. Enquanto a TEH proporcionou alteração em ambos os sentidos, MD e VL; a TET proporcionou alterações lineares apenas no sentido VL. Segundo os autores, não se pode responsabilizar somente a cera para fundição pela variabilidade dos resultados obtidos e sim, outros fatores, que provavelmente influiriam no resultado final das alterações dimensionais lineares, a exemplo da expansão do revestimento. Os autores destacam o fato da TEH ter causado as maiores distorções dos moldes.

Segundo Araújo et al. (1992), há três técnicas para obter a expansão do bloco de revestimento, destinadas a compensar a contração da liga durante a fundição: técnica de expansão térmica; técnica de expansão higroscópica de Hollenback e técnica de expansão higroscópica de Asgar, Mahler

e Peyton. A expansão higroscópica ocorre somente se for fornecida água adicional ao revestimento, tão logo os cristais em crescimento entrem em contato. E a magnitude da expansão está diretamente relacionada à quantidade de água presente no revestimento que está tomando presa.

Johnson (1992) propôs investigar: o efeito de cinco técnicas de manipulação de um revestimento no processo de inclusão, presentes na literatura, com intuito de analisar quais os melhores meios para reduzir bolhas de ar no revestimento; o efeito da angulação do padrão de cera dentro do anel de fundição na incidência de nódulos nas fundições; e a efetividade do uso do agente redutor de tensão superficial. Foram utilizados dois revestimentos aglutinados por gesso (Cristobalite e Beauty-Cast da Whip Mix) e dois revestimentos fosfatados (Ceramigold – Whip Mix e Deguvest Soft - Degussa). Para os revestimentos aglutinados por gesso, foi utilizada a liga áurea Tipo IV (Stabilor G – Degussa) e para os revestimentos fosfatados, foi utilizada uma liga nobre para metalocerâmica (Deva M - Degussa). Observaram: 1) que a espatulação mecânica sob vácuo, vazamento do revestimento no anel sob vibração e manutenção deste sob pressão a 40psi, reduziu a quantidade de bolhas de ar no revestimento e, conseqüentemente, a quantidade de nódulos na peça fundida; 2) que a espatulação mecânica sob vácuo é mais efetiva do que a espatulação manual na eliminação de bolhas de ar dentro do revestimento; 3) que o agente redutor de tensão superficial também provocou uma redução da quantidade de nódulos nas estruturas metálicas fundidas; 4) que apesar de não significativa, houve uma tendência de existir menos nódulos nas estruturas metálicas, cujos padrões haviam sido posicionados paralelo

ao longo eixo do anel em comparação, aos que tinham sido posicionados com angulação de 45⁰.

Na sétima edição de seu livro “Skinner’s Science of dental materials”, Phillips (1993), no capítulo sobre ceras para restaurações fundidas, deixa claro que sua distorção talvez seja o problema mais sério defrontado ao confeccionar-se e remover um padrão de cera da boca ou do troquel, em função das alterações térmicas e liberação de tensões internas. Após sua remoção, o padrão não deve ser tocado para prevenir ao máximo, qualquer mudança de temperatura. Mas, independente do tipo de método escolhido para a confecção do padrão de cera, o mais correto, para evitar qualquer distorção tardia, é vaziar o modelo imediatamente após sua remoção da boca ou do troquel.

Schneider (1994) publicou um protocolo para a confecção de núcleo intra-radicular utilizando a técnica da fundição rápida. Segundo o autor, essa técnica possibilitou diminuir o tempo de fundição e instalar um núcleo metálico fundido na mesma sessão de atendimento em que este foi obtido em resina; eliminando a etapa da confecção do elemento provisório com pino. O autor indicou o uso de liga de ouro tipo III ou IV; e utilizou um revestimento fosfatado manipulado com uma diluição do líquido especial em 50/50 de água, vazado em anel metálico. O tempo de espera para presa do revestimento foi de 15 minutos e, em seguida, o anel foi levado a um forno pré-aquecido a 700°C, permanecendo por mais 15 minutos; concluindo que esta técnica produziu resultados satisfatórios, entretanto, afirmou que, como toda variação a ser introduzida, esta também precisa ser bem avaliada para que se entenda a razão desse sucesso.

Murakami et al. (1994), investigando a possibilidade do uso da técnica de fundição rápida, avaliaram, inicialmente, três revestimentos aglutinados por gesso próprios para fundição rápida (Noritake Cristobalite F - Noritake Co; Cristobalite PF – Shofu Inc.; Cristoquick II – GC Corp) e um revestimento aglutinado por gesso convencional (Cristobalite Micro – GC Corp.); quanto às expansões de presa e térmica e à resistência à fratura quando submetidos ao aquecimento rápido.

Os autores aferiram a adaptação marginal e os aspectos superficiais de peças fundidas com uma liga de ouro-prata-paládio (Castwell MC, GC Corp.), fazendo uso destes revestimentos. Para técnica de fundição rápida, o protocolo adotado foi de 30 minutos de espera para a presa do revestimento e, logo após, introdução no forno pré-aquecido a 700°C, onde foram mantidos por 30 minutos. Na técnica de fundição convencional, o protocolo usado com os revestimentos foi o rotineiro em um laboratório de prótese.

Entre os revestimentos de fundição rápida, o Cristoquick II apresentou expansão de presa mais rápida; após 60 minutos, não houve alteração na sua expansão, enquanto os outros dois revestimentos apresentaram expansão de presa mais lenta, que continuou até 120 minutos após a mistura. Os revestimentos para técnica rápida tiveram um comportamento térmico melhor, que foi atribuído ao acréscimo de quartzo em suas formulações. Mas o revestimento de rápida Noritake Cristobalite F, apresentou fraturas parciais. Os revestimentos Cristoquick II e Cristobalite PF não apresentaram fraturas durante os experimentos, enquanto

que o revestimento convencional Cristobalite Micro quebrou-se em pedaços quando submetido ao aquecimento rápido.

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

Kotsiomiti e Kaloyannides (1994) determinaram os valores de escoamento e expansão térmica linear de seis tipos de ceras para fundição num estudo do comportamento durante o aquecimento e o resfriamento de tais ceras. As ceras utilizadas foram: (1) Plastodent G – blue (Degussa AG); (2) Plastodent F W – verde (Degussa AG); (3) Plastodent U – laranja (Degussa AG); (4) Jelenko Green wax (Jelenko); (5) S-U Dental wax – verde (Schuler Dental) e (6) S-U Dental wax – azul (Schuler Dental). Foram avaliadas em 27°C, 32°C, 37°C, 42°C, 47°C e 52°C. O aumento significativo do escoamento ou plasticidade dos padrões causados pelo aumento de temperatura ocorreu em média dos 37°C até 47°C para

a maioria das ceras. Quanto à expansão linear térmica, as ceras (1), (2), (5) e (6) apresentaram comportamentos similares até 42°C. Com o aumento adicional na temperatura até 47°C, as ceras (1) e (5) mostraram um comportamento diferente, apresentando uma elongação que não excedeu a 1,05%; enquanto as outras ceras obtiveram valores de expansão acima de 1,47%.

Cahi et al. (1996) compararam a estabilidade dimensional de três tipos diferentes de materiais (cera tipo II Kerr - Kerr, resina quimicamente ativada Duralay – Reliance Dental, e resina fotopolimerizável Modilux - Voco) utilizados na confecção de padrões de *inlays*, quando estocados por diferentes períodos de tempo (0, 1 e 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, utilizou-se um modelo mestre metálico representando uma cavidade *inlay* com 4 linhas referenciais intercaladas e definidas na base. Em cima destas, foram feitas aferições e obtiveram três índices que foram formulados neste trabalho para avaliar distorção e proporção de expansão e ou contração dos materiais. Puderam observar que de um modo geral os materiais apresentaram uma significativa e proporcional contração em relação as suas dimensões originais; e nenhum dos 3 materiais mostrou algum tipo de distorção significativa dentro das 24 horas de avaliação. Segundo os autores, o fato de que nenhuma distorção ocorreu com os materiais para confecção de padrões e que as mudanças foram somente de contração; indicou que condições controladas da expansão do molde

de revestimento foram necessárias para compensar o total de contração dos padrões e não para compensar problemas mais sérios de distorção do padrão.

Por outro lado, também puderam ver que dentro da primeira hora as mudanças não 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. Num exame mais individual, ficou claro também que a contração dos padrões de cera foi significativamente maior do que em relação os feitos com as resinas Duralay e Modilux; porém não a contra-indica, sendo considerada suficientemente estável como material para confecção de padrões se a sua manipulação for apropriada. Por último, os autores ressaltaram a necessidade de estudos que avaliem a relevância clínica destes achados.

Earnshaw et al. (1997) estudaram os efeitos do potencial de expansão dos revestimentos à base de fosfato e sua resistência em relação à temperatura para confeccionar uma coroa total, com uma liga de alto conteúdo de ouro. A cera utilizada na obtenção dos padrões foi a Cera azul para fundição, regular (Keer, Sybron, U.S.A.). Foram utilizados dois revestimentos fosfatados (Ceramigold e Ceramigold 2, ambos da Whip Mix Corporation). Com o revestimento Ceramigold formou-se três grupos: 1) 100% de líquido especial, uso de camada de celulose seca e tempo de presa na bancada; 2) 75% de líquido especial, uso de camada de celulose hidratada e tempo de presa na bancada; 3) 75% de líquido especial, uso de camada de celulose hidratada e uso da técnica de expansão higroscópica com água a 38°C. Com o revestimento Ceramigold 2, não se utilizou líquido especial, foi utilizada camada de celulose hidratada e tempo de

presa na bancada. Nos resultados, os autores verificaram que a maior expansão ocorreu com o uso da técnica da expansão higroscópica, mas também foi a que apresentou a menor resistência à compressão e demonstrou maior discrepância no sentido axial. A maior quantidade de líquido especial pode ter influído para uma maior resistência do revestimento e também ter proporcionado a maior expansão térmica; e também concluíram que, quanto menor a expansão de presa e maior a expansão térmica, mais precisa foi a adaptação da peça fundida.

Para Konstantoulakis et al. (1998), a técnica de fundição rápida deve ser submetida a maiores investigações antes que seja indicada para se executar fundições de coroas totais, pois a sua precisão ainda não foi suficientemente estudada. Por isso, em 1998, avaliaram a adaptação marginal de coroas totais obtidas com a técnica de fundição rápida e convencional, utilizando cinco tipos de revestimento: Complete (Jelenko Co.); Ceramigold (Whip Mix Corp.); Cera-Fina (Whip Mix Corp.); PowerCast (Whip Mix Corp.) e Hi-Temp (Whip Mix Corp.). Os dois primeiros revestimentos apresentam uma granulação grossa e contêm carbono em sua formulação. Os revestimentos Cera-Fina e o PowerCast apresentam uma granulação mais fina e livre de carbono. O Hi-Temp é similar ao Ceramigold, com a diferença que não contém carbono. Somente o PowerCast foi vazado em anel de fundição não rígido. Os outros revestimentos foram vazados em anel metálico, com uma camada de celulose não hidratada. Para a confecção dos padrões de cera foi usada a Cera Gator (Whip Mix Corp.); e a liga foi nobre Orion (Ney, Bloomfield, Conn.), altamente nobre (51% Au, 39% Pd, 8% In).

Os resultados obtidos mostraram que quando o processo de espatulação e inclusão foram realizados sob vácuo, o revestimento tornou-se menos poroso e; dependendo do revestimento (Ceramigold), o escape de gases foi mais difícil e, dessa forma, induziu as fraturas ou trincas quando levado ao forno pré-aquecido a 815°C. A maior quantidade de quartzo no PowerCast permitiu que fosse levado ao forno pré-aquecido sem que ocorressem fraturas. A discrepância marginal e a rugosidade superficial apresentadas pelas coroas confeccionadas pela técnica rápida não foram significativamente diferentes ($p>0,05$) em relação à técnica convencional.

Nesse trabalho, os autores consideraram aceitáveis clinicamente o valores de até 120µm (McLEAN; von FRAUNHOFER, 1971). Apenas o revestimento Cera-Fina apresentou médias cujos valores estavam acima deste, tanto na técnica convencional como na rápida; demonstrando que a técnica rápida pode ser uma alternativa para se ganhar tempo. Por outro lado, relataram que Anusavice (1996) afirmou que os limites de tolerância quanto a desadaptação ou ao ajuste marginal das coroas são motivos de discussão entre os diversos autores, não se conhecendo ainda o limite exato que pode ser aceito; e citaram autores, como Christensen (1966), que afirmou que este limite não deve ultrapassar 74µm; ou como Dedmon (1982), que defendeu o valor máximo de 104µm.

Já Schlling et al. (1999), acreditando que o pequeno número de corpos de prova poderia ter sido o responsável por Konstantoulakis et al. (1998) não terem encontrado diferença significativa na adaptação das peças, questionaram esses resultados e, então, repetiram o mesmo trabalho, mas com um

número de corpos de prova maior e utilizando apenas um revestimento aglutinado por fosfato (Ceramigold, Whip Mix Corp.). Para a confecção dos padrões foi usada a Cera Gator (Whip Mix Corp.). A liga utilizada também foi uma liga altamente nobre (Orion, Ney, Bloomfield, Conn.). O resultado obtido foi repetido. Não houve diferença significativa na adaptação marginal entre a técnica de fundição convencional e a rápida. Neste estudo, seriam consideradas aceitáveis clinicamente, fundições com desadaptações de 100 μ m, menor que a preconizada por McLean e von Fraunhofer (1971). Entretanto, a média das desadaptações marginais, tanto para a técnica convencional como para técnica rápida de fundição, ficaram dentro do que Ostlund (1985) considerou desejável (50 μ m). Para os autores, a fundição rápida constitui realmente numa alternativa em relação ao tempo consumido pela técnica convencional. Os autores ainda afirmaram que o fator habilidade do técnico de laboratório também é relevante, pois melhor poderá ser o resultado obtido à medida que se obtém experiência repetindo o procedimento.

Takahashi et al. (1999) desenvolveram uma nova técnica para avaliar continuamente a expansão de presa interna de revestimentos e, com este método, examinaram o efeito do tipo de material para confecção de padrões sob expansão de presa interna do revestimento. Foi testado um revestimento fosfatado (GC VEST G, Taisei Dental Mfg Co Ltd) e três tipos de materiais para confecção de padrões: (1) uma cera macia, com 40⁰C de temperatura de plastificação (50% de escoamento) e expansão térmica de 0,40% a 37⁰C (GC Co Ltd, Tokyo, Japan); (2) uma cera dura, com 47⁰C de temperatura de plastificação (50% de

escoamento) e expansão térmica de 0,34% a 37°C (GC Co Ltd, Tokyo, Japan); e (3) resina acrílica autopolimerizável com 75°C de temperatura de plastificação e expansão térmica de 0,08% a 37°C (Pattern, GC Co Ltd, Tokyo, Japan).

Apesar de o revestimento poder expandir verticalmente da mesma maneira com todos os materiais para confecção de padrões, os valores da expansão horizontal (EH) de presa foram significativamente mais baixos do que os da vertical (EV). Nos padrões de cera dura, a EH foi significativamente menor na oclusal do que na cervical do padrão; enquanto que nos padrões de cera macia e em resina, a EH foi aproximadamente igual na oclusal e cervical dos padrões. Os autores entenderam tais resultados, baseados na expansão térmica e rigidez de cada material durante a presa do revestimento. Pequena EH ocorreu com os padrões em resina por causa de sua rigidez relativamente alta. Nos padrões de cera macia, tanto a maciez e a alta expansão térmica deixaram praticamente igual a EH em toda sua extensão ocluso-cervical. Já nos padrões de cera dura, os aspectos oclusais oferecem mais resistência às forças de expansão do que os aspectos cervicais delgados já que aquele possui maior volume. Concluíram que, a desuniformidade da expansão de presa do revestimento foi observada com os três materiais testados; e isto pode levar a distorção das inclusões. Entre eles, a cera macia ofereceu mínima desuniformidade; enquanto que a resina, máxima. Segundo Takahashi et al. (1999), os resultados indicaram que a nova técnica pode medir a expansão de presa precisa e reprodutivelmente.

Segundo Blackman (2000), há pouco conhecimento e são escassas as publicações a respeito dos motivos do sucesso clínico da fundição rápida

utilizando revestimento fosfatado. O autor realizou um estudo em que utilizou: uma réplica de molar preparado para receber uma coroa total; um revestimento fosfatado (Complete, J. F. Jelenko and Co., Armonk, N.Y.); anel metálico forrado com uma camada de celulose; Cera E-Z Hard (Ivoclar North America, Inc., Amherst, N.Y.); e liga áurea Tipo III. As fundições foram divididas em três grupos com 10 coroas em cada um e processadas da seguinte forma: *Grupo I*, no qual o tempo de espera da presa foi de 15 minutos e, logo em seguida, o anel foi levado a um forno a 704°C, com essa temperatura mantida por 15 minutos; o *Grupo II*, no qual o tempo de espera foi de 30 minutos e, logo em seguida, foi levado a um forno a 704°C e essa temperatura mantida por 30 minutos; o *Grupo III*, no qual o tempo de espera da presa foi de 60 minutos, levado ao forno em temperatura ambiente, e elevada até 648°C em 30 minutos e mantida por 60 minutos. O diâmetro externo de cada coroa foi medido antes e após a fundição para fins de comparação.

Com relação à alteração do diâmetro, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos; havendo aumento médio de 0,5% ou 50µm do diâmetro externo do padrão de cera para o da coroa fundida. Mas a menor alteração do *Grupo II* foi considerada inesperada e isto necessita maiores investigações. Com relação à definição da margem cervical, os *Grupos I* e *II* não apresentaram diferenças estatisticamente significante entre eles, mas o *Grupo III* demonstrou uma melhor definição e nitidez de margens. Este também demonstrou maior rugosidade se comparado aos *Grupos I* e *II*, porém mais investigações seriam necessárias para determinar o porquê deste comportamento.

Após as fundições, verificou que no *Grupo I* ocorreram fraturas, em três anéis, na superfície externa da coroa, próximo ao canal de alimentação da liga. Este acontecimento não foi considerado importante para julgá-las perdidas. No *Grupo II* não ocorreram fraturas do revestimento, como no *Grupo I*, talvez o tempo utilizado tenha sido suficiente para que este atingisse uma adequada resistência. O autor sugere que o tempo de presa seria o mais importante para prevenir as fraturas do revestimento, mas outros estudos seriam necessários para confirmar essa hipótese.

O autor concluiu que a técnica de fundição rápida poderia ser realizada com sucesso, mas uma pesquisa contínua a cerca deste assunto deveria ser realizada, pois os conhecimentos até o momento não permitiam que muitas questões fossem respondidas.

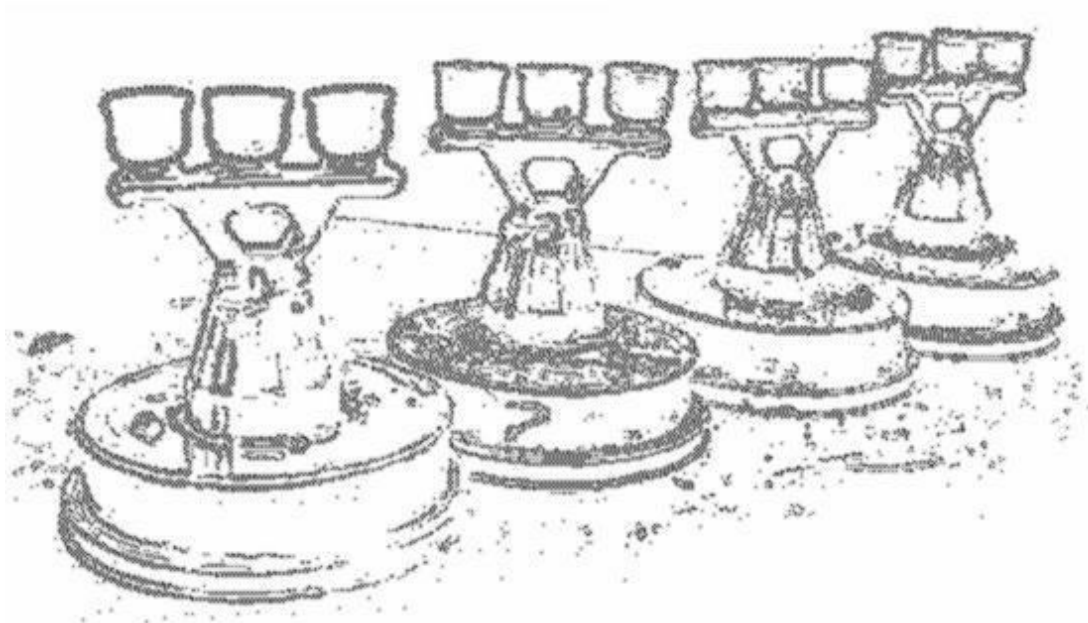
Juszczuk et al. (2000) avaliaram a resistência de revestimentos fosfatados, variando a técnica de manipulação. Segundo os autores, o tamanho e a distribuição dos poros produzidos por uma determinada técnica podem afetar a resistência do revestimento. Utilizaram quatro revestimentos fosfatados (Croform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

Para cada técnica, 50 amostras de cada revestimento foram confeccionadas. De cada grupo de amostras, 10 blocos de revestimentos foram fraturados propositadamente para se observar suas superfícies em microscópio, analisando o número de poros, sendo seus tamanhos medidos e anotados.

O uso da espatulação mecânica sob vácuo e presa sob pressão resultou em poros menores e apresentou maior resistência. As presenças de poros no revestimento Croform WB e Levotherm indicam suas influências no aparecimento de trincas e fraturas. Pelos resultados obtidos, os autores verificaram que, dependendo da técnica de manipulação, ocorrem diferenças na resistência dos revestimentos. O método mais efetivo na redução do tamanho dos poros foi por meio da espatulação mecânica e presa sob pressão, o que aumentou a resistência dos revestimentos fosfatados.

Yamaguti (2002), procurando determinar a eficácia de revestimentos, dois aglutinado por fosfato e outro cerâmico, frente à técnica de fundição rápida e à técnica de fundição convencional, analisou a adaptação cervical de estruturas metálicas para coroas metalocerâmicas. A liga metálica utilizada foi Ni-Cr (Vera Bond II, Aalba Dent. Inc.). A análise de seus resultados detectou um desempenho desfavorável da técnica de fundição rápida, quando comparada com a técnica convencional para um mesmo revestimento. O revestimento cerâmico Micro Fine 1700 proporcionou uma melhor adaptação em ambas as técnicas de fundição, a ponto de viabilizar a utilização da técnica de fundição rápida para a confecção de infra-estruturas para coroas metalocerâmicas.

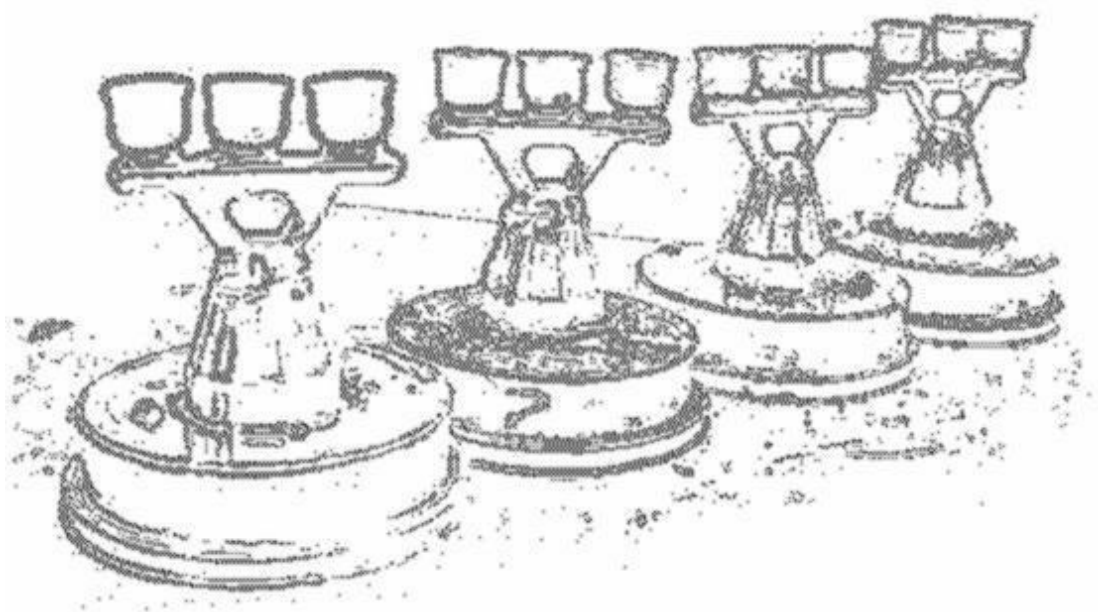
Diante do fato de não termos encontrados relatos do uso da técnica de expansão higroscópica associado à técnica de inclusão e fundição rápida, julgamos oportuna a realização da presente pesquisa para pesquisá-la e avaliar se esta fornece estruturas metálicas dentro de padrões clínicos aceitáveis.



PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar a desadaptação de estruturas metálicas obtidas de padrões confeccionados com dois tipos de cera para fundição e que foram: incluídos em um revestimento fosfatado empregando a técnica de expansão higroscópica e fundidos segundo as técnicas de inclusão e fundição convencional e rápida.



MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODO.

4.1 Liga Metálica.



FIGURA 1 – Liga de Ni-Cr Neochrom.

A liga utilizada neste trabalho para a obtenção das estruturas metálicas possui, segundo o fabricante, as seguintes características:

- Nome comercial: Neochrom (CNG Soluções Protéticas)
- Composição:
 - Níquel (Ni)...69,90%
 - Cromo (Cr)..21,60%
 - Mobilênio (Mo)...4,45%
 - Silício(Si). .2,90%
 - Outros: Mn, Fe, C e S.
- Propriedades físicas:
 - Resistência a tração.....56 kg/mm²
 - Resistência ao escoamento.....42 kg/mm²
 - Elongação.....5,9%
 - Dureza Vickers.....235 HV
 - Densidade.....7,9g/cm³
 - Coeficiente de expansão.....13,8 x 10⁻⁶/°C
 - Faixa de fusão.....1320 a 1390°C
 - Temp. indicada para o revestimento.....850 a 900°C

4.2 Revestimento.

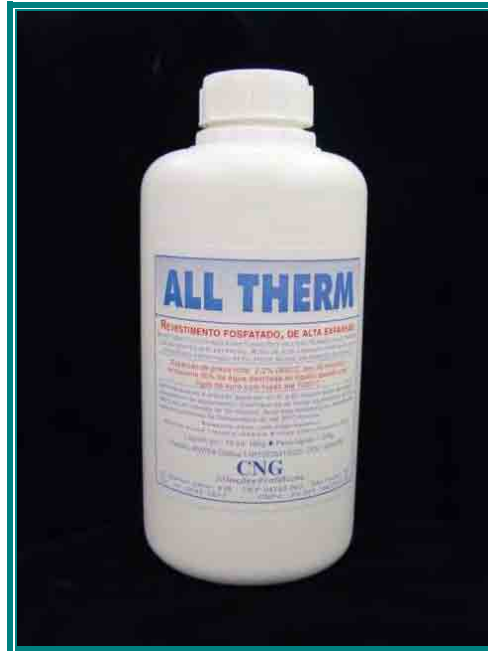


FIGURA 2 – Revestimento All Therm.

Revestimento fosfatado de alta capacidade de expansão para fundições de ligas nobres e não-nobres que possuem alta contração de solidificação.

- Nome comercial: All Therm (CNG Soluções Protéticas)
- Expansão de presa total.....2,2%
- Proporção: 100g de pó / 16ml de líquido especial
- Composição: fosfatado
- Característica: multigranular
- Propriedades: alta expansão; caracterizado por extrema resistência e fidelidade de definição de bordos mesmo para padrões bem delicados; embora resistente, não apresenta grande dificuldade de desinclusão.

1 e Método

4.3 Ceras.

4.3.1 Cera de imersão.

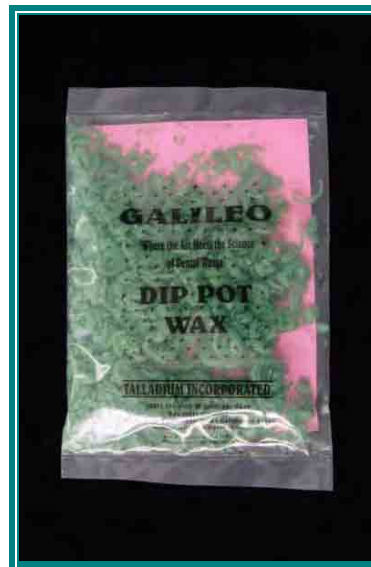


FIGURA 3 – Cera GALILEO Dip Pot Wax, verde.

Nome comercial: GALILEO Dip Pot Wax, Verde (Talladium, Inc. USA)

Temperatura de trabalho: 74°C

Composição: Ceras orgânicas e resinas naturais.

Propriedades físicas descritas pelo fabricante: flexibilidade, com boa memória; uniformidade após cada imersão; exatidão marginal, a ponto de não haver a necessidade de usar cera de margem; não é pastosa como as demais ceras de imersão.

4.3.2 Cera Azul com finalidade específica para fresagem.



FIGURA 4 – Cera Azul para fresagem.

Nome comercial: Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas)

Temperatura de trabalho: 95°C

Composição básica: parafina, ceresina, carnaúba, cera de abelha e silicone.

Propriedades descritas pelo fabricante: multifásica, já que é composta basicamente de cera mineral base petróleo; plástica devido ao componente silicone; dura com finalidade específica para fresagem de coroas; permite que façamos sobre ela cortes regulares e vários polimentos no acabamento.

4.4 Troquel metálico.

Foi utilizado um troquel metálico padrão de aço inoxidável confeccionado na oficina de precisão da Escola SENAI (Serviço Nacional da Indústria) “Duque de Caxias” de Araçatuba, simulando um preparo para coroa

1 e Método

total com 5° de inclinação nas paredes axiais e ombro cervical definido, conforme é recomendado na norma nº2 da A.D.A. (AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, 1974/1975). O troquel também seguiu algumas das adaptações desenvolvidas por Konstantoulakis et al. (1998), possuindo um degrau cervical de 1mm de espessura, terminando em 90° com o longo eixo do troquel e um anel metálico de aço inoxidável (espaçador) de 2 mm de altura, que foi fabricado e precisamente adaptado sob o ombro do troquel (Figura 5).



FIGURA 5 – Troquel Metálico com (à esquerda) e sem (à direita) espaçador.

4.5 Padrões de cera.

Para a obtenção dos padrões de cera, foram confeccionados moldes com silicone por adição (Hard Duplex[®], CNG Soluções Protéticas), por meio dos quais foram obtidos duplicações do troquel metálico em gesso especial (Gesso Especial[®], verde, tipo V, CNG Soluções Protéticas). Foram feitos um troquel em gesso para cada padrão (Figura 6).

1 e Método



FIGURA 6 – À esquerda: exemplar do silicone por adição Hard Duplex[®] juntamente com os dois moldes confeccionados; à direita: Gesso Especial[®], tipo V utilizado e dois dos 48 troquéis duplicados em gesso.

Cada troquel de gesso foi pincelado com isolante para troquéis (Isolwax[®], CNG Soluções Protéticas). A obtenção do padrão de cera propriamente dita foi realizada por meio de dois mergulhos dos troquéis dentro da cera derretida por meio de um aparelho “dipping wax” (Wax Pot thermostatic controlled, CNG Soluções Protéticas, São Paulo/SP) (Figura 7); removendo-se os excessos ao final de cada mergulho, após a solidificação da cera (Figura 8). Quando necessário, foi corrigido o selamento marginal do padrão. As ceras foram plastificadas segundo as recomendações dos fabricantes.

1 e Método



FIGURA 7 – À esquerda: aparelho Wax Pot thermostatic controlled; à direita: primeiro mergulho de um troquel em gesso, dando início a obtenção de um padrão de cera.



FIGURA 8 – À esquerda: remoção dos excessos ao final de cada mergulho, após a solidificação da cera; à direita: padrão de cera finalizado e acabado após o segundo mergulho.

1 e Método

Foram fixados três padrões em cada trave de cera (Trave de cera calcinável com câmara de compensação – CNG Soluções Protéticas, São Paulo/SP) e esta foi então fixada em uma base formadora de cadinho. Os padrões de cera foram posicionados em anéis de silicone ovais (Anel de fundição de silicone 120g - Polidental).

Antes da inclusão, as superfícies dos padrões de cera foram aspergidas com solução redutora de tensão superficial Anti-Bolhas Debubbling (CNG Soluções Protéticas), mantendo-se o frasco da solução à 15cm de distância; e a secagem foi realizada com leve jato de ar (LACY et al., 1985).

4.6 Inclusão e Fundição.

4.6.1 Inclusão.

A manipulação do revestimento foi feita conforme as recomendações do fabricante (Tabela 1). Inicialmente, o líquido e pó foram aglutinados manualmente, por 10 segundos e, a seguir, por meio de um espatulador mecânico a vácuo (Polidental Ind. e Com. Ltda, Indústria brasileira), calibrado a 25 libras, por 45 segundos.

Para obtermos um controle inicial da lisura superficial da peça fundida, este anel foi mantido numa câmara de pressão (Pressurizador EDG, Ind. brasileira) a 60 kgf/cm^2 até a presa do revestimento (JOHNSON, 1992; JUSZCZYK et al., 2000). Neste trabalho utilizamos expansão higroscópica do revestimento em todas as inclusões, portanto os blocos de revestimento permaneceram imersos durante esta etapa, em água a 38°C .

1 e Método

TABELA 1 - Condições do experimento.

Revestimento	Líquido especial (%)	Pó/líquido	Ambiente durante a presa
All Therm	100	100g / 16ml	Pressão 60kgf/cm ² ; Imersos em água a 38°C

Para cada uma das duas ceras (C1 e C2), utilizamos um revestimento e duas técnicas de inclusão e fundição preconizadas pela Indústria e Comércio CNG Soluções Protéticas (convencional – T1 e rápida – T2). Obtivemos dessa forma, 4 grupos amostrais (C1/T1, C1/T2, C2/T1, C2/T2); sendo que, para cada grupo, confeccionamos 12 padrões.

4.6.2 Fundição.

As fundições foram realizadas no laboratório da Indústria e Comércio CNG Soluções Protéticas (Avenida Danton Jobin, 638 – Vila Friburgo – São Paulo/SP), seguindo o protocolo preconizado para técnica de inclusão e fundição convencional e rápida do fabricante, associadas à técnica de expansão higroscópica.

4.6.2.1 Técnica de inclusão e fundição convencional (Protocolo utilizado e preconizado pela Indústria e Comércio CNG Soluções Protéticas).

Aguardamos por 30 minutos para a presa do revestimento, mantendo-o imerso em água para obtermos também a expansão higroscópica. Houve um tempo de espera de 2 horas pós-expansão higroscópica e, a seguir, as inclusões foram levadas ao forno (EDGCON 3P, EDG Equipamentos) em

1 e Método

temperatura ambiente e aquecido escalonadamente ($8^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$) até atingir 300°C , permanecendo nesta temperatura por 20 minutos. Então, foi elevada escalonadamente ($20^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$) até a 550°C , quando permaneceu nesta temperatura por 10 minutos. No terceiro estágio do forno, a temperatura foi elevada escalonadamente ($30^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$) até 850°C , sendo mantida nesta temperatura por 30 minutos (Gráfico 1). Então, procedeu-se a fundição.

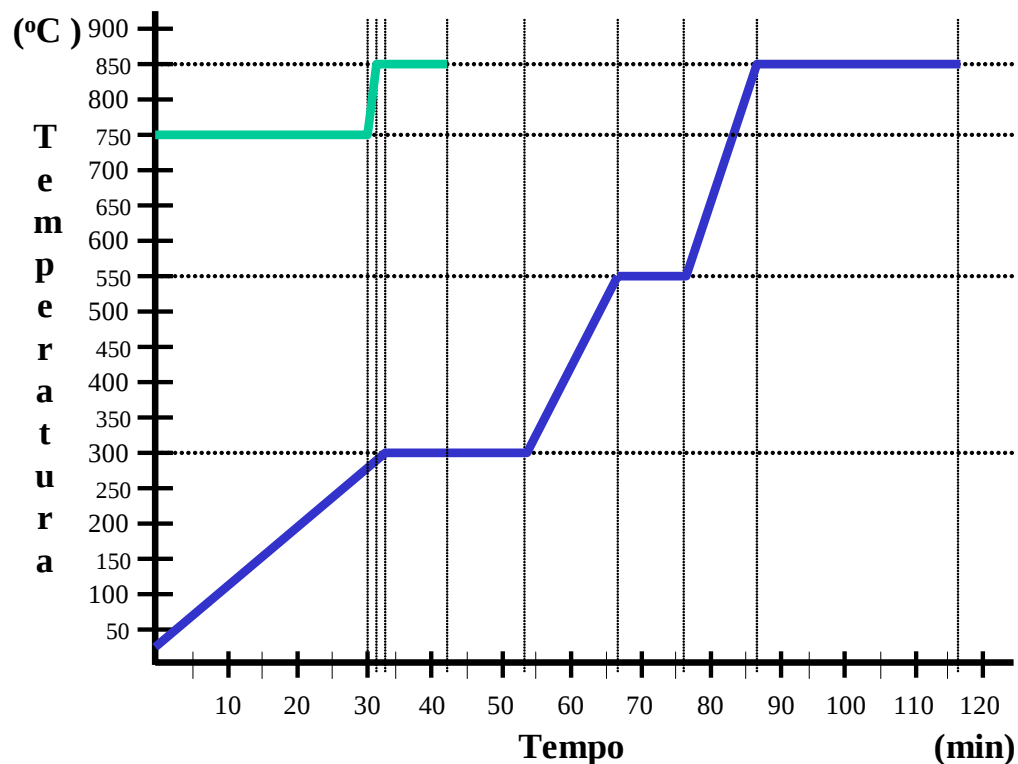


GRÁFICO 1 – Gráfico esquemático da velocidade de aquecimento dos blocos de revestimento, temperatura x tempo, utilizado para a técnica de inclusão e fundição convencional (linha azul) e rápida (linha verde).

4.6.2.2 Técnica de inclusão e fundição rápida (Protocolo utilizado e preconizado pela Indústria e Comércio CNG Soluções Protéticas).

Aguardamos 20 minutos para a presa do revestimento, que permaneceu imerso em água para obtermos também a expansão higroscópica. A seguir, as inclusões foram levadas ao forno (EDGCON 3P, EDG Equipamentos) pré-aquecido a 750°C, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. Então, a temperatura foi elevada escalonadamente (30°C/minuto) até 850°C, quando permaneceu nesta temperatura por 10 minutos (Gráfico 1). Posteriormente, procedeu-se a fundição.

4.6.2.3 Fundição propriamente dita.

Foram utilizadas somente ligas novas, em média 16g de liga por fundição. Seguimos as recomendações do fabricante da liga Neochrom (CNG Soluções Protéticas), empregando chama de alta temperatura, com bico de orifício único, mistura de gases oxigênio/propano e pressão de 35 psi (Maçarico Drager). O revestimento aquecido foi posicionado na centrífuga armada com 5 voltas.

4.7 Desinclusão.

Logo após o resfriamento dos blocos, mergulhando-os em recipiente com água corrente, foi realizado a desinclusão e o jateamento para remoção de resíduos do revestimento aderido às superfícies externas e internas, com óxido de alumínio, granulação de 40 µm, através do aparelho Monojato

1 e Método

(Olga Ind. e Com. Ltda, Belo Horizonte-MG – Brasil), sob uma pressão de 50 libras.

Não foram realizados procedimentos de usinagem para adaptação, somente bolhas positivas internas foram removidas com broca de aço carbide nº 1557 (KG) nos casos em que houve necessidade.

4.8 Determinação do desajuste.

As leituras para verificação do desajuste cervical foram procedidas com um microscópio comparador digital (Mitutoyo – Mig., Co., Lft., Tokyo, Japan) (Figura 9).



FIGURA 9 - Microscópio comparador digital Mitutoyo.

1 e Método

As estruturas metálicas foram marcadas na porção oclusal, identificando a cera e a técnica de inclusão e fundição utilizadas com um número de 1 a 48 (Tabela 2).

TABELA 2 – Identificação utilizada para as estruturas metálicas.

Faixa de números	Tipo de cera	Tipo de técnica
01 a 12	Cera Azul	Técnica Convencional
13 a 24	Cera Azul	Técnica Rápida
25 a 36	Galileo Dip Pot Wax	Técnica Rápida
37 a 48	Galileo Dip Pot Wax	Técnica Convencional

Para a realização das aferições, foi formado um grupo único com 24 peças obtidas pela técnica convencional e 24 peças pela técnica rápida. Era escolhida, ao acaso, uma peça fundida e realizada quatro aferições em pontos previamente determinados no troquel metálico; e, em seguida, retirava-se a peça e colocava-se o espaçador cuja espessura junto com sua desadaptação era aferida nos mesmos quatro pontos. Só após todas as peças terem sido aferidas, os dados foram separados de acordo com a cera e a técnica de fundição (Tabela 2). Este procedimento foi realizado para evitar tendenciosidade a algum grupo.

Sem o espaçador, cada estrutura metálica foi assentada em posição sobre o troquel metálico. Então, o retículo em forma de cruz do microscópio comparador digital foi posicionado no término do preparo cervical do troquel sobre o qual o espaçador estaria assentado. A seguir, a mesa micrométrica foi movimentada até que o centro do retículo se alinhasse com a borda cervical da estrutura metálica. O espaço encontrado representa o *desajuste marginal virtual*

1 e Método

(DMV) – distância ab , em milímetros, que é a somatória do *desajuste marginal real* (DMR, Figura 10) e da *espessura do espaçador e sua desadaptação em relação ao troquel* (EE) - distância $a'b'$.

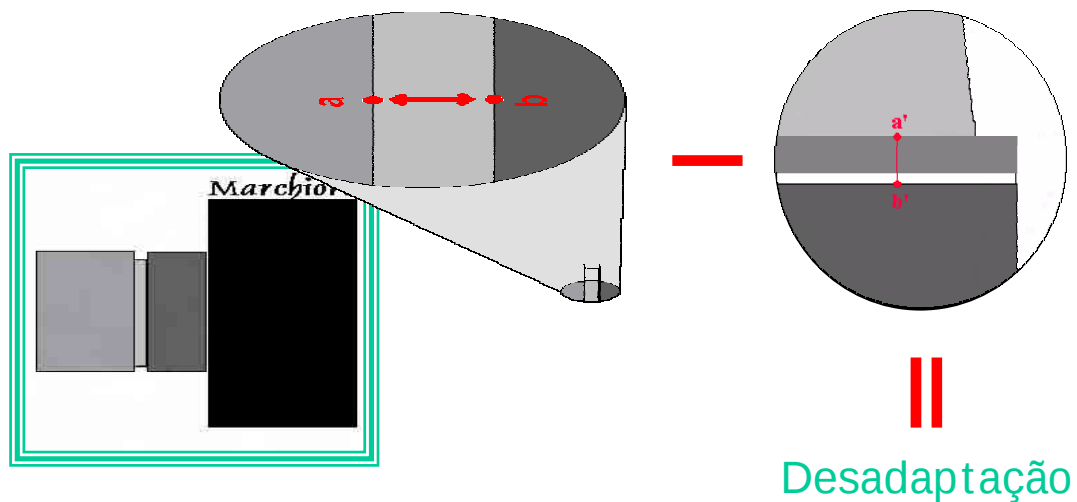


FIGURA 10 – Figura esquemática do cálculo da desadaptação (DMR).

Após aferir os quatro pontos previamente determinados no troquel metálico quanto à DMV, cada estrutura metálica foi removida e o espaçador, em seguida, posicionado. Então, novamente o retículo em forma de cruz do microscópio comparador digital foi posicionado no término do preparo cervical do troquel sobre o qual o espaçador está assentado. A seguir, a mesa micrométrica foi movimentada até que o centro do retículo se alinhasse com a borda superior do espaçador. Essa medida encontrada representa o valor da EE.

Cada estrutura metálica para coroa metalocerâmica sofreu esse procedimento 3 vezes, não consecutivas. Conseqüentemente, cada estrutura

1 e Método

metálica foi medida 12 vezes, sendo 3 repetições em cada ponto dos quatro previamente determinados sobre o troquel; e o espaçador foi medido 576 vezes. Realizamos médias aritméticas e obtivemos quatro medidas para cada estrutura metálica, referentes a DMV. Foram 576 leituras para 48 estruturas metálicas, sendo que após a realização das médias aritméticas, obtivemos 192 medidas.

Quanto as aferições do espaçador, que era único e, portanto o mesmo todas as vezes em que se mediu o valor EE, procedemos de maneira análoga a das estruturas metálicas. Ou seja, das 576 leituras, obtivemos 192 medidas referentes a EE.

Só então, os valores da DMR de cada estrutura metálica (Figura 10), em cada pontos, foram calculados; segundo a seguinte fórmula:

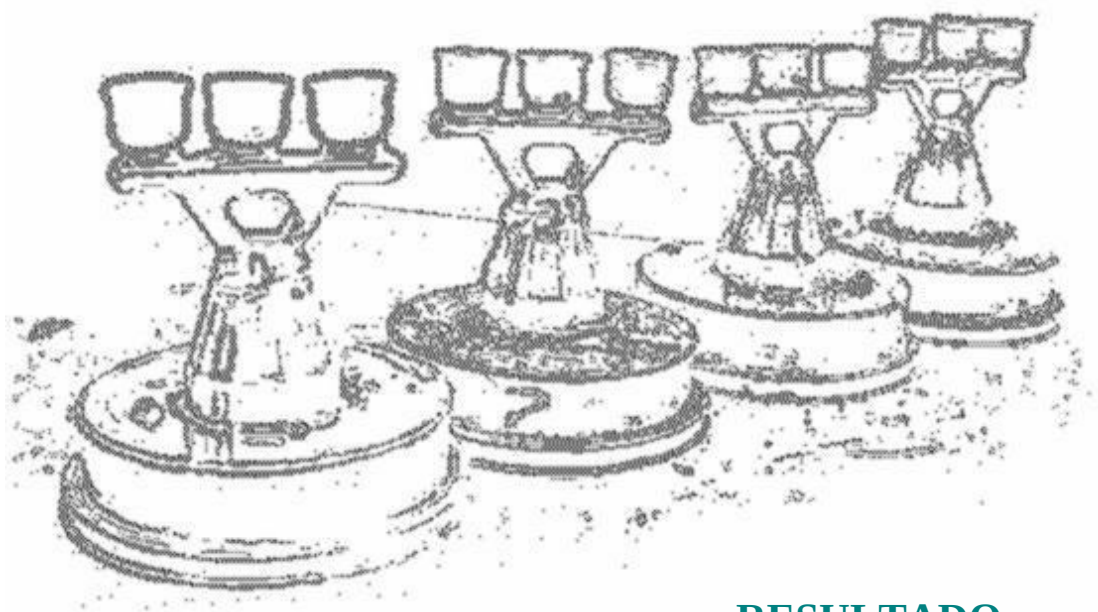
$$\text{DMR} = \text{DMV} - \text{EE}$$

Após isso, foi calculado as médias dos quatro valores da DMR de cada estrutura metálica, sobre as quais foi realizada a análise estatística.

4.9 Análise Estatística

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

Para a verificação de possíveis diferenças entre médias foi utilizado o Teste de Tukey ($p < 0,05$), determinando médias e medidas de dispersão (desvio padrão).



RESULTADO

Resultado

5 Resultado

As médias das desadaptações das estruturas metálicas, segundo a cera e a técnica de fundição, estão representadas na Tabela 3 e as médias de cada técnica de inclusão e fundição para as ceras estão representadas na Tabela 5 e no Gráfico 3.

TABELA 3 - Médias de desadaptações, em milímetros, de cada cera e técnica de inclusão e fundição.

Técnica de fundição	GALILEO Dip Pot Wax (Talladium, Inc. USA)	Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas)
Convencional	0,037	0,039
Rápida	0,023	-0,006

Os resultados obtidos após a aplicação da análise de Variância e do teste de Tukey estão representados na Tabela 4 e nos Gráficos 2 e 3.

TABELA 4 – Cálculos da Análise Estatística.

Cera	Galileo Dip Pot Wax		Cera Azul para fresagem	
	Conv.	Ráp.	Conv.	Ráp.
Técnica de inclusão e fundição				
Erro padrão	0,037	0,023	0,039	-0,006
Desvio padrão	0,049	0,046	0,061	0,053
Variâncias	0,004	0,004	0,005	0,004
Variância Ponderada	0,002		0,004	

Resultado

TABELA 5 – Médias de desadaptações, em milímetros, das infra-estruturas metálicas, segundo a cera e a técnica de inclusão e fundição.

CERA	GALILEO Dip Pot Wax (Talladium, Inc. USA)				Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas)			
TÉCNICA	Convencional	MG	Rápida	MG	Convencional	MG	Rápida	MG
Estrutura Metálica I	0,079	0,019	0,041	0,086	-0,004	0,005	-0,069	-0,050
	0,014		0,112		0,032		-0,019	
	-0,040		0,083		-0,012		-0,096	
	0,023		0,109		-0,053		-0,014	
Estrutura Metálica II	0,090	0,031	0,021	0,052	0,000	0,019	0,027	0,013
	-0,014		0,075		-0,036		-0,043	
	0,008		0,132		-0,043		-0,027	
	0,039		-0,020		-0,024		0,094	
Estrutura Metálica III	0,041	0,032	0,020	0,036	-0,023	0,044	-0,063	-0,091
	0,043		0,054		0,018		-0,052	
	-0,001		0,051		0,028		-0,129	
	0,045		0,020		-0,008		-0,120	
Estrutura Metálica IV	0,140	0,137	-0,034	-0,007	0,005	0,074	0,015	-0,018
	0,136		-0,067		0,044		-0,015	
	0,145		0,009		0,047		-0,050	
	0,124		0,063		0,034		-0,023	
Estrutura Metálica V	-0,008	0,013	-0,051	-0,049	0,044	0,062	0,066	0,091
	0,031		-0,026		0,016		0,014	
	0,017		-0,026		-0,010		0,193	
	0,014		-0,092		-0,115		0,090	
Estrutura Metálica VI	-0,059	-0,038	0,005	0,071	0,025	0,144	-0,076	-0,036
	-0,035		0,102		-0,026		-0,018	
	-0,033		0,086		0,086		-0,030	
	-0,025		0,091		0,053		-0,020	
Estrutura Metálica VII	0,090	0,070	0,029	-0,006	0,042	0,035	-0,013	-0,022
	0,043		-0,008		0,105		-0,017	
	0,094		0,016		0,026		-0,043	
	0,055		-0,060		0,007		-0,014	
Estrutura Metálica VIII	0,106	0,095	0,037	0,014	0,004	-0,095	-0,009	0,035
	0,087		0,019		0,025		0,052	
	0,069		0,019		0,064		0,061	
	0,117		-0,017		0,000		0,036	
Estrutura Metálica IX	0,014	0,007	-0,066	-0,031	0,080	0,122	0,072	0,046
	-0,012		-0,007		0,095		0,028	
	-0,015		-0,013		0,061		0,035	
	0,042		-0,040		0,054		0,048	
Estrutura Metálica X	0,037	0,050	0,077	0,070	0,022	0,030	-0,050	0,010
	0,049		0,069		-0,013		0,003	
	0,068		0,050		0,004		0,059	
	0,046		0,082		0,000		0,026	
Estrutura Metálica XI	-0,037	-0,033	-0,090	-0,025	0,037	0,025	-0,083	-0,075
	-0,020		0,045		0,061		-0,119	
	-0,035		-0,036		0,105		-0,042	
	-0,039		-0,018		0,088		-0,057	
Estrutura Metálica XII	0,106	0,055	0,072	0,066	-0,007	0,009	-0,024	0,030
	0,065		0,033		-0,070		-0,033	
	0,027		0,081		-0,039		0,145	
	0,021		0,079		-0,024		0,032	

Obs.: MG = Média geral da desadaptação de cada estrutura metálica obtida.

Resultado

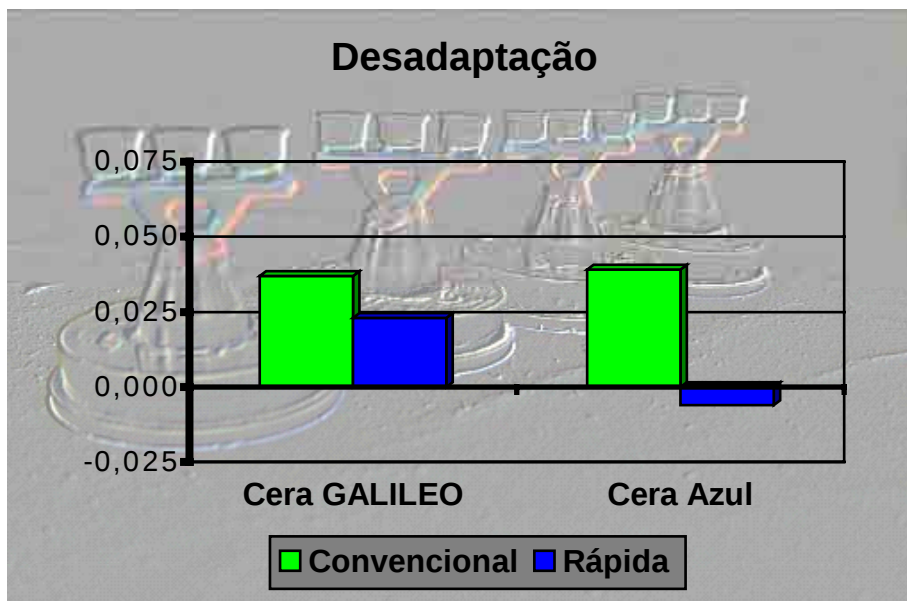


GRÁFICO 2 - Média de desadaptações, em mm, de cada técnica de inclusão e fundição para cada cera.

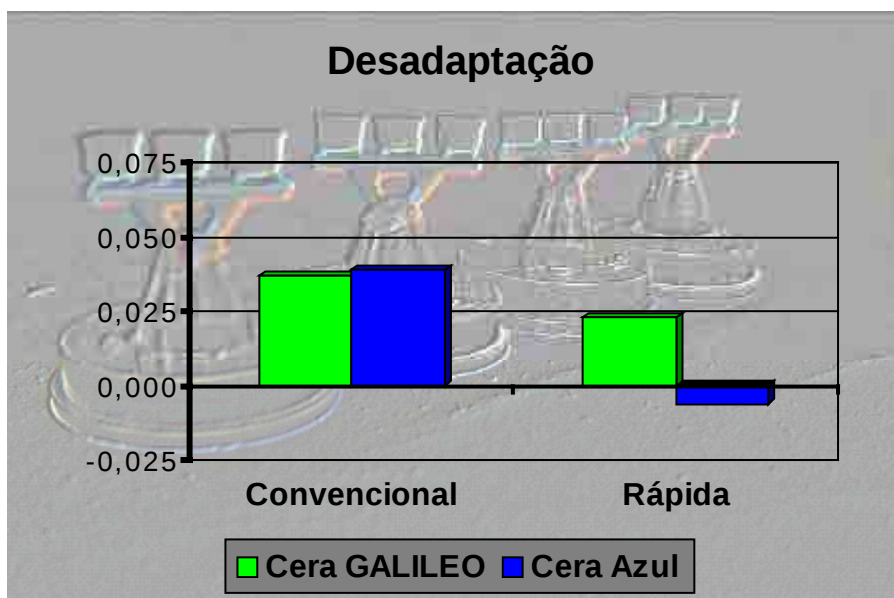


GRÁFICO 3 - Média de desadaptações, em mm, das duas ceras para cada técnica de inclusão e fundição.

Resultado

A análise das várias aferições realizadas nas estruturas metálicas obtidas de padrões confeccionados com a cera Galileo possibilitou verificar que, com o uso da técnica de inclusão e fundição convencional, apresentaram valores, em média, maiores que na técnica de inclusão e fundição rápida (Tabela 5). Comparando as médias de cada técnica de inclusão e fundição, o teste estatístico não detectou diferença significativa entre elas. Isto é, em média, a inclusão e fundição convencional (0,037mm) não apresentou uma adaptação significativamente ($p < 0,05$) maior que a inclusão e fundição rápida (0,023mm) (Tabela 3 e Gráfico 2).

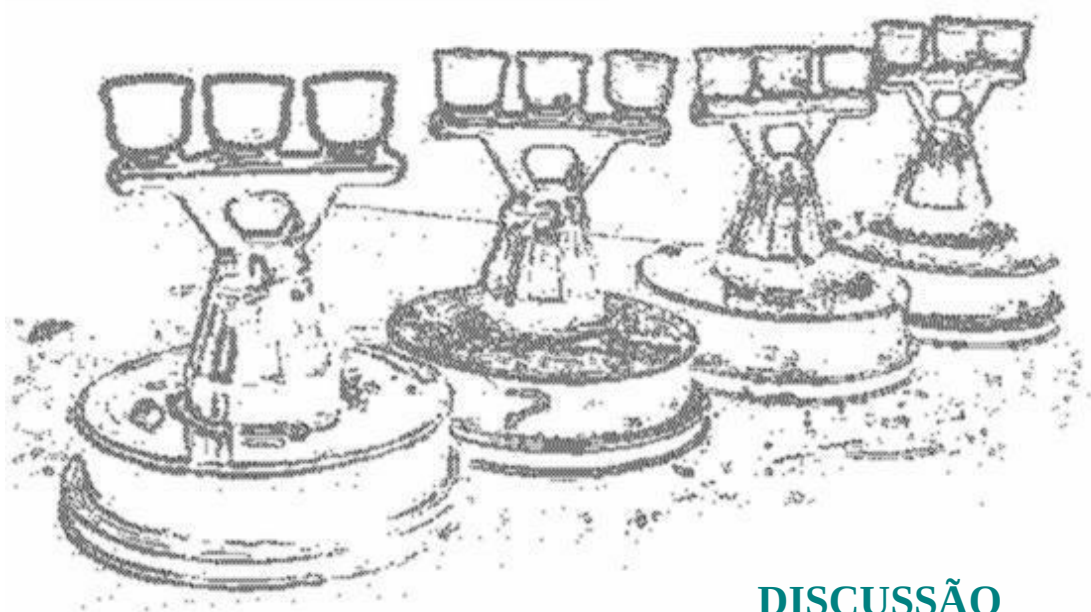
Já, a análise das várias aferições realizadas nas estruturas metálicas obtidas de padrões confeccionados com a cera Azul para fresagem possibilitou verificar que, com o uso da técnica de inclusão e fundição convencional, também apresentaram valores, em média, maiores que na técnica de inclusão e fundição rápida, só que de forma mais evidente do que com a cera Galileo (Tabela 5). Porém, comparando as médias de cada técnica de inclusão e fundição, o teste estatístico também não detectou diferenças significantes entre elas. Isto é, em média, a inclusão e fundição convencional (0,039mm) não apresentou uma adaptação significativamente ($p < 0,05$) maior que a inclusão e fundição rápida (-0,006mm) (Tabela 3 e Gráfico 2).

A Análise de Variância e o teste de Tukey não detectaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias das medidas de desadaptação das estruturas metálica obtidas de padrões confeccionados com a Cera GALILEO (0,037mm) e a cera Azul para fresagem (0,039mm); mas em ambos os casos, as

Resultado

estruturas metálicas demonstraram adaptações sobre o troquel metálico (sem o espaçador posicionado), clinicamente aceitáveis (Gráfico 3).

Quanto aos grupos obtidos por meio da inclusão e fundição rápida, as estruturas metálicas obtidas de padrões confeccionados com cera Azul para fresagem apresentaram, em média, valores menores de desadaptação (-0,006mm) em relação às obtidas com padrões confeccionados com cera GALILEO (0,023mm), mas não significantes, segundo a Análise de Variância e o teste de Tukey ($p < 0,05$); demonstrando inclusive uma subadaptação das estruturas metálicas sobre o troquel metálico (sem o espaçador posicionado). O que pode ser mais uma vez constatado quando verificamos que houve, respectivamente, 29 e 17 ocorrências negativas para o valor de desadaptação marginal, num total de 48 medidas obtidas para cada cera nessa técnica de inclusão e fundição (Tabela 5).



DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Desde que a fundição foi introduzida na Odontologia, um dos maiores desafios foi representado pela necessidade de compensarmos a contração das ligas odontológicas. Com este propósito, surgiram logo idéias como a da Técnica de expansão térmica do padrão e revestimento e a da Técnica de expansão higroscópica, testadas experimentalmente, que entretanto foram colocadas em segundo plano por oferecerem peças metálicas fundidas com superfícies muito rugosas e, conseqüentemente, de qualidade inferior às que já se obtinham na época. A qualidade dos revestimentos comercializados até então, que eram utilizados para fundições industriais, pode ter contribuído para estes insucessos; pois suas adaptações por parte dos fabricantes para suprir as necessidades de refinamento e detalhes que as fundições odontológicas exigiam, não foram imediatas como relatado em artigos publicados por Soulder e Sweeney (1930) e por Taylor et al. (1930). Inclusive, nestas publicações, os autores sugeriram as primeiras normas de padronização que os revestimentos deveriam passar a apresentar e; a partir destas, a ADA (American Dental Association) iniciou o processo de especificações dos revestimentos odontológicos.

A busca pela obtenção de uma melhor adaptação entre as peças metálicas utilizadas como infra-estruturas de próteses odontológicas é notória na literatura. Foram muitos os autores que pesquisaram ceras, revestimentos, ligas metálicas, bem como técnicas, que superassem cada vez mais as necessidades funcionais e estéticas da Prótese Dentária.

Com a melhoria da qualidade e ou a introdução de novos revestimentos que atendem melhor as necessidades da fundição odontológica, decidimos, nesta pesquisa, reavaliar o uso da técnica de expansão higroscópica, utilizando banho de 38°C, o revestimento fosfatado All Therm® (CNG Soluções Protéticas), duas ceras para obtenção de padrões, e duas técnicas de inclusão e fundição (a convencional e a rápida). Sabe-se que o sucesso ou a falha dessa técnica depende da qualidade revestimento utilizado; uma vez que algumas marcas comerciais apesar de serem capazes de expandir bastante por meio do fenômeno higroscópico, não atingem um resultado totalmente satisfatório (SCHEU, 1933; LANDGREN; PEYTON, 1950; SCHELL et al., 1963).

Os resultados desta pesquisa, de modo geral, demonstraram que as coroas fundidas com a liga Ni-Cr (Neochrom®, CNG Soluções Protéticas) se adaptaram ao troquel metálico padrão satisfatoriamente para as duas técnicas de inclusão e fundição empregadas, com metodologia descrita neste trabalho.

A expansão higroscópica somada a expansão normal de presa e térmica deste revestimento fosfatado foi suficiente para compensar a contração térmica da liga utilizada e, conseqüentemente, possibilitar uma boa adaptação das peças metálicas fundidas. Autores, como Pegoraro (1977) e Mondelli et al. (1989), encontraram em seus respectivos trabalhos, desenvolvidos com metodologia similar (utilizando a técnica da expansão higroscópica para inclusão e a técnica de fundição convencional), resultados semelhantes ao que o nosso trabalho apresentou.

A Tabela 3 mostra as médias de desadaptações (em milímetros) que ocorreram para cada cera e técnica de fundição. Observa-se que mesmo utilizando a expansão higroscópica houve desajuste marginal, representado por sobreadaptação, na maioria das situações e; quando utilizamos a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protética), na técnica rápida, ocorreu uma subadaptação das estruturas metálicas.

De acordo com Christensen (1966), é difícil termos uma adaptação perfeita entre as margens do dente preparado e a estrutura metálica fundida, principalmente, pelo fato da técnica da cera perdida ser um processo indireto e, por isso, ter vários materiais diferentes envolvidos, cada um com propriedades químicas, físicas e possibilidades de alterações dimensionais próprias. Além destes fatores, é necessário lembrarmos que a habilidade do operador e seu domínio sobre a técnica empregada são fatores diferenciais na qualidade do produto final.

Os limites de tolerância, quanto ao desajuste marginal das coroas, são motivos de discussão entre diversos autores, não havendo ainda uma concordância com relação ao ideal (ANUSAVICE, 1996). Mclean e Fraunhofer (1971) relatam que uma restauração fundida, apresentando uma desadaptação de até 120µm, é clinicamente aceitável; mas há autores como Dedmon (1982) e Christensen (1966) que defendem valores menores como 104µm e 74µm, respectivamente. Já autores mais críticos, como Ostlund (1985) e Mondelli et al. (1989), julgam que, sob o ponto de vista prático, as discrepâncias marginais podem clinicamente ser toleradas até valores de no máximo 50µm. Além deste

limite, qualquer discrepância é possível ser detectada através de uma sonda exploradora ou mesmo por inspeção visual, o que indicaria uma desadaptação indesejável.

Verificamos que, pela técnica de fundição convencional, a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas) e a Cera de imersão GALILEO (Talladium) apresentaram adaptações muito semelhantes (39µm e 37µm, respectivamente) e abaixo do valor de desadaptação máximo clinicamente aceitável (OSTLUND, 1985; MONDELLI et al., 1989).

O nível de adaptação conseguido neste estudo provavelmente foi influenciado pelo uso da técnica de expansão higroscópica, com banho de 38°C, como sugerido em trabalhos de pesquisa realizados por Pegoraro (1977), Weiss (1977) e Mondelli et al. (1989). Mas, também pode ter sofrido *compensação térmica*, pela ação de maiores temperaturas no interior dos blocos de revestimento, geradas durante as presas dos mesmos que somado com a temperatura de 38°C do banho podem ter levado à plastificação dos padrões de cera e, conseqüentemente, à redução da resistência física, o suficiente para permitir maior efetividade da expansão de presa do revestimento (MUNFORD; PHILLIPS, 1958; FINGER, 1980; LOPES et al., 1991).

Os resultados obtidos neste trabalho também podem ser atribuídos ao fato de termos utilizado anéis de silicone para fundição e, conseqüentemente, termos conseguido uma expansão livre do revestimento, ao invés dos convencionais anéis metálicos que mesmo revestidos por amianto ou celulose, limitam a expansão. Sabe-se que a expansão higroscópica é bastante sensível a

qualquer tipo de confinamento (DEGNI, 1948/1949), logo os anéis de silicone são mais interessantes (WEISS, 1977) se quisermos que o revestimento atinja o máximo de sua expansão (MARZOUK, 1985). Segundo Junner e Stevens (1986), usando o anel de silicone, pouca ou nenhuma restrição é oferecida à expansão do revestimento, não só no sentido vertical, mas também, horizontal, o que reduzirá a distorção do molde de revestimento, possibilitando a obtenção de peça metálica sem a interferência da contração de fundição das ligas, que passou a ser compensada pela expansão do revestimento conforme o ocorrido neste experimento.

Ao utilizarmos a expansão higroscópica, durante a inclusão, todo o potencial de crescimento dos cristais pode ser obtido (ARAÚJO et al., 1992). Mas, segundo Skinner (1963) e Jones e Wilson (1970), o contato da água durante a presa não é desejável, pois isso ocasionaria o enfraquecimento do revestimento e haveria uma grande variação de expansão entre os revestimentos, e mesmo entre grupos do mesmo revestimento.

Ainda, segundo Jones e Wilson (1970), sobre a possibilidade de ocorrer uma maior expansão, se esta não for bem controlada, poderia possibilitar o aparecimento de trincas e rachaduras, conforme acontecia com os revestimentos utilizados naquela época. Em nosso estudo, isto foi observado em apenas um dos blocos de revestimentos (Cera Azul para fresagem, técnica rápida). Este bloco, embora apresentando uma discreta trinca externa, não foi desprezado e o processo de fundição foi concluído a contento, não trazendo conseqüências na qualidade de adaptação das estruturas metálicas obtidas.

Quanto a possível variação de expansão entre grupos formados por um mesmo revestimento fosfatado, citada por Jones e Wilson (1970), quando da utilização da expansão higroscópica, o mesmo não foi observado com os nossos grupos. Diferentemente, todos os grupos apresentaram um comportamento semelhante e isso provavelmente deve-se a melhor qualidade dos revestimentos atuais.

Neste estudo verificamos também que, com o uso da técnica de fundição rápida, ambas as ceras também apresentaram níveis de desadaptação abaixo de 50 μ m; sendo que os valores médio encontrado para a Cera Azul para fresagem (-6 μ m) e para Cera de imersão GALILEO (23 μ m) apesar de serem menores, não foram estatisticamente significante quando comparados aos grupos fundidos com a técnica de fundição convencional.

A técnica de fundição rápida baseia-se em diminuir o tempo de espera pela presa do revestimento e o tempo de elevação da temperatura no forno. Segundo Marzouk (1985), o tempo despendido na técnica convencional, dentro do forno, é necessário em virtude de três fatores: 1) o revestimento é um mau condutor térmico, logo o aquecimento rápido poderia ocasionar áreas com temperaturas diferentes dentro de um mesmo bloco e, com isso, provocar estresse e causar trincas; 2) a água residual que permanece no revestimento deve ser eliminada através de sua porosidade e, caso esta evaporação seja maior que a capacidade do vapor deixar o bloco de revestimento, ocasionará uma pressão interna e este poderá explodir; e, 3) um aquecimento gradual possibilitaria uma menor distorção do molde que um aquecimento abrupto.

Em nosso estudo ocorreu apenas um caso de uma pequena trinca externa em um bloco experimental de revestimento quando levado a uma temperatura já elevada do forno, ou seja, na técnica de inclusão e fundição rápida. Acreditamos que o tempo de presa de 15 minutos, foi suficiente para a reação química de presa ocorrer e o revestimento fosfatado utilizado adquirir resistência adequada para suportar a temperatura do forno pré-aquecido e não explodir, mesmo sem anel metálico (YAMAGUTI, 2002); pois mesmo o bloco que apresentou a trinca, permitiu que o processo de fundição fosse concluído com êxito. Este bloco suportou o impacto do metal liqüefeito, quando do acionamento da centrífuga, permitindo a obtenção de estruturas metálicas cuja qualidade não foi comprometida, confirmando que a trinca externa não atingia o espaço dos moldes dos padrões.

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento da resistência foi o uso da técnica de manipulação empregada por Johnson (1992), Juszczuk et al. (2000) e Yamaguti (2002), representada pela espatulação mecânica sob vácuo e presa do revestimento sob pressão (Tabela 1). Com isso, a resistência do revestimento é aumentada antes mesmo de sua introdução no forno pré-aquecido e após tratamento térmico até 850°C.

Para Konstantoulakis et al. (1998), a fratura dos revestimentos ao usarmos a técnica rápida pode ser diminuída pelo uso de um sistema de inclusão a vácuo, que permite aumento da densidade do revestimento. Mas, dependendo do revestimento, em virtude de maior densidade há uma diminuição de porosidade e, dessa forma, há uma maior dificuldade de volatilização; conseqüentemente,

aumentando a chance de ocorrer uma explosão (KONSTAUNTOULAKIS et al., 1998; SCHILLING et al., 1999).

O volume do molde, que era pequeno (120g), facilitou a homogeneização do calor até as porções internas, mesmo sendo o revestimento um mau condutor de calor (YAMAGUTI, 2002), contribuindo para o fato de praticamente não termos o aparecimento de trincas.

O relativo sucesso utilizando a técnica da fundição rápida para confecção de núcleos metálicos, levou alguns autores a verificarem qual seria o resultado na confecção de coroas totais (BLACKMAN, 1993; SCHNEIDER, 1994; MURAKAMI et al., 1994; KONSTANTOULAKIS et al., 1998; BLACKMAN, 2000; YAMAGUTI, 2002).

Em 2000, Blackman levantou as seguintes dúvidas quando se utiliza a técnica de fundição rápida: o molde tem tempo para se expandir?; a eliminação da cera é completa nas áreas marginais?; a temperatura que o molde atinge é suficiente para permitir a fluidez do metal fundido dentro dos espaços marginais estreitos?. Estas dúvidas norteiam três parâmetros clínicos importantes a serem observados durante a prova de uma infra-estrutura: a adaptação marginal; a margem cervical definida; e a rugosidade da superfície; o que justifica novas pesquisas sobre este procedimento.

Ao comparar a técnica de fundição convencional em relação à técnica rápida, autores como Konstantoulakis et al. (1998) e Schilling et al. (1999) não encontraram diferenças significativas entre elas; o que pode ser explicado pelo fato destes autores ter utilizado uma liga altamente nobre, que não exige tanta

expansão do revestimento quanto às ligas alternativas, como as de Ni-Cr. Outro fator que pode ter influenciado foi o fato de utilizarem um troquel de gesso e, antes das aferições, uma força ter sido aplicada sobre a peça metálica fundida para melhorar o assentamento.

Em nosso estudo, apesar de termos utilizados troquéis em gesso para a confecção dos padrões, utilizamos o troquel metálico para as aferições das estruturas metálicas obtidas, sem a aplicação de força sobre a peça metálica fundida, pois o uso deste não permite que este procedimento melhore o assentamento das peças.

Yamaguti (2002), comparando a técnica de fundição convencional com a rápida, usando uma liga de Ni-Cr, encontrou diferenças significativas nos três revestimentos avaliados em seu estudo, sendo os melhores resultados encontrados na técnica convencional. Esses resultados foram semelhantes com os obtidos por Murakami et al. (1994).

Em nosso estudo, foi a técnica de fundição rápida que apresentou menores desajustes marginais das estruturas metálicas fundidas. Isto ocorreu principal para a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas) que apresentou inclusive uma subadaptação sobre o troquel metálico. Isso só foi possível observar em virtude do troquel metálico utilizado em nosso estudo possuir um espaçador (removível) determinando o término cervical das peças metálicas. Removendo-se esse espaçador, as estruturas metálicas que tiveram expansão maior que o necessário para compensar a contração térmica do padrão de cera e da liga, pôde assentar sobre o troquel além do nível do término sobre o

_ Discussão

qual os padrões haviam sido encerados. Este troquel, com espaçador, foi utilizado e descrito por Konstantoulakis et al. (1998).

Uma expansão total (presa+higroscópica+térmica) do revestimento além do necessário pode resultar em ocorrência de valores negativos para adaptação. Como podemos observar pela tabela 5, para ambas as ceras, isto foi mais freqüente dentro dos grupos experimentais em que utilizamos a técnica de fundição rápida: 29 ocorrências negativas para a Cera Azul para fresagem e 17, para a Cera de imersão GALILEO, sendo que foram calculadas 48 medidas para cada técnica e cera.

A explicação para esta constatação, poderia em parte ser esclarecida quando considerarmos que, o fato de na técnica de fundição rápida, ao levarmos os blocos de revestimento após os 15 minutos de expansão de presa e higroscópica (38°C) diretamente para um forno pré-aquecido a 750°C, a expansão de presa do revestimento pode ter sido potencializado (*compensação térmica* do padrão de cera e do revestimento), em virtude da grande diferença de temperatura sofrida pelo bloco de revestimento. Conseqüentemente, maior expansão total do bloco pode ter sido desenvolvida, gerando estruturas metálicas fundidas maiores, porém para afirmarmos isso com segurança seriam necessários estudos adicionais.

A subadaptação apresentada por algumas estruturas metálica fundidas, bem como a adaptação cervical clinicamente aceitável das outras, pode ser fruto de uma maior expansão higroscópica do revestimento fosfatado utilizado neste trabalho, em virtude provavelmente da somatória dos seguintes fatores: 1) o momento em que o revestimento foi introduzido no banho de água (SCHEU,1932;

SCHEU, 1933; DOCKING; CHONG, 1949), pois, quando o revestimento é imerso antes da presa inicial, são obtidos resultados mais uniformes e uma maior expansão (LANDGREN; PEYTON, 1950; ASGAR et al., 1958; PEYTON; GRAIG, 1971); 2) a temperatura do banho (38°C) que plastifica a cera o suficiente para reduzir a resistência à expansão do revestimento (DEGNI, 1948/1949; LANDGREN; PEYTON, 1950; PEYTON; GRAIG, 1971); e 3) o uso de anel de silicone para a inclusão dos padrões, permitindo a ocorrência de expansão livre do revestimento (DEGNI, 1948/1949).

Em 1985, Marzouk relatou a necessidade de verificar a quantidade de água que os revestimentos podem receber e o tempo que estes podem permanecer em contato com a água. Além disso, afirmou que o uso da expansão higroscópica seria um procedimento de pouca praticidade, uma vez que teríamos o acréscimo de passos laboratoriais, com adição de tempo e mão de obra profissional. Yamaguti (2002) também relatou que seria pouco prático a utilização da expansão higroscópica no melhoramento de um revestimento perante a outro que não necessita de tal expansão para compensar a contração da liga em processos convencionais de fundição. Concordamos que utilizar a técnica de expansão higroscópica em um revestimento representa a introdução de uma variável a mais no processo de inclusão, porém não significou trabalho adicional considerável no processo todo de uma fundição, como pudemos observar no decorrer do experimento que deu origem a esse trabalho e, o fato de não termos encontrados relatos do uso da técnica de expansão higroscópica associado à técnica de fundição rápida nos motivou a pesquisá-la.

Não podemos deixar de mencionar, quando trabalhamos com revestimento fosfatado, o fator líquido especial. As embalagens dos revestimentos fosfatados apresentam além do pó, um líquido especial e, o próprio fabricante recomenda as proporções para a manipulação do material, pois a proporção deste líquido especial interfere no comportamento do revestimento, ficando diretamente proporcional à expansão térmica (SKINNER, 1963; LACY et al., 1985; EARNSHAW et al., 1997; YAMAGUTI, 2002). Neste trabalho utilizamos 100% do líquido especial, já que em estudo piloto verificamos que mesmo com essa concentração do líquido, sem expansão higroscópica, não seria possível compensar totalmente a contração térmica da liga.

Nas condições experimentais em que essa pesquisa foi realizada, verificamos que o revestimento à base de fosfato All Therm ofereceu a possibilidade de controlarmos a magnitude de sua expansão, por meio da expansão higroscópica, permitindo que fosse ele utilizado com ligas de níquel-cromo, que necessitam de grande expansão e alta resistência, em altas temperaturas.

Além disso, a técnica de fundição rápida foi satisfatória pelos resultados obtidos, pelo ganho de tempo e, conseqüentemente, diminuição de custos que isto representa em um laboratório comercial e em uma clínica odontológica. Verificamos que, usando esta técnica e a metodologia empregada, com o revestimento fosfatado All Therm (CNG Soluções Protéticas) obtivemos peças fundidas com boas adaptações. Mas temos de admitir que há ainda muitas

_ Discussão

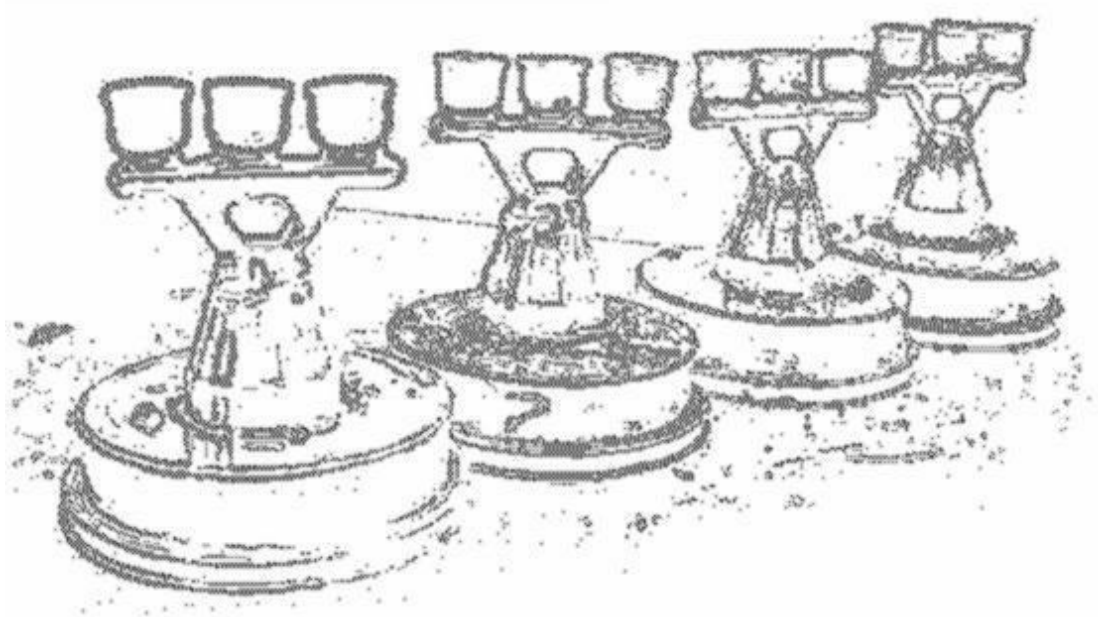
dúvidas a serem esclarecidas antes de abandonar a técnica de fundição convencional que a anos tem produzido bons resultados.

Mais especificamente sobre as ceras para fundição, observamos através da literatura que poucos trabalhos avaliaram a real dimensão do seu papel no processo de fundições odontológicas. Segundo Volland (1922) e Van Horn (1931), muitas das falhas apresentadas nas peças metálicas fundidas estariam relacionadas com as imperfeições dos padrões que podem ocorrer devido a manipulação incorreta das ceras. Estudos que os sucederam ressaltaram que o comportamento físico das ceras para fundição pode sofrer alteração em função da temperatura a qual foi submetida durante seu aquecimento, sua manipulação e em seu armazenamento e; do tempo de armazenamento (MAVES, 1932; LASATER, 1940; PHILLIPS; BIGGS, 1950; MIURA; SIMNETTI, 1974a, b, e c, e 1975; SIMONETTI et al., 1975; MARZOUK, 1985; KOTSIOMITI; KALOYANNIDES, 1994). Em virtude disso, autores têm recomendado que os padrões de cera devam ser incluídos imediatamente após sua obtenção, se quisermos prevenir distorções (PHILLIPS; BIGGS, 1950; SKINNER; PHILLIPS, 1973; JÖRGENSEN; ONO, 1984; PHILLIPS, 1993; CAHI et al., 1996).

Maves (1932), Jörgensen e Ono (1984) e Cahi et al. (1996), afirmaram que para compensar a contração da cera e da liga durante o processo de fundição, não se deveria depender da expansão da cera com a aplicação de calor, o que resultaria em distorções; mas sim da padronização das expansões de presa e térmica dos revestimentos. Nossos resultados estão de acordo com estes trabalhos principalmente no que referem ao revestimento, já que independente do tipo de

cera utilizado (Cera Azul para fresagem ou Cera de imersão GALILEO), as fundições obtidas apresentaram resultados satisfatórios para os dois tipos padronizados de técnica utilizados (convencional e rápida). No entanto discordamos, quanto ao que estes autores relataram a respeito da cera, pois em nosso experimento, graças a metodologia utilizada, houve a compensação térmica dos padrões de cera, o que provavelmente foi um dos fatores que contribuiu para uma boa adaptação das peças metálica fundidas com ambas as ceras.

Jörgensen e Ono (1984) relataram que o tipo de cera não interfere na qualidade da adaptação marginal da estruturas metálicas. Já, Mahler e Ady, (1963), Mondelli (1989) e Takahashi (1999), afirmaram que dependendo da cera utilizada, pode-se conseguir chegar a resultados considerados mais satisfatório. Segundo estes autores, ao se utilizar uma cera macia para fundições, podem-se obter estruturas metálicas mais adaptadas provavelmente em virtude dos padrões oferecerem menos resistência a expansão dos revestimentos. Apesar dos dados sobre as propriedades físicas e químicas fornecidos pelos fabricantes das ceras utilizadas nessa pesquisa não serem completos e não conhecermos a dureza das mesmas, notamos que nas condições experimentais utilizadas, ambas as ceras tiveram comportamento semelhante, embora uma delas seja indicada especificamente para enceramentos com fresas, o que exige uma maior resistência e dureza do material. Em nosso trabalho, talvez em função da temperatura do banho (38°C) associado a elevação de temperatura pela reação de presa do revestimento, não pudemos observar diferenças no comportamento das ceras.

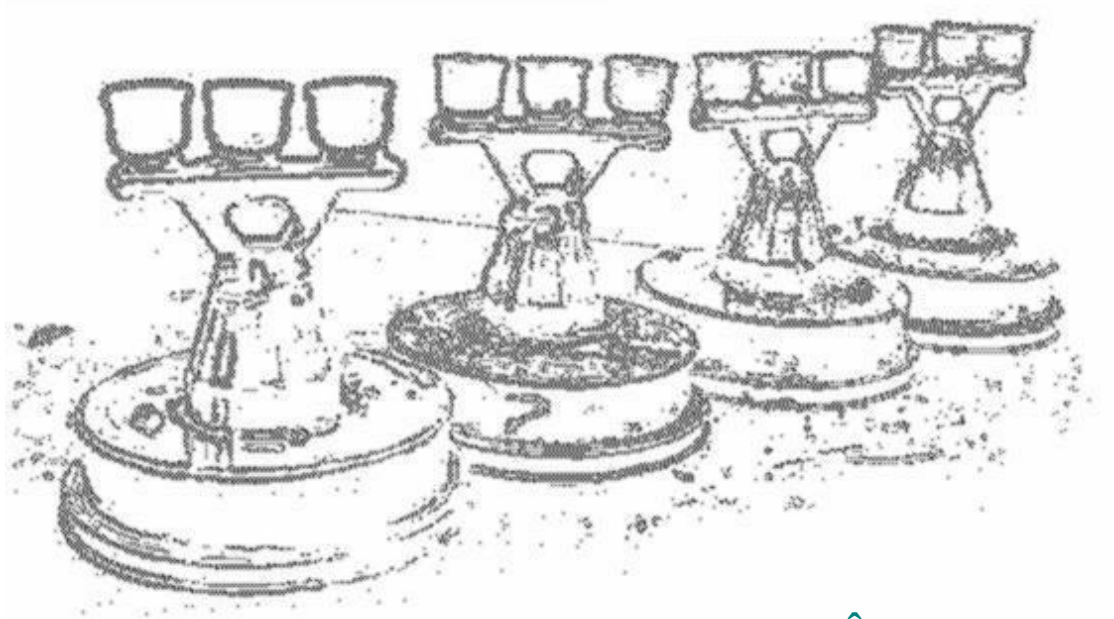


CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

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

- Independente da cera e da técnica de inclusão e fundição utilizadas, a desadaptação marginal entre as estruturas metálicas fundidas e o troquel metálico foi, em média, menor que o valor clinicamente aceitável de 50µm, demonstrando que a somatória das expansões de presa, higroscópica e térmica do revestimento fosfatado foi suficiente para compensar a contração da liga e as possíveis distorções dos padrões.
- Não houve problema em associarmos técnica de expansão higroscópica dos blocos de revestimentos com a técnica de inclusão e fundição rápida, já que ocorreu apenas um caso de trinca nestes grupos experimentais, porém sem comprometimento da fundição propriamente dita;
- A técnica de inclusão e fundição rápida apresentou menores valores para a desadaptação marginal quando comparada à técnica convencional, demonstrando-se viável para obtenção de estruturas metálicas, para ambas as ceras utilizadas, porém ainda há necessidade de mais estudos para que a técnica de inclusão e fundição rápida seja cada vez mais aprimorada e empregada.



REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS

- ALLAN, F. C.; ASGAR, K. Reaction of cobalt-chromium casting alloy with investment. *J. Dent. Res.*, Chicago, v. 45, n. 5, p. 1516-1528, Sep.-Oct. 1966.
- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION *Guide to dental materials and devices*. 7^aed. Chicago, 1974/1975, p. 181-184.
- ANUSAVICE, K. J. *Phillips' science of dental materials*. 10th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1996. p. 480-492.
- ARAÚJO, P. A. et al. *Materiais dentários II (metálicos)*. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, 1992. 167p.
- ASGAR, K.; LAWRENCE, W. N.; PEYTON, F. A. Further investigations into the nature of hygroscopic expansion of dental casting investments. *J. Prosth. Dent.*, St Louis, v. 8, n. 4, p. 673-684, Jul. 1958.
- BAILEY, J. H.; SHERRARD, D. J. Post-and-core assemblies made with na accelerated pattern elimination technique. *J. Prosthodont*, Philadelphia, v. 3, n. 1, p. 47-52, Mar. 1994.
- 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.

Referências

- BLACKMAN, R. B. Crown casting accuracy using rapidly prepared molds. *J. Dent. Res.*, Chicago, v. 72, p. 303, 1993. (Abstracts)
- 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 comparison of the dimensional stability of three inlay pattern materials. *J. Dent. Assoc. South Afr.*, Capetown, 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 comparison of an accelerated technique for casting post-and-core restorations with conventional techniques. *J. Prosthodont.*, Philadelphia, v. 2, n. 3, p. 159-166, 1993.
- CHRISTENSEN, G. J. Marginal fit of gold inlay castings. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v.16, n.2, p.297-305, Mar.-Apr. 1966.

Referências

- COONEY, J. P.; DOYLE, T. M.; CAPUTO, A. A. Surface smoothness and marginal fit with phosphate bonded investments. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 41, n. 4, p. 411-417, Apr. 1979.
- DEDMON, H. W. Disparity in expert opinions on size of acceptable margin openings. *Oper. Dent.*, Seattle, v. 7, n. 3, p. 97-101, Summer 1982.
- DEGNI, F. Estudo da expansão higroscópica dos revestimentos dentários. *Na. Fac. Farm. Odont. S. Paulo*, v.7, p.433-456, 1948/49.
- DELGADO, V. P.; PEYTON, F. A. The hygroscopic setting expansion of a dental casting investment. *J. Prosth. Dent.*, St. Louis, v. 3, n. 3, p. 423-433, May 1953.
- DOCKING, A. R.; CHONG, M. P. The hygroscopic setting expansion of a dental casting investment. Part 4. *Aust. J. Dent.*, Sydney, v. 53, p. 261-271, 1949.
- DOCKING, A. R.; CHONG, M. P.; DONNISON, J. A. The hygroscopic setting expansion of a dental casting investment. Part 2. *Aust. J. Dent.*, Sydney, v. 52, p. 160-166, 1948.

Referências

- DUCAN, J. D. The casting accuracy of nickel-chromium: alloys for fixed prostheses. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 47, n. 1, p. 63-68, Jan. 1982.
- EARNSHAW, R.; MOREY, E. F.; EDELMAN, D.C. The effect of potential investment expansion and hot strength on the fit of full crown casting made with phosphate bonded investment. *J. Oral Rehabil.*, Oxford, v. 24, n. 7, p. 532-539, Jul. 1997.
- FERNANDES, R. M. et al. Revestimentos para altas temperaturas. Parte I: avaliação de algumas propriedades físicas. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, São Paulo, 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. Rest.*, Stockholm, v.88 n.5, p.455-459, Oct. 1980.
- GHERSEL, T. *Contribuição para o estudo da alteração dimensional do conjunto padrão de cera-revestimento sob o efeito da inclusão a vácuo.* 1988. 44p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas – Área de concentração Restaurações metálicas fundidas) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

Referências

- 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.
- JONES, D. W.; WILSON, H. J. Setting and hygroscopic expansion of investments. *Br. Dent. J.*, London, v. 129, n. 1, p. 22-26, Jul. 1970.
- JÖRGENSEN, K. D.; ONO, T. Distortion of wax crowns. *Scand. J. Dent. Res.*, Stockholm, v. 92, n. 3, p. 253-256, Jun. 1984.
- JÖRGENSEN, K. D.; WATANABE, A. A new phosphate bonded investment. *Scand. J. Dent. Res.*, Stockholm, v. 94, n. 2, p. 182-184, Apr. 1986.
- JUNNER, R.E.; STEVENS, L. Anisotropic setting expansion of phosphate bonded investment. *Aust. Dent. J.*, Sydney, v. 31, n. 6, p. 434-439, 1986.
- 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.
- KONSTANTOULAKIS, E. et al. Marginal fit and surface roughness of crowns made with an accelerated casting technique. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 80, n. 3, p. 337-345, Sep. 1998.

Referências

- KOTSIOMITI, E.; KALOYANNIDES, A. Crown pattern waxes: a study of their behavior on heating and cooling. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 71, n. 5, p. 511-516, May 1994.
- 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, Sep. 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.
- LANDGREN, N.; PEYTON, F. A. Hygroscopic expansion of some casting investments. *J. Dent. Res.*, Chicago, v. 29, n. 4 , p. 469-481, Aug. 1950.
- LASATER, R. L. Control of wax distortion by manipulation. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 27, n.4, p. 518-524, Apr. 1940.
- LEONARD, P.; SILVEIRA JUNIOR, S; MENDES, A. J. D. Revestimentos fosfatados; estudo da desadaptação marginal. *Rev. Odontol. UNESP*, São Paulo, v. 12, n. 1/2, p. 123-127, 1983.

Referências

- LOPES, D.; BAUSELLS, J.; MENDES, A. J. D. Estudo das alterações dimensionais lineares na região cervical, de blocos fundidos em ligas de cobre-alumínio, segundo a expansão higroscópica do revestimento e térmica do padrão de cera. *Rev. Bras. Odontol.*, v. 48, n. 4, p. 33-36, jul./agos. 1991.
- LYON, H. W.; DICKSON, G.; SCHOONOVER, I. C. The mechanism of hygroscopic setting in dental casting investments. *J. Dent. Res.*, Chicago, v. 34, n. 1, p. 44-50, Feb. 1955.
- MAHLER, D. B.; ADY, A. B. The influence of various factors on the effective setting expansion of casting investments. *J. Prosthet. Dent.*, St Louis, v. 13, n. 2, p.365-373, Mar.-Apr. 1963.
- 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 procedure: a comparative study of four thermal treatments. *Quintessence yearbook*, p.177-185, 1988.
- MAVES, T. W. Recent experiments demonstrating wax distortion on all wax patterns when heat is applied. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 19, n. 4, p. 606-613, Apr. 1932.

Referências

- McLEAN, J. W. The strenghtenning of dental porcelain. In: McLEAN, J. W. *The science and Art of dental ceramics*. Chicago: Quintessence, 1979. v.1, p.55-144.
- McLEAN, J. W., von FRAUNHOFER, J. A. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br. Dent. J.*, London, v. 131, n. 3, p. 107-11, Aug. 1971.
- MIURA, M.; SIMONETTI, E. L. Estudo da efetividade das expansões de presa e semi-higroscópica dos revestimentos odontológicos. I – Confecção do padrão de cera. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 55-62, jan./jun. 1974 a.
- MIURA, M.; SIMONETTI, E. L. Estudo da efetividade das expansões de presa e semi-higroscópica dos revestimentos odontológicos. II – Padrão de cera oclusal: confecção e inclusão. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 63-68, jan./jun. 1974 b.
- MIURA, M.; SIMONETTI, E. L. Estudo da efetividade das expansões de presa e semi-higroscópica dos revestimentos odontológicos. III – Padrão de cera próximo-oclusal: confecção e inclusão. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 207-212, jul.-dez. 1974 c.

Referências

- MIURA, M.; SIMONETTI, E. L. Estudo da efetividade das expansões de presa e semi-higroscópica dos revestimentos odontológicos. IV – Padrão de cera méso-ocluso-distal: confecção e inclusão. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 17-22, jan./jun. 1975.
- MJÖR, I. A. Problems and benefits associated with restorative materials: side-effects and long-term cost. *Adv. Dent. Res.*, Washington, v. 6, p.7-16, Sep. 1992.
- MONDELLI, J. et al. Desenvolvimento e estudo das propriedades de ligas alternativas para restaurações fundidas (nota prévia). *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 71-74, Abr./Jun. 1987.
- MONDELLI, J. et al. Avaliação do desajuste de coroas totais, fundidas com diferentes ligas metálicas alternativas, relacionado com a contração de fundição. Técnicas de inclusão e tipos de revestimento (Parte II). *Rev. Bras. Odontol.*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 3, p. 26-34, Maio/Jun. 1989.
- MUMFORD, G.; PHILLIPS, R. W. Dimensional change in wax patterns during setting of gypsum investments. *J. Dent. Res.*, Chicago, v. 37, n. 2, p. 351-358, Apr. 1958.

Referências

- MURAKAMI, S. et al. Effects of rapid burnout type gypsum bonded investment on performance of castings. Part I. Surface aspects and fit of crowns. *Dent. Mater. J.*, Tokyo, v. 13, n. 2, p. 240-50, Dec. 1994.
- NEIMAN, R.; SARMA, A. C. Setting and thermal reactions of phosphate investments. *J. Dent. Res.*, Bristol, v. 59, n. 9, p. 1478-1485, Sep. 1980.
- OSTLUND, L. E. Cavity design and mathematics: their effect on gaps at the margins of cast restorations. *Oper. Dent.*, Seattle, v. 10, n. 4, p. 122-37, Autumn 1985.
- PAPADOPOULOS, T.; AXELSSON, M. Influence of heating rate in thermal expansion of dental phosphate-bonded investment material. *Scand. J. Dent. Res.*, Stokoholm, v. 98, n. 1, p. 60-65, Feb. 1990.
- PEGORARO, L. F. *Avaliação das expansão de presa, higroscópica e térmica, de três revestimentos à base de fosfato*. 1977. 124p. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Bauru – Universiddade de São Paulo, Bauru, 1977.
- PEYTON, F. A.; GRAIG, R. G. *Restorative dental materials*. 4th ed. St. Louis: Mosby, 1971. p.231-232.

Referências

- PHILBROOK, D. Cast fillings. *Iowa State Dent Soc Trans*, p.277-279, 1897.
- PHILLIPS, R. W. *Materiais dentários de Skinner*. 9^a.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1993. 334p.
- PHILLIPS, R. W. Ligas Odontológicas para fundição. In: PHILLIPS, R. W. *Materiais dentários*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 248-70.
- PHILLIPS, R. W.; BIGGS, D. H. Distortion of wax patterns as influenced by storage time, storage temperature, and temperature of wax manipulation. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 41, n. 1, p.28-37, Jul. 1950.
- SCHEU, C. H. A new precision casting technic. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 19, n. 4, p. 630-633, Apr. 1932.
- SCHEU, C. H. Precision casting utilizing the hygroscopic action of plaster in investment in making expanded molds. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 20, n. 7 , p. 1205-1215, Jul. 1933.
- SCHEU, C. H. Controlled hygroscopic expansion of investment to compensate for shrinkage in inlay casting. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 22, n. 3 , p. 452-455, Mar. 1935.

Referências

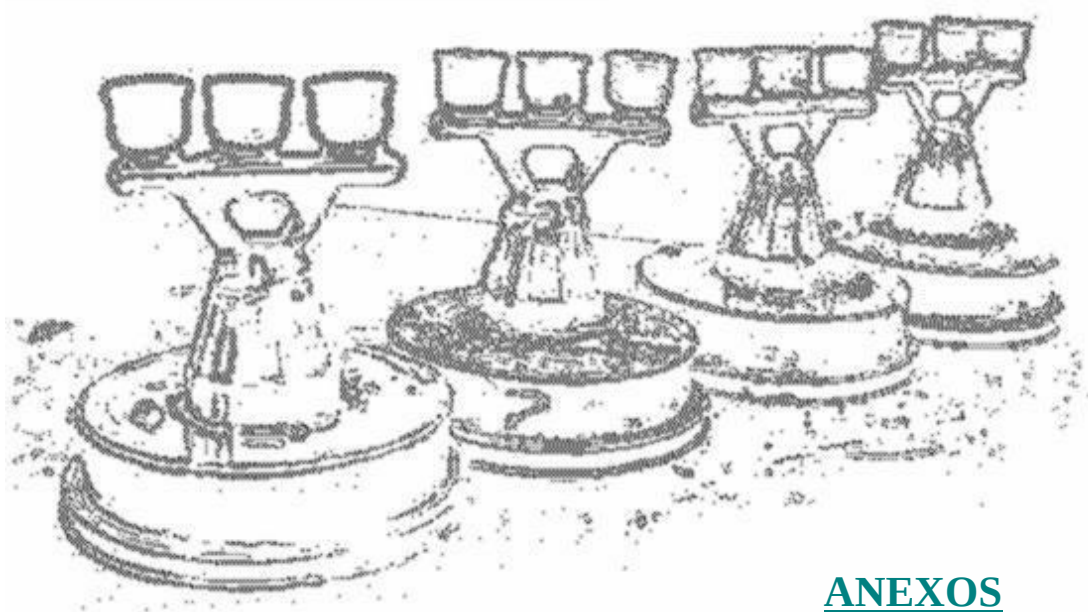
- SCHNELL, R. J.; MUNFORD, G.; PHILLIPS, R. W. An evaluation of phosphate bonded investments used with a high fusing gold alloy. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 13, p. 324-336, 1963.
- SCHILLING, E. R. et al. Marginal gap of crowns made with a phosphate bonded investment and accelerated casting method. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 81, n. 2, p. 129-134, Feb. 1999.
- SCHNEIDER, R. L. A one appointment procedure for cast post and core restorations. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 71, n. 4, p. 420-422, Apr. 1994.
- SHELL, J. S. The effect of longitudinal restrictive force on hygroscopic expansion. *J. Dent. Res.*, v. 40, p. 287-293, 1961.
- SKINNER, E. W. Some recent technical advances in dental material. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 66, p. 176-181, Feb. 1963.
- SKINNER, E. W.; PHILLIPS, R. W. *Skinner's science of dental materials*. 7th ed. Philadelphia: Saunders, 1973. p.416-417.
- SIMONETTI, E. L.; GOUVÊA, J. A., GALUPPO, H. P. Caracterização e desenvolvimento de ceras para fundição de precisão. I. – Cera azul “Kerr”, cera azul “Saunders” e cera experimental “C₁”. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 35-44, jan./jun. 1975.

Referências

- SOUDER, W.; SWEENEY, W. T. Tentative specifications for dental casting investment. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 17, n. 5, p. 780-783, May 1930.
- STEVENS, L.; OKAMOTO, A.; JÖRGENSEN Dimensional change in mould space on setting of phosphate bonded investment. *Aust. Dent. J.*, Sydney, v. 30, n. 4, p. 281-284, Aug. 1985.
- TAGGART, W. H. A new and accurate method of making gold inlays. *Dental Cosmos*, Philadelphia, v. 49, n. 11, p. 1117-1121, Nov. 1907.
- TAKAHASHI, J. et al. Nonuniform vertical and horizontal setting expansion of a phosphate-bonded investment. *J. Prosthet. Dent.*, St Louis, v. 81, n. 4, p. 386-391, Apr. 1999.
- TAYLOR, N. O.; PAFFENBARGER, G. C.; SWEENEY, W. T. Dental inlay casting investments: physical properties and a specification. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 17, n. 12, p. 2266-2285, Dec. 1930.
- VAN HORN, C. S. A review and comentary, including a technic wth makes possibible a casting of the same size as the wax pattern at boby temperature. *Dent. Cosmos*, v. 52, p. 873-881, 1910.

Referências

- VAN HORN, C. S. Pattern waxes and their manipulation in cast gold inlay technic. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 18, n. 3, p. 483-494, Mar. 1931.
- VOLLAND, R. H. Wax patterns for cast gold inlays. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 9, n. 7, p. 763-774, Jul. 1922.
- VOLLAND, R. H. Wax pattern and casting. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 14, n. 11, p. 1988-1996, Nov. 1927.
- WAERHAUG, J. Effect of zinc phosphate cement filling on gingival tissue. *J. Periodontol.*, Chicago, v. 27, p. 284-290, 1956.
- WEISS, P. A. New design parameters: utilizing the properties of nickel-chromium superalloys. *Dent. Clin. North Am.*, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 769-785, Oct. 1977.
- YAMAGUTI, P. F. *Comparação da adaptação cervical de estruturas metálicas para metal-cerâmica obtidas através de técnicas de fundição rápida e convencional, utilizando três revestimentos comerciais*. 2002. 113p. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Araçatuba, 2002.



ANEXOS

S

Tabela 6 – Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição convencional, sem o espaçador em posição.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 37	2,151	2,130	2,179	2,153
	2,096	2,074	2,095	2,088
	2,037	2,027	2,034	2,033
	2,094	2,093	2,103	2,097
Infra-estrutura 38	2,204	2,196	2,127	2,176
	2,094	2,082	2,025	2,067
	2,035	2,020	2,216	2,090
	2,038	2,060	2,252	2,117
Infra-estrutura 39	2,013	2,191	2,187	2,130
	2,064	2,167	2,134	2,122
	2,058	2,091	2,091	2,080
	2,101	2,182	2,105	2,129
Infra-estrutura 40	2,203	2,223	2,205	2,210
	2,220	2,216	2,175	2,204
	2,250	2,197	2,206	2,218
	2,186	2,287	2,128	2,200
Infra-estrutura 41	2,106	2,049	2,037	2,064
	2,199	2,024	2,124	2,116
	2,118	2,144	2,030	2,097
	2,144	2,033	2,077	2,085
Infra-estrutura 42	2,030	2,041	1,997	2,023
	2,019	2,026	2,098	2,048
	2,020	2,032	2,063	2,038
	2,041	2,082	2,030	2,051
Infra-estrutura 43	2,204	2,089	2,187	2,160
	2,142	2,101	2,111	2,118
	2,219	2,070	2,200	2,163
	2,049	2,134	2,202	2,128
Infra-estrutura 44	2,190	2,204	2,186	2,193
	2,169	2,150	2,168	2,162
	2,184	2,146	2,123	2,151
	2,182	2,208	2,200	2,197
Infra-estrutura 45	2,114	2,079	2,099	2,097
	2,050	2,089	2,062	2,067
	2,067	2,071	2,048	2,062
	2,149	2,123	2,096	2,123
Infra-estrutura 46	2,138	2,084	2,100	2,107
	2,136	2,085	2,161	2,127
	2,184	2,109	2,138	2,144
	2,70	2,082	2,135	2,129
Infra-estrutura 47	2,014	2,028	2,087	2,043
	2,021	2,069	2,082	2,057
	2,024	2,050	2,054	2,043
	2,026	2,005	2,093	2,041
Infra-estrutura 48	2,196	2,179	2,181	2,185
	2,183	2,171	2,053	2,136
	2,086	2,082	2,149	2,106
	2,188	2,141	2,015	2,115

S

Tabela 7 – Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição rápida, sem o espaçador em posição.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 25	2,078	2,104	2,151	2,111
	2,157	2,145	2,250	2,184
	2,138	2,152	2,180	2,157
	2,138	2,186	2,230	2,185
Infra-estrutura 26	2,133	2,109	2,062	2,101
	2,139	2,160	2,119	2,139
	2,156	2,220	2,230	2,202
	2,064	2,030	2,099	2,064
Infra-estrutura 27	2,079	2,103	2,121	2,101
	2,150	2,113	2,125	2,129
	2,103	2,139	2,110	2,117
	2,102	2,076	2,089	2,089
Infra-estrutura 28	2,049	1,975	2,108	2,044
	2,036	1,940	2,027	2,001
	2,010	2,057	2,170	2,079
	2,046	2,129	2,224	2,133
Infra-estrutura 29	2,086	2,000	1,982	2,023
	2,132	2,000	2,020	2,051
	2,099	2,043	2,004	2,049
	1,969	1,973	2,000	1,981
Infra-estrutura 30	2,092	2,086	2,080	2,086
	2,139	2,211	2,155	2,168
	2,109	2,196	2,155	2,153
	2,160	2,175	2,150	2,165
Infra-estrutura 31	2,200	2,062	2,075	2,112
	2,159	2,006	2,036	2,067
	2,220	2,000	2,040	2,087
	2,028	2,002	2,015	2,015
Infra-estrutura 32	2,113	2,117	2,109	2,113
	2,050	2,180	2,055	2,095
	2,150	2,139	2,000	2,096
	2,067	2,058	2,061	2,062
Infra-estrutura 33	2,003	2,023	2,011	2,012
	2,067	2,053	2,085	2,068
	2,074	2,024	2,079	2,059
	2,028	2,046	2,018	2,031
Infra-estrutura 34	2,150	2,181	2,130	2,154
	2,112	2,151	2,150	2,138
	2,091	2,186	2,108	2,128
	2,141	2,198	2,0147	2,162
Infra-estrutura 35	1,987	2,002	1,963	1,984
	2,103	2,153	2,082	2,113
	1,975	2,110	2,015	2,033
	1,950	2,083	2,129	2,054
Infra-estrutura 36	2,138	2,164	2,152	2,151
	2,077	2,130	2,118	2,108
	2,155	2,179	2,124	2,153
	2,120	2,181	2,141	2,147

S

Tabela 8 – Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição convencional, sem o espaçador em posição.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 1	2,166	2,089	2,019	2,091
	2,124	2,050	2,105	2,093
	2,100	2,031	2,056	2,062
	2,082	2,052	2,084	2,073
Infra-estrutura 2	2,114	2,106	2,134	2,118
	2,113	2,103	2,124	2,113
	1,908	2,183	2,103	2,065
	2,060	2,137	2,075	2,091
Infra-estrutura 3	2,128	2,060	2,063	2,084
	2,205	2,057	2,096	2,119
	2,086	2,210	2,199	2,165
	2,089	2,130	2,129	2,116
Infra-estrutura 4	2,294	2,250	2,186	2,243
	2,052	2,165	2,060	2,092
	2,098	2,171	2,250	2,173
	2,044	2,075	2,117	2,079
Infra-estrutura 5	2,078	2,130	2,164	2,124
	2,110	2,140	2,144	2,131
	2,151	2,200	2,008	2,120
	2,210	2,240	2,054	2,168
Infra-estrutura 6	2,260	2,145	2,284	2,230
	2,230	2,158	2,227	2,205
	2,319	2,136	2,256	2,237
	2,214	2,250	2,148	2,204
Infra-estrutura 7	2,035	2,200	1,980	2,072
	2,100	2,121	2,082	2,101
	2,114	2,071	2,119	2,101
	2,177	2,138	2,163	2,159
Infra-estrutura 8	2,042	1,921	1,880	1,948
	2,040	1,970	2,029	2,013
	2,000	2,045	1,952	1,999
	1,899	2,033	1,991	1,974
Infra-estrutura 9	2,180	2,194	2,209	2,194
	2,207	2,196	2,230	2,211
	2,145	2,189	2,185	2,173
	2,210	2,202	2,238	2,217
Infra-estrutura 10	2,075	2,184	2,054	2,104
	2,078	2,128	2,108	2,085
	2,073	2,058	2,113	2,081
	2,204	2,101	2,170	2,158
Infra-estrutura 11	2,078	2,156	2,053	2,096
	2,100	2,167	2,009	2,092
	2,155	2,169	2,009	2,111
	2,092	2,188	2,050	2,110
Infra-estrutura 12	2,030	2,108	2,101	2,080
	2,026	2,046	2,115	2,062
	2,106	2,082	2,096	2,095
	2,071	2,165	2,099	2,112

S

Tabela 9 – Medição da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição rápida, sem o espaçador em posição.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 13	1,959	2,089	1,958	2,002
	2,153	1,988	2,039	2,060
	1,891	2,022	2,057	1,990
	2,038	2,063	2,096	2,066
Infra-estrutura 14	2,161	2,128	2,052	2,114
	2,100	1,900	2,093	2,031
	2,135	2,090	1,915	2,047
	2,166	2,100	2,230	2,165
Infra-estrutura 15	2,013	1,997	1,998	2,003
	2,032	2,025	2,004	2,020
	1,900	1,870	2,058	1,943
	1,927	1,978	1,986	1,964
Infra-estrutura 16	2,038	2,102	2,128	2,089
	2,032	2,069	2,063	2,055
	2,018	2,001	2,026	2,015
	2,032	2,092	2,048	2,057
Infra-estrutura 17	2,357	2,200	1,882	2,146
	2,100	2,047	2,122	2,090
	2,273	2,181	2,350	2,268
	2,170	2,141	2,190	2,167
Infra-estrutura 18	2,000	2,035	1,964	2,000
	2,036	2,083	2,048	2,056
	2,102	2,014	2,034	2,050
	2,027	2,090	2,064	2,060
Infra-estrutura 19	2,086	2,056	2,048	2,063
	2,070	2,065	2,032	2,056
	2,049	2,067	1,950	2,022
	2,090	2,081	2,015	2,062
Infra-estrutura 20	2,128	2,000	2,066	2,065
	2,109	2,105	2,127	2,114
	2,119	2,135	2,116	2,122
	2,079	2,147	2,131	2,119
Infra-estrutura 21	2,066	2,187	2,195	2,149
	2,010	2,115	2,193	2,106
	2,156	2,082	2,085	2,108
	2,107	2,124	2,151	2,127
Infra-estrutura 22	1,991	2,053	2,030	2,025
	2,056	2,040	2,110	2,072
	2,025	2,131	2,235	2,130
	2,038	2,054	2,220	2,104
Infra-estrutura 23	1,968	2,010	2,020	1,999
	1,940	1,980	1,974	1,965
	2,024	2,037	2,065	2,042
	1,976	2,029	2,080	2,028
Infra-estrutura 24	2,099	2,067	1,988	2,051
	1,968	1,980	2,165	2,037
	2,267	2,247	2,150	2,221
	2,189	2,041	2,110	2,113

S

Tabela 10 – Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 37	2,080	2,063	2,080	2,074
	2,063	2,085	2,076	2,075
	2,066	2,071	2,081	2,073
	2,071	2,073	2,076	2,073
Infra-estrutura 38	2,068	2,095	2,093	2,085
	2,068	2,085	2,090	2,081
	2,080	2,085	2,082	2,082
	2,088	2,061	2,085	2,078
Infra-estrutura 39	2,094	2,097	2,076	2,089
	2,067	2,095	2,074	2,079
	2,073	2,083	2,086	2,081
	2,081	2,088	2,084	2,084
Infra-estrutura 40	2,074	2,060	2,076	2,070
	2,066	2,063	2,073	2,067
	2,068	2,082	2,067	2,072
	2,073	2,086	2,069	2,076
Infra-estrutura 41	2,088	2,061	2,068	2,072
	2,078	2,091	2,085	2,085
	2,066	2,089	2,085	2,080
	2,067	2,066	2,080	2,071
Infra-estrutura 42	2,078	2,079	2,087	2,081
	2,078	2,082	2,088	2,083
	2,062	2,073	2,078	2,071
	2,072	2,065	2,090	2,076
Infra-estrutura 43	2,066	2,069	2,075	2,070
	2,083	2,053	2,090	2,075
	2,066	2,063	2,077	2,069
	2,069	2,075	2,077	2,074
Infra-estrutura 44	2,109	2,075	2,078	2,087
	2,072	2,080	2,074	2,075
	2,067	2,090	2,090	2,082
	2,080	2,087	2,071	2,079
Infra-estrutura 45	2,080	2,098	2,073	2,084
	2,093	2,069	2,075	2,079
	2,072	2,077	2,081	2,077
	2,069	2,084	2,090	2,081
Infra-estrutura 46	2,076	2,065	2,070	2,070
	2,081	2,073	2,080	2,078
	2,076	2,079	2,071	2,075
	2,078	2,076	2,094	2,083
Infra-estrutura 47	2,080	2,083	2,077	2,080
	2,071	2,076	2,085	2,077
	2,080	2,072	2,081	2,078
	2,085	2,085	2,072	2,081
Infra-estrutura 48	2,084	2,070	2,083	2,079
	2,081	2,063	2,068	2,071
	2,081	2,079	2,077	2,079
	2,099	2,098	2,084	2,094

S

Tabela 11 – Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 25	2,066	2,076	2,067	2,070
	2,058	2,080	2,077	2,072
	2,063	2,081	2,078	2,074
	2,070	2,081	2,076	2,076
Infra-estrutura 26	2,074	2,077	2,090	2,080
	2,060	2,065	2,068	2,064
	2,070	2,060	2,080	2,070
	2,083	2,090	2,079	2,084
Infra-estrutura 27	2,076	2,078	2,089	2,081
	2,076	2,070	2,080	2,075
	2,072	2,059	2,067	2,066
	2,075	2,059	2,072	2,069
Infra-estrutura 28	2,069	2,077	2,088	2,078
	2,068	2,074	2,063	2,068
	2,056	2,085	2,069	2,070
	2,062	2,071	2,076	2,070
Infra-estrutura 29	2,075	2,067	2,078	2,073
	2,071	2,078	2,081	2,077
	2,05	2,069	2,079	2,074
	2,065	2,074	2,078	2,072
Infra-estrutura 30	2,069	2,083	2,090	2,081
	2,064	2,068	2,068	2,067
	2,073	2,058	2,070	2,067
	2,078	2,073	2,060	2,070
Infra-estrutura 31	2,074	2,083	2,093	2,083
	2,084	2,069	2,071	2,075
	2,065	2,067	2,081	2,071
	2,070	2,073	2,082	2,075
Infra-estrutura 32	2,064	2,087	2,077	2,076
	2,074	2,087	2,067	2,076
	2,079	2,063	2,090	2,077
	2,076	2,075	2,087	2,079
Infra-estrutura 33	2,053	2,099	2,083	2,078
	2,076	2,079	2,070	2,075
	2,064	2,066	2,085	2,072
	2,064	2,070	2,079	2,071
Infra-estrutura 34	2,065	2,081	2,084	2,077
	2,057	2,061	2,087	2,068
	2,063	2,083	2,089	2,078
	2,082	2,073	2,085	2,080
Infra-estrutura 35	2,071	2,088	2,062	2,074
	2,068	2,071	2,063	2,067
	2,067	2,073	2,069	2,070
	2,068	2,067	2,082	2,072
Infra-estrutura 36	2,072	2,088	2,078	2,079
	2,071	2,090	2,066	2,076
	2,072	2,076	2,066	2,071
	2,067	2,073	2,066	2,069

S

Tabela 12 – Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 1	2,061	2,068	2,070	2,066
	2,066	2,078	2,082	2,075
	2,052	2,090	2,075	2,072
	2,077	2,090	2,084	2,084
Infra-estrutura 2	2,072	2,090	2,082	2,081
	2,069	2,095	2,069	2,078
	2,079	2,087	2,059	2,075
	2,066	2,099	2,062	2,076
Infra-estrutura 3	2,057	2,069	2,066	2,064
	2,058	2,073	2,081	2,071
	2,077	2,083	2,090	2,083
	2,098	2,081	2,087	2,089
Infra-estrutura 4	2,073	2,085	2,059	2,072
	2,073	2,066	2,060	2,066
	2,085	2,084	2,077	2,082
	2,072	2,056	2,090	2,073
Infra-estrutura 5	2,073	2,086	2,077	2,079
	2,088	2,086	2,067	2,080
	2,065	2,089	2,056	2,070
	2,061	2,068	2,067	2,065
Infra-estrutura 6	2,070	2,068	2,088	2,075
	2,098	2,082	2,069	2,083
	2,057	2,090	2,065	2,071
	2,065	2,075	2,075	2,072
Infra-estrutura 7	2,079	2,065	2,085	2,075
	2,075	2,095	2,074	2,081
	2,070	2,079	2,060	2,070
	2,058	2,073	2,076	2,069
Infra-estrutura 8	2,060	2,090	2,090	2,080
	2,069	2,081	2,073	2,074
	2,087	2,070	2,077	2,078
	2,067	2,089	2,089	2,082
Infra-estrutura 9	2,070	2,083	2,071	2,075
	2,077	2,096	2,070	2,081
	2,062	2,074	2,084	2,073
	2,067	2,085	2,086	2,079
Infra-estrutura 10	2,079	2,086	2,073	2,079
	2,056	2,112	2,073	2,080
	2,057	2,091	2,082	2,077
	2,057	2,087	2,078	2,074
Infra-estrutura 11	2,081	2,073	2,090	2,081
	2,079	2,065	2,067	2,070
	2,063	2,087	2,086	2,079
	2,075	2,078	2,086	2,080
Infra-estrutura 12	2,081	2,067	2,090	2,079
	2,064	2,070	2,071	2,068
	2,074	2,081	2,081	2,079
	2,080	2,096	2,082	2,086

S

Tabela 13 – Medição da espessura do espaçador mais sua desadaptação quando posicionado no troquel metálico, em cada ponto que as estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas) foram aferidas na técnica de inclusão e fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 13	2,076	2,068	2,070	2,071
	2,065	2,099	2,073	2,079
	2,095	2,088	2,075	2,086
	2,078	2,088	2,073	2,080
Infra-estrutura 14	2,069	2,096	2,095	2,087
	2,069	2,070	2,082	2,074
	2,060	2,072	2,088	2,073
	2,063	2,075	2,075	2,071
Infra-estrutura 15	2,055	2,063	2,078	2,065
	2,071	2,066	2,079	2,072
	2,068	2,076	2,070	2,3071
	2,077	2,094	2,081	2,084
Infra-estrutura 16	2,063	2,082	2,077	2,074
	2,056	2,071	2,083	2,070
	2,060	2,065	2,069	2,065
	2,068	2,089	2,085	2,081
Infra-estrutura 17	2,080	2,087	2,074	2,080
	2,079	2,079	2,068	2,075
	2,076	2,080	2,068	2,075
	2,067	2,078	2,086	2,077
Infra-estrutura 18	2,059	2,098	2,071	2,076
	2,065	2,087	2,069	2,074
	2,075	2,095	2,070	2,080
	2,066	2,098	2,076	2,080
Infra-estrutura 19	2,070	2,083	2,077	2,077
	2,090	2,069	2,060	2,073
	2,072	2,063	2,061	2,065
	2,080	2,072	2,077	2,076
Infra-estrutura 20	2,064	2,066	2,090	2,073
	2,050	2,057	2,078	2,062
	2,060	2,059	2,065	2,061
	2,081	2,084	2,085	2,083
Infra-estrutura 21	2,081	2,064	2,086	2,077
	2,059	2,095	2,080	2,078
	2,062	2,085	2,070	2,072
	2,077	2,079	2,081	2,079
Infra-estrutura 22	2,074	2,085	2,066	2,075
	2,066	2,069	2,071	2,069
	2,074	2,065	2,075	2,071
	2,076	2,077	2,080	2,078
Infra-estrutura 23	2,082	2,079	2,087	2,083
	2,076	2,089	2,085	2,083
	2,078	2,089	2,084	2,084
	2,081	2,089	2,085	2,085
Infra-estrutura 24	2,073	2,080	2,072	2,075
	2,064	2,086	2,060	2,070
	2,062	2,086	2,080	2,076
	2,070	2,096	2,077	2,081

S

Tabela 14 – Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 37	0,071	0,067	0,099	0,079
	0,033	-0,011	0,019	0,014
	-0,029	-0,044	-0,047	-0,040
	0,023	0,020	0,027	0,023
Infra-estrutura 38	0,136	0,101	0,034	0,090
	0,026	-0,003	-0,065	-0,014
	-0,045	-0,065	0,134	0,008
	-0,050	-0,001	0,167	0,039
Infra-estrutura 39	-0,081	0,094	0,111	0,041
	-0,003	0,072	0,060	0,043
	-0,015	0,008	0,005	-0,001
	0,020	0,094	0,021	0,045
Infra-estrutura 40	0,129	0,163	0,129	0,140
	0,154	0,153	0,102	0,136
	0,182	0,115	0,139	0,145
	0,113	0,201	0,059	0,124
Infra-estrutura 41	0,018	-0,012	-0,031	-0,008
	0,121	-0,067	0,039	0,031
	0,052	0,055	-0,055	0,017
	0,077	-0,033	-0,003	0,014
Infra-estrutura 42	-0,048	-0,038	-0,090	-0,059
	-0,059	-0,056	0,010	-0,035
	-0,042	-0,041	-0,015	-0,033
	-0,031	0,017	-0,060	-0,025
Infra-estrutura 43	0,138	0,020	0,112	0,090
	0,059	0,048	0,021	0,043
	0,153	0,007	0,123	0,094
	-0,020	0,059	0,125	0,055
Infra-estrutura 44	0,081	0,129	0,108	0,106
	0,097	0,070	0,094	0,087
	0,117	0,056	0,033	0,069
	0,102	0,121	0,129	0,117
Infra-estrutura 45	0,034	-0,019	0,026	0,014
	-0,043	0,020	-0,013	-0,012
	-0,005	-0,006	-0,033	-0,015
	0,080	0,039	0,006	0,042
Infra-estrutura 46	0,062	0,019	0,030	0,037
	0,055	0,012	0,081	0,049
	0,108	0,030	0,067	0,068
	0,092	0,006	0,041	0,046
Infra-estrutura 47	-0,066	-0,055	0,010	-0,037
	-0,050	-0,007	-0,003	-0,020
	-0,056	-0,022	-0,027	-0,035
	-0,059	-0,080	0,021	-0,039
Infra-estrutura 48	0,112	0,109	0,098	0,106
	0,102	0,108	-0,015	0,065
	0,005	0,003	0,072	0,027
	0,089	0,043	-0,069	0,021

S

Tabela 15 – Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Galileo Dip Pot Wax (Talladium, Inc.), na técnica de inclusão e fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 25	0,012	0,028	0,084	0,041
	0,099	0,065	0,173	0,112
	0,075	0,071	0,102	0,083
	0,068	0,105	0,154	0,109
Infra-estrutura 26	0,050	0,032	-0,028	0,021
	0,079	0,095	0,051	0,075
	0,086	0,160	0,150	0,132
	-0,019	-0,060	0,020	-0,020
Infra-estrutura 27	0,003	0,025	0,032	0,020
	0,074	0,043	0,045	0,054
	0,031	0,080	0,043	0,051
	0,027	0,017	0,017	0,020
Infra-estrutura 28	-0,020	-0,102	0,020	-0,034
	-0,032	-0,134	-0,036	-0,067
	-0,046	-0,028	0,101	0,009
	-0,016	0,058	0,148	0,063
Infra-estrutura 29	0,011	-0,067	-0,096	-0,051
	0,061	-0,078	-0,061	-0,026
	0,024	-0,026	-0,075	-0,026
	-0,096	-0,101	-0,078	-0,092
Infra-estrutura 30	0,023	0,003	-0,010	0,005
	0,075	0,143	0,087	0,102
	0,036	0,138	0,085	0,086
	0,082	0,102	0,090	0,091
Infra-estrutura 31	0,126	-0,021	-0,018	0,029
	0,075	-0,063	-0,035	-0,008
	0,155	-0,067	-0,041	0,016
	-0,042	-0,071	-0,067	-0,060
Infra-estrutura 32	0,049	0,030	0,032	0,037
	-0,024	0,093	-0,012	0,019
	0,071	0,076	-0,090	0,019
	-0,009	-0,017	-0,026	-0,017
Infra-estrutura 33	-0,050	-0,076	-0,072	-0,066
	-0,009	-0,026	0,015	-0,007
	0,010	-0,042	-0,006	-0,013
	-0,036	-0,024	-0,061	-0,040
Infra-estrutura 34	0,085	0,100	0,046	0,077
	0,055	0,090	0,063	0,069
	0,028	0,103	0,019	0,050
	0,059	0,125	0,062	0,082
Infra-estrutura 35	-0,084	-0,086	-0,099	-0,090
	0,035	0,082	0,019	0,045
	-0,092	0,037	-0,054	-0,036
	-0,118	0,016	0,047	-0,018
Infra-estrutura 36	0,066	0,076	0,074	0,072
	0,006	0,040	0,052	0,033
	0,083	0,103	0,058	0,081
	0,053	0,108	0,075	0,079

S

Tabela 16 – Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição convencional.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 1	0,105	0,021	-0,051	0,025
	0,058	-0,028	0,023	0,018
	0,048	-0,059	-0,019	-0,010
	0,005	-0,038	0,000	-0,011
Infra-estrutura 2	0,042	0,016	0,052	0,037
	0,044	0,008	0,055	0,036
	-0,171	0,096	0,044	-0,010
	-0,006	0,038	0,013	0,015
Infra-estrutura 3	0,071	-0,009	-0,003	0,020
	0,147	-0,016	0,015	0,049
	0,009	0,127	0,109	0,082
	-0,009	0,049	0,042	0,027
Infra-estrutura 4	0,221	0,165	0,127	0,171
	-0,021	0,099	0,000	0,026
	0,013	0,087	0,173	0,091
	-0,028	0,019	0,027	0,006
Infra-estrutura 5	0,005	0,044	0,087	0,045
	0,022	0,054	0,077	0,051
	0,086	0,111	-0,048	0,050
	0,149	0,172	-0,013	0,103
Infra-estrutura 6	0,190	0,077	0,196	0,154
	0,132	0,076	0,158	0,122
	0,262	0,046	0,191	0,166
	0,149	0,175	0,073	0,132
Infra-estrutura 7	-0,044	0,138	-0,105	-0,004
	0,025	0,026	0,008	0,020
	0,044	-0,008	0,059	0,032
	0,119	0,065	0,087	0,090
Infra-estrutura 8	-0,018	-0,169	-0,210	-0,132
	-0,029	-0,111	-0,044	-0,061
	-0,087	-0,025	-0,125	-0,079
	-0,168	-0,056	-0,098	-0,107
Infra-estrutura 9	0,110	0,111	0,138	0,120
	0,130	0,100	0,160	0,130
	0,083	0,115	0,101	0,100
	0,143	0,117	0,152	0,137
Infra-estrutura 10	-0,004	0,098	-0,019	0,025
	-0,038	0,016	0,035	0,004
	0,016	-0,033	0,031	0,005
	0,147	0,014	0,092	0,084
Infra-estrutura 11	-0,003	0,083	-0,037	0,014
	0,021	0,102	-0,058	0,022
	0,092	0,082	-0,077	0,032
	0,017	0,110	-0,036	0,030
Infra-estrutura 12	-0,051	0,041	0,011	0,000
	-0,038	-0,024	0,044	-0,006
	0,032	0,001	0,015	0,016
	-0,009	0,069	0,017	0,026

S

Tabela 17 – Valor da desadaptação em cada ponto nas estruturas metálicas fundidas obtidas a partir de padrões confeccionados com a Cera Azul para fresagem (CNG Soluções Protéticas), na técnica de inclusão e fundição rápida.

	Med 1	Med 2	Med 3	Média
Infra-estrutura 13	-0,117	0,021	-0,112	-0,069
	0,088	-0,111	-0,034	-0,019
	-0,204	-0,066	-0,018	-0,096
	-0,040	-0,025	0,023	-0,014
Infra-estrutura 14	0,002	0,032	0,043	0,027
	0,031	-0,170	0,011	-0,043
	0,075	0,018	-0,173	-0,027
	0,103	0,025	0,155	0,094
Infra-estrutura 15	-0,042	-0,066	-0,080	-0,063
	-0,039	-0,041	-0,075	-0,052
	-0,168	-0,206	-0,012	-0,129
	-0,150	-0,116	-0,095	-0,120
Infra-estrutura 16	-0,025	0,020	0,051	0,015
	-0,024	-0,002	-0,020	-0,015
	-0,042	-0,064	-0,043	-0,050
	-0,036	0,003	-0,037	-0,023
Infra-estrutura 17	0,277	0,113	-0,192	0,066
	0,021	-0,032	0,054	0,014
	0,197	0,101	0,282	0,193
	0,103	0,063	0,104	0,090
Infra-estrutura 18	-0,059	-0,063	-0,107	-0,076
	-0,029	-0,004	-0,021	-0,018
	0,027	-0,081	-0,036	-0,030
	-0,039	-0,008	-0,012	-0,020
Infra-estrutura 19	0,016	-0,027	-0,029	-0,013
	-0,020	-0,004	-0,028	-0,017
	-0,023	0,004	-0,111	-0,043
	0,010	0,009	-0,062	-0,014
Infra-estrutura 20	0,064	-0,066	-0,024	-0,009
	0,059	0,048	0,049	0,052
	0,059	0,073	0,051	0,061
	-0,002	0,063	0,046	0,036
Infra-estrutura 21	-0,015	0,123	0,109	0,072
	-0,049	0,020	0,113	0,028
	0,094	-0,003	0,015	0,035
	0,030	0,045	0,070	0,048
Infra-estrutura 22	-0,083	-0,032	-0,036	-0,050
	0,000	-0,029	0,039	0,003
	-0,049	0,066	0,160	0,059
	-0,038	-0,023	0,140	0,026
Infra-estrutura 23	-0,114	-0,069	-0,067	-0,083
	-0,136	-0,109	-0,111	-0,119
	-0,054	-0,052	-0,019	-0,042
	-0,105	-0,060	-0,005	-0,057
Infra-estrutura 24	0,026	-0,013	-0,084	-0,024
	-0,096	-0,106	0,102	-0,033
	0,205	0,161	0,070	0,145
	0,119	-0,055	0,033	0,032