Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
Departamento de Materiais Dentários e Prótese

Ana Paula Dias

Efeito da sinterização da cerâmica no desajuste marginal de coroas metalocerâmicas de níquel-cromo e cobalto-cromo

Ribeirão Preto
2013

Ana Paula Dias

Efeito da sinterização da cerâmica no desajuste marginal de coroas metalocerâmicas de níquel-cromo e cobalto-cromo

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre, junto ao Departamento de Materiais Dentários e Prótese.
Área de Concentração: Reabilitação Oral

Orientadora: Prof.. Dr. Osvaldo Luiz Bezzon

VERSÃO CORRIGIDA

Ribeirão Preto
2013

AUTORIZO REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca Central do *Campus* USP – Ribeirão Preto

Versão corrigida da dissertação/tese. A versão original se encontra disponível na unidade que aloja o programa.

Dias, AP

Efeito da sinterização da cerâmica no desajuste marginal de coroas metalocerâmicas de níquel-cromo e cobalto-cromo.

71p. : il. ; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Reabilitação Oral .

Orientadora: Bezzon, Osvaldo Luiz

1. adaptação marginal. 2. Níquel Cormo. 3.Cobalto Cromo. 4. Coroas metalocerâmicas. 5. Ligas alternativas.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ana Paula Dias

. Efeito da sinterização da cerâmica no desajuste marginal de coroas metalocerâmicas de níquel-cromo e cobalto-cromo**.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre.
Área de Concentração: Reabilitação Oral

Data da defesa: ____/____/ 2013

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Ao Deus, que me concedeu a bênção de ser livre e senhora das minhas decisões.

Aos grandes guerreiros que me doaram grande parte do seu tempo e dos seus sonhos pra que tudo isso se tornasse realidade.
Minha Mãe, Helena Maria Alvez Dias e meu pai, Clayton Maques Dias, que diante das mais variadas dificuldades, sempre me deram apoio e inspiração para ir adiante, a continuar sonhando.

Aos grandes amigos de sangue que a vida me concedeu, meu irmão Guilherme Marques Dias e irmã ,Nathália Dias. Com os dois sempre pude compartilhar problemas e multiplicar motivos pra ser sempre melhor e mais feliz.

Agradecimento Especial

Ao professor Osvaldo Luiz Bezzon, meu orientador, por ter me aceitado como orientada, me oferecido parte do seu grande conhecimento e ter acreditado em mim para execução deste trabalho,me ajudado para que este se tornasse realidade.

À professora Valéria Oliveira Pagnano de Souza, que contribuiu com muita dedicação e empeenho para a realização deste trabalho desde o princípio.

Ao meu companheiro, amigo e namorado Renan de Barros e Lima Bueno, figura fundamental nessa etapa. Aquele que sonha meus sonhos comigo e esteve ao meu lado me oferecendo apoio, amizade, compreensão,carinho e muita paciência nas horas de ansiedade.

Agradecimentos

*À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto** da Universidade de São Paulo, representada pelo **Diretor Prof. Dr. Valdemar Mallet da Rocha Barros**, por ter me recebido como aluna de mestrado e me dado a oportunidade de estar em uma Universidade de excelência.*

*À **CAPES** (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de mestrado concedida.*

*À **Profª Drª Fernanda de Carvalho Panzeri Pires de Souza**, pela carinhosa recepção, por ter confiado na minha capacidade e por ter sido sempre tão presente. Por ser um exemplo pessoal e profissional.*

*Ao sempre disposto **Sérgio Godoy**, Técnic do laboratório de fundição do departamento de Reabilitação Oral, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, que foi de grande ajuda e apoio em todo o processo de confeccção dos corpos de prova. Sou muito grata pela amizade, gentileza e conhecimento concedidos.*

*Aos funcionários do laboratório de Prótese do Departamento de Materiais Dentários e Prótese **Paulo Sérigo Fernandes, Lício Firmino Júnior, Fernando Schiaveto, Marcelo Aparacido Vieira e Luiz Sérgio Soares** que foram muito gentis e prestativos sempre quando precisei de ajuda ou do espaço de trabalho.*

*Ao **Prof. Dr. João Manoel Domingos de Almeida Rollo** de São Carlos – pelo fornecimento da liga experimental para a realização da pesquisa.*

À funcionária do departamento de Materiais dentários e Prótese ***Ana Paula Macedo****, por ter me auxiliado na parte estatística e esclarecido muitas dúvidas no decorrer do trabalho.*

Aos ***Professores do Departamento de Materiais Dentários e Prótese****, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pelos ensinamentos e contribuição essencial na minha formação profissional.*

Aos ***professores da Faculdade de Odontologia de Araçatuba-Unesp****, Escola em que concluí a graduação, que deram início a essa jornada com muito carinho e estímulo.*

Ao professores ***Alberto Carlos Botazzo Delbem, Kikue takebayashi Sassaki e Ana Carolina Soares Fraga Zaze,*** *que me orientaram na Iniciação científica e me Iniciaram sabiamente como futura pesquisadora e docente.*

Às Funcionárias da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, ***Regiane de C. Tirado Damasceno****,* ***Ana Paula Xavier*** *e* ***Fernanda Talita de Freitas****, pela atenção e disponibilidade.*

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da universidade de São Paulo, ***Isabel Cristina Galino Sola****,* ***Regiane Cristina Moi Sacilloto****,* ***Leandro Marin Silva****,* ***Mary Possani Carmessano****, pela paciência, simpatia e presteza nas informações e orientações.*

Aos meus colegas de turma de Mestrado, ***Ana Beatriz Silva Sousa,*** ***Francisca Daniele J. Silame*** *e* ***Paulo L. Calefi****, pela convivência, amizade e troca de experiências durante esta etapa desafiadora.*

À minha colega de turma de turma de mestrado e amiga ***Marcela Salles Moreira*** *por toda a delicadeza e companheirismo. por ter dividido comigo momentos felizes e difíceis, me socorrido várias vezes. Sua amizade foi uma das grandes conquistas durante este período.*

À mina grande companheira ***Ana Carolina Ferreira,*** *amiga desde a gradução e que foi um dos pilares desta etapa. Me recebeu na sua cidade com uma amizade desmedida. Sempre me oferecendo parceria, conselhos e momentos agradáveis . O apoio emocional é grande parte de qualquer conquista.*

À toda a minha família, por me permitirem um lugar pra onde voltar.

À minha segunda família. Meu sogro, ***João Batista e Lima Bueno*** *e sogra,* ***Eline Roseane B e Lima Bueno****, sempre presentes e torcedores do meu sucesso. Meus Cunhados* ***Rafaela De Barros e Lima Bueno, Rodrigo Ribeiro, Ana Cláudia Iwai Morais Bueno., Marcel de Barros e Lima Bueno e Janaína Pires Serapião,*** *irmãos que a vida me agregou.*

A todos os ***colegas da Pós-Graduação****, com os quais pude compartilhar conhecimentos, experiências e momentos importantes.*

À minha amiga e colega de laboratório, ***Luciana Mara Alvez Negrão,*** *pela convivência e amizade.*

À banca examinadora que irá se dispor em ler, entender e auxiliar no melhoramento do meu trabalho.

A todos que participaram de todas as formas possíveis para que tudo se tornasse real e este projeto fosse excutado. Meus sinceros agradecimentos.

Epígrafe

"Porque sou do tamanho do que vejo e não, do tamanho da minha altura"

Fernando Pessoa

Resumo

DIAS, AP. **Efeito da sinterização da cerâmica no desajuste marginal de coroas metalocerâmicas de níquel-cromo e cobalto-cromo.** Ribeirão Preto, 2013. 71 p. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

RESUMO

A adaptação marginal é fundamental para o sucesso clínico e longevidade das coroas metalocerâmicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de microscopia óptica, o desajuste marginal de *copings* metalocerâmicos obtidos com as ligas metálicas de Ni-Cr [Verabond II e experimental (SR)] e Co-Cr (Keragen). As leituras foram realizadas antes da sinterização (T1), após a sinterização do opaco (T2) e após a sinterização da cerâmica (T3). A partir de uma matriz metálica e uma contra-matriz de teflon, encaixada sobre o preparo da matriz, foram obtidos 30 padrões de resina acrílica Duralay/cera com espessura de 0,7 mm (n=30), que foram incluidos em anel com revestimento Microfine (Talladium). Após a fundição, os *copings* foram desincluídos, jateados e usinados. Cada *coping,* adaptado a uma outra matriz metálica por meio de um padronizador da pressão de assentamento, foi levado ao microscópio óptico. Foram selecionados quatro pontos no copping e realizadas duas leituras por ponto, eqüidistantes à direita e à esquerda destes, totalizando oito leituras. Os dados de desajuste marginal (µm) foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Bonferroni (α=0,05). Os resultados mostraram que houve diferença para os fatores: tempo (p=0,00) e liga metálica (p=0,001). Com relação aos tempos, após a aplicação da cerâmica, houve maior desajuste marginal (132 µm) que após a sinterização de opaco (111,81) e antes da sinterização (90,44),com diferença significativa entre todas as etapas . Com relação às ligas metálicas, a liga experimental SR apresentou o menor desajuste marginal. (79,75 µm). E as ligas de Ni-Cr (120,23 µm) e Co-Cr (134,28 µm) não apresentaram diferença entre si. Não houve diferença significativa para as interações (p=0,834). Conclui-se que o desajuste marginal aumenta após as sinterizações da cerâmica e a liga experimental SR pode ser utilizada com segurança para confecção de restaurações metalocerâmicas, por apresentar os melhores resultados entre as ligas utilizadas.

Palavras-chave: desajuste marginal, ligas de Ni-Cr, ligas de Co-Cr, ligas alternativas.

Abstract

DIAS, AP. **The effect of ceramics sintering in the marginal misfit on nickel-chromium and cobalt-chromium metal-ceramic crowns..** Ribeirão Preto, 2013. 71 p. Dissertation (Master's Degree in Oral Rehabilitation). Ribeirão Preto School of Dentistry, University of São Paulo, Brazil.

ABSTRACT

The good marginal fit is a critical point for the clinical success of metal-ceramic crowns after definitive cementation. The knowledge of alloys properties, their interference factors and materials development allows the creation of new crowns within clinically acceptable marginal fit, factor that enables a good periodontal restorations performance and also prevents caries recurrences in cementation line. The present study evaluated, by optical microscopy, marginal fit in metal-ceramic crowns fused with three different alloys; Nickel-Chromium (Verabond II), Cobalt-Chromium (Keragen) and a experimetal Nickel-Chromium (SR) alloy in three distinct stages; after the cast (T1), after opaque layer application (T2) and after ceramic coating (T3). Were selected two equidistant points in a metal coping that representing ¼ turn on the measurement device, in a total of 8 measurements for coping in each step that results in a misfit average. Comparisons were performed using a parametric test for independent data (TWO WAY ANOVA), followed by Bonferroni test where applicable. The level of significance was set at 5%. The results showed there were statistical differences for such factors: time ($p = 0.00$) and alloy ($p = 0.001$). In relation to time, after ceramics application, there was higher marginal misfit (132 µm) than after opaque sintering (111.81 µm) and before sintering (90.44 µm) with differences between these two steps. In relation to alloys, the experimental SR alloy showed the lower marginal misfit (79.75 µm), while Ni-Cr alloys (120.23 µm) and Co-Cr (134.28 µm) were not statistically different. For these experimental groups There was no significant difference for interaction ($p = 0.834$). In conclusion the marginal misfit increases after ceramics sintering. Experimental SR alloy showed the best results among the alloys and can be safely used to metal ceramic restorations.

Key words: marginal fit; metal ceramic crows; alternative alloys

Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 22

2. REVISÃO DE LITERATURA 27

3. PROPOSIÇÃO 36

4. MATERIAL E MÉTODOS 38

4.1. Confecção da matriz para obtenção dos *copings* metálicos 38

4.2. Confecção dos padrões em resina 38

4.3. Inclusão dos padrões de cera 39

4.4. Fundição 41

4.5. Matriz de Leitura 42

4.6. Dispositivo de assentamento e leitura 42

4.7. Avaliação do desajuste marginal 44

4.7.1. Desajuste inicial ou imediatamente após a fundição 44

4.7.2. Aplicação de cerâmica nos padrões fundidos para as leituras pós-sinterização 45

4.8. Planejamento Estatístico 47

5. RESULTADOS 49

6. DISCUSSÃO 52

7. CONCLUSÃO 58

REFERÊNCIAS 60

APÊNDICES 67

1. Introdução

1. INTRODUÇÃO

As restaurações metálicas fundidas são parte do cotidiano clínico dos cirurgiões dentistas desde o início do século passado, momento em que o advento da técnica da cera perdida, permitiu o início da utilização do ouro nas fundições, tanto de peças unitárias quanto de peças múltiplas. Depois, associadas às características estéticas das porcelanas, as então chamadas coroas metalocerâmicas tornaram-se restaurações consagradas. (HOBO. & SHILLINGBURG, 1973)

Entretanto, o preço elevado do ouro e das ligas nobres motivou a busca pelo desenvolvimento de novas ligas metálicas que, constituídas por metais básicos, relativamente mais baratos, foram chamadas de ligas alternativas (PRESSWOOD et al, 1980) .Porém, ainda hoje, mesmo com estudos recorrentes, não houve material que conseguisse suprir todos os requisitos apropriados oferecidos pelos metais das ligas nobres.(BOENING, WALTER & REPPEL,1992),(TAIRA, MOSER &GREENER, 1989)

As melhorias das propriedades de ligas como a de Níquel-Cromo (Ni-Cr), Cobalto-Cromo (Co-Cr) e do Titânio (Ti), propiciaram maior acesso da população aos tratamentos reabilitadores, ainda de custo muito elevado. O aprimoramento da ação conjunta dessas ligas metálicas e das porcelanas para recobrimento estético é incisivo para reabilitações com qualidade, uma vez que características mecânicas, físico-químicas e biológicas influenciarão diretamente na qualidade do trabalho final e,consequentemente, na saúde do paciente(ROSSITI, 1994).

Embora os estudos das características associados ao desenvolvimento tecnológico permitam maior avanço na composição e no comportamento dessas ligas (Ribeiro et AL 2010) muitos aspectos a respeito de algumas delas ainda são discutidos e questionados, principalmente em relação à presença de elementos que podem trazer riscos à saúde, uma vez que não apresentam biocompatibilidade desejada.

Ligas como a de Ni-Cr, utilizadas desde a década de 30, apresentam características físico-quimico-mecânicas apropriadas como: resistência à flexão, condutibilidade térmica e alto módulo de elasticidade, além de satisfatória capacidade de reprodução de detalhes (MUMFORD,1965). No entanto, o risco de liberação de óxidos em meio oral, decorrente da corrosão com relativa citotoxidade e dificuldade de acabamento são ainda aspectos relevantes quando se discute a utilização destas ligas, com as necessidades de aprofundamento e aperfeiçoamento dessas propriedades(TORRES et al, 2006)

Inúmeras ligas vêm sendo estudadas na Odontologia há anos. O estudo e desenvolvimento de novas ligas, a busca por materiais de baixo custo e alto rendimento, objetivam uma futura e segura substituição das ligas nobres pelas ligas de metais básicos, uma vez que estas cumpram em qualidade, os requisitos para uma restauração adequada.

As estruturas metalocerâmicas são as restaurações mais comumente utilizadas nas Próteses Parciais Fixas (GEMALMAZ & ALKUMUMRU,1995). Porém não apenas a associação das características mecânicas do metal com o adequado efeito estético da cerâmica resulta no sucesso clínico desse tipo de restauração. Vários critérios são utilizados para avaliação da qualidade de uma coroa protética, como resistência, forma, tamanho, estabilidade de cor, seja qual for o tipo de material empregado (USHIWATA et al, 2000), (ARAÚJO, SANTANA & MOCHEL FILHO, 2008), mas sem dúvida, a adaptação marginal é o principal deles, considerando os malefícios causados por uma adaptação deficiente que comprometem a longevidade da restauração indireta e, consequentemente, o dente suporte (SHILLINGBURG, & FISHER, 1973).

A adaptação marginal é, indiscutivelmente, um dos mais importantes critérios usados na avaliação clínica qualitativa dos trabalhos protéticos. A presença de fendas marginais na restauração expõe o agente de cimentação no meio oral, sendo que, quanto maior for o desajuste na margem da restauração, maior deverá ser a dissolução do filme de cimento, solúvel em meio bucal (CHRISTENSEN,1996).

A exposição aumentada da película de cimento pelo aumento da fenda marginal resulta na microinfiltração de biofilme e, em consequência, aumento da irritação aos tecidos periodontais e pulpares, comprometendo a longevidade da restauração protética.(OLIVEIRA, SAITO &GONÇALVES, 2007)

A qualidade das margens das restaurações metalocerâmicas tem sido avaliada em diversos estudos , haja vista a fundamental importância da perfeita adaptação das restaurações protéticas no término dentário, representando condição fundamental para o perfeito relacionamento entre os tecidos biológicos e os componentes protéticos (BUSO et al, 2005).

As dimensões de desajuste marginal das restaurações fixas são relacionadas aos passos do processo clínico e laboratorial, além das características peculiares de cada liga.

Muitos fatores interferem no resultado final do limite cervical, que vão desde a fabricação da liga até o processo de cimentação da peça, envolvendo etapas de confecção e características influentes de outros materiais empregados, tais como expansão do gesso, distorção dimensional do material de moldagem, distorção do metal sob altas temperauras, podendo ser mencionada como um somatório de distorções. Os estudos sempre têm por objetivo a melhoria das técnicas e dos materiais para a minimização da fenda marginal.

É imprescindível que se faça uma análise das ligas metalocerâmicas e suas características específicas para obtenção de resultados aceitáveis clinicamente. Também é importante considerar que outros procedimentos laboratoriais como a sinterização da cerâmica podem causar distorções nas restaurações protéticas, independentemente da liga utilizada, devido às altas temperaturas a que são submetidas. (KOMINE et al, 2007).

A contração de fundição por si só pode comprometer a adaptação marginal das coroas (MILAN et al, 2007). Desta forma, a expansão do revestimento e o uso de espaçadores, assim como cuidados técnicos no manuseio são essenciais para garantir adequada adaptação marginal.

Estudos prévios demonstram a influência da temperatura nas estruturas metalocerâmicas durante seu processo de fabricação. O estresse gerado pelas altas temperaturas e posterior resfriamento das peças causa distorções que influenciam diretamente no trabalho final, influenciando em aspectos diversos da peça como cor, superfície, adaptação marginal e interna e, força de união (Balkaya et al, 2005), PAK et al, 2010), (SHOKRY et al, 2010), (BALKAYA, CINAR & PAMUK, 2005), (CUBAS et al, 2011). Todavia, muito se estuda sobre coroas metal free e, em relação às coroas metalocerâmicas de ligas básicas, o assunto se restringe mais às ligas de titânio, ainda também pouco citadas (SHOKRY et al, 2009),(NAVEEN et al, 2011).

O estudo do efeito dos ciclos de sinterização da cerâmica sobre a adaptação marginal das ligas básicas de Níquel cromo e Cobalto Cromo são ainda um tema limitado dentro da literatura e avaliá-lo se torna de fundamental importância, por serem ligas de uso consagrado nas reabilitações orais e pela grande importância da adaptação marginal no sucesso clínico.

Avaliar e quantificar essas medidas de desajuste marginal é uma forma de obter informações sobre o comportamento das diferentes ligas perante a estas

situações, permitindo a busca pelo aprimoramento seja das ligas ou das técnicas às quais são submetidas. Considerando todos esses fatores anteriormente comentados, este trabalho tem como objetivo a avaliação do desajuste marginal do sistema restaurador metalocerâmico, através de copings metálicos obtidos com ligas de Ni-Cr e Co-Cr, em função das diferentes etapas de sinterização do revestimento cerâmico.

2. Revisão de Literatura

2. REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de ligas metálicas nas reabilitações orais já é algo consolidado, porém, para atingir os fatores mecânicos e estéticos preconizados por (YAMAMOTO 1985) muitos estudos ainda se tornam necessários para cumprir os requisitos adequados. Estudos na literatura confirmam o grande potencial das ligas alternativas, mas dificuldades técnicas e de mauseio de algumas propriedades desfavoráveis e de fatores interferentes as tornam um aspecto que merece mais estudos. Há muita discordância na litteratura quanto a aspectos importantes como adaptação marginal, término cervical adequado, tipos de técnicas de fundição entre outros aspectos que merecem ser destacados.

FUSAYAMA et al, 1964, avaliaram qual tipo de preparo causavam menor interferência na cimentação de Coroas metálicas. Utilizaram troqueis metálicos com três diferentes términos cervicais(chanfro, ombro e Lâmina de faca) , com duas expulsividades distintas. Os corpos de prova eram cimentados com fosfato de zinco e submetidos à leitura da linhas de cimentação. Após as leituras, as conclusões foram que quanto maior o desgaste e a convergência, menor era a linha de cimentação. E em relação aos tipos de preparo, Os que menos causaram interferências foram o em Chanfro e em lâmina de faca, os quais não se diferenciaram entre si.

Em 1965, MUNFORD, Demonstrou algumas razões para distorções de coroas metalocerâmicas, dntre elas: (1) contração de queima da porcelana e, consequentemente, distorção do metal associado.(2) contaminação da peça de fundição.(3) o aparecimento de bolhas na liga. (4) contaminação da interface entre porcelana e metal. Ele afirmou que a maioria dos problemas ocorriam pela primeira razão.

VIEIRA et al, 1967, discutiram a necessidade de as ligas metálicas passarem por melhorias das propriedades dos metais puros, visto que em estado isolado não satisfazem as necessidades odontológicas. O autor cita que ligas de metais básicos devem apresentar zona de fusão limitada a fim de evitar segregação da liga. Listou também três etapas distintas em que ocorre a contração de fundição: quando a liga inicia a solidificação, contração entre o líquido e o sólido e por fim a contração do

sólido até a temperatura ambiente. Relata ainda que essas alterações podem ser compensadas pela técnica da cera perdida.

Em 1971, MECLEAN & FROUNHOFER, realizaram um estudo avaliando a espessura da película de cimentação de cororas metalocerâmicas e cerâmica pura utilizando material de moldagem à base de polieter como substituto do agente de cimentação. Concluíram que desajustes inferiores a 80 µm é difícil e que fendas marginais inferiores a 120 µm não interferem no sucesso clínico das restaurações.

SHILLINBURG E HOBO, 1973 relataram problemas causados pela compatibilidade termomecânica são evidentes após a cocção da porcelana e que uma forma mais segura de prova do coping metálico seria após a aplicação da primeira camada de porcelana.

SHILINGBURG et al ,1973, avaliaram a adaptação marginal de coroas metalocerâmicas em liga de ouro em função dos tipos de término (ombro com ângulo interno arredondado, ombro com ângulo interno biselado, chanfro e chanfro biselado). As leituras foram feitas após a simulação da aplicação da camada opaca, de dentina e do Glaze. A conclusão foi que, dos tipos de término, o ombro com ângulo arredondado é que causou menor distorção marginal.

BASSANTA &MUENCH, 1977,Demonstraram que queimas sucessivas da porcelana influenciam diretamente na magnitude do desajuste marginal e que os valores variam dependendo da liga utilizada.

BARAN, 1979, relatou que ligas de níquel cromo estão sujeitas a alterações químicas e mecânicas durante o processo de fundição e cocção da porcelana. As distorções são resultado da contração do metal durante os ciclos de queima, devido à formação da camada de óxidos na superfície interna da peça. Relatou também que as maiores distorções ocorrem após a degaseificação.

FAUCHER & NICHOLS (1980) Avaliaram a magnitude e localização da distorção marginal durante a cocção da porcelana. Realizaram preparos em troqueis mestres, confeccionados a partir de uma matriz bipartida e confeccionados os copings metálicos. As medidas foram feitas antes e após a degaseificação, depois da aplicação do opaco, depois da aplicação da porcelana de corpo, depois da aplicação da porcelana incisal e do glaze.Os resultados demonstraram que a distorção foi contínua à medida que progrediam os estágio de queima.

DORSCH, 1981, avaliou a deflexão de tiras de ligas de Ni-Cr em combinação com três tipos de porcelana de corpo e observou que a deflexão residual diminuiu com o aumento dos ciclos de queima.

CHOUNG et al, em 1982, apresentou uma nova técnicade confecção de coroas metalocerâmicas , na qual utiliza um colar vestibular de porcelana. Para confirmar a viabilidade da proposta, realizou o preparo em 10 dentes humanos extraídos em forma de chanfro com espessura de 1 mm. Após a confecção as peças foram cimentadas e avaliadas as adaptações marginais. Os valores encontrados estavam entre 30 µm e 50 µm, clinicamente aceitáveis.

GRAJOWER W LEWINSTEIN, 1983, analisaram matematicamente o efeito da expansão de compensação de revestimentos usados para fundição de peças metálicas. Utilizaram espaçadores em dentes preparados com cinco diferentes términos

(ombro, ombro com bisel, chanfro, chanfro com bisel e lâmina de faca), Utilizaram um alivio de 50 µm, sendo 30 µm para a película de cimento e 20 µm para as distoções da cera e gesso. O que se concluiu foi que houve um melhor assentamento com a utilização dos espaçadores, com desajustes menores, e a utlização dos biséis é dispensável.

MOFFA, 1983, observou que ligas de alta fusão preenchem tanto física quanto biologicamente os requisitos para as restaurações metalocerâmicas. Relatou que, para que possíveis desadaptações sejam evitadas, o metal deve ser térmica, mecânica e quimicamente compatível com a porcelana.

WINKLER, MORRIS, MONTEIRO, 1984, após simular cinco fases de cozimento de coroas metalocerâmicas com ligas nobres(ouro tipo I, tipo II, Tipo III e ouro cerâmico) e não nobres (níquel-cromo), constataram que as propriedades existentes entre essas ligas são similares.

STEPHANO et al, em 1989, compararam de forma quantitativa e qualitativa a adaptação cervical de coroas metálicas feitas a partir de ligas de ouro, níquel/cromo e cobre/alumínio.Confeccionaram oito troquéis de gesso pedra a partir de uma réplica metálica de um dente preparado. Os troquéis foram preparados da seguinte forma: 1) encerados sem espaçador. 2) encerados com espaçador. Dos troqueis resultaram 64 coroas metálicas fundidas que, adaptadas ao troquel metálico tiveram seus níveis de desajuste medidos. Os valores de desajuste das coroas sem espaçador foram: Duracast-207,87 µm, Durabond-230 µm, Nicrocast-253,81 µm,

ouro-108,81. As coros fundidas com uso de espaçador tiveram os seguintes resultados: Duracast-47,75 µm, Durabond-62,75 µm, Nicrocast-62,12 µm e ouro-18,56 µm. Os autores concluíram que o uso de espaçadores diminui consideravelmente o desajuste marginal.

BEZZON et al, em 1993, testaram o efeito de ligas alternativas em pacientes com histórico de alergia e encontraram reações dérmicas causadas por Cr, Co, Mo, Al, Cu e tmbém por ligas confeccionadas por esses metais como Ni-Cr, Co-Cr e Cu-Al.

ROSSITTI, M.S, 1994, desenvolveu uma liga Ni-Cr experimental denominada SR, que foi comparada a uma liga comercial de Ni-Cr bastante utilizada em restaurações metalocerâmicas. Analizando as curvas de Expansão térmica das ligas e da cerâmica, concluiu que existe uma compatibilidade de comportamento entre os materiais, segundo os conceitos preconizados por(YAMAMOTO 1985).

GEMALMAZ & HASAN,1995, Relataram que a maior parte da distorção marginal em coroas metalocerâmicas procede durante o primeiro ciclo de queima, correspondente à fase de degaseificação.Explicaram que o stress residual que resulta da fundição é liberado durante a primeira queima, contribuindo para a maior parte da distorção observada.

GEMALMAZ , 1995, ao comparar os efeitos da sinterização da porcelana em copings conceccionados em cobre-paladio e níquel-cromo com términos em ombro e chanfro, chegou a conlusão de que a etapa que mais interefriu na adaptação marginal das peças foi referente a degaseificação, que causou maior alteração de adaptação, seguida pela queima da porcelana de corpo, que causou menor alteração. Entre os tipos de témino não encontraram diferença estatisticamente significante nos valores de adaptação marginal

ROCHA et al, 1998, Avaliaram a adaptação marginal de coroas metálicas variando os términos cervicais e os agentes de cimentação. Foram usados modelos padrão com seguintes términos: ombro reto, ombro reto com bisel em 45º, plano inclinado 135º e lâmina de faca. Cápsulas metálicas de aço foram usadas para simular as coroas totais com e sem alívio interno de 30 µm. Os conjuntos cápsula-troquel foram cimentados com três diferentes tipos de cimentos provisórios: Nogenol, Temp Bond N.E. e Lee Smith temporary Cement. Foi usado um cimento definitivo: Fosfato de zinco, Lee Smith Zinc Cement. Concluíram que sempre houve discrepância positiva após as cimentações, mas as menores discrepâncias

corresponderam ao cimento definitivo e que houve uma diminuição considerável da desadaptação marginal quando realizados os alívios internos. A maior discrepância em relação aos términos foi apresentada no término em ombro reto, seguido pelo ombro reto com bisel de 45º, chanfro, plano inclinado 135º e lâmina de faca.25

USHIWATA, 2000, Avaliou a adaptação marginal de copings de Níquel cromo confeccionados sobre troquéis de gesso com e sem a execução de ajustes com alívio interno. As leituras foram feitas antes do alívio executado e após. De acordo com os resultados, houve diferença estatisticamente significante nos valores de adaptação marginal na comparação das duas situações, sendo

PUPPIN et al ,em 2000, utilizando microscopia eletrônica, observaram que, na elaboração de coroas métalo-cerâmicas, a fase que apresentou maior desajuste marginal foi a segunda termociclagem dos casquetes metálicos, ou seja, após a aplicação e queima do opaco.

Buscando salientar as vantagens do uso do Berílio nas ligas básicas, apesar dos riscos relacionados à citotoxidade, BEZZON ET AL, em 2001, testou a dureza, fundibilidade e e resitência de união de ligas contendo Berílio (Verabond II e Wiron99), uma liga experimental sem berílio(E3) e uma liga experimental de Ni-Cr(E4). Os resultados demonstraram que, dentro das limitações do estudo, a presença de Berílio nas ligas de Ni-Cr não foi necessária para garatir fundibilidade e resitência de união das ligas testadas.WATAHA, 2002, em uma revisão de literatura sobre ligas odontológicas utilizadas para restaurações, citou algumas classificações e nomenclaturas mais comuns das ligas e também citou alguns fatores que influenciaram na evolução e desenvolvimento das ligas no mercado como: força, dureza, forma estrutural e tamanho do grão das ligas, coloração,coeficiente de expansão térmica, baixa temperatura de fusão, baixo módulo de elasticidade, variação e alta dos preços dos metais nobres, corrosão e biocompatibilidade.

Em 2005, BALKAYA, avaliou a influência dos ciclos de queima na adaptação marginal de coroas metal free. Utilizou três diferentes tipos de sistemas cerâmicos, fazendo leituras antes a após os ciclos de queima. Os resultados demosntraram que houve alteração da adaptação marginal apões o ciclo de sinterização com resultados estatisticamente sigificantes, entretanto não houve alteração estatisticamente significante dos valores de adaptação marginal após glaze.

ZEQUETTO et al, 2005 avaliaram a adaptação marginal de coroas metálicas confeccionadas a partir de técnicas de fundição distintas, com variáveis de

tempo(convencional e rápida), revestimento(Micro Fine e Termocast) e padrões pré conformados (cera de escultura e Resina Duralay). Confeccionados os corpos de prova dos diferentes grupos, foram avaliados, por meio de microscopia, os níveis de desajuste e concluíram que, tanto os padrões de cera quanto os padrões de resina Duralay obtiveram resultados satisfatórios nas diferentes técnicas de fundição, desde que seguidas corretamente as interações e instruções dos fabricantes dos revestimentos .

TORRES et al, em 2006, .Avaliaram a influência de padrões de fundição confeccionados a partir de cera, Resina acrílica Duray e Resina acrílica Pattern no Desajuste marginal de coroas confeccionadas comTitânio Comercialmente puro e concluíram não haver diferença no padrão de desjauste nos três materiais utilizados.

SORIANI, 2007- Com o objetivo de avaliar a influência dos espaçadores de troqueis na adaptação marginal de estruturas em Ni-Cr(Verabond II), NiCrBe(Verabond) e Titânio(Ti-cp), utililizou peças confccionadas em troqueis com uma camada de espaçador, sem espaçador e com duas camadas de espaçador. As peças foram submetidas à leitura em microscópio ótico e os resultados não demonstraram diferença estatisticamente significante entre as ligas Verabond II e Verabond, sendo o Titânio com diferença estatística entre as demais e maiores valores de adaptação. Houve diferença estatisticamente significante no fator espaçador, sendo a situação de duas camadas a que apresentou melhores valores de adaptação.

KOMINE et al, 2007, avaliaram o efeito dos ciclos de aquecimento na infra estrutura metálica, liga de ouro, em função de três diferentes tipos de término. A discrepância marginal foi avaliada em seis tempos distintos da confecção: 1-antes dos ciclos de aquecimento, 2-após a aplicação de adesivo nas ligas de ouro, 3-após o ciclo de aquecimento para a aplicação do opaco, 4-após o ciclo de aquecimento para aplicação da dentina, 5-após o ciclo de aquecimento para aplicação do esmalte, 6-após o aquecimento para o glaze. Em todos os preparos, ao longo dos ciclos de aquecimento, foram sofrendo alterações na sequência, mas não houve diferença na adaptação entre eles. A maior alteração marginal foi observada após o primeiro ciclo de aquecimento(Opaco)

SHOKRY, 2009, Avaliou a adaptação marginal de copings metálicos com ligas de Titânio e Níquel Cromo antes e após a queima da porcelana. Confeccionou os copings a partir de uma matriz metálica preparada e realizou leituras antes do jateamento da peça para receber a cerâmica, após a aplicação da camada opaca e após a camada de dentina. Os resulados demonstraram que houve diferença estatisticamente significante nos valores de adaptação após a queima da camada opaca, com valores maiores que os iniciais.

Em uma revisão de literatura sobre ligas utilizadas em coroas metalocerêmicas e suas propriedades, ROWARD(2009) citou composições e características das ligas de metais básicos como Níquel Cromo e Cobalto Cromo. Entre as características citadas estão o alto módulo de elasticidade, alta dureza, alta temperatura de fusão e facilidade de oxidação de ambas as ligas. Em relação às ligas de níquel cromo, foi ressaltada a presença de molibdênio e tungstênio, oferecendo maior dureza à liga e molibdênio sendo efetivo no coeficiente de expansão térmica. A liga de Cobalto Cromo representa a opção alternativa mais comum em caos de pacientes com histórico de reação alérgica ao Níquel. A liga apresenta uma maior dureza e temperatura de fusão, dificultando a fundibilidade e acabamento das peças.

RIBEIRO et al, 2010, Avaliaram a adaptação marginal de coroas metalocerâmicas em troquéis com términos em chanfro e ombro biselado, a partir de cilindros onde eram realizados os preparos. Utlizando microscopia óptica para avaliação dos desajuste, concluiu que o comprotamento de adaptação marginal é compatível para ambos os témrinos.

COGOLUTO Et Al, 2010, analisaram a influência da fundição e procedimentos laboratoriais em coroas de NiCrTi. As coroas foram confeccionadas por três tipos diferentes de fusão e injeção da liga: 1)Indução/centrífuga; 2) gás oxigênio centrífuga; 3) indução/vácuo-pressão. Não houve diferença estatística de desajuste entre os tipos de preparo.Os autores observaram que, embora os valores do grupo método 1, fosem maiores e apresentassem uma diferença estatisticamente significante, todos os métodos apresentaram resultados clinicamente aceitáveis.

ALMEIDA , 2010, avaliaram a influência do ciclo de queima da porcelana na adaptação marginal de infraestruturas de NiCrTi. Como método utilizaram troqueis metálicos com os seguintes preparos: Ombro/6°, ombro/20°, plano inclinado/6°, plano inclinado/20°. As peças foram submetidas à leitura em microscópio óptico para avaliação da adapatação antes e após o ciclo de queimas. Os resultados demonstraram uma influencia nos valores de adaptação, independentemente do tipo de preparo.

PAK, 2010, Com o intuito de avaliar o efeito da sinterização da porcelana sobre copings de zircônia, confeccionou 20 corpos de prova em dois diferentes tipos de sistemas cerâmicos metal free, realizando leitura de adaptação marginal antes e após a queima. Os resultados demonstraram não haver diferença estatística entre os grupos testados nas médias de adaptação, mas houve diferença estatisticamente significante entre as etapas. As médias de adaptação marginal foram maiores após a aplicação da cerâmica.

REQUISH ET AL, 2013, buscou a comparação da adaptação interna e da adaptação marginal de coroas fundidas com copings de Niquel-cromo e de coroas feitas com copings de zircônia antes e após a cocção da porcelana. Para isto, confeccionou uma matriz metálica pré conformada com preparo para coroas e a partir delas, obteve troqueis de gesso, nos quais confeccionaram as coroas. As leituras foram feitas em microscopia óptica e os resultados demonstraram não haver diferença estatisticamente significante entre os grupos antes da cocção da porcelana, porém, houve diferença estatisticamente significante entre os grupos na adaptação marginal e adapatação interna após a cocção, tendo os copings de zircônia resultados melhores de adaptação do que os copings de Níquel-cromo

os valores do grupo em que houve ajuste interno significantemente melhores.

TANNAMALA ET AL, 2013, compararam os efeitos de de duas técnicas de fundição, convencional e rápida, na adaptação marginal de copings de Niquel Cromo. Os resultados demonstraram uma média de adaptação de 34, 02µm para a técnica convencional e de 44,02 µm para a técnica de fundição rápida, havendo diferença estatisticamente significante entre elas. Entretanto, as médias encontraram-se dentro dos limites aceitáveis de adaptação marginal.

3. Proposição

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de microscopia óptica, o desajuste marginal de copings fundidos em função dos seguintes fatores de variação:

a) Liga metálica: Co-Cr (Keragen) e Ni-Cr (Verabond e liga experimental SR)

b) Tempo: Antes da sinterização da cerâmica, após a sinterização da camada de opaco e após a sinterização da camada de dentina.

4. Material e Métodos

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Confecção da matriz para obtenção dos *copings* metálicos

Para a confecção dos corpos de prova foi elaborada uma matriz de aço inoxidável de 7,0 mm de diâmetro, 6,0 mm de altura e linha de término cervical em bisel de 30 graus.As paredes axiais apresentavam angulação de 6º.

Uma edentação na porção oclusal foi feita para permitir melhor orientação dos *copings* no assentamento, evitando giros durante a leitura e auxiliando no posicionamento padronizado para leitura sempre na mesma região delimitada (Figura 1).

Figura 1.Matriz para confecção dos copings metálicos

4.2. Confecção dos padrões em resina

Os copings metálicos foram confeccionados a partir de padrões de resina acrílica Duralay (Reliance Dental MFG. Company- EUA) sobre a matriz metálica própria para tal procedimento. Uma contra-matriz de teflon foi encaixada sobre o preparo da matriz metálica, reproduzindo o sistema de encaixe “macho-fêmea”, com espaçamento de 0,7 mm, que representa a espessura padronizada para a confecção dos corpos de prova. Para o preparo da resina, foi preconizada a proporção de uma porção do dosador de ionômero de vidro(Meron, Voco, Brasil) para duas gostas de monômero, dosadas em conta gotas. A resina foi depositada no espaço entre matriz e contra-matriz com auxílio de um pote de dappen de silicone e foi submetida à vibração para evitar bolhas nos padrões de resina e preenchimento com espessura uniforme. A parte oclusal dos padrões foi regularizada com uma espátula 24 para permitir a espessura preconizada (Figura 2).

Figura 2. Matriz e contra matriz encaixados e preenchidos com resina Duralay

Após a polimerização da resina, o padrão foi removido da matriz com auxílio de uma espátula *Hollemback* e feito o desgaste do término cervical em mais ou menos 1 mm (com ponta Maxicut na peça de mão em baixa rotação), visando obtenção de espaço para refinamento manual do término em cera (Schuler Dental ULM, Alemanha) (Figura 3).

Figura 3. Padrão em resina duralay já com o término removido e ajustado em cera.

4.3. Inclusão dos padrões de cera

Após o refinamento dos términos cervicais, três padrões de resina/cera foram fixados em *sprues* de cera e presos no anel para a inclusão no revestimento Microfine 1700 (Talladium Inc, Valencia, EUA), seguindo a proporção de 180 g/32 ml líquido e 12 ml de água destilada e duração total do ciclo: 2:10 horas, de acordo com as recomendações do fabricante (Figura 4).

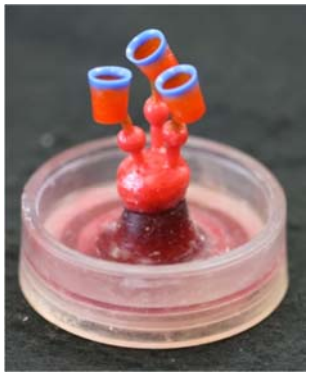

Figura 4. Sprue em cera no anel com os padrões fixados prontos para inclusão no revestimento

Os padrões em resina/cera foram aleatoriamente distribuídos para confecção dos *copings* metálicos em três diferentes ligas metálicas, constituindo três grupos experimentais;

Grupos Experimentais:

Grupo	Liga	fabricante	Composição
1	Verabond II	Albadent, Cordelia, USA	Ni-75,55%, Cr-11,5%, Mo-3,5%,Si-3,5%, Nb-4,25%, Al 2,25%
2	Kerangen	Mecalogic, Barcelona, Espanha	Co-61%, Cr-28%, W-8,5%, Mn-0,25%, Si-1,65%, Fe-≤0,5%, C-≤1%
3	SR	Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, Brasil.	C-0,1%, Si-2%, Mn-2%, Cr-15%, Ni-72%, Mo-4%, Nb-1%,Cu-1,5%, Sn-1,3%

Informações oferecidas pelo fabricantes

As inclusões, assim como as fundições de cada grupo foram separadas em três ou quatro etapas, para evitar que todas as peças fossem resultado da mesma fundição. Fazendo a inclusão e fundição apenas de um anel por vez.

4.4. Fundição

Na sequência, os anéis foram levados ao forno Edcom 5P (EDG, São Carlos, Brasil) (Figura 6).e submetidos a ciclos térmicos para eliminação da cera. Foi utilizado o seguinte ciclo para expansão do revestimento (Figura 5).

	Temperatura	Velocidade	Permanência
Patamar 1	400°C	15°/min	40 minutos
Patamar 2	900°C	15°/min	60 minutos

Figura 5. Configuração do forno para eliminação de cera no revestimento

Após a remoção do forno, os anéis foram fundidos por indução a vácuo na máquina de fundição por indução eletrônica (Neutrodyn Easyti, Manfredi Spa, Torino, Italia), sendo o preenchimento do molde realizado por centrifugação (Figura 7).

Figura 6. Forno para expansão do revestiimento.

Figura 7. máquina de fundição por indução eletrônica

Após a fundição, os *copings* foram desincluídos do revestimento, usinados e jateados para remoção de pequenos nódulos internos resultantes da fundição que poderiam interferir nos resultados de adaptação. Imediatamente após obtidas as fundições, foram feitas as leitura para avaliação do desajuste marginal.

4.5. Matriz de Leitura

Para a leitura do desajuste marginal, foi utilizada uma matriz de aço (Figura 8.) semelhante à matriz utilizada para a confecção dos *copings* As medidas angulares e lineares do término cervical desta matriz eram idênticas, entretanto, As medidas angulares e lineares do término cervical desta matriz eram 0,2 mm menores nas paredes axiais e oclusal para evitar qualquer interferência , resultante da contração de fundição das ligas avaliadas.

Figura 8. Matriz de leitura

4.6. Dispositivo de assentamento e leitura

Os *copings* foram assentados na matriz de leitura com o auxilio do "Dispositivo para padronização de medição e pressão de assentamento (DP)", (submetido à apreciação para obtenção de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial, sob o número de processo: PI 0505.036-7, por (SORIANI 2007), que permite que o conjunto Matriz-*Coping* seja levado ao microscópio com uma carga de assentamento padronizada e a matriz centralizada (Figura 9).

Figura 9.. "Dispositivo para padronização de medição e pressão de assentamento (DP) com a matriz de leitura posicionada.

Para a definição da carga de assentamento foi preconizado que 3kgf de compressão seria ideal para o total assentamento da peça (SORIANI 2007). Houve a transferência do dispositivo matriz-*coping* para a máquina de ensaios mecânicos modelo DL 2000 (EMIC, São José dos Pinhais, Brasil).Para chegar até a carga estipulada, foi feita o delocamento da haste do dispositivo, a partir do momento em a ponta tocava no coping. A haste foi movida, causando uma pressão da ponta sobre o coping/matriz até chegar à carga de 3KGF, o que corresponde. ao um valor de deslocamento angular da haste de 60º.Este foi o ângulo padrão utilizado para fixar e assentar as peças na matriz de leitura por meio do Dispositivo de Pressão (DP) (Figura 10).

Figura 10. Haste que determina o deslocamento angular e a carga de assentamento**.**

A ponta de posicionamento do dispositivo apresenta formato esférico e assenta o *coping* no centro da matriz quando acionado o ângulo de assentamento na haste do dispositivo (Figuras 11 e 12).

Figura 11. ponta esférica posicionada exatamente no centro da matriz.

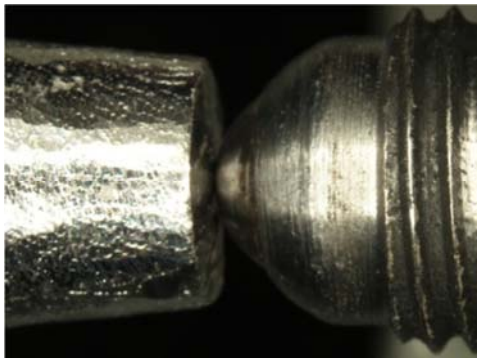

Figura 12. ponta posicionando o coping metálico.

4.7. Avaliação do desajuste marginal

4.7.1. Desajuste inicial ou imediatamente após a fundição

Após a usinagem dos *copings* e correto assentamento, os conjuntos Matriz-c*oping* adaptados ao D.P. foram levados ao microscópio (Lupa Esteroscópica Nikon, SMZ 800, Tokio, Japão) (Figura 13) para quantificação do desajuste marginal, por meio de mensuração digital. O Software utilizado foi o NIS Elements for basic Research (Nikon, Tokio, Japão) licenciado sob o número 0ABAEDE49.

Figura 13. Microscópio (Lupa Esteroscópica Nikon, SMZ 800, Tokio, Japão

Para a leitura do desajuste, foram marcados quatro pontos ortogonais, correspondentes ao giro de ¼ de volta do dispositivo de Pressão.Foram feitas duas leituras equidistantes do ponto demarcado, uma a 100 µm à sua esquerda e outra, à 100 µm à sua direita.(Figura 14).

Foram realizadas 8 leituras em cada *coping* e calculadas as médias do desajuste Inicial (imediatamente após a fundição).

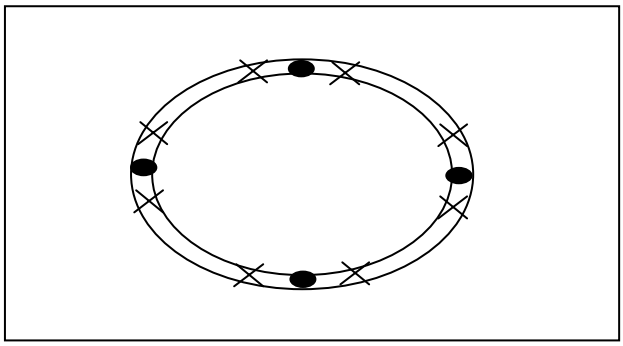

Figura 14. Ilustração do corte transversal do coping com os pontos selecionados para leitura em “X”. Os pontos pretos representam ¼ de volta dado peo dispositivo de leitura

Na base da matriz de leitura foi escolhido um ponto onde delimitou-se uma linha circundante que serviu de referência para medida do desajuste. Calculou-se a distância desta linha até a margem do preparo, por meio da leitura de quatro pontos equidistantes na matriz. O valor médio resultante foi de 546,57 µm. O valor de desajuste marginal correspondia à distância da margem do *coping* até a linha de referência subtraído o valor da média obtida (Figuras 15 e 16).

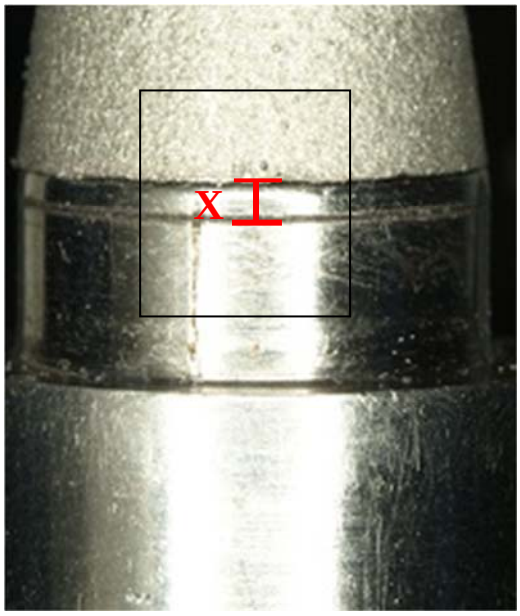

Figura 15..Matriz com o *coping* posicionado. **X**=distância da borda cervical do coping até a linha de referência.

Figura 16..Matriz sem o *coping* posicionado.
Y=distância da borda cervical do preparo até a linha de referência.

Desajuste marginal= X-Y

X= distância da borda do coping até a linha de referência.

Y=Distancia da borda do preparo à Linha de referência=546,567 µm

4.7.2. Aplicação de cerâmica nos padrões fundidos para as leituras pós-sinterização

Realizadas e arquivadas as leituras do desajuste inicial, partiu-se para o preparo das superfícies dos *copings* para posterior aplicação e sinterização da cerâmica (Noritake EX-3.). As superfícies dos *copings* foram usinadas com pontas de óxido de alumínio para remoção de eventuais nódulos externos. A seguir, os *copings* foram jateados com óxido de alumínio de granulação de 100 µm, sob pressão de 80 lib/pol^2, à

distância de 5 cm,, pressão de 3 bar e com angulação aproximada de 45˚por 10 segundos em trijato Microjet III (EDG, São Carlos, Brasil). Em seguida, foram limpos com álcool isopropílico em cuba de ultrassom por 10 minutos.

Na sequencia, foi realizada a fase de Degaseificação, de acordo com as instruções da liga e depois, com auxílio de um pincel de cerdas sintéticas) foi aplicada a camadas de pasta base e opaco pelo operador previamente treinado. Foi aplicada uma única camada de opaco, de forma a tentar aplicar de forma uniforme por toda a extensão do coping, exceto nas margens. Um pincel seco foi usado para limpar a parte interna, caso resquícios de pasta opaca invadissem a parte interna do coping.

Feita a primeira sinterização no forno Solaris 50P (Futura, São Carlos,,Brasil) (Figura 17), os *copings* foram novamente adaptados à matriz de leitura, assentados pelo Dispositivo de leitura e levados ao microscópio para leitura intermediária,após a sinterização do opaco (Figura 18). As leituras realizadas seguiram o mesmo padrão das leituras iniciais e foram arquivadas.

Figura 17. Forno para cocção das camadas de cerâmica.

Figura 18. *Coping* após a aplicação da camada de opaco posicionado na matriz de leitura

Após a leitura intermediária, os copings foram para a terceira e última etapa de confecção, a aplicação da cerâmica.

Com auxílio de um pincel e espátula próprios para o procedimento, foi aplicada apenas uma camada de cerâmica e posteriormente levada ao forno Solaris para sinterização de acordo com o ciclo recomendado pelo fabricante (Apêndice E, pag. 72)

Houve o controle do volume de porcelana utilizado com um medidor oferecido pelo fabricante, no qual era medida uma porção e meia para cada coping, o que corresponde a 0,273 g, medidos na balança de precisão.

Depois da última sinterização, os copings metalocerâmicos foram novamente posicionados na matriz de leitura, por meio de Dispositivo de Pressão e levado ao microscópio para leitura do desajuste final (após a sinterização da cerâmica) (Figura 19)

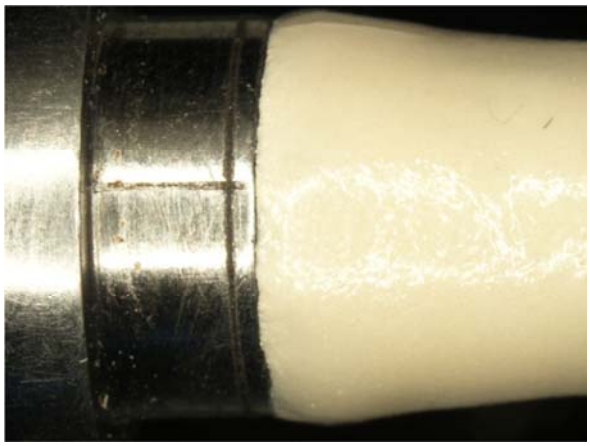

Figura 19. *Coping* com a aplicação da camada de porcelana posicionado na matriz de leitura.

4.8. Planejamento Estatístico

Após realização das leituras, os dados foram analisados e, como a distribuição apresentou-se normal, foi aplicada a estatística paramétrica, com utilização da Análise de Variância (Two way ANOVA) e teste *post-hoc* de Bonferroni (α=0.05).

5. Resultados

5. RESULTADOS

Os dados utilizados consistiram de valores numéricos equivalentes ao desajuste marginal de cada coping metálico. Foram provenientes do cruzamento de três tempos: T1 - imediatamente após a fundição, T2 - após a aplicação da camada opaca e T3 - após a aplicação da cerâmica com três ligas metálica: L1 - Ni-Cr, L2 - Co-Cr e L3 - Liga experimental com 10 repetições, resultando num produto fatorial 3 x 3 x 10= 90 (Apêndice A pág. 68).

A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). A análise do conjunto de resultados obtidos nos testes preliminares levou à conclusão de que a distribuição amostral dos dados era normal (Apêndice B, pág. 69).Foi utilizado o modelo linear de efeitos mistos (efeitos aleatórios e fixos) que é utilizado na análise de dados onde as respostas de um mesmo corpo-de-prova estão agrupadas e a suposição de independência entre as observações num mesmo grupo não é adequada. Os resultados do teste estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da Análise de Variância.

Fonte de Variação	Soma de Quadrados Médios	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	Valor de F	Valor de P
Entre tempos	25913,353	2	12956,676	34,071	0,000
Resíduo 1	20535,423	54	380,286		
Entre ligas	48091,771	2	24045,886	10,192	0,001
Interação tempo e liga	550,921	4	137,730	0,362	0,834
Resíduo 2	63703,347	27	2359,383		

A Análise de Variância indicou diferença estatisticamente significante para os fatores de variação tempo (P=0,0001) e grupo (P=0,000). Para indicar estas diferenças foi realizado o teste de Bonferroni para comparações múltiplas (Apêndice D, pág. 71). As médias e desvios-padrão destes fatores estão presentes nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Médias amostrais calculadas para o fator de variação: tempo.

Fator de variação: tempo	Médias (µm)	Desvio Padrão
T1	90,44[a]	34,47
T2	111,81[b]	40,88
T3	132,00[c]	41,51

a,b,c Grupos com letras diferentes são estatisticamente diferentes (P<0,05).

Tabela 4. Médias amostrais calculadas para o fator de variação: liga metálica.

Fator de variação: liga	Médias (µm)	Desvio Padrão
L1	120,23[a]	43,83
L2	134,239[a]	48,74
L3	79,75[b]	50,55

a,b,c Grupos com letras diferentes são estatisticamente diferentes (P<0,05).

No estudo das interações, a Análise de Variância demonstrou não haver diferenças estatisticamente significantes entre as interações tempo e solução em nível de significância de 5% para a hipótese de igualdade (P=0,834).

Tabela 5. Médias amostrais calculadas para a interação solução x tempo.

Liga metálica	T1	T2	T3
L1	97,20 (33,77)	117,87 (43,44)	145,61 (44,72)
L2	114,31 (27,89)	136,91 (35,45)	151,61 (31,32)
L3	59,81 (13,54)	80,65 (20,53)	98,79 (26,69)

6. Discussão

6. DISCUSSÃO

De acordo com Pegoraro em 1998, o objetivo básico de toda restauração cimentada é estar bem adaptada e com uma linha mínima de cimentação. Muito embora técnicas e materiais venham sendo desenvolvidos e aperfeiçoados, sempre haverá a presença de desajuste marginal (CORREIA, 2002), fato este que contribui para uma série de problemas. Dentre os principais estão a doença periodontal e recidivas de cárie na linha de cimentação, uma vez que os cimentos utilizados possuem diferentes graus de degradação em ambiente bucal e o aumento da fenda marginal os deixam expostos ao meio.

A busca pelo controle do desajuste marginal parte do princípio de preservar a longevidade dos trabalhos reabilitadores, permitindo que as restaurações protéticas estejam de acordo como os requisitos físicos e biológicos necessários.

Existe uma vasta nomenclatura e termos empregados para variados tipos de análises de desajuste marginal. Em 1989, Holmes et al, sugeriram identificar e nomear cada tipo de desajuste a fim de especificar os tipos de análises. Definiram que GAP representa o espaço interno entre a superfície interna da prótese e a parede axial do preparo. GAP marginal esse mesmo espaço mensurado na parte cervical do preparo. Discrepância marginal vertical (desajuste) foi nominada como espaço mensurado paralelamente à trajetória de inserção da peça. Discrepância marginal horizontal o espaço mensurado perpendicular à trajetória de inserção.

Não há consenso entre diferentes autores a respeito dos valores aceitáveis para esse desajuste marginal (NOOR et al, 2013). De acordo corn a especificação n.° 8 da American Dental Association (ADA) a adaptação marginal da peça protética na cimentação deveria estar na série de 25 µm, entretanto, muitos trabalhos na literatura relatam como discrepância clinicamente aceitável para o bom desempenho de coroas valores próximos a 120 µm (CORREIA, 2002). Entretanto, Shartz em 1986 afirmou ser um limite clinicamente aceitável o intervalo entre 10 e 160 µm para restaurações unitárias e Christensen recomendou que o máximo de desajuste marginal fosse de 50 µm. Chan et al, em 1989, avaliaram a desadaptação marginal de coroas metalocerâmicas em toda a extensão da superfície marginal, tendo observado média de 65 µm, já Hung et al.,1990, e Weaver et al,1991, apresentaram médias variando entre 50 a 80 µm. Mondim et al, em 2004, encontrou valores de

adaptação marginal da liga de Ni-Cr (Verabond II,) próximos a 53,01 µm.. Tannamala et al, em 2013, compararam os efeitos de duas técnicas de fundição, convencional e rápida, na adaptação marginal de copings de Ni-Cr e encontraram média de adaptação de 34,02 µm para a técnica convencional e de 44,02 µm para a técnica de fundição rápida. Em 2009 Jason et al encontraram valores de desajuste de coroas metalocerâmicas de 72,2 µm,. Entretanto, Soriani et al., em 2011 encontraram valores de adaptação marginal de ligas de Ni-Cr (Verabond II) com média de desajuste de 89 µm após a fundição.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, quando analisado o fator tempo (Tabela 3, p. 51), verificou-se que o desajuste marginal após a aplicação da camada de cerâmica foi significativamente maior (132 µm) que o desajuste encontrado logo após a fundição (90,44 µm) e após a aplicação da camada de opaco (111,81 µm). Também houve diferença significativa entre a média das leituras após a fundição e após aplicação do opaco. Tal fato demonstra que após as sinterizações de opaco e dentina, o desajuste tende a aumentar, muito provavelmente devido à contração da liga metálica em função do aumento da temperatura (BASSANTA &BASSANTA, 1997)

Estudos prévios reportam que as altas temperaturas a que são submetidos os copings metálicos durante o processo de confecção das coroas metalocerâmicas causam alterações estruturais que influenciam diretamente nos valores de desajuste marginal, (SHILLINGBURG, HOBO & FISHER, 1973), (OMAR, 1987), (GEMALMAZ, 1995), (2011, NAVEEN et al, 2011). Lakhani, em 2002, relatou que transformações estruturais ocorrem devido ao estresse submetido entre as etapas de aquecimento e resfriamento e também pela diferença de coeficientes de expansão térmica entre o metal e a porcelana.

Com relação ao fator liga metálica (Tabela 4, p. 51), a liga experimental de Ni-Cr apresentou o menor desajuste marginal (79,75 µm) que as demais ligas de Ni-Cr (120,23 µm) e Co-Cr (134,28 µm) que não apresentaram diferença estatisticamente significante entre si. Essa liga experimental foi desenvolvida visando melhorias no coeficiente de expansão térmica de ligas de Ni-Cr para obtenção de melhores resultados, tanto de resistência de união metalocerâmica, como também de fusibilidade e, consequentemente, adaptação marginal (ROSSITTI , 1994)

Os valores superiores de desajuste marginal da liga de Co-Cr são explicados pela presença do cobalto que confere dureza e rigidez, que comprometem a

capacidade de cópia de detalhes e, assim, os valores de adaptação marginal. Outro fator importante a relatar é a fusibilidade das ligas. A liga de Co-Cr apresenta menor fusibilidade, característica necessária para a cópia fiel dos detalhes do preparo. (OLIVEIRA et al, 2012). O coeficiente de expansão térmica das ligas de Ni-Cr também são mais próximas do coeficiente de expansão das cerâmicas de baixa fusão, o que confere menores distorções após a queima (ANUSAVICE, 2005).

Outra propriedade que deve ser considerada nas ligas alternativas é o ponto de fusão que também se mostra mais alto do que os das ligas nobres e seminobres. Para as ligas à base de níquel, o ponto de fusão varia de 1275º a 1375ºC e para as ligas à base de cobalto, 1370º a 1470º, o que pode causar maior desajuste para a liga de Co-Cr em função da maior contração de fundição devido à maior temperatura de fundição. Em 1998, Bezzon et relataram que a presença de Níquel na composição da liga de Ni-Cr causa redução da contração de fundição desta liga ao ser comparada com a liga de Co-Cr,, auxiliando consequentemente, nos valores de desajuste.

É importante considerar também que, como não houve diferença significante entre as ligas comerciais avaliadas, também observado por outros autores (KANOI ET AL,2004)(TIOSSI et al, 2008), é possível que a liga de Co-Cr substitua com maior segurança a liga de Ni-Cr para a confecção de restaurações metalocerâmicas , uma vez que não possui como elemento constituinte o níquel, que pode desencadear reações alérgicas (SCHMALZ &G GARHAMMER, 2002), (BEZZON et al, 1993)

Na análise das interações, não houve diferença significativa entre os grupos (Tabela 2, $p>0,05$), tendo demonstrado que o comportamento das ligas avaliadas foi semelhante no decorrer do processo de sinterização das camadas de cerâmica.

Observa-se, pela analise dos resultados, que os valores de desajuste marginal quando comparados à literatura apresentaram-se relativamente altos (HUNG et al, 1990), (MEJIA & TOBON, 2000), (RIBEIRO et al, 2010). É possível que a não utilização de troquéis, com a consequente expansão do gesso, bem como o uso de espaçadores tenham contribuído para estes valores mais elevados. Por outro lado, a utilização de duas matrizes (uma para confecção e outra para leitura do desajuste) eliminou fatores de variação que poderiam interferir de forma indesejável com o resultado pretendido..

A escolha por duas matrizes facilitou, em primeiro lugar, a padronização da espessura dos copings metálicos e o posterior assentamento do coping na matriz

em que foi feita a leitura do desajuste. Primeiramente, foi confeccionada uma contra-matriz que, adaptada à primeira matriz permitiu padronização da espessura do coping em 0,7 mm. Uma vez obtidos, os copings foram assentados na segunda matriz que foi elaborada com desgaste axial e oclusal cerca de 0,2mm menor que a primeira. Desta forma, procurou-se eliminar qualquer impedimento ao assentamento adequado, facilitando a determinação do que se pretendia, ou seja, o desajuste marginal.

.

A contração de solidificação das ligas é um fator muito influente na adaptação dos copings metálicos. No caso das ligas nobres, a contração de fundição atinge valores em torno de 2% em volume. Para as ligas alternativas, à base de níquel-cromo, a contração pode chegar a 3%..(FUSAYAMA, 1959), podendo ser ainda maior para as ligas de Co-Cr. Assim, a opção por utilizar duas matrizes, permitiu eliminar diversos fatores que poderiam interferir diretamente no comportamento da liga no término cervical, pois o desajuste de margens de coroas metálicas pode ser motivado por alterações dimensionais ocorridas durante e, sobretudo, antes do processo de fundição com a utilização de troqueis de gesso. (COGOLUTO Et Al, 2010)

Muitos fatores podem interferir na adaptação marginal das restaurações fundidas e podem ser agrupados em alguns itens: tipo de preparo dentário com finalidade protética e sua linha de terminação, materiais de moldagem e de confecção de modelos e troquéis, materiais específicos para obtenção da moldagem do padrão para a fundição, processo de inclusão e manipulação dos revestimentos refratários, fundição propriamente dita, incluindo a técnica do tratamento térmico, usinagem e cimentação.(FAUCHER & NICHOLS, 1980),(STEPHANO et al, 1989). Além disso, é necessário ressaltar a influência das paredes axial e oclusal que podem mascarar o comportamento isolado da porção cervical, que foi a região avaliada.

O fato de eliminar alguns fatores interferentes permitiu avaliar mais isoladamente o comportamento das ligas. Mesmo que as etapas laboratoriais não tenham sido reproduzidas, estudar as propriedades isoladamente permite o conhecimento apropriado da liga e possível aplicabilidade posterior das técnicas convencionais e/ou melhoradas. Muito embora não se consiga remover todos os

fatores interferentes, é possível eliminar alguns para avaliação mais criteriosa da liga, que foi o objetivo deste trabalho.

A escolha do término em chanfro se baseou na larga aplicabilidade deste tipo de término na maioria dos trabalhos clínicos. É interessante notar a controvérsia existente na literatura diante dos diversos desenhos de términos de preparos para as coroas metalocerâmicas. Os autores indicam diferentes términos para o mesmo tipo de restauração, enquanto as pesquisas mostram grande variação de resultados de adaptação. Isto pode gerar nos profissionais uma insegurança na indicação ou na escolha de um determinado desenho cervical. Gardner et al, em 1982 e Calesini et al., em 2000, consideraram o chanfrado com mais favorável para dissipação de forças com menor acúmulo de tensão. Cogolludo et al, em 2010, demonstraram não haver diferença estatística entre os téminos em ombro arredondado e chanfro.

Em relação à espessura da camada de porcelana aplicada, também houve todo cuidado em relação à padronização do volume de dentina a ser sinterizada, de acordo com as medidas recomendadas pelo fabricante da cerâmica Noritake.

Pode-se notar que em termos de avaliação do desajuste marginal em função da sinterização da cerâmica, a literatura ainda é limitada. São encontrados diversos artigos a respeito desse efeito em restaurações metal free (PAK et al, 2010) (BHOWMIK & PARKHEDKAR, 2011).,(CHO et al, 2012) e restaurações metalocerâmicas com ligas de titânio(SHOKRY et al, 2010)(NAVEEN et al, 2010), entretanto, no caso de ligas alternativas à base de Ni-Cr e Co-Cr, os estudos são escassos.

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, a liga experimental SR apresentou menor desajuste marginal que as ligas comerciais avaliadas, levando à constatação de que novos estudos são necessários e importantes para o aperfeiçoamento das ligas metálicas.

Uma vez que esses resultados obtidos com a liga SR foram muito positivos, futuras pesquisas devem ser conduzidas com o intuito de avaliar o comportamento dessa liga, simulando totalmente a condição clínica-laboratorial. Além disso, estudos devem ser realizados para avaliar outras propriedades, tais como união metalocerâmica, e a compatibilidade térmica entre a liga e os revestimentos utilizados.

7. Conclusão

7. CONCLUSÃO

Com base nas condições experimentais do presente estudo e de acordo com a metodologia empregada, foi possível concluir que:

1. Houve aumento do desajuste marginal das coroas metalocerâmicas em função dos ciclos de sinterização da porcelana;
2. Das ligas utilizadas, a que apresentou os menores valores de desajuste foi a liga experimental SR.
3. Não houve diferença estatisticamente significante dos valores de desajuste marginal entre as ligas comerciais de Ni-Cr e Co-Cr avaliadas.

Referências*

* De acordo com: International Committee of Medial Journal Editors, adaptado pela U.S. National Library of Medicine (estilo Vancouver). Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=citmed

REFERÊNCIAS

Alexandre, VG.Avaliação comparativa da desadaptação marginal das coroas métalo-cerâmicas de ligas áuricas, não-áuricas e titânio após as primeira e última fases de queima da porcelana Monografia apresentada à Pontifícia Universidade Católica para a obtenção do grau de Especialista em Prótese Dental .Rio de Janeiro 2000

Almeida JGSP, Guedes CG, Fonseca RG, Abi-Rached FO. Influence of porcelain firing cycles on marginal adaptation of Nicrti copings depending on the preparation biomechanics. Rev Odontol UNESP. 2010; 39(4): 219-225.

Araújo PCP, Santana IL, Mochel Filho JR, Travassos JR.Avaliação do ângulo de convergência de preparos paraCoroas totais. Rev Fac Odont Univ Passo Fundo 2008;13(1):43-7.

Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems.J Prosthet Dent. 2005 Apr;93(4):346-55.

Baran, GR. Phase changes in base metal alloy along metal porcelain interfaces. J. Dent. Res. 1979;.58: 2095-104

Bassanta, AD., Muench, A. Desajuste da prótese métalo-cerâmica em decorrência da aplicação da porcelana. Rev. Fac. Odont., São Paulo, jan./jun., 1977.15:.69-72,.

Bezzon, OL. Allergic sensitivity to several base metals; a clinical report. JProsthet Dent. mar, 1993;69: 243-244.

Bezzon, OL.; Ribeiro, RF.; ROLLO, JMDA.; Crossara, S. Castability and resistence of ceramometal bonding in Ni-Cr and Ni-Cr-Be alloys. J Prosthet Dent. mar, 2001; 85:299-304.

Bezzon, OL; Mattos, MGC.; Ribeiro, RF.; Rollo, JMDA. Effect of beryllium On the castability and resistance of ceramometal bonds in Nickel-Chromium alloys.Journal of Prosthetic Densistry. 1998; 80(5:570-4.

Bindl A, mörmann WH: Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown copings on chamfer preparations. J Oral Rehabil 2005;32:441–447

Boening KW, Walter MH, Reppel PD. Noncast titanium restorations in fixed prosthodontics. J Oral Rehabil 1992; 19(3):281-7.

Bottino, MA. ; Brunetti, RF. Limites cervicais das restaurações e características dos términos dos preparos. Manual de prótese parcial fixa. São Paulo: Santos, 1986. Cap. 9. P.83-93.

Buso L, Flôr PCGM, Balducci I, Bottino MA. Avaliação da adaptação marginal de uma liga de cobalto-crômio variando o término cervical. PCL 2005; 7(36):139-46.

Calesini, G, Bruschi, GB, Scipioni, A.; Micarelli, C.; Di Felice, A. OnepieceCasting in fixed prosthodontics: A study of marginal adaptation using Computerized SEM images. The International Journal of Prosthodontics, , 2000;13(4):.275-81.

Campbell SD, Pelletier LB. Thermal cycling distortion of metal ceramics: Part I Metal collar width J Prosthet Dent. 1992 May;67(5):603-8

Carter SM, Wilson PR. The effects of die-spacing on post-cementation crown elevation and retention. Aust Dent J 1997;42:192–198

Chan C, Haraszthy G, Geis-Gerstorfer J, Weber H, Huettemann H. Scanning electron microscopic studies of the marginal fit of three esthetic crowns. Quintessence Int 1989; 20(3):189-93.

Choung CK, Garlapo DA, Brown MH, Soerensen SE. Procedure for simplified collarless metal-ceramic restorations using gold powder. J Prosthet. Dent. 1982 APR; 47(4):449

Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. J ProsthetDent 1996; 16(2):297-305.

Cogolludo PG, Suarez MJ, Peláez J, Lozano JF. Influence of melting and casting methods and finish line design on the marginal discrepancy of nickel-chromium-titanium alloy crowns. Int J Prosthodont. 2010 Sep-Oct;23(5):443-5.

Correia, FMC. Adaptação e selamento marginal em prótese fixa._2002. 52 f. Monografia (Especialização em Prótese Dentária) — Curso de Especialização em Prótese Dentária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Cubas GB, Camacho GB, Fontes ST, Pereira-Cenci tthe effect of repeated firings on the color of feldspathic ceramicsgen Dent. 2011 May-Jun;59(3):116-20

Dorsch, P. Stresses in metal ceramic systems as a function of thermal history. Ceramic. Forum International Ber. Dt. Keram Ges.1981; 58: 1-7.

Earnshaw, R. Further mensurements of the casting shirinkage of dental Cobalt Cromium alloys. Brit. Dent. J. sep.1960;109(6):238-242.

Ézio Teseo Mainieri, ET, Oshima, HMS, Shinkai, RAS, Mainieri, VC. In vitro analysis of the internal relief of full crowns after the use of die spacersRev Gaúcha Odontol., Porto Alegre. out./dez. 2010; 58(4):503-510,

Facucher, RR., Nichols, JL. Distortion related to margin design in porcelais-fused-to-metal-restorations. J. Prosth. Dent., Saint Louis, Feb.1980; 43(2):149-155,

Fusayama T, Ide K, Hsada H. Relief of resistence of cement of full cast crows. J Prosthet Dent. 1964 Jan/Feb; 14(1):95-106

Gardner, FM. Marginal of Complete Crowns- Literature Review. Journal of Prosthetic Dentistry. 1982.;48(4):396-400

Gemalmaz, D. Hasan, N.A. Marginal fit changes during porcelain firing cycles. The Journal of Prosth Dent.. jan., 1995;73: 49-54,.

Grajower R, Lewinstein IA. A mathematical treatise on the fit of crown castings. J. Prosthet. Dent. 1983 May; 49(5):663-73

Hobo, S. & Shillingburg, JR. Porcelain fused to metal: tooth preparation coping design. J. Prosth. Dent. , jul., 1973; (30): 28-36.

Howard W. Roberts DMD, MS, David W. Berzins PHD, B. Keith Moore PHD, David G, Charlton DDS.Metal-Ceramic Alloys in Dentistry: A Review. Journal of Prosthodontics February 2009; 18(2):188–194,

Hung SH, Hung K, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. J Prosthet Dent 1990; 63(1):26-31.

Komine F, Shiratsuchi H, Kakehasi T, Matsumura H. Influence of porcelain-firing procedures on the marginal distortion of electroformed metal-ceramic restorations. Quintessence Int. 2007 Nov/Dec; 38(10): 583-8.

Lakhani SA, Ercoli C, Moss ME, Graser GN, Tallents RH Influence of cold working and thermal treatment on the fit of implant-supported metal-ceramic fixed partial dentures. J Prosthet Dent. 2002 Aug;88(2):159-69

Lopes, LAZ, Nieckele, ME, Neves FA; Russomanno, RP. Avaliação da Adaptação Cervical d e Casquetes Metálicos em Função da Presença ou não de Alivio nos Troqueis de Gesso. PCL Rev. ibero-amer. prót. clín.& labor abr.-jun.2006;8(40):186-191

Mcclean JW, Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by in vivo technique. Br.Dent.London 1971 Aug; 131(3):107-111.

Mclean JW, Von Frounhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J. 1971. Aug 3;131(3):107-11

Mejia, R.; Tobon, SM. Marginal fit of metal ceramic restorations sujected to a standardized postsoldering technique. The journal of prosthetic dentistry. May. 2000;83(5): 535-539

Metálicas obtidas com variações na técnica de fundição, revestimentos e material Para obtenção dos padrões.Dissertação(mestrado em prótese dentária)Faculdade de Odontologia de Araçatuba – universidade estadual paulista “júlio de mesquita filho”. Araçatuba, 2005.

Milan, FM, Consani, S, Sobrinho, L, Sinhoreti, MAC, Sousa-Neto, MD, Knowles, JC. Influence of casting methods on margianl and discrepancies of complete cast crowns. Brazil Dentistry Journal. 2004;15(2):127- 132.

Moffa, JP. Alternative dental casting alloys. Dent. Clin. North Am, 1983; 27: 733-46,.

Moffa, JP. Phisycal and mechanical properties of gold and base metal alloy. Betsesda, md. Procedings of national institutes of health, department of Education and Welfare, 1977; P.81-93

Mondin JGM, Rodrigues RCS, Carreiro AFP, Mattos MGC, Ribeiro RF. Avaliação do desajuste cervical de coroas obtidas em ligas de ni-cr e ni-cr-ti. ROBRAC: Rev. Odont. Bras. Central - Ano: 2004.

Morris HF.Quantitative and qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain-shoulder, and cast metal full crown margins.J Prosthet Dent. 1992 Feb;67(2):198-204

Mumford, G.: The porcelain fused to metal restoration. Dent Clin North Am, March 1965; pp 241-249

Naveen HC, Pillai LK, Porwal A, Nadiger RK, Guttal SS. Effect of porcelain-firing cycles and surface finishing on the marginal discrepancy of titanium copings. J Prosthodont. 2011 Feb;20(2):101-5

Oliveira, AA, Saito, T, Oliveira SHG. Adaptação Marginal de copings de três Sistemas Cerâmicos em função de dois tipos diferentes de terminação cervical. Revista Ciência Em Extensão 2007 ;.3, N.2,

Pak HS,Han JS, Lee JB, Kim SH, Yang jhinfluence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD/CAM zirconia ceramic crowns. J Adv Prosthodont. 2010 Jun;2(2):33-8.

Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR, Nair A, Raghavan R . Evaluation and comparison of the internal fit and marginal accuracy of base metal (nickelchromium) and zirconia copings before and after ceramic veneering: a sem study. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2013 Mar;21(1):44-8

Ribeiro VAQ; Sousa, RC; Paiva AEM; Vasconcelos LMR; Lima GR; Santana IL. Evaluation of the marginal fit in copings for full metaloceramic crown

Rocha CAJ, Figueiredo AR, Bottino MA. Análise das discrepâncias verticais verificadas em coroas metálicas cimentadas, em função do tipo de acabamento cervical dos preparos, alívio interno e cimentos empregados. Ver. Fac. Odontol. São José dos Campos. 1998 Jul/Dez; 1(1-2):35-46.

Rodrigues, JGM, Carreiro RCS, Mattos, AFP, Ribeiro MGC.Evaluation of the marginal fit of nickel-chromuim and nickel-chromium-titanium alloys crowns. Robrac, 2004Vol. 13-nº36

Rossiti, M.S; Compatibilidade entre cerâmicas e ligas níquel-cromo. Escola de engenharia de são Carlos. 1994;Dissertação apresentada à Escola de engenharia de são Carlos, Universidade de São Paulo, comoParte dos requisitos para obtenção doTítulo de mestre em engenharia metalúrgica. universidade de são paulo, .

Saber FS, Abolfazli N, Mahboub F, Razavi FE. The effect of occlusal surface relief of dies on marginal adaptation of metal-ceramic casting copings. J Prosthodont. 2013 Jun;22(4):287-91

Shillingburg HT, Hobo S, Fisher DW. Preparation design and margin distortion in por celain-fused-to-metal-restorations. J Prosthet Dent. 1973 Mar; 29(3):276-84

Shokry TE, Attia M, Mosleh I, Elhosary M, Hamza T, Shen C Effect of metal selection and porcelain firing on the marginal accuracy of titanium-based metal ceramic restorations. J Prosthet Dent. 2010 Jan;103(1):45-52

Soriani, NC, Leal MB, Paulino SM, Pagnano VO, Bezzon OL. Effect of the Use of Die Spacer on the Marginal .Fit of Copings Cast in nicr, nicrbe and Commercially Pure Titanium. Braz Dent J (2007) 18(3): 225-230

Soriani, NC. Avaliação da adaptação marginal de copings metálicos fundidos emLigas de Níquel-Cromo, Níquel-Cromo-Berílio e em Titânio comercialmente puroEm função da aplicação de espaçadores. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, RibeirãoPreto)

Souza, ARJ. Avaliação do desajuste cervical em função do tipo de Término do preparo cavitário e do processo de Fundição em coroas totais metálicas Do sistema co-cr-ni. Dissertação apresentada ao programa de Mestrado acadêmico em odontologia, área de Concentração em clínicas odontológicasênfase Em prótese dentária, da faculdade de Odontologia da pontifícia universidade católica de Minas gerais, como requisito parcial para aObtenção do título de mestre.

Stephano, CB; Roselino, RF; Roselino, RB. Adaptação cervical de coroas totais fundidas com diversas ligas metálicas, usando troqueis com e sem espaçador. Ver. Odontol. Univ. São Paulo.Jul/Set. 1989 3(3) :383-389,

Taggart WH. A new and accurate method of making gold inlay. Dent Cosmos 1907; 49(11):1117-9.

Taira M, Moser JB, Greener EH. Studies of Ti alloys for dental castings. Dent Mater 1989; 5(1):45-50. Tannamala PK, Azhagarasan NS, Shankar KC. Evaluation of marginal gap of Ni-Cr copings made with conventional and accelerated casting techniques. Indian J Dent Res. 2013 Jan-Feb;24(1):147-8.

Torres JWM, Fragoso WS, Henriques GEP, Mesquita MF, Dias LG. A influência dos padrões de fundição confeccionados em cera, resina Duralay® e resina Pattern® no desajuste marginal de coroas fundidas em titânio. 2006;v. 11, n. 2

Ushiwata O, de Moraes JV, Bottino MA, da Silva egmarginal fit of nickel-chromium copings before and after internal adjustments with duplicated stone dies and disclosing agent. J Prosthet Dent. 2000 Jun;83(6):634-43

Vieira, D.F. Metais e ligas:noções básicas para dentistas. 2º Ed., São Paulo: Blucher, 1967

Wataha JC. Alloys for prosthodontic restorations. J Prosthet Dent. 2002 Apr;87(4):351-63.

Winkler, S., Morris, HF., Monteiro, JM. Changes in mechanical properties and microstructure heat treatment of nikel-chromium base alloy. J. Prosth. Dent. may 1984; 52: 821-7.

With chamfer and beveled shoulder finish line RFO, Passo Fundo, set./dez. 2010; v. 15, n. 3, p. 279-283.

Yilmaz B, Ozçelik TB, Wee AG. Effect of repeated firings on the color of opaque porcelain applied on different dental alloys. J Prosthet Dent. 2009 Jun;101(6):395-404.

Apêndices

APÊNDICES

Apêndice A. Resultados da avaliação do desajuste marginal (µm).

LIGA	T0	T1	T2
Ni-Cr	51,18	68,10	104,38
	55,92	80,79	97,21
	110,58	189,02	238,80
	89,94	100,10	172,91
	103,83	104,78	152,55
	144,12	178,03	174,12
	88,02	119,16	140,08
	61,86	62,09	85,31
	129,70	135,92	145,83
	136,87	140,71	144,86
Co-Cr	148,35	175,25	198,75
	178,23	219,21	190,08
	99,75	108,43	130,30
	118,38	126,70	118,53
	100,02	146,21	181,49
	96,15	135,09	176,86
	91,26	111,78	140,42
	111,19	116,66	131,53
	95,60	109,78	124,33
	104,20	120,01	123,80
Ni-Cr experimental	54,52	84,93	119,85
	72,67	63,66	97,83
	66,90	67,17	68,21
	55,87	88,04	71,52
	69,02	78,69	85,10
	33,79	133,73	115,34
	63,60	68,27	154,06
	64,34	64,34	111,92
	41,50	77,53	77,67
	75,91	80,12	86,38
Média	90,44	111,81	132,00
Desvio padrão	34,47	40,88	41,51

Apêndice B. Resultados da análise estatística descritiva realizada no SPSS 17.0.

Anova

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig.
Tempo	25913.353	2	12956.676	34.071	.000
Tempo * Grupos	550.921	4	137.730	.362	.834
Erro(Tempo)	20535.423	54	380.286		

Anova

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Grupos	48091.771	2	24045.886	10.192	.001
Error	63703.347	27	2359.383		

Descriptive Statistics

	Ligas	Mean	Std. Deviation	N
T1	1.00	97.2020	33.76751	10
	2.00	114.3130	27.88936	10
	3.00	59.8120	13.54159	10
	Total	90.4423	34.46643	30
T2	1.00	117.8700	43.43730	10
	2.00	136.9120	35.45205	10
	3.00	80.6480	20.53161	10
	Total	111.8100	40.88073	30
T3	1.00	145.6050	44.72186	10
	2.00	151.6090	31.31722	10
	3.00	98.7880	26.69121	10
	Total	132.0007	41.50844	30

Apêndice C. Resultados do teste de Bonferroni para o fator de variação: tempo.

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) Tempo	(J) Tempo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-21.368*	4.469	.000	-32.774	-9.962
	3	-41.558*	5.764	.000	-56.272	-26.845
2	1	21.368*	4.469	.000	9.962	32.774
	3	-20.191*	4.781	.001	-32.395	-7.986
3	1	41.558*	5.764	.000	26.845	56.272
	2	20.191*	4.781	.001	7.986	32.395

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Apêndice D. Resultados do teste de Bonferroni para o fator de variação: liga metálica.

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE_1

(I) Ligas	(J) Ligas	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]	95% Confidence Interval for Difference[a]	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-14.052	12.542	.817	-46.064	17.960
	3.00	40.476*	12.542	.010	8.464	72.488
2.00	1.00	14.052	12.542	.817	-17.960	46.064
	3.00	54.529*	12.542	.001	22.517	86.541
3.00	1.00	-40.476*	12.542	.010	-72.488	-8.464
	2.00	-54.529*	12.542	.001	-86.541	-22.517

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Apêndice E. Tabela de instruções para a queima da porcelana Notitake Ex-3.

Revestimento Refratário
Infra-estrutura Metálica

		Temperatura de secagem (Elevador)	Temperatura inicial	Início Vácuo	Taxa Elevação	Vácuo	Saída de Vácuo	Tempo Manutenção (dentro forno)	Temperatura Final	Resfriamento (saída elevação)	Aspecto da Coação
A	Wash Bake Opaco em Pasta	8min.	400°C	400°C	65°C/min.	Total	980°C	Manter 1min sem vácuo	990°C	1min.	Semi Brilho
B	Opaco em Pasta (1ª e 2ª queima)	8min.	400°C	400°C	65°C/min.	Total	980°C	Manter 1min sem vácuo	980°C	1min.	Semi Brilho
C	Opaco em pó (1ª e 2ª queima)	5min.	650°C	650°C	55°C/min.	Total	950°C	0 (não manter tempo)	960°C	1min.	Semi Brilho
D	Porcelana de Margem (1ª e 2ª queima)	5min.	650°C	650°C	55°C/min.	Total	960°C	0 (não manter tempo)	970°C	1min.	Brilho com Textura
E	Dentinas, Dentinas Opacas até 3 elementos	8min.	600°C	600°C	45°C/min.	Total	920°C	0 (não manter tempo)	930°C	1min.	Brilho com Textura
F	Ponte de 6 a 10 elementos	10min.	600°C	600°C	45°C/min.	Total	925°C	0 (não manter tempo)	935°C	1min.	Brilho com Textura
G	Ponte acima de 10 elementos	15min.	600°C	600°C	45°C/min.	Total	930°C	0 (não manter tempo)	940°C	1min.	Brilho com Textura
H	Ajustes de Queima	7min.	600°C	600°C	45°C/min.	Total	910°C	0 (não manter tempo)	920°C	1min.	Brilho com Textura
I	Glaze com Líquido / Pó*	5min.	650°C	0 (s/ vácuo)	130°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	930°C	1min.	Brilho
J	Glaze natural até 3 elementos	5min.	650°C	0 (s/ vácuo)	45°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	890°C	1min.	Brilho Polido
L	Glaze Natural-Pontes (acima de 3 elementos)	5min.	650°C	0 (s/ vácuo)	50°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	910°C	1min.	Brilho Polido
M	Internal Live Stain (ILS)	3min.	700°C	0 (s/ vácuo)	55°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	830°C	1min.	Fosco
N	External Live Stain (ELS)	5min.	650°C	0 (s/ vácuo)	45°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	890°C	1min.	Brilho Polido
O	Sinterização de Refratário	5min.	650°C	0 (s/ vácuo)	55°C/min.	0	-	10min.	1080°C	1min.	Branco Total
P	Wash Bake para Laminados	15min.	600°C	600°C	45°C/min.	Total	950°C	0 (não manter tempo)	950°C	1min.	Brilho
Q	Dentinas, Dentinas Opacas, Opalescentes para Laminados	10min.	600°C	600°C	45°C/min.	Total	945°C	0 (não manter tempo)	945°C	1min.	Semi Brilho com Textura
R	Glaze para Laminados	5min.	600°C	-	55°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	925°C	1min.	Brilho Polido
S	Addmate/MRP	5min.	450°C	450°C	40°C/min.	Total	670°C	0 (não manter tempo)	680°C	1min.	Brilho com Textura
T	Add-On	5min.	650°C	650°C	45°C/min.	0	-	0 (não manter tempo)	890°C	1min.	Brilho Polido