UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Ademir Kiffer

DESADAPTAÇÃO MARGINAL VERTICAL DE COROAS CONFECCIONADAS COM CERÂMICA NO SISTEMA COMPUTADORIZADO

Taubaté - SP
2007

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Ademir Kiffer

DESADAPTAÇÃO MARGINAL VERTICAL DE COROAS CONFECCIONADAS COM CERÂMICA NO SISTEMA COMPUTADIRIZADO

Dissertação apresentada para a obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Taubaté.
Área de concentração: Prótese Dentária

Orientador: Prof. Dr. Sigmar de Mello Rode
Co-orientador: Prof. Dr. Estevão Tomomitsu Kimpara

Taubaté – SP
2007

Kiffer, Ademir
Desadaptação marginal vertical de coroas confeccionadas com cerâmica no sistema CAD/CAM/ Ademir Kiffer. - - Taubaté : UNITAU, 2007.
76f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento Odontologia, 2007.
Orientador: Prof. Dr. Sigmar de Mello Rode, Departamento de Odontologia.

1. Sistema CAD/CAM. 2. Desadaptação marginal. 3. Restauração Metal Free 4. Prótese dentária. I. Título.

ADEMIR KIFFER

DESADAPTAÇÃO MARGINAL VERTICAL DE COROAS CONFECCIONADAS COM CERÂMICA NO SISTEMA COMPUTADORIZADO

Dissertação apresentada para a obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Taubaté.
Área de concentração: Prótese Dentária

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Universidade _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____Universidade _____

Assinatura _____

Dedico esse trabalho à minha família, que se privou da minha presença durante a realização do curso.

Aos meus filhos Klaus, Matheus e Valentina, eterna fonte de inspiração.

AGRADECIMENTOS

Ao grande criador, pela oportunidade de concluir mais uma etapa da minha vida profissional.

A Profa. Dra. Ana Christina Claro Neves, coordenadora de pós-graduação da UNITAU pela amizade e dedicação constante.

Ao Prof. Dr. Sigmar de Mello Rode, coordenador do curso de mestrado em prótese dentária da UNITAU, pela orientação e colaboração prestada na execução desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Estevão Tomomitsu Kimpara, pelos ensinamentos, paciência e dedicação, sem os quais não teria sido possível a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Maximiliano de Piero Neisser, professor do curso de mestrado da UNITAU, pela paciência e orientações precisas.

A Profa. Ms Marina Buselli, pela orientação da parte formal e correção deste trabalho.

Aos docentes do curso de mestrado, os agradecimentos eternos pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr Alexandre Luiz Souto Borges pela confecção da análise estatística dos resultados.

Ao Prof. Dr. Wantuil Rodrigues de Araújo Filho pelo companheirismo e ensinamentos.

A Profa. Ana Paula Motta Ferreira, professora de português, pela correção ortográfica do texto.

Aos colegas de turma, pelo convívio fraterno e harmonioso durante o período do curso.

Aos professores do curso de especialização em prótese dentária da OCEx.

Aos bibliotecários da UNITAU pela confecção da ficha catalográfica desta dissertação.

Aos funcionários da secretaria de Pós Graduação da UNITAU, pela forma delicada e profissional pela qual fui tratado.

A Profa. Margareth Thompson pela correção do abstract.

A Aline Küffer Uliana, pelo empenho e ajuda prestada na digitação e formatação desta dissertação

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a desadaptação cervical vertical de coroas confeccionadas com o sistema *CEREC* 3 utilizando dois diferentes materiais para confecção dos troquéis. Um modelo padrão em níquel-cromo foi confeccionado nas dimensões convencionais para o preparo de um canino superior. A partir da moldagem com silicone de adição do modelo mestre foram obtidos cinco troquéis com gesso *Herostone* (grupo 1) e cinco com gesso *CAM-base* (grupo 2). Aos troquéis de gesso *Herostone* foi aplicado uma substância de contraste (*CEREC powder*). Os troquéis foram escaneados utilizando o sistema *CEREC 3*, por profissional calibrado, observando as orientações do fabricante. Dez coroas cerâmicas foram fresadas a partir das imagens obtidas no escaneamento. Com a utilização de um disco diamantado, foram marcados quatro pontos para medição da desadaptação marginal vertical no modelo padrão: vestibular, lingual, mesial e distal. As coroas foram fixadas no modelo padrão com adesivo à base de cianocrilato e posteriormente o conjunto modelo-padrão/coroa foram levados à observação no microscópio eletrônico de varredura sendo realizada quatro leituras em cada ponto, para obter a média, que foi considerado o valor da mensuração. Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico, aplicando-se os testes "ANOVA" *One Way* e *Tukey*. Concluiu-se que as coroas confeccionadas com o gesso *CAM-base* apresentaram menor desadaptação marginal vertical (69 µm) em relação às produzidas com gesso *Herostone* mais aplicação de *CEREC powder* (88 µm).

Palavras-chave: Sistema *CAD/CAM.* Desadaptação marginal. Restauração *metal free*.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate *in vitro* the inability to adapt marginal crown biult with the *CEREC 3* system use two unlike materials to making the die. A nickel-chromiun pattern was made in conventional proportion an upper canine. A pattern model was impressing by adicion silicone and was made 5 dies with gypsum *Herostone* (group 1) and 5 dies with *CAM-base* gypsum (group 2). The dies were applied a contrast substance powder *CEREC*. Those dies were scannied using a *CEREC 3* system by qualified person, paying attention to the users guide. Ten ceramics crowns were passed a milling machine attending the images copied. Sing a diamond disk, were set four points to measure the marginal adapt into the pattern; bucal, lingual, mesial and distal. Those crowns were fixed into the pattern with sticking made by cianocrilate and lately the pattern/crown were took to get observation at the scanning electron microcopy, in order to do the measures, were made four lectures in each point. The results were submitted to the statistics treatment, wich was applied the Anova one-way and Tukey testis. Was achieved that the crowns made by gypsium *CAM-base* seemed less marginal desadaptation than respecting to the does produced by gypsum *Herostone* plus the *powder CEREC.*

Key words: CAD/CAM system. Marginal desadaptation. M*etal-free* restauration.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 8

2 REVISÃO DA LITERATURA..... 12

2.1 DESADAPTAÇÃO MARGINAL..... 12

2.2 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CAD/CAM..... 36

3 PROPOSIÇÃO..... 50

4 MATERIAL E MÉTODO..... 51

4.1 MATERIAL..... 51

4.2 MÉTODO..... 52

4.2.1 Confecção do modelo mestre..... 52

4.2.2 Confecção dos troquéis 52

4.2.3 Escaneamento dos troquéis..... 53

4.2.4 Confecção das amostras..... 54

4.2.4.1 Fresagem das amostras..... 54

4.2.4.2 Deposição de ouro 56

4.2.5 Preparação dos corpos-de-prova..... 58

4.2.6 Observação em microscópio eletrônica de varredura..... 58

4.2.7 Análise Estatística..... 59

5 RESULTADOS..... 60

6 DISCUSSÃO..... 63

7 CONCLUSÕES..... 69

REFERÊNCIAS..... 70

1 INTRODUÇÃO

Na busca pela saúde, historicamente, a odontologia tem utilizado materiais que possam proporcionar o menor nível possível de agressividade aos tecidos vivos.

Neste contexto, as ligas metálicas, sobretudo as nobres, tem desempenhado papel fundamental pelo ajuste das bordas e da oclusão que são conseguidas de forma satisfatória, embora apresente como fator limitante a estética.

Facetas de resina foram empregadas para solução do problema estético, mas as propriedades físicas e químicas inerentes ao material impediam maior longevidade.

Com o objetivo de aliar bom ajuste das margens, estética e alta sobrevida foram propostas soluções utilizando porcelanas associadas ao metal. Sabe-se que quanto ao desempenho dos sistemas metalocerâmicos, a literatura mostra bons resultados na maioria dos quesitos, mas no que se refere ao comportamento periodontal, mais especificamente na margem gengival, pode existir um comprometimento estético. Além disso, nos procedimentos onde a indicação recai sobre as restaurações metálicas fundidas, não é possível a utilização de sistemas metalocerâmicos.

Assim, a indústria e os pesquisadores têm trabalhado no desenvolvimento de novos produtos, equipamentos, técnicas e materiais, valendo-se de avanços tecnológicos na melhoria de reabilitação dos elementos dentais, principalmente nos aspectos estéticos e funcionais.

Quando o enfoque do desempenho recai sobre a função, um dos aspectos

mais relevantes é a desadaptação marginal das restaurações indiretas que tem sido considerada um dos principais fatores no sucesso do tratamento. Na atualidade, com o objetivo de minimizar a ocorrência de desajustes marginais, novos equipamentos têm sido pesquisados e desenvolvidos.

A cerâmica odontológica está entre os materiais odontológicos mais estudados na atualidade, já que tem indicação clínica para soluções estéticas nas restaurações indiretas. Estes materiais têm sofrido uma série de modificações na sua composição e estrutura visando melhorar suas propriedades mecânicas, de biocompatibilidade e estética.

As primeiras restaurações indiretas sem uso de metal, *metal-free,* foram idealizadas por McLean e Hughes (1965). Estas restaurações eram confeccionadas com cerâmicas reforçadas por alumina, na técnica estratificada e sinterizada em forno, entretanto, devido a sua friabilidade e desadaptação marginal, apresentaram um alto índice de insucesso e foram muito criticadas pela comunidade científica.

Ainda, no que se refere aos materiais e técnica, em 1968 surgiu uma nova proposta, a técnica da cera perdida com injeção do vidro ceramizado, que foi idealizado por Mc Culloch. Posteriormente, Grossman (1980), lançou o sistema DICOR que se assemelhava a técnica preconizada por Mc Culloch.

Dentro da mesma idéia da injeção de material cerâmico, surgiu o sistema *IPS Empress,* que com a incorporação da leucita e posteriormente do dissilicato de lítio, melhorou as suas propriedades químicas e físicas.

No sentido de melhorar as propriedades mecânicas da porcelana, o ajuste das margens e a estética surgiram outras propostas como a do sistema *In-Ceran* com a utilização da alumina, zircônia e *spinell* infiltrada com vidro.

A tecnologia CAD/CAM *(Computer Aided Design/Computer Aided*

Manufacturing) é utilizada no setor automobilístico desde a década de 70 *e* foi introduzida na odontologia em 1980 com a proposta de produzir restaurações protéticas com melhor ajuste marginal e maior resistência.

Tinschert et al. (2001) relatou que a tecnologia CAD/CAM apresenta características bastante satisfatórias como precisão, economia de tempo e durabilidade, tornando-se uma realidade viável na área odontológica, com mais de quinze diferentes sistemas operacionais disponíveis no mercado. Alguns desses sistemas são comercializados no âmbito nacional, tais como o *CEREC e Procera*.

O *CEREC* é um sistema CAD/CAM, desenvolvido na universidade de Zurich por Mörmann e Brandestini (1980), objetivando produzir *inlays, onlays* e coroas isentas de metal com maior resistência e melhor ajuste marginal, a partir de escaneamento que pode ser intra-bucal ou de um modelo de gesso, associado a um componente de contraste, previamente preparado e fornecido pelo fabricante.

O sistema *Procera*, que não tem indicação para o uso intra-bucal, preconiza o escaneameto a laser, com auxílio de uma ponta de safira, de troquéis previamente preparados com o objetivo de produzir infra-estruturas de cerâmica e titânio. São indicados para próteses convencionais, assim como para próteses sobre implantes.

Segundo Hilgert, Calazans e Baratieri (2005), a utilização de métodos informatizados para confecção de restaurações indiretas estéticas pode tornar o modo de trabalho do cirurgião-dentista significativamente diferenciado em relação aos métodos convencionais.

Para Wall e Cipra (1992), os fatores determinantes para a longevidade das restaurações indiretas em cerâmica são: a estabilidade de cor, a resistência e o nível de adaptação da restauração sobre o substrato dental. Por ser a porcelana um material que oferece estabilidade de cor e resistência aceitável, houve o interesse de

verificar o desempenho, quanto ao nível de desajuste cervical, de coroas obtidas pelo método CAD/CAM.

2 REVISÃO A LITERATURA

Com o objetivo de facilitar a compreensão deste trabalho, a revisão de literatura foi dividida em dois tópicos: desadaptação marginal e evolução dos sistemas CAD/CAM.

2.1 DESADAPTAÇÃO MARGINAL

Abatte, Tjan e Foz (1989) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a adaptação marginal entre as coroas metalocerâmicas com margem em metal ou em ombro cerâmico vestibular, com coroas confeccionadas com *CERESTONE E DICOR*, respectivamente. Foram preparados dentes naturais com desgaste de 1,3 mm das paredes axiais e 120 graus de inclinação para o término cervical que foram moldados com silicone de adição e vazados com gesso tipo IV para obtenção dos modelos e confecção de coroas totais. As coroas foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco, ao dente, e o conjunto dente-coroa foi incluído em resina epóxica. Após a secção do conjunto no sentido vestíbulo-lingual, as medidas da desadaptação foram realizadas por meio do microscópio ótico com micrômetro digital e intensificação da imagem em tela de alta resolução. Foram realizadas três mensurações em cada margem, vestibular e lingual, dos conjuntos seccionados. Os resultados mostraram que desadaptação marginal entre os sistemas variou de 56 µm a 81 µm para as coroas metalocerâmicas *Cerestone* e de 60,6 µm e 87,0 µm para as coroas em porcelana *Celay*. Os autores concluíram que a evolução dos sistemas cerâmicos tem contribuído para melhorar a sua resistência aumentando a previsibilidade em relação ao sucesso do tratamento.

Banks (1990), com o objetivo de verificar a resistência e adaptação marginal das restaurações de cerâmica feldspáticas, realizou uma revisão de literatura quanto ao comportamento da porcelana durante o seu processamento. O autor verificou que a cerâmica feldspática requer uma técnica mais apurada e que está diretamente relacionada com a habilidade do técnico em prótese dentária. O autor concluiu que os sistemas de cerâmicas feldspáticas e os de cerâmicas fundidas reforçadas com leucita e dissilicato de lítio possuem resistência e adaptação marginal clinicamente aceitáveis, quando se segue o protocolo correto em relação ao preparo, técnica laboratorial, posicionamento da peça protética e cimentação.

Vahidi, Egloff e Panno (1991), através de um estudo *in vitro,* compararam a adaptação marginal entre coroas metalocerâmicas com coroas confeccionadas com o sistema *Dicor*. O estudo foi realizado utilizando dentes extraídos que foram preparados, moldados com silicone de adição e vazados com gesso tipo IV, sendo os materiais e técnica empregada conforme orientação do fabricante. As coroas foram confeccionadas em laboratório de prótese especializado em trabalhos em porcelana. As amostras foram cimentadas aos dentes preparados com cimento de policarboxilato, constituído os corpos-de-prova do experimento. Os cp foram incluídos em resina epóxica, seccionados no sentido vestíbulo-lingual, observados e mensurados em microscopia de luz (X 100) nas margens vestibular e lingual. Os valores médios de desajuste cervical encontrados foram de 37,0 µm para as coroas metalo-cerâmicas e 30,0 µm para o sistema *Dicor.* Os autores concluíram que tanto as coroas metalo-cerâmicas quanto o sistema *Dicor* apresentaram parâmetros clinicamente aceitáveis.

White et al. (1992) estudaram o efeito da força no assentamento na espessura do cimento quando do emprego de quatro tipos (diferentes) de agentes

de fixação: fosfato de zinco (controle), cimento resinoso, cimento de ionômero de vidro e cimento de policaboxilato. Duas placas de vidro com área de 2cm² foram limpas com água e acetona. Após a volatilização da acetona, o cimento manipulado, obedecendo as recomendações do fabricante, foi aplicado entre as placas e comprimidas, empregando diferentes cargas (1, 3, 5, 9, 15, e 23 Kg) sobre as placas. Após dez minutos desde o ínicio do procedimento, a mensuração foi feita com um paquímetro digital (acuidade de 0,05µm) e repetida dez vezes. Avaliaram-se os fatores: tipo de agente de fixação e força empregada. Concluíram os autores que, dependendo da força aplicada, os materiais apresentaram diferentes espessuras de película, sendo que o único material com valor de espessura de película semelhante independente da força aplicada foi o cimento de ionômero de vidro. Para cada um dos níveis de força aplicada de 1, 3, 5 e 9 Kg, houve diferença significante entre todos os tipos de agentes de fixação, exceto para as forças de 15 e 23 Kg, onde cimento de ionômero de vidro e policarboxilato de zinco não apresentaram diferenças significantes.

Anusavice e Hojjatie (1992), utilizando o método de elemento finito, avaliaram a influência de algumas variáveis na formação de tensões de tração em coroas totais de porcelana *Dicor.* Foram considerados: a espessura oclusal da porcelana, as fendas existentes, o módulo de elasticidade do cimento, as bolhas na camada do agente cimentante e o local de aplicação da carga oclusal. Os valores e as variáveis utilizados para os modelos simulados no computador foram usados para espessura da porcelana de 0,5 mm e 1,5 mm, para verificar a existência ou não de falhas na estrutura da cerâmica e/ ou bolhas internas no agente de fixação. Os resultados da simulação mostraram que a espessura do material restaurador afeta significativamente a tensão induzida e que a presença de falhas na porcelana

ou de bolhas internas no agente de cimentação, potencializam a possibilidade de fratura da coroa.

Tjan e Li (1992) compararam a retenção e adaptação de coroas totais metálicas variando o agente de cimentação. Trinta molares extraídos foram preparados para coroas totais com altura cervico-oclusal de 5 mm e seis graus de convergência nas paredes axiais. Os autores moldaram os preparos com silicona de adição, vazando os moldes com gesso tipo IV. As coroas foram fundidas em liga de ouro tipo III e os dentes divididos em três grupos: cimentação com fosfato de zinco (grupo I), com cimento resinoso convencional *Conspan* (grupo II) e com cimento resinoso adesivo *Panavia EX* (grupo III). As coroas tiveram seu assentamento medido antes da cimentação sob carga estática de 5 kg durante dez minutos num aparelho digital (*Digimatic Indicator*, Mitutoyo) em um ponto de referência previamente estabelecido. Os cimentos foram aplicados com pincel sob a mesma carga e o mesmo intervalo de tempo. Um paquímetro digital foi utilizado para aferição do desajuste marginal. Os resultados mostraram menor desajuste cervical vertical em coroas cimentadas com os cimentos resinosos quando comparados com o cimento fosfato de zinco.

Segundo Philips (1993), as cerâmicas odontológicas são constituídas por sílica, a qual pode ser encontrada na forma de sílica fundida ou na forma cristalina. O feldspato é o mineral utilizado na fabricação da maioria das cerâmicas dentais. Este mineral é constituído por potassa (K_2 O) alumina (Al_2 O_3) e sílica ($Si0_2$) e, quando aquecido em altas temperaturas, pode formar cristais de leucita, importante no reforço das cerâmicas. A cerâmica é constituída por uma estrutura amorfa, semelhante ao vidro, cujas moléculas apresentam-se distribuídas ao acaso, em forma desordenada. A incorporação de um material cristalino aumenta a resistência

destes materiais impedindo que a linha de fratura se propague facilmente pelas partículas cristalinas como faz o vidro.

A resistência de quatro tipos de cerâmicas foi investigada por Yoshinari e Derand (1994), analisando três fatores: a influência da fadiga mecânica na cerâmica convencional, o agente de fixação e a resistência dos materiais cerâmicos. Os corpos-de-prova do experimento foram confeccionados da seguinte forma: dentes bovinos foram preparados com dez graus de convergência e largura de ombro de 1 mm; troquéis de gesso e de resina epóxica foram confeccionados a partir dos dentes bovinos preparados e feito um índice de latão para padronizar a espessura do *coping* e outro índice em resina para padronizar a espessura da cerâmica. Após a obtenção das coroas de cerâmica realizou-se a cimentação com diferentes agentes de fixação sobre os dentes bovinos: cimento fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro convencional e cimento resinoso com o emprego de adesivo dentinário. Apenas parte das amostras de porcelana feldspática sofreu fadiga mecânica, e estas apresentaram uma diminuição significante na resistência em relação aos que não passaram por tal processo. A resistência à fratura foi menor para as coroas cimentadas com fosfato de zinco, valores intermediários para o ionômero de vidro e maior para os cimentos resinosos.

Pera et al. (1994) avaliaram três tipos de términos de preparos em relação a estabilidade dimensional de *copings In-ceran* durante a queima da cerâmica de cobertura. Três grupos formados por incisivo central (grupo A), canino (grupo B) e pré-molar (grupo C) foram avaliados, totalizando nove amostras. Os dentes do grupo A foram preparados com término cervical em chanfro, os do grupo B com ângulo de 50^0 e o grupo C com ombro de 90^0. Em seguida os dentes foram duplicados e foram obtidas três réplicas vazadas em resina epóxica para cada grupo, o que resultou em

27 retentores. Os autores moldaram as réplicas com poliéter e vazaram com gesso tipo IV. Confeccionaram as coroas com *In-Ceran* nos troquéis de acordo com as especificações do fabricante. As coroas foram cimentadas aos troquéis de resina epóxica com ionômero de vidro convencional, aplicando uma pressão digital por dez minutos. Os corpos-de-prova foram observados ao microscópio eletrônico de varredura em aumento de 100 X para avaliação da adaptação marginal cervical das coroas aos troquéis de resina epóxica. A análise de variância foi utilizada para verificar a influência do tipo do preparo na desadaptação cervical vertical das coroas. A diferença não foi significante para o tipo de dente considerado, havendo diferença significante para o tipo de preparo, sendo os preparos com ângulo de 90 graus os que apresentaram maior índice de desadaptação.

Araújo, Mazer e Liu (1995) avaliaram por meio de ensaio de infiltração a influência do preparo cavitário em três tipos de preparos classe II: paredes oclusais convergente, divergente e paralela em relação assoalho da cavidade. Quinze terceiros molares foram divididos em três grupos de cinco dentes e submetidos a preparo cavitário classe II Disto-Oclusal . O preparo da caixa oclusal foi realizado de três formas: grupo I - paredes vestibulares e linguais convergentes, grupo II - paredes vestibulares e linguais divergentes e grupo III - paredes vestibulares e linguais paralelas. Os dentes foram montados numa base de gesso pedra, de maneira que o longo eixo do dente ficasse perpendicular a essa base. Foi utilizado o paralelômetro Paralle l - A - Prep (Weismman Technology – Seattle – USA), para obter a uniformidade nas inclinações das paredes. Para confecção dos preparos um instrumento rotatório em alta rotação foi acoplada ao paralelômetro. Foram utilizadas brocas diamantadas 557 D para confecção da parede oclusal, 807 para a parede convergente, 8847 para parede divergente e 8836 para acabamento (Brasseler –

Alabama – USA). Para o desenho e confecção das restaurações foi utilizado o sistema CAD/CAM "*CEREC*" (Siemens – Bensheim – Germany) de acordo com o protocolo de conduta preconizado pelo fabricante. As restaurações foram fresadas com blocos *vitamark MK II* (Vita Zahnfabrik – Bad Säckingen – Germany) e cimentadas com cimento resinoso. O critério de análise quantitativa da infiltração marginal foi estabelecido da seguinte forma: 0 = nenhuma infiltração, 1 = 1/3 da parede axial, 2 = 2/3 da parede axial, 3 = até parede axial e/ ou pulpar e 4 = toda parede axial e/ou pulpar. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente pelos testes de Kruskal Wallis e ANOVA *One-Way*. Os resultados estatísticos mostraram não haver diferenças significativas no grau de infiltração entre as paredes paralelas e convergentes, entretanto os preparos divergentes apresentaram um maior grau de infiltração marginal.

Sjögren (1995) comparou a desadaptação marginal de restaurações confeccionadas com quatro diferentes materiais cerâmicos. Os materiais estudados foram *CEREC, Celay, IPS Empress e In-Ceram Spinell*. Cinqüenta pré-molares, extraídos, foram preparados para restaurações MOD. Dez dentes receberam restaurações *CEREC* com caixas geométricas proximais convencionais e dez com caixas proximais em forma de U. Prepararam-se os trinta dentes restantes para *inlays* cerâmicas com as seguintes características: parede pulpar plana, ângulos internos arredondados e caixas proximais com término em ombro, sendo divididas em igualdade numérica para *Celay, IPS Empress e In-Ceran Spinell*. As margens dos preparos se encontravam em superfície de esmalte e foram condicionadas com ácido fosfórico e aplicado adesivo dentinário. Com exceção das restaurações de *In-Ceran* as demais foram condicionadas com ácido fluorídrico e silanizadas. As restaurações foram cimentadas com cimento resinoso dual, que

seguiu a orientação do fabricante. As amostras foram imersas em solução de eritrosina a 4% para evidenciação da linha de cimentação. A observação foi realizada com microscópio de luz (aumento de dez vezes) em pontos pré-estabelecidos. As restaurações confeccionadas com sistema *CEREC* apresentaram maior desajuste marginal comparativamente com os outros grupos. As restaurações de *IPS Empress* mostraram menor desajuste oclusal. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas, estando todos os sistemas dentro dos padrões aceitáveis.

Rinke, Huls e Janh (1995) compararam a adaptação marginal de dois sistemas cerâmicos isentos de metal. Foram confeccionados dois modelos mestres a partir do preparo para coroa total de um incisivo central e um pré-molar. Os preparos apresentavam seis graus de convergência das paredes axiais e ombro arredondado de 1,0 mm. Após a moldagem dos preparos para obtenção dos troquéis, as coroas foram confeccionadas de forma convencional *In-Ceran* e usinadas com o sistema *Celay* para ambos os tipos de dentes (incisivos e pré-molares), que geraram quatro grupos: incisivo com coroa *In-Ceran* (grupo A), incisivo *Celay* (grupo B), pré-molar *In-Ceran* (grupo C) e pré-molar *Celay* (grupo D). Para a mensuração da desadaptação marginal vertical, as coroas foram posicionadas sobre o modelo-mestre sob uma carga de 30 N sem agente de fixação. Cinqüenta e quatro pontos paralelos ao longo eixo de cada coroa, medidos com o auxílio de uma vídeocâmera (aumento de 180 X) foram avaliados com auxílio de um software apropriado. Os resultados mostraram um desajuste marginal com variação entre 31 e 154 µm. Entretanto, 95,9% das coroas confeccionadas pela técnica convencional e 93,8% das usinadas apresentaram desajuste menor que 100 µm. Houve diferença estatisticamente significante entre as duas técnicas. O desajuste

médio foi menor nos incisivos quando comparado aos pré-molares para ambas as técnicas.

A influência do tipo de término cervical do preparo na adaptação de coroas *In-Ceran* foi objeto de estudo de Shearer, Gough e Setchell (1996), que prepararam para coroa total, incisivos centrais superiores de dentes artificiais. Os autores preconizaram dois tipos de términos cervicais: chanfro de 120 graus e ombro de noventa graus. Os preparos foram confeccionados com um ângulo de convergência das paredes axiais de dez graus, duplicados e reproduzidos em níquel-cromo. Cada um originou dez troquéis metalizados, sobre os quais foram aplicadas três camadas de espaçador e em seguida foram confeccionados os *copings* de *In-Ceran*. Após a remoção do espaçador com vapor de água, as peças foram cimentadas com silicona de baixa viscosidade nos troquéis metalizados. As amostras foram seccionadas no sentido vestíbulo-lingual para avaliação da espessura da película do espaçador. Paralelamente, os *copings* de *In-Ceran*, foram cimentados antes e depois da aplicação de porcelana de revestimento, com o objetivo de avaliar se houve alteração na adaptação após a queima da cerâmica. Um observador calibrado fez a avaliação num microscópio refletor. Não foi encontrada diferença significativa na adaptação marginal independente da seção escolhida (V-L ou M-D). Os *copings* com término cervical em chanfro apresentaram melhor adaptação marginal em relação aos com términos em ombro.

Sulaiman et al. (1997) estudaram a adaptação marginal de três sistemas cerâmicos: *In-Ceran, IPS Empress e Procera*. Três grupos com dez amostras obtidas a partir da moldagem com polivinilsiloxano de um troquél metálico previamente preparado, foram estudados para cada tipo de sistema cerâmico. Cada coroa foi confeccionada seguindo as especificações do fabricante. Por meio

de um microscópio eletrônico de varredura com aumento de 225 vezes (Nikon SMZ - U, Nikon, Tóquio, Japan) foram observados os desajustes em quatro pontos pré-estabelecidos das coroas antes, imediatamente depois a aplicação da cerâmica e após a aplicação do glazer. A análise de variância foi realizada comparando-se os três materiais cerâmicos, as superfícies e os estágios de fabricação. Os resultados mostraram uma desadaptação marginal vertical de *IPS Empress* 63 µm, 83 µm para as coroas *Procera* e 161µm para as coroas *In-ceran*.

Kern e Wagner (1998) avaliaram a hipótese de que métodos adesivos utilizados em cerâmicas aluminizadas também poderiam ser usados em cerâmicas de zircônia estabilizadas pelo Ítrio (YPSZ). Os autores descreveram que a união convencional do BisGMA a YPSZ requer um revestimento de sílica antes da silanização, enquanto que a união com resinas contendo monômeros fosfatado não necessita desse revestimento para obter uma união estável com a YPSZ jateada. O jateamento da YPSZ resultou e uma notável força inicial de união para a resina convencional BisGMA de cura dual, a qual reduziu a zero depois de longo tempo de armazenamento em um ciclo térmico de água destilada. A razão poderia ter sido que o jateamento da YPSZ produziu rugosidades, limitadas ou mínimas, comparando-se com o jateamento em ligas metálicas. A aplicação de silano não melhorou a força de união do BisGMA com a YPSZ e nem melhorou a durabilidade dos adesivos na água. Neste caso há indício que o silano não se une ao YPSZ. O YPSZ não contém sílica, portanto, não promove sua união com a resina. Este fato foi comprovado quando uma camada de sílica foi adicionada a superfície da cerâmica levando a um aumento significativo da força inicial de união da resina convencional BisGMA e o YPSZ.

Prestipino, Ingber e Kravitz (1998) descreveram as características do

sistema *Procera*. A infra-estrutura cerâmica deste material é composta de 99,5 % de alumina densamente sinterizada, alcançando uma resistência à flexão de 687 MPa. Os *copings* são confeccionados com uma espessura de 0,6 mm. O nível de desadaptação marginal se apresenta abaixo de 65 µm. Estudos mostraram uma perfeita estabilidade de cor do sistema *Procera* após quatro anos em função. Devido a sua alta resistência a flexão o sistema pode ser indicado para trabalhos unitários assim como para próteses parciais fixas de três elementos desde que o espaço protético a ser reabilitado seja igual ou menor que 11 mm. O sistema preconiza um preparo coronário com ângulo de convergência axial de seis graus, término em chamfro profundo, margens arredondadas e ausência de sulcos e canaletas. O escaneamento é feito através da leitura do troquél, previamente preparado, por uma ponta de safira que com o auxílio de um feixe de raios laser, copia até 55 mil pontos tridimensionais. O estabelecimento da margem cervical é realizado através do tratamento de imagem preconizado pelo sistema. Uma cerâmica de cobertura específica (*All Ceram* Degussa) foi desenvolvida especificamente para o sistema, propiciando resistência e alta qualidade estética. A cimentação das restaurações podem ser executadas com cimento de fosfato de zinco, cimentos ionoméricos ou cimentos resinosos.

Figueiredo, Botino e Rocha (1998) avaliaram a desadaptação marginal vertical em coroas totais metálicas com cinco variações de términos cervicais: chanfro, lâmina de faca, plano inclinado em 135 graus, degrau em noventa graus e degrau em noventa graus associado a bisel de 45 graus. As coroas foram usinadas com e sem alívio interno para cada tipo de preparo confeccionado. Utilizaram-se dois cimentos temporários com eugenol e sem eugenol e o cimento fosfato de zinco. Uma carga de 5,0 kg foi aplicada no ato da cimentação da coroa. A mensuração foi

realizada com o auxílio de um metroscópio horizontal, com resolução de 0,001 mm. As cimentações foram repetidas por dez vezes sobre o modelo-padrão para cada tipo de cimento. As coroas foram removidas do modelo padrão por um aparelho de tração. Os resultados mostraram um desajuste de assentamento menor nas coroas com alívio interno. Os términos em chanfro, plano inclinado e lâmina de faca mostraram resultados estatisticamente semelhantes entre si, sendo que o nível de desajuste para os términos em lâminas de faca apresentou-se menor. Os preparos com término em ombro reto e ombro biselado obtiveram os piores resultados.

Mörmann et al. (1998) realizaram um estudo para avaliar a influência de diversos tipos de preparos na resistência à fratura de coroas cerâmicas puras feitas através de sistemas CAD/CAM. Foram confeccionados quatro diferentes tipos de preparos cavitários em primeiros molares superiores. O grupo A, usado como controle, recebeu preparo tipo clássico com altura de 4 mm, seis graus de convergência, desgaste axial de 1,2 mm e término em ombro. No grupo B foram confeccionados preparos MOD com profundidade de 2 mm e largura de 3 mm. O grupo C teve um desgaste adicional na face oclusal de 3,5 mm e no grupo D foi confeccionado um preparo de coroa total com retenção na câmara pulpar com 2 mm de profundidade, largura de 5 mm e ombro cervical com espessura de 2,4 mm. Os preparos foram moldados com silicona e os troquéis vazados com resina composta micro-híbrida. As coroas foram escaneadas e fresadas a partir de blocos V*itamark MK* II por profissional qualificado utilizando o sistema *CEREC 2.* Para a avaliação da resistência, as coroas foram posicionadas aos preparos de acordo de três diferentes formas: A) sem cimentação; b) cimentadas com fosfato de zinco e c) cimentadas com cimento adesivo *Panavia* 21 TC. As restaurações cimentadas com *Panavia* tiveram a sua superfície interna condicionadas com ácido fluorídrico a 4,9%,

foram lavadas em água corrente por um minuto e secadas por vinte segundos. Posteriormente, foram jateadas com óxido de alumina e aplicado o silano. O agente de união foi aplicado com a utilização de um pincel, secado e fotopolimerizado por quarenta segundos. Em seguida, a superfície interna da coroa foi preenchida com o cimento resinoso e a peça foi posicionada no preparo com uma pressão digital de 50 N. O excesso de cimento foi removido com o auxílio de uma sonda exploradora e um inibidor de polimerização (*Oxiguard* II) foi aplicado. Uma esfera de aço foi posicionada na superfície oclusal apoiada em três áreas definidas pela escultura, à velocidade de 0,5 mm por minuto até a ocorrência da fratura. Os resultados mostraram que os substratos das amostras sem cimentação não foram danificados. As amostras com preparos clássicos cimentadas com fosfato de zinco, não sofreram alterações. As amostras cimentadas com cimento resinoso falharam em continuidade com a linha de fratura da coroa. As peças não cimentadas com espessura oclusal aumentada como as do grupo C e D, apresentaram mais altos índices de fratura quando comparados com o tipo clássico e com o MOD (grupo A e B); não houve diferença estatística significativa entre os grupos A e B. As amostras cimentadas com cimento de fosfato de zinco mostraram índices mais altos de resistência à fratura que as não cimentadas em todos os grupos; houve diferença significante entre os grupos A e B quando comparados aos grupos C e D, porém sem diferença significante entre A e B, bem como entre C e D. As peças cimentadas com cimento resinoso mostraram índices de resistência à fratura mais alta que o grupo sem cimentação e com cimentação com fosfato de zinco. Dentre as peças cimentadas com cimento resinoso houve diferenças significantes entre os grupos B e C, B e D, bem com entre A e C.

Lin et al. (1998) avaliaram a influência da forma do preparo na adaptação de

copings confeccionados com sistema CAD/CAM *Procera* (Nobel Biocare, Gotembörg, Suécia). O tipo de término cervical, forma da superfície oclusal, presença de irregularidades nas paredes axiais e formas de retenções adicionais foram usadas como variáveis. Todos os preparos foram realizados em dentes artificiais, observando o ângulo de convergência axial de dez graus. As amostras foram obtidas através da duplicação dos preparos com silicone de adição e vazadas com gesso tipo IV. Os troquéis foram preparados, escaneados e posteriormente digitalizados por profissional treinado para a obtenção dos *coping* em alumina sinterizada. A observação foi realizada com microscópio eletrônico de varredura aumento de quatrocentas vezes em pontos pré-determinados. Os resultados mostraram que preparos com término cervical em chanfro largo e ângulos arredondados apresentaram melhor adaptação cervical.

Sturdevant, Baine e Heyman (1999) compararam a infiltração marginal entre os sistemas CAD/CAM *CEREC* 2 com seu sistema precursor, o *CEREC* 1 (Siemens – Bensheim – Germany), produzido em 1980, que possui um disco diamantado de largo diâmetro se tornando um fator limitador para uma escultura mais definida das peças protéticas. A segunda geração do equipamento, *CEREC* 2, apresenta melhor calibragem do seus instrumentos de fresagem devido a mudanças no seu software e hardware. A pesquisa utilizou dez molares extraídos recentemente isentos de defeitos e cáries observados num microscópio de luz (Bausch & Lomb – Rochester – USA) com aumento de dez vezes. Os dentes foram embebidos em solução de fosfato tamponado Dulbecco (Grand Island Biological – New York - USA). Um preparo para restaurações inlays classe II foi realizado em cada dente utilizando brocas diamantadas 8835 e 8847 (Brasseler – Geórgia – USA). Os preparos foram escaneados e fresados com sistema CAD/CAM usando o *CEREC* 2. Na fresagem

foram utilizados blocos de cerâmica feldspática Vitamark MKII (Vita Zahnfabrik – Bad Säckingen – Germany). Fotografias digitais do perímetro das restaurações *inlays* foram usadas para a mensuração da desadaptação em doze sítios na face interproximal e dez sítios na margem oclusal. A margem do preparo foi mensurada usando um software para análise de imagens digitalizadas (JAVA vídeo analysis software – Jandel Scientific – Califórnia – USA). Esses resultados foram comparados com os previamente determinados com o sistema *CEREC 1.* Os resultados mostraram uma diferença significativa na adaptação das restaurações confeccionadas com o *CEREC 2* em relação as margens oclusais (59 ± 35 µm) e margens proximais (97 ± 66 µm) comparadas com as obtidas com o sistema *CEREC 1* (89 ± 65 µm) para margem oclusal e (105 ± 81 µm) na margem proximal.

Jung et al. (1999) avaliaram o limite da resistência a fratura de três tipos de cerâmicas: infiltrado de vidro, aluminizada e zircônia através de contatos sucessivos na superfície, incluindo a zircônia estabilizada pelo Ítrio (Y – TZP). Os autores relataram que a (Y-TZP) foi o material mais resistente entre os materiais investigados, onde carga de 3000 N foi aplicada. Entretanto foi verificado que a resistência diminui abruptamente, quando o material é submetido a um número alto de ciclos, reduzindo para a metade do valor inicial e provocando falhas nos contatos. Um comparativo com a alumina sinterizada com infiltrado de vidro utilizando a aplicação de uma força de 500 N, a falha do material se deu num limiar bem abaixo da cerâmica de zircônia estabilizada pelo ïtrio.

Van Dijken, Ormin e Olofsson (1999) compararam o desempenho clínico de *inlays* em cerâmicas puras feldspática, cimentadas com cimento de ionômero de vidro híbrido e um cimento resinoso quimicamente polimerizável. Selecionaram pacientes com necessidade de duas restaurações cerâmicas de classe II do mesmo

tamanho no mesmo tipo de dente. Para cada paciente, uma das *inlays* foi cimentada com cimento de ionômero de vidro híbrido (Fuji Plus) e a outra com cimento resinoso quimicamente polimerizável (Panavia 21). As restaurações foram avaliadas clinicamente em quatro ocasiões: no ato da cimentação e após seis, doze e vinte e quatro meses. Com relação a adaptação marginal, nenhuma *inlay* foi classificada como inaceitável ou necessitou de substituição em ambos os cimentos. Após o período de observação, foi encontrado leve desgaste em ambos os tipos de agentes de fixação.

Touati, Miara e Nathanson (2000) descrevaram a porcelana odontológica como material restaurador adequado devido às suas propriedades físicas e químicas assim como a sua semelhança com o esmalte dental. Em princípio, a porcelana dental possui componentes similares àqueles usados nas cerâmicas domésticas e ornamentais. Estes compostos incluem o feldspato, a sílica e o caolim. A principal diferença na composição entre a porcelana usada na odontologia e a usada em outros produtos está na proporção dos principais ingredientes. Enquanto na cerâmica convencional a argila é o principal componente, na porcelana dental o feldspato se constitui no principal componente. O feldspato é um ingrediente primário apresentando-se como um material cristalino acinzentado que é fundido a óxidos metálicos, formando a fase vítrea da porcelana, enquanto o quartzo compõe a fase cristalina. Com a evolução dos sistemas cerâmicos alguns componentes foram agregados a estrutura convencional, tais como: leucita, alumina e dissilicato de lítio com a finalidade de melhorar a sua resistência e estética. O resultado da evolução dos sistemas cerâmicos está presente no sucesso clínico apresentado pelas restaurações livres de metal.

Derand et al. (2000) realizaram uma investigação que examinou e mediu a

resistência adesiva de alguns cimentos resinosos em superfície de zircônia em diferentes parâmetros. Foi pesquisada a influência do condicionamento com ácido fluorídrico na adesividade das peças protéticas confeccionadas com óxido de zircônia tetragonal, comparando essa técnica com a de aplicação do jateamento com óxido de alumínio. Os materiais adesivos utilizados foram cimentos resinosos *Panavia* 21 e *Twinlook* e adesivo a base de cianocrilato. Os resultados do estudo revelaram que a resistência adesiva dos cimentos *Twinlook* e *Panavia* 21 foi completamente baixa tanto para as peças com superfície tratadas com ácido fluorídrico quanto as submetidas ao jateamento com óxido de alumínio enquanto o adesivo a base de cianocrilato apresentou uma resistência adesiva compatível com o uso clínico.

Ferreira Junior (2000) avaliou o desempenho de três materiais cerâmicos *Colorlogic, IPS* Empress e Cerec 2 quanto a linha de cimentação. Foram confeccionados preparo para *inlays* com largura de istmo de 2 mm e profundidade de caixa oclusal de 1,5 mm. As caixas proximais possuíam términos localizados em duas posições: 2 mm aquém da união amelo-cementária e 1 mm além do limite amelo-cementário. As restaurações foram condicionadas com ácido fluorídrico, aplicou-se silano e procedeu-se a cimentação usando cimento *Variolink II.* As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% durante trinta segundos em esmalte e 15 segundos em dentina, lavadas com água e aplicado um adesivo (*Prime Bond NT*) . O assentamento da restauração durante a cimentação ocorreu sob pressão digital e a remoção dos excessos foi feita com o auxílio de um pincel. As amostras foram infiltradas com nitrato de prata e seccionadas no sentido mésio-distal. A leitura das amostras ocorreu sob microscopia de luz (aumento de 25X) e as imagens foram processadas por um programa específico. Os resultados mostraram

uma linha de cimentação mais espessa para o sistema *Colorlogic* em relação aos demais sistemas. A infiltração revelou valores maiores para os términos em dentina quando comparados com o esmalte nos três sistemas.

McLean (2001) descreveu a evolução dos sistemas cerâmicos no século vinte. O autor citou a introdução da sinterização da porcelana à vácuo associada a sua adesividade às ligas de ouro, preconizado por Weinstein, Katz e Weinstein (1962), como um marco da estética odontológica. Segundo o autor, os sistemas cerâmicos têm sofrido uma série de modificações na sua estrutura primária com o objetivo de melhorar a sua resistência assim como a sua qualidade estética. Dentro dessa evolução, as empresas desenvolveram cerâmicas com partículas de menor tamanho, diminuindo a propagação de micro-fraturas, possibilitando uma maior resolução estética. A incorporação de alumina a estrutura da cerâmica, resultou num aumento significativo da resistência a flexão, possibilitando a confecção de *copings* que atuam como infra-estruturas para confecção de restaurações isenta de metal. Wohlwend (2001) desenvolveu na Universidade de Zurich um sistema cerâmico com dispersão de cristais de leucita, onde as restaurações são confeccionadas através da técnica da cera perdida com injeção da cerâmica. Essas restaurações, quando confeccionadas seguindo a recomendação do fabricante, atingem uma resistência a flexão de 180 MPa e apresentam uma qualidade estética altamente satisfatória.

Tinschert et al. (2001) avaliaram através de um estudo laboratorial a resistência a fratura, de próteses parciais fixa de três elementos na região posterior da maxila. Dois dentes pilares, sendo um pré-molar e outro molar, foram preparados como pilares da prótese parcial fixa, com a finalidade de reabilitar o espaço protético do primeiro molar. O preparo protético foi realizado com redução

oclusal de 1,5 mm, desgaste axial de 0,8 mm, ângulo de convergência de dez graus e término cervical em chanfro. Os preparos foram moldados com silicona de adição. Após a obtenção dos modelos com gesso tipo IV, foram confeccionadas infra-estruturas de dissilicato de lítio, alumina e zircônia. As peças protéticas foram confeccionadas, com conectores de 0,4 mm de altura e com uma espessura de sua infra-estrutura mais a cerâmica de cobertura de 0,8 mm, medidas com especímetro digital. As próteses foram usinadas através do sistema *Precident DCS system*. Os resultados mostraram que as próteses de zircônia apresentaram maior resistência a fratura, seguidas de dissilicato de lítio, alumina e por ultimo a leucita.

Ricci, Jorge e Fonseca (2003) realizaram, através de revisão de literatura, três sistemas cerâmicos utilizados para confecção de coroas livres de metal *IPS Empress, In-Ceran e Procera.* Descreveram que uma boa adaptação marginal é um fator indispensável para obtenção do sucesso clínico em tratamentos reabilitadores protéticos. Falhas neste quesito podem causar injúrias ao tecido gengival e complexo dentino-pulpar ocasionando um prognóstico clínico desfavorável. Pode-se relatar que as desadaptações observadas após a cimentação normalmente estão associadas a desadaptação prévia das restaurações, espessura inadequada do agente cimentante e técnica de cimentação incorreta. Para evitar o insucesso do trabalho, se faz necessário a utilização de materiais, técnicas laboratoriais e clínicas adequadas que minimizem esses fatores aos níveis aceitáveis. Coroas cerâmicas apresentam adaptação favorável em relação ao sucesso clínico. Os autores relataram que uma interface entre a restauração e o preparo variando de 37µ m a 95 µm são considerados satisfatórios. Os autores concluíram que os sistemas cerâmicos avaliados não apresentaram diferença significativa entre as diferentes fases do processamento e os valores de desadaptação marginal encontrados para

os três sistemas são considerados clinicamente aceitáveis e são comparáveis aos das coroas metalocerâmicas .

Albert e El–Mowady (2004) investigaram o efeito de diferentes tipos de cimentos na microinfiltração marginal de coroas de porcelana. Oitenta molares extraídos foram divididos em dois grupos. Os dentes do primeiro grupo foram preparados com término em chanfro profundo para receberem coroas *Procera All – Ceram* e os do segundo grupo foram preparados com términos em 45 graus para receberem coroas metalocerâmicas. Os *copings* foram confeccionados com técnica padronizada, submetidos à termociclagem e seccionados para avaliação da microinfiltração. As amostras foram cimentadas com cimento de fosfato de zinco, ionômero de vidro, ionômero de vidro modificado por resina e cimento resinoso. Os resultados mostraram uma significante associação entre o cimento utilizado e o grau de infiltração marginal. Na cimentação com cimento de fosfato de zinco 76% das coroas *Procera* e 90% das metalocerâmicas apresentaram maior infiltração, 49% das coroas *Procera* e 66% das metalocerâmicas cimentadas com ionômero de vidro apresentaram menor infiltração, 10% das coroas *Procera* e 84% das coroas metalocerâmicas cimentadas com cimento ionomérico modificado apresentaram baixo nível de infiltração e 34% das coroas *Procera* e 96% das metalocerâmicas cimentadas com cimento resinoso apresentaram baixíssimo índice de infiltração. Os *copings Procera All-Ceran* mostraram uma média de desadaptação marginal de 54 µm contra 29 µm das coroas metalocerâmicas. Nos dois tipos de coroas, o uso do cimento resinoso resultou no menor índice de microinfiltração enquanto o uso de cimento de fosfato de zinco mostrou uma maior porcentagem de extensa infiltração.

Camargo et al. (2004) avaliaram a adaptação marginal de coroas do sistema *Procera* em dois tipos de términos cervicais. Foram utilizados dez modelos com

preparo para coroa total com término em 135º (grupo 1) e dez modelos de coroa total em chanfro (grupo 2), ambos confeccionados com liga de alumínio. Para evitar a rotação dos *copings* sobre os preparos, foram realizados desgastes por um recortador de gesso, em forma de semicírculos, com raio de aproximadamente 2,5 mm, no ângulo formado entre a parede oclusal e axial do preparo. As amostras foram escaneadas com *Procera Scanner* (Nobel Biocare, Gotemburgo, Suécia), utilizando o *software Procera* 3D CAD onde aproximadamente trinta mil pontos foram digitalizados. As imagens obtidas foram enviadas via *modem* para a Suécia onde foram confeccionados *copings* em óxido de alumina sinterizada de 0,6 mm para cada corpo-de-prova. Os *copings* foram cimentados nos respectivos preparos com silicona de condensação de consistência leve (Xantopren VLPlus - Heraeeus Kulzer - Germany), manipulada conforme orientações do fabricante. A adaptação dos *copings* ao preparo foi observada em microscópio de luz (Leica DRMXP). Os desajustes das peças dos dois grupos foram mensurados utilizando um programa de computador. Para cada face, foram realizadas tres mensurações do desajuste marginal e calculada a média aritmética. Assim, para cada conjunto, foram demarcados 18 pontos e para o total de vinte corpos-de-prova, 360 dados foram colhidos. Para análise estatística, foram utilizados os programas computacionais SigmaStat (versão 2.03, SPSS Inc., 1997) e STATISTICA (versão 5.5, StatSoft Inc., 2000). Os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significante em relação à adaptação marginal nos dois tipos de preparos.

Segundo Anusavice (2005), os principais quesitos dos produtos de gesso-pedra para troquél são: resistência, dureza, resistência à abrasão e mínima expansão de presa. Para se obter essas propriedades, utiliza-se um α-hemiidratado do tipo densita. Suas partículas em forma de cubos e a redução da área de

superfície produzem tais propriedades sem a necessidade de ter uma mistura mais espessa. Uma superfície resistente é necessária para um gesso-pedra para troquél, uma vez que o preparo cavitário no modelo é preenchido com cera, e esta é esculpida até as margens do troquél. Uma vez que a superfície externa do gesso seca mais rapidamente, a dureza superficial do gesso aumenta mais rapidamente do que a sua resistência à compressão. Esta situação se apresenta como uma vantagem real, de modo que a superfície do troquél resiste bem à abrasão, enquanto que o núcleo do troquél é tenaz e menos sujeito as fraturas acidentais. O gesso-pedra tipo IV apresenta uma resistência à compressão de 34,5 MPa após uma hora da presa, sua expansão de presa varia de 0,10% a 0,30% e sua dureza superficial média é de aproximadamente 92 (dureza Rokwell).

Reich et al. (2005) compararam a desadaptação marginal de próteses parciais fixas de três elementos sendo dois retentores e um pôntico confeccionadas utilizando três diferentes sistemas CAD/CAM, com próteses parciais fixas metalocerâmicas. Neste estudo dezenove pacientes foram selecionados para confecção de 24 próteses parciais fixas de três elementos posteriores com sistemas CAD/CAM e seis metalocerâmicas. Os espaços protéticos variavam entre 6 mm e 10 mm e os pacientes apresentavam condições periodontais dos dentes pilares satisfatórias. Seis pacientes receberam próteses parciais fixas metalocerâmicas que foram considerados como grupo controle. A preparação dos pilares obedeceu o seguinte protocolo: término cervical em chanfro profundo, desgaste axial de 1,2 mm, redução oclusal de 1,5 mm e ângulo de convergência das paredes axiais de cinco graus. As moldagens foram realizadas empregando a técnica da dupla moldagem em dois tempos utilizando Silaplast e Silasoft (Detax, Ettlingen, Germany). Os sistemas CAD/CAM utilizados na pesquisa foram *Digident* system

(Girrbach), *Lava* system (3M Espe, Seefeld, Germany) e *CEREC* (Sirona, Bensheim, Germany). Oito próteses parciais fixas de três elementos foram confeccionadas por cada sistema CAD/CAM obedecendo as recomendações dos fabricantes. As próteses parciais fixas metalocerâmicas foram confeccionadas por profissional com experiência em trabalhos metalocerâmicos. Os resultados obtidos mostraram uma média de desadaptação marginal vertical de 51 µm no sistema *Digident*, 89 µm no *Lava*, 76 µm no *CEREC* e 49 µm nas próteses metalocerâmicas. Os autores concluíram que o sistema Digident e as coroas metalocerâmicas apresentaram menor desadaptação marginal vertical.

Bindl e Mörmann (2005) avaliaram o desempenho de coroas confeccionadas pelo método convencional e com a utilização da tecnologia CAD/CAM. Seis primeiros molares superiores em modelo de resina acrílica foram preparados utilizando término em chanfro de 0,8 mm, redução oclusal de 2 mm e ângulo de convergência das paredes axiais de seis graus. Esses preparos foram reproduzidos com silicona de adição Rema Sil (Dentaurum, Ispringen, Germany) doze vezes, obtendo-se 72 réplicas. Os moldes foram vazados com gesso tipo IV Fuji Rock (Gc Corporation, Tókio, Japão) e posteriormente submetidos a aplicação de endurecedor de gesso Margidur (Benzer-Dental, Zurique, Switzerland). Foram confeccionados doze *copings* utilizando seis tipos de materiais diferentes, *In-Ceran Slip-cast* (Vita Zahnfabrik, Bäd Sackingen, Germany), *Empress II* (Ivoclar Vivadent, Fürstentum, Liechtenstein), *CEREC* (Sirona, Bensheim, Germany), *DCS* (DCS *Dental*, Allschwill, Switzerland), *Decim* (Decim Norden, Skellefres, Sweden) e *Procera* (Nobel Biocare, Götemborg, Sweden). Os *copings* foram submetidos a banho de ouro por quatro minutos com depositador SDC 030 (Balzers Union, Balzers, Liechtenstein) e cimentados com cimento resinoso *Panavia* 21 (Kuraray,

Düsseldorf, Germany) com uma pressão de 50 N realizada por profissional calibrado. Para prevenir a inibição da polimerização do cimento resinoso pelo oxigênio as margens do preparo foram protegidas com *Oxyguard* II (Kuraray, Düsseldorf, Germany). As amostras foram submetidas a observação no microscópio eletrônico de varredura Amray 1810 T (Amray, Wetter, Germany) para a mensuração da desadaptação marginal vertical em oito pontos das peças protéticas na sua margem. Os resultados mostraram um desajuste marginal vertical de 25 ± 18 µm para os *copings* obtidos pelo método convencional, *Empress II* 44 ± 23 µm, *Procera* 17± 16 µm, *Decim* 23 ± 17 µm, *CEREC* 44 ± 23 µm e *DCS* 33 ± 20 µm. Os autores concluiram que o sistema *Procera* e os *copings* convencionais apresentaram menor desadaptação vertical.

Hussain et al. (2006) avaliaram no serviço de saúde publica dos Estados Unidos a diferença da adaptação marginal de coroas de cerâmica pelo processo de confecção do sistema *CEREC 3D* para dois tipos de término cervicais: em ombro e em chanfro. Foram preparados dezesseis molares sendo oito com terminação em ombro de 1,2 mm a 1,5 mm e oito em chanfro de 1 mm. Os blocos de cerâmica feldspática utilizados foram o paradigma e as análises realizadas sob observação de microscopia eletrônica de varredura. Não houve diferença significativa entre os preparos, sendo que o preparo com término em ombro obteve melhores resultados, tendo como media 46 µm de desadaptação marginal contra 65,9 µm do término em chanfro.

Bortolotto, Onisor e Krejci (2006), através de estudo clínico, avaliaram a influência do condicionamento do esmalte com acido fosfórico antes da cimentação de restaurações *inlays* indiretas de compósitos, cerâmicas feldspáticas fabricadas com o sistema *CEREC* 3 e restaurações diretas de compósitos quanto a infiltração

marginal. Foram realizados preparos cavitários proximais para serem restauradas com os três tipos de materiais que foram divididos em dois grupos nos quais eram submetidos ou não a condicionamento ácido fosfórico a 35 % durante vinte segundos. As restaurações de cerâmica tinham como pré tratamento o ácido hidrofluorídrico a 5% por sessenta segundos mais aplicação de silano, enquanto as restaurações indiretas de compósito utilizaram o óxido de alumínio mais aplicação de silano. A mensuração foi realizada através da observação sob microscopia óptica. Houve uma grande diferença na adaptação marginal entre restaurações onde foram realizadas ataque ácido fosfórico em esmalte antes da cimentação, apresentando um *gap* bem menor comparando com as que não fizeram condicionamento ácido. Os maiores valores de desadaptação foram encontrados nas restaurações de compósito indiretas sem condicionamento ácido no esmalte e a melhor adaptação considerada foi com restaurações diretas com o uso do ácido fosfórico.

2.2 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CAD/CAM

Isenberg e Garber (1992) descreveram as evoluções de alguns sistemas CAD/CAM. Os autores relataram que a captura de imagem por varredura óptica e confecção de restaurações com auxílio do computador foram iniciadas com Altschuler, em 1971. O sistema *DENTCAD* desenvolvido por Rekow empregou, no início, uma técnica descrita como estereofotogramétrica, que empregava uma série de fotografias em preto e branco para criar os contornos dentais necessários para reconstituir partes que faltavam na coroa clínica. As informações eram digitalizadas e com o auxílio de um computador fazia a reconstrução da coroa. O sistema foi aperfeiçoado usando o formato digital de contato intrabucal direto através de uma

sonda específica que transmite a imagem para o computador. Embora o sistema esteja em desenvolvimento será capaz de produzir *inlays, onlays* e coroas totais usando resinas, cerâmicas e metais. O sistema *CEREC* já está em operação a algum tempo e está programado para produzir restaurações indiretas em cerâmicas ou resina composta em uma única consulta eliminando o procedimento de moldagem e confecção de restaurações provisórias. A unidade compacta e móvel consiste de três componentes básicos: uma pequena câmera, um computador com monitor e uma máquina de fresagem com três eixos de rotação. Com a evolução do equipamento, o modelo mais recente é dotado de uma nova versão do motor de usinagem que utiliza um motor elétrico em substituição ao motor hidráulico, resultando numa fresagem mais regular e precisa da restauração. Outro equipamento CAD/CAM inovador é o sistema *Celay*, desenvolvido por Eidenbenz na Universidade de Zurich que preconiza uma variação do conceito restauração direta-indireta sem necessidade do emprego do técnico em prótese. O sistema preconiza a moldagem do preparo cavitário com material de precisão diretamente dentro da cavidade bucal do paciente, onde recebe ajuste oclusal, das relações de contato e da integridade marginal. O material é então submetido a um processo de polimerização, antes de ser removido do dente, para servir como protótipo, a ser copiado e reproduzido em cerâmica ou resina composta, em um sistema especial de usinagem.

Mörmann e Bindl (1996) compararam a eficiência do *CEREC 2,* introduzido no mercado em setembro de 1994 em relação com o seu antecessor. O *CEREC 2* apresenta uma unidade de captura com um novo desenho que torna mais prático o seu manejo e melhora a qualidade do escaneamento. O aprimoramento da câmera também foi realizado em relação a quantidade de *pixels* que diminiu de 54 x 54 µm

para 25 x 29 µm. Com essa mudança houve uma melhora acentuada na simetria da imagem, minimizando a margem de erro durante a demarcação dos limites do preparo. Com a diminuição da quantidade de *pixels* a resolução da impressão óptica dobrou em relação ao *CEREC 1.* A impressão óptica numa *inlay* mésio-ocluso-distal passou de quatro milhões de Voxel do *CEREC 1* (2) para 32 milhões de Voxel no *CEREC 2,* permitindo um melhor armazenamento de imagens. A imagem do preparo escaneado é magnificada em 12 vezes contra oito do *CEREC 1*. As ferramentas oferecidas pelo programa nos permite configurar as restaurações com a máxima precisão tanto na superfície oclusal quanto nas proximais. O sistema de fresagem foi modificado com a substituição dos discos diamantados por brocas cilíndricas proporcionando maior precisão na escultura das paredes axiais e superfície oclusal. Os autores relataram que a precisão do sistema *CEREC 2* é 2,4 vezes maior que o sistema *CEREC 1.* Um estudo revelou que de 17 *inlays* com preparos para restaurações MOD confeccionadas com *CEREC 1* apresentaram uma desadaptação marginal de 84 ± 38 µm e 26 *inlays* com o mesmo tipo de preparo manufaturadas com o sistema *CEREC 2* mostraram um desajuste de 56 ± 27 µm quando observadas em microscopia eletrônica de varredura.

Mörmann e Schug (1997) relataram a evolução do sistema mecânico e do software do *CEREC 2* em relação ao seu antecessor. As primeiras pesquisas investigando a desadaptação marginal em restaurações confeccionadas com sistema CAD/CAM *CEREC 1* foram realizadas em 1986. Em doze molares isentos de cárie foram realizados preparos classe II mésio-ocluso-distal. Seis dentes (grupo 1) tiveram a margem cervical posicionada aproximadamente 1,5 mm acima da junção amelo-cementária que foram classificadas como preparação profunda e os outros dentes (grupo 2) foram preparados incluindo a junção amelo-cementária, que

foram chamados de preparos muito profundos. Seis dentes foram restaurados com *inlays* confeccionadas com sistema *CEREC 2* e os outros foram restaurados com *CEREC 1*. Foram utilizados blocos Vita Mark II (Vita Zahnfabrik – Bad Säckingen - Germany) para a obtenção das restaurações. As *Inlays* foram cimentadas com A.R.T Bond (Coltene/Whaledent – Zurich - Swiss). Os corpos-de-prova foram observados no microscópio eletrônico de varredura com aumento de 100 vezes e trinta e seis sítios foram mensurados: doze na face oclusal, quatro no ombro, quatro na proximal lateral (profundo), quatro na proximal lateral (muito profundo), quatro na linha angular (profundo), quatro na linha angular (muito profundo), duas gengival (profundo) e duas gengival (muito profundo). Os resultados estatísticos foram analisados pelo teste t. As restaurações confeccionadas com o sistema *CEREC 2* apresentaram melhor adaptação marginal em relação as confeccionadas com o *CEREC 1.*

Sindel e Petschelt (1998) avaliaram o desempenho de dois tipos de cerâmicas utilizadas em sistemas CAD/CAM. As cerâmicas estudadas foram: Vitablocks Mark II (Vita Zahnfabrik – Bad Säckingen-Germany), cerâmica feldspática com 80 % de matriz de vidro e *Dicor* MGC (De Trey/Dentsply-Konstanz-Germany), tetrasilica fluoramida vidro cerâmica com 30% de matriz de vidro. Os blocos cerâmicos foram fresados com a utilização do sistema *CEREC* 1(Siemens-Bensheim-Germany), através de um disco diamantado em alta velocidade. As amostras foram fresadas com um desenho retangular (10 x 10 x 1,4 mm) de acordo com a prática dental. A morfologia das amostras foi examinada através de um microscópio eletrônico de varredura (Leitz Isi 50-Akashi-Japan). As faces interna das amostras foram avaliadas com o auxílio de um microscópio de varredura a laser (CLSM, Carl Zeiss, Oberkochen, Germany). A resistência das amostras foi

determinada através do teste de flexão biaxial de acordo com o método *balls-on-three-balls* numa velocidade de 0,2 mm por minuto. Os resultados mostraram que a cerâmica feldspática apresentou uma área de microfratura de 40 µm a 60 µm da margem fresada enquanto o vidro ceramizado apresentou uma deformação plástica em toda sua extensão.

Strub e Beschnidt (1998) usaram dentes naturais, extraídos, para avaliar a resistência à fratura de cinco tipos de coroas totalmente cerâmicas. Os dentes foram divididos em seis grupos, sendo confeccionadas coroas totais nos sistemas: metalo-cerâmico (controle), *In-Ceran, IPS Empress* pintura, *IPS Empress* estratificado, *Celay* feldspático *e Celay In-ceran.* Os preparos foram confeccionados com redução oclusal de 2 mm a 3 mm, término com ombro arredondado com 1,2 mm de espessura, expulsividade de quatro a seis graus e altura aproximada de 5 mm a 6 mm. Os preparos foram moldados utilizando a técnica de tempo único com poliéter e os troquéis foram vazados com gesso tipo IV. Todas as coroas estavam aliviadas em relação aos preparos, a fim de evitar a tensão e desajustes em relação ao assentamento cervical. As coroas foram cimentadas com cimento resinoso sob pressão digital. Os *copings* de *In-Ceran* tinham espessura de 0,5 mm na parede axial e 1 mm na borda incisal, enquanto o grupo de IPS *Empress* estratificado foi feito com espessura de 0,8 mm. Em cada grupo de coroas, metade foi submetida à ciclagem térmica e mecânica. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os seis grupos. Entretanto, diferença estatística foi evidenciada, mostrando um decréscimo na resistência à fratura nos grupos ciclados quando comparados aos não ciclados. Os autores afirmam que diversos fatores podem ter interferido nesses resultados, como o desenho do preparo, o tipo de cerâmica, espessura da coroa, método de cimentação, e ciclagem térmica e mecânica.

Singer e Bryant (1998) avaliaram *inlays* confeccionadas pelo sistema CAD/CAM *CEREC* e a influência do agente cimentante durante três anos. Neste estudo, 21 pacientes foram selecionados e receberam restaurações de *CEREC* de duas ou três faces com margens completamente fixadas em esmalte usando dois a quatro agentes cimentantes: resina composta de micropartículas, resina composta híbrida fina, resina composta híbrida levemente grossa e um cimento de ionômero de vidro em cápsula. A porcetagem de margem contínua na face oclusal foi avaliada entre o esmalte-agente cimentante e agente cimentante-interface da cerâmica, utilizando um microscópio eletrônico de varredura. O estudo mostrou que as restaurações *CEREC* exibiram alta qualidade marginal após três anos, independente do agente cimentante. A adaptação marginal foi mais durável na interface esmalte-agente cimentante do que na interface agente cimentante-cerâmica. Embora não tenha havido diferença na adaptação marginal entre os agentes cimentantes usados no estudo, o compósito de micropartículas mostrou menos evidência de desgaste. Baseado nestes achados, o compósito de micropartículas foi escolhido para a cimentação das restaurações.

Molin e Karlsson (2000) realizaram um experimento clínico randomizado de três sistemas cerâmicas de *inlays*, incluindo o *IPS Empress*. Vinte pacientes incluídos neste estudo receberam cada um, quatro *inlays:* uma de ouro fundido, uma com o sistema *IPS Empress*, uma com sistema *CEREC* e uma com sistema *Mirage*. Foram restaurados nove molares e onze pré-molares com o *IPS Empress*, sendo que onze dessas restaurações envolviam três superfícies e o restante, duas superfícies. Dois examinadores calibrados avaliaram as restaurações, usando o critério da Associação Dental da Califórnia em um, três e cinco anos. Em cinco anos, quatro das vinte restaurações *inlays* sofreram fraturas. A hipersensibilidade

pós-operatória não foi experimentada com quaisquer das restaurações *IPS Empress*. As infiltrações marginais ocorreram em quarenta e cinco por centro das restaurações confeccionadas.

Filser et al. (2001) verificaram a confiabilidade e a resistência de restaurações totalmente cerâmicas fabricadas pelo processo de usinagem direta da cerâmica através de um sistema computadorizado conhecido como *Direct Ceramic Machine* (DCM). Este processo permite a fabricação rápida de restaurações totalmente cerâmicas com alta resistência mecânica e uma boa biocompatibilidade. Na DCM, uma estrutura compacta é fresada a partir de um bloco de óxido de zircônia tetragonal com óxido de alumina. Para melhorar a qualidade estética, a estrutura é revestida com cerâmica de cobertura estratificada. Comparada com as restaurações de *In-Ceran Alumina e IPS Empress 2*, a resistência mecânica das estruturas de zircônia é duas vezes maior, permitindo que as restaurações suportem as altas forças da mastigação em região de molares. Em termos de confiabilidade, pontes de zircônia confeccionadas pelo sistema DCM apresentam maior resistência em relação ao sistema *In-Ceran e IPS Empress 2*. Um estudo clínico de próteses parciais fixas de três elementos instaladas na região de molares apresentaram excelente resposta clínica após um ano de observação.

Josephine et al. (2001) avaliaram a resistência a flexão de três sistemas cerâmicos, IPS Empress, In-Ceram e *Procera*. Trinta discos de 20 mm x 2 mm de porcelana foram confeccionados conforme a especificação número 69 da ADA. Um colorímetro (Minolta Chroma CR-300) foi utilizado para a obtenção da cor de cada amostra. O colorímetro foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante. O sistema *CIELAB* foi usado para determinar diferentes cores das amostras através da mensuração computadorizada. Todas as amostras foram imersas numa solução

saturada de azul de metileno por 24 horas. Os cp foram colocados por 15 segundos no ultra som para limpeza. Os valores foram medidos e gravados. Cada disco foi também observado visualmente para verificar qualquer alteração de cor. Mudança de cor de cada amostra foi registrdo. Em relação à resistência a flexão, foi utilizado o máquina de ensaio universal (model 8501, Instron). A média de aplicação de força foi ajustada para 0,5 N por segundo. A força foi aplicada entre os suportes. Os resultados mostraram uma resistência a flexão de 177 MPa para o *IPS Empress*, 323 MPa para o *In-Ceran* e 464 para o *Procera.*

Apholt et al. (2001) compararam, através de estudo *in vitro,* a resistência a flexão do *In-Ceran* alumina com *In-Ceran* zircônia, utilizados no sistema *CEREC 2.* Seis grupos de 15 amostras, utilizando barras de 3 x 4 x 13 mm, sendo cinco de *In-Ceran* alumina e um de *In-Ceran* zircônia foram examinados usando o teste de três pontos. Os grupos fora divididos em T1, T3, T4 e T5 (*In-Ceran* alumina – maquinados), T2 (*In-Ceran* alumina _ *Slip cast*) e T6 (*In-Ceran* zircônia). Os resultados mostraram valores de 324 MPA, 348 MPa, 374 MPa, 406 MPa, 434 MPa e 475 MPa respectivamente para T1, T2, T3, T4, T5 e T6 em relação a resistência a flexão. Os autores concluíram que as barras de alumina e zircônia de 3 x 4 x 13^3 produzidas para prótese parciais fixas de três elementos são compatíveis em resistência com a demanda mastigatória e que o *In-Ceran* zircônia apresentou uma resistência a flexão 25% maior que o *In-Ceran* alumina.

Souza e Coelho (2003) descreveram as aplicações da tecnologia CAD/CAM na industria contemporânea. A utilização de sistemas CAD/CAM foi, por muito tempo, limitada à industria aeroespacial e automobilística. Isto ocorria, devido aos altos custos que envolvia o complexo *hard/software* assim como a qualificação da mão de obra especializada. Ao final da década de 90, com o desenvolvimento de um

sistema operacional robusto para aplicação em PCs (Windows NT), houve uma migração das empresas que desenvolviam seus sistemas CAD/CAM baseados em sistema operacional UNIX. Esse fato, além de reduzir o custo do *hardware,* minimizou também a necessidade de usuários extremamente especializados. O sistema operacional Windows tornou a aplicação do conceito bastante interativa, tornando mais intuitiva à utilização destes sistemas. Existe, atualmente uma grande variedades de *software* CAD tridimencionais disponíveis no mercado, e estes podem ser caracterizados, principalmente, pela forma utilizada para gerar os desenhos, que estão relacionados com o seu modelador geométrico (Kernel), que é o núcleo do *software.* Este núcleo pode ser classificado como: modeladores sólidos, modeladores de superfície e híbridos. Os sistemas CAD evoluíram da tecnologia 2D para 3D sendo capazes de realizar uma gama ampla de tarefas a um custo operacional relativamente baixo.

Masek (2003) descreveu a evolução do sistema *CEREC* desde a introdução do *CEREC 1* no mercado em 1985 até a versão atual. Acessórios e *software* atualizados contribuíram para melhoria do desenho das restaurações assim como sua adaptação marginal. O contínuo desenvolvimento do sistema foi demonstrado com a produção do *CEREC 3* em 2000. A atualização do *software* aliada a migração para o sistema operacional Windows tornou o sistema mais fácil de operar assim como abriu um leque de opções que melhoram a qualidade das restaurações indiretas. O *software* do *CEREC 3* permite a aquisição e processamento da imagem com maior velocidade e definição, facilitando os procedimentos operacionais. O programa utiliza a tecnologia 3D permitindo que o operador tenha uma visão tridimensional do preparo podendo o mesmo ser girado em 360 graus. Uma ferramenta do programa permite um alinhamento automático do término do

preparo durante a sua delimitação. O escaneamento pode ser realizado diretamente na cavidade bucal do paciente (câmera de captura) ou a partir de um modelo de gesso (*CEREC Scan*). O método de desenho das restaurações pode utilizar o sistema de correlação ou o sistema personalizado. O *software* possibilita um perfeito ajuste dos contatos proximais, contatos oclusais assim como o posicionamento do equador protético das restaurações. Com todas as atualizações implementadas ao sistema *CEREC 3*, as peças protéticas confeccionadas com o sistema apresentam-se num melhor nível que as confeccionadas com os seus precursores.

Kenneth, Schenkel e Estefan (2004) descreveram as características do sistema CAD/CAM *CEREC 3* e suas evoluções. *O CEREC 3* é um aparelho de alta precisão desenvolvido com a finalidade de confeccionar *inlays, onlays* e coroas de cerâmica ou de compósito a partir do escaneamento de um preparo, com alto nível de resolução. O sistema utiliza a tecnologia 3D que nos permite fazer a captura de imagem e fresagem das peças protéticas na mesma consulta, eliminando a fase laboratorial, com conseqüente diminuição do tempo de tratamento do paciente. O escaneamento dos preparos protéticos pode ser realizado diretamente sobre o dente ou através da obtenção de modelos. O escaneamento intra-bucal tem a sua maior indicação para preparos supra gengivais tais como *inlays* e *onlays* sendo neste caso utilizado o módulo *chair side*, usando a câmera de captura na cavidade bucal do paciente. Para se obter a imagem, um material de contraste associado a um propelente deve ser aplicado para a evidenciação dos limites do preparo cavitário. Esse procedimento dispensa a moldagem do preparo. Para os preparos sub-gengivais o melhor procedimento é após o afastamento gengival, realizar a moldagem da área de interesse e obtenção do modelo de trabalho, para futuro escaneamento. O sistema de captura de imagem utiliza uma câmera de alta

resolução com leitura através de raios infravermelhos possibilitando a aquisição de imagens de ótima definição. Através do *software* preconizado pelo sistema é possível proceder a digitalização da imagem, troquelização e posteriormente a marcação dos limites do preparo. A utilização da tecnologia 3D, nos permite acessar inúmeras opções para o tratamento de imagens em relação a anatomia das restaurações. Dentro dessas possibilidades é possível ajustar os pontos de contatos inter-proximais, posicionar o equador protético das coroas, adicionar ou remover cerâmica e esculpir sulcos e fossas com a máxima precisão. A fresagem da restauração é realizada por duas brocas diamantadas , uma cilíndrica e outra cônica, que fazem o desgaste axial e oclusal respectivamente

Hilgert, Calazans e Baratieri (2005) descreveram a evolução do sistema *CEREC.* Os autores relataram que o sistema, lançado comercialmente em 1986, vem sofrendo uma série de modificações, estando atualmente na sua terceira versão. O sistema pode ser utilizado em três variações, sendo duas relacionadas diretamente com o cirurgião dentista e uma para laboratórios de prótese dentária. O *CEREC 3* é constituído de uma unidade de captura de imagem intra-bucal, que realiza a impressão óptica do preparo diretamente na boca do paciente e uma unidade de fresagem de blocos cerâmicos ou de resina composta. Os equipamentos relacionados ao cirurgião dentista são utilizados no modo *chair side* onde o profissional realiza o preparo protético, aplica uma substância de contraste (*CEREC powder*) e em seguida faz o escaneamento intra bucal, processa a imagem obtida, utilizando o s*oftware CEREC 3D* e confecciona a restauração indireta através da fresagem de blocos cerâmicos ou de resina composta, proporcionando condições de executar a cimentação da peça protética na mesma seção, eliminando desta forma os procedimentos de moldagem e confecção de restaurações provisórias. No

segundo modo, após o preparo protético, realiza-se a moldagem e vaza-se gesso tipo IV associado a aplicação de substância de contraste (*CEREC powder*) ou um gesso que contem a substância contraste inserida na sua composição (*CAM-base*) e posicona-se o modelo no *CEREC Scan* para o escaneamento do preparo. O *CEREC In Lab*, semelhante ao *CEREC Scan*, porém, destinado ao uso laboratrial, também realiza a leitura do preparo a partir de um modelo e tem como principal indicação, a confecção de infra-estruturas para coroas e próteses parciais fixas isentas de metais.

Baum (2005) relatou que a utilização da informática na odontologia proporcionou condições de aplicabilidade da tecnologia CAD/CAM para confecção de próteses e conexões para implantes. O sucesso da tecnologia CAD/CAM deve-se a alta precisão, versatilidade, emprego de diferentes materiais, consistência e previsibilidade. A utilização deste recurso torna-se cada vez mais importante para os protéticos e cirurgiões dentistas que buscam o máximo de precisão nos trabalhos de reabilitação de seus pacientes. A utilização de sistemas livres de metal simplifica o trabalho, pois não há necessidade de mascarar a cor acinzentada do metal. O sistema CAD/CAM *Procera* utiliza um *scanner* com leitura por contato, devido à maior precisão oferecida, se comparada a outros tipos de leitura. Após a digitalização, os dados são transferidos para um programa de *software* específico, onde o operador deverá delimitar o término do preparo, definir a espessura da infra-estrutura e selecionar o material a ser empregado, como titânio, alumina ou zircônia. O *scanner* leva de três a quatro minutos para realizar a digitalização do troquél em gesso tipo IV ou em padrão de cera, no caso de pilares personalizados sobre implantes. Em 2005 o sistema *teeth-in-an-hour,* foi colocado no mercado*,* que consiste no planejamento cirúrgico protético através de tomografias digitais, antes da

instalação dos implantes, com o objetivo de reabilitar proteticamente o paciente logo após a cirurgia para instalação de implantes.

Para Augusto et al. (2005), a adaptação marginal tem que estar entre 50 µm e 100 µm, pois se for maior, a espessura de cimento também será maior estando sujeito a um pronunciado desgaste por abrasão nas margens das restaurações o que provocaria velamento marginal. Uma espessura muito fina pode provocar aumento de stress de contração de polimerização levando falhas entre o dente e a restauração. Este mesmo estudo relatou que as falhas nas restaurações de cerâmicas confeccionadas pelo sistema CAD/CAM são de 1,7%, enquanto no método convencional esses valores chegam a 1,9% para cerâmicas e 2,9% para os compósitos e que para confecção de dentes posteriores era necessária uma única consulta, já para dentes anteriores seria necessário maior número de consultas para melhor caracterizar as restaurações. A adaptação marginal e interna, observada através de análise microscopia de coroas de cerâmicas fabricadas pelos sistemas CAD/CAM mostra a mesma exatidão das coroas fabricadas pelas técnicas convencionais.

Rekow e Thompson (2005) analisaram utilização de diversos tipos de cerâmicas usados nos sistemas CAD/CAM. A aplicação da tecnologia CAD/CAM na odontologia teve seu início com a produção de *inlays* em 1984 seguida da confecção de coroas totais no ano seguinte. O numero de sistemas CAD/CAM aumentou consideravelmente, tendo hoje no mercado mais de 15 sistemas operacionais, oferecendo desde a produção de uma simples restaurações até próteses parciais fixas. Paralelamente estamos presenciando um intenso esforço no desenvolvimento de novos materiais cerâmicos para explorar a capacidade de manufatura dos sistemas CAD/CAM. Materiais como o vidro ceramizado, leucita, alumina e zircônia

tem sido incorporados às cerâmicas convencionais com o objetivo de aumentar a sua resistência a flexão, 353 MPa para o vidro ceramizado, 110 MPa para a leucita, 550 MPa para a alumina, tornando os mais resistentes e diminuindo a possibilidade de fratura das restaurações. Os autores relataram a necessidade de escolha do material apropriado para cada situação clínica alertando que para restauração de dentes posteriores, devido ao maior pressão mastigatória devemos utilizar cerâmicas reforçadas para evitar o insucesso.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste trabalho foi testar a hipótese de que a utilização do gesso *CAM-base* durante o escaneamento da superfície do troquél leva a melhores resultados em relação a desadaptação cervical, quando comparado a técnica utilizando gesso tipo IV *Herostone* associado a aplicação de *CEREC powder.*

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 MATERIAL

Adesivo a base de cianocrilato *Loctite* (Henkel – São Paulo - Brasil)

Blocos de cerâmica feldspática V*itablocs Mark II* (Vita Zahnfabrik – Bäd Sackigen - Germany)

Broca diamantada nº 1172 (Komet-Brasseler – Atlanta – USA)

CEREC Propellant (Vita Zahnfabrik – Bäd Sackigen - Germany)

CEREC Powder (Vita Zahnfabrik – Bäd Sackigen - Germany)

Cuba para manipulação de gesso (AG – São Paulo - Brasil)

Depositador de ouro *CED 030* (Balzer Union – Balzer - Liechtenstein)

Disco diamantado S*uperdiaflex* (Horico Dental – Berlim - Germany)

Espátula para manipulação de gesso (AG – São Paulo - Brasil)

Gesso *CAM-base* (Dentona – Dortmund - Germany)

Gesso *Herostone* (Vigodent – Rio de Janeiro - Brasil)

Microscópio eletrônico de varredura *JSM 5800* (JEOL – Shinagawa – Japan)

Micro-motor *K4* (Kavo - Potsdam - Germany)

Paquímetro digital (Qualitätsprot – Mattcthrom - Germany)

Polivinilsiloxano *Express* (3M ESPE – Seefeld - Germany)

Sistema CAD/CAM *CEREC 3* (Sirona – Benshein - Germany)

Troquél em níquel-cromo (R&R – Rio de janeiro – Brasil)

4.2 MÉTODO

4.2.1 Confecção do modelo mestre

Foi confeccionado um modelo mestre em níquel-cromo de um preparo para coroa total em cerâmica pura em um canino superior, com as seguintes características: altura 7,8 mm, desgaste axial de 1,2 mm, convergência das paredes axiais de seis graus, diâmetro axial maior de 6,8 mm e término em chanfro profundo (Figura 1).

Figura 1 - Modelo mestre

4.2.2 Confecção dos troquéis

A partir da moldagem do modelo mestre, posicionado previamente num arco dental preparado para esta finalidade, com silicona de adição (Express, 3M ESPE, Seefeld, Germany), pela técnica de dupla moldagem, em dois tempos, obedecendo as recomendações do fabricante, quanto a técnica e a dosagem, foi

obtido um molde. No molde de silicone foi vertido gesso *Herostone* (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) por cinco vezes, compondo o grupo 1 (Figura 2) . Em seguida mais cinco troquéis com gesso *CAM/base* (Dentona - Dortmund – Germany), foram confeccionados no mesmo molde de silicone, grupo 2 (Figura 3). Os materiais empregados para a confecção dos troquéis seguiram a orientação do fabricante quanto a proporção e manipulação. Tanto o gesso *Herostone* quanto o *CAM-base* foram manipulados numa relação líquido/pó de 20 ml para 100 g por quarenta segundos.

Figura 2 -Troquel obtido em gesso tipo IV *Herostone*

Figura 3 - Troquel obtido em gesso *CAM-base*

4.2.3 Escaneamento dos troquéis

Nos troquéis obtidos com gesso tipo IV *Herostone* (grupo 1) foi aplicado uma substância contraste *CEREC Powder* (Vita Zahnfabrik, Bäd Sackigen, Germany) com propelente *CEREC* (Vita Zahnfabrik, Bäd Sackigen, Germany). Tal procedimento não foi necessário nos troquéis obtidos com o gesso *CAM-base* pois o mesmo já possui contraste na sua composição. Os troquéis foram escaneados com o sistema CAD/CAM *CEREC* 3 (Sirona, Benshein, Germany) (Figura 4 e Figura 5) por profissional previamente treinado. As imagens do preparo assim obtidas

foram tratadas utilizando as ferramentas fornecidas pelo programa *CEREC* 3D, preconizado pelo sistema para delineamento das margens. Nesta pesquisa, como o objetivo se relaciona ao desajuste marginal não foi necessário a utilização de recursos para planejar a morfologia com vistas à função.

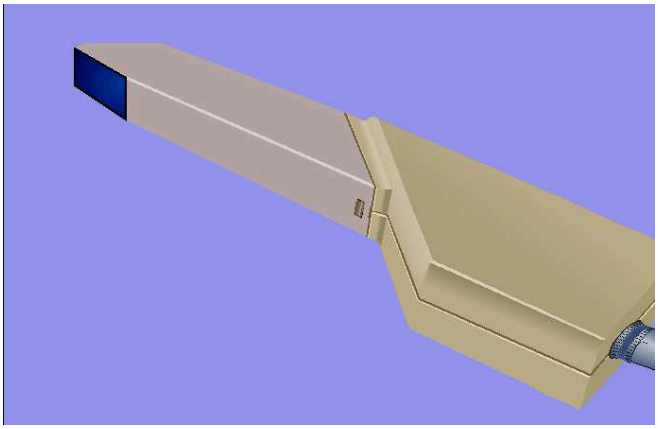

Figura 4 - Câmera de captura

Figura 5 - Sistema *CAD/CAM CEREC*

4.2.4 Confecção das amostras

4.2.4.1 Fresagem das amostras

Com base nas imagens tratadas, as amostras foram confeccionadas a partir da fresagem de blocos de cerâmica feldspática *Vitablocks MK II* (Vita Zahnfabrik, Bäd Sackigen, Germany) (Figura 6), com *CEREC 3 Scan* (Sirona, Benshein, Germany) (Figura 7). O bloco cerâmico fornecido pelo fabricante, consiste de uma

peça cerâmica unida a uma haste metálica, que tem a finalidade de fixar o mesmo na unidade fresadora. O desgaste do bloco cerâmico foi realizado pore duas pontas diamantadas, uma cilíndrica e outra cônica, que realizaram a fresagem dos planos axiais interno e externo e oclusal respectivamente. Por essa manobra foram obtidas cinco coroas do grupo 1 (Figura 8) e cinco do grupo 2 (Figura 9).

Figura 6 - Blocos *Vitamark MK 2*

Figura 7 - *CEREC Scan*

Figura - 8 Amostras grupo 1

Figura - 9 Amostras grupo 2

4.2.4.2 Deposição de ouro

As amostras foram submetidas a banho de ouro por quatro minutos utilizando um depositador de ouro (Balzer Union – Balzer – Liechenstein) para observação em microscópio eletrônico de varredura. A Figura 10 mostra o esquema de deposição de ouro.

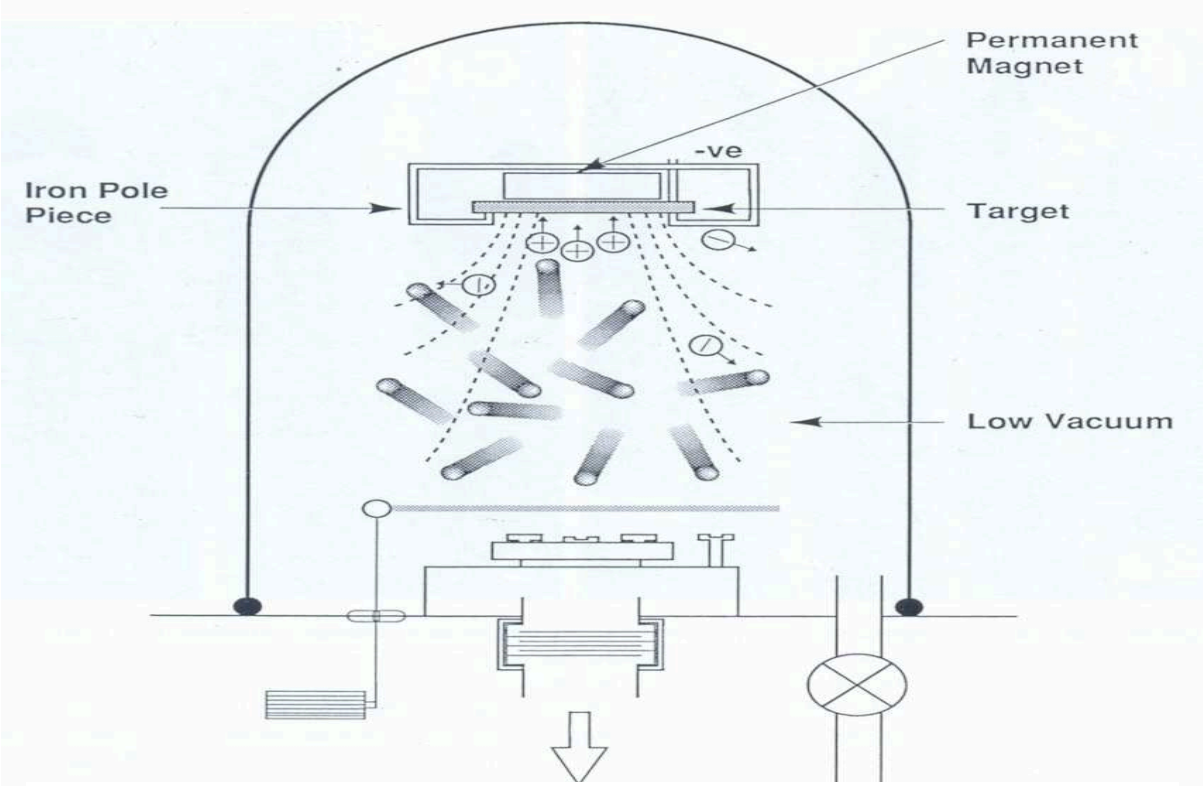

Figura 10 - Esquema de Deposição de ouro

Figura 11 - Amostras grupo1 com deposição de ouro

Figura 12 - Amostras grupo 2 com deposição de ouro

4.2.5 Preparo dos corpos-de-prova

As amostras foram fixadas ao modelo mestre com uma gota de adesivo a base de cianocrilato *Loctite* (Henkel, São Paulo, Brasil), com o objetivo de manter o posicionamento da peça em relação ao modelo. Foram realizadas marcações com disco diamantado *Superdiaflex* (Horico Dental – Berlim – Germany) nas faces vestibular, lingual, mesial e distal, para posterior posicionamento da amostra e observação em microscópio eletrônico de varredura, que constitui o corpo-de-prova do experimento (Figura 13).

Figura 13 – Corpo-de-prova

4.2.6 Observação em microscopia eletrônica de varredura

As amostras foram observadas em relação a desadaptação marginal vertical nas faces vestibular, lingual, mesial e distal em microscopia eletrônica de varredura (Figura 14) usando um microscópio JEOL JSM 5800 LV (JEOL – Shinagawa – Japan), aumento de duzentas vezes, no Instituto Militar de Engenharia, Rio de

Janeiro. Foram obtidas imagens de elétrons secundários com energia do feixe de 20 KV, ângulo de incidência T = 0 grau e distância focal Z = 26,5mm para todos corpos-de-prova. A mensuração foi realizada, por um operador calibrado e treinado, nas fotomicrografias (Figura 15), com paquímetro digital (Qualitätsprot – Mattcthrom – Germany) e nível de sensibilidade de 0,001 mm. Os valores do desajuste foram obtidos usando como parâmetro a régua de valores contida na fotomicrografia, pela proporção, aplicando-se regra de três simples.

Figura 14 - Microscópio eletrônico de varredura

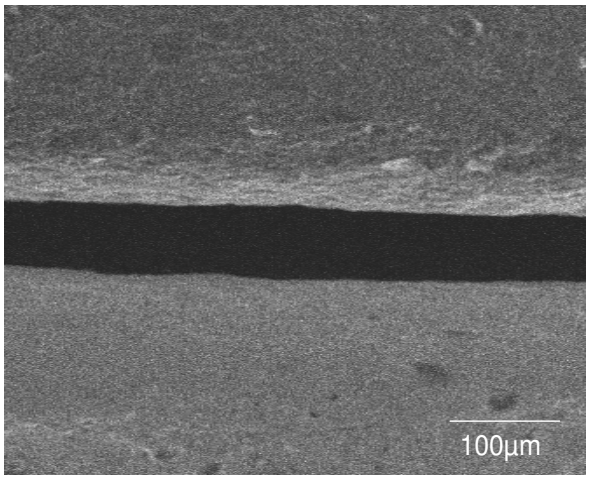

Figura 15 - Fotomicrografia do corpo-de-prova

4.2.7 Análise estatística

Os valores obtidos na mensuração do desajuste foram submetidos ao tratamento estatístico aplicando os testes ANOVA e Tukey.

5 RESULTADOS

Para cada corpo-de-prova, foi obtida uma fotomicrografia. Em seguida com o auxílio de um paquímetro digital, foi mensurado o desajuste que, com base na escala da própria fotomicrografia, foi transformado nos resultados deste estudo.

Os valores individuais de desadaptação cervical vertical das amostras, cujo material empregado para confecção do troquel foi o gesso *Herostone* (grupo 1), nos locais mensurados e as respectivas médias, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores individuais e médias do grupo 1 em µm

Grupo 1	Vestibular	Lingual	Mesial	Distal
Amostra 1	84	88	86	86
Amostra 2	77	79	81	84
Amostra 3	78	*83*	83	85
Amostra 4	*66*	76	79	76
Amostra 5	67	78	79	78
Média	74,4	80,8	81,6	81,8

Na Tabela 2 estão apresentados os valores individuais e as médias das amostras, no qual o material empregado foi o gesso *CAM-base* (grupo 2), nos locais de mensuração.

Tabela 2 - Valores individuais e médias do grupo 2 em µm

Grupo 2	Vestibular	Lingual	Mesial	Distal
Amostra 1	58	*59*	59	63
Amostra 2	55	58	60	69
Amostra 3	58	59	61	66
Amostra 4	49	50	55	61
Amostra 5	62	63	57	64
Média	56,4	57,8	58,4	64,6

O teste estatístico empregado foi a ANOVA de dois fatores (material e local) apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da ANOVA para o nível de signicancia de 5%

	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
Gesso	1	4141,225	32	21,5125	192,5032	0,000000*
Localização	3	102,625	32	21,5125	4,770482	0,007364*
Interação	3	25,49167	32	21,5125	1,18497	0,330955

*Significante ao nível de 5%

A análise estatística evidenciou diferença significante para os fatores material (gesso) e local (localização) quando comparado os grupos 1 e 2. Entretanto a interação entre os mesmos mostrou diferença significativa. Por esta razão foi aplicado o teste de Tukey. Na Tabela 4 está apresentado o resultado do teste de TUKEY com significância de 5%.

Tabela 4 - Teste de Tukey 5% alpha=0,5

Gesso	Localização	Média	sd	Conjuntos Homogêneos
CAM-base	vestibular	56,40000	7,70	A
CAM-base	lingual	57,80000	4,76	A
CAM-base	mesial	58,40000	2,96	A
CAM-base	distal	64,60000	4,49	A
Herostone	vestibular	74,40000	4,82	B
Herostone	lingual	80,80000	4,76	B
Herostone	mesial	81,60000	2,40	B
Herostone	distal	81,80000	3,04	B

Letras diferentes apresentam significância ao nível de 5%

Para melhor visualização dos resultados obtidos, os mesmos estão apresentados na forma de gráfico do tipo “Box/plot”. (Figura 11).

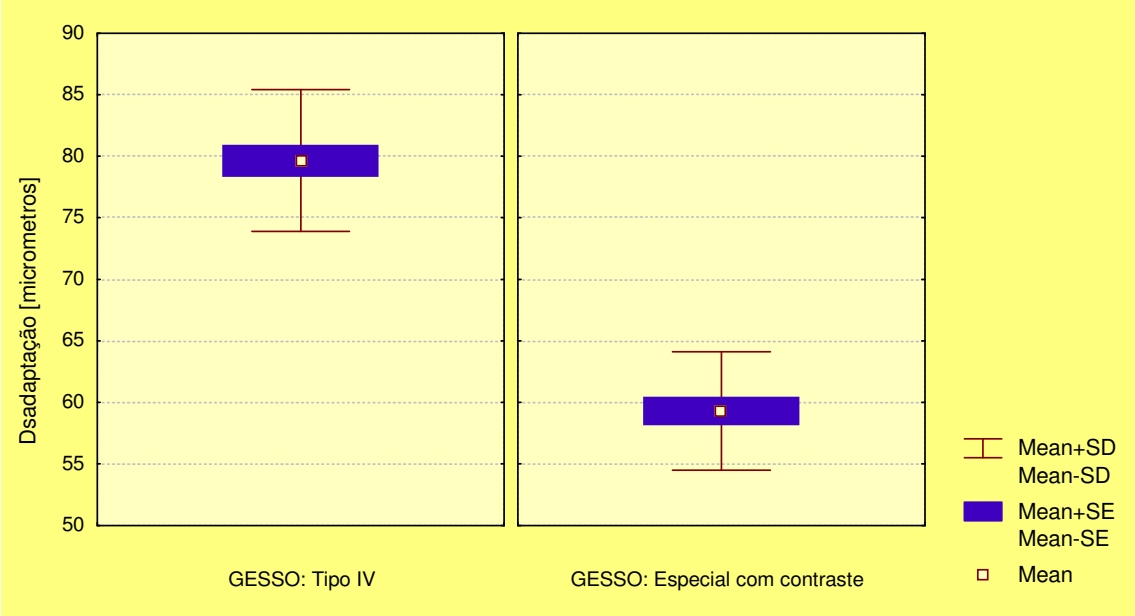

Figura 16 – Gráfico “Box/plot” apresentando os valores de desadaptação, média, mediana e desvio padrão

6 DISCUSSÃO

O sucesso d0 tratamento reabilitador pode ser avaliado levando em consideração diversos fatores que podem servir como parâmetro. Não existem dúvidas que o objetivo a ser focado deve ser sempre a devolução da função mastigatória, fonética e estética. Quando estas funções são restabelecidas a longevidade desta condição passa a ser o padrão para avaliar o sucesso ou insucesso do tratamento.

Para se obter um prognóstico favorável na reabilitação bucal, algumas condições durante o tratamento, tais como: as propriedades físicas, químicas e biocompatibilidade dos materiais empregados são determinantes. Neste contexto, a odontologia passou por fases em que algumas exigências não se apresentavam como prioridade e o uso de restaurações metálicas levavam ao que era considerado objetivo alcançado. Atualmente, a preocupação pela associação da função e estética tem levado os pesquisadores e a indústria a buscarem materiais que contemplem as reabilitações com boas propriedades físicas, químicas e de biocompatibilidade.

Pode-se considerar que algumas propostas promissoras já estão acontecendo, principalmente com o emprego das cerâmicas, mais recentemente com o uso de sistemas sem metal. Entretanto, pelas próprias características deste material, algumas limitações inerentes a cerâmica não permitem alcançar a longevidade esperada. Quanto as propriedades, principalmente as mecânicas, diversas propostas têm sido realizadas com bons resultados e com reais expectativas de se conseguir bons resultados.

Outro fator de grande importância, para maior durabilidade das

restaurações, se refere ao comportamento das estruturas dentais e periodontais na interface material restaurador e substrato dental, que determina inclusive a espessura da linha do cimento. Para se conseguir melhor adaptação, diversas propostas têm surgido com indicação de diversos sistemas, tais como da injeção da cerâmica (MCLEAN, 2001; SJÖGREN, 1995; SULAIMAN et al., 1997), sistema *In-Ceran* (RICCI; JORGE; FONSECA, 2003; RINKE; HULS; JANH, 1995) e sistemas que utilizam o recurso *CAD/CAM* (BINDL; MÖRMANN, 2005; HUSSAIN et al., 2006).

Devido a vantagens que oferece o sistema *CAD/CAM,* neste trabalho procurou-se verificar o desempenho das duas possibilidades, na aplicação extra-bucal, da utilização do sistema *CEREC*. A primeira com o escaneamento do preparo sobre gesso convencional associado a substância de contraste (*CEREC Powder*) e a outra com a utilização do gesso CAM-base . Ambos os materiais apresentam como propriedades físicas: ireza de 300 N/mm^2, resistência a compressão entre 70 e 100 MPa, expansão de 0,08 % e tempo de presa de sete a oito minutos.

Os resultados obtidos mostram a validade do sistema uma vez que os valores de 56,40 µm a 64,60 µm para o gesso *CAM-base* e de 74,40 µm a 81,80 µm para o gesso tipo IV, são compatíveis com os trabalhos de Bindl e Mörmann (2005) que usaram além do *CEREC* os sistemas *In-Ceran, Empress,* DCS, *Decim e Procera ,* Hussain et al. (2006), Reich et al. (2005), Sjögren (1995) e Vahidi, Egloff e Panno (1991). Ainda com base nos resultados, a aplicação do elemento de contraste (*CEREC powder*) através de um gás propelente, provavelmente pela alteração da morfologia do preparo mostrou valores de desadaptação maior, quando comparado com as coroas confeccionadas sobre os troquéis de gesso "*CAM-base*".

Quanto ao método utilizado nesta pesquisa, para mensurar o desajuste, Foi preconizado a deposição de ouro nas amostras para observação em microscópio

eletrônico de varredura com aumento de duzentas vezes com o objetivo de avaliar com a máxima precisão o nível de assentamento das amostras no modelo padrão.

As amostras não condutoras de eletricidade, ao serem observadas em microscopia eletrônica de varredura, necessitam receber uma cobertura com algum material condutor para que não haja carregamento da superfície. O carregamento se manifesta, durante a varredura, pela presença de áreas excessivamente brilhantes na superfície da amostra e significa que está ocorrendo acúmulo de elétrons naquela região. A impossibilidade de escoamento dos elétrons depositados na superfície durante o procedimento de varredura pode causar a distorção da imagem e em alguns casos danificar a própria amostra produzindo os chamados artefatos. Os artefatos podem gerar confusão e erros durante a análise dos resultados, pois, revelam uma alteração provocada durante a varredura do feixe de elétrons e não a condição real da superfície da amostra no momento que é introduzida no microscópio. Para observação das amostras as coroas foram posicionadas num aparelho para deposição de ouro (Balzer Union, Balzer, Liechenstein). Aplicou-se vácuo no interior do dispositivo que contém um alvo de ouro, chamado “target” e após a obtenção da pressão ideal de vácuo, permite-se entrada de gás inerte (argônio) que preenche o volume do recipiente. Em seguida, aplica-se alta voltagem (de 1 a 2Kv) entre o catodo *(iron pole piece*) e o anodo (superfície do porta-amostra). A elevada diferença de potencial elétrico aplicado entre o catodo e o anodo permite que haja extração de elétrons do catodo que viajam em alta velocidade em direção ao anodo devido a polaridade estabelecida. Durante o percurso, os elétrons se chocam com as moléculas do gás, ionizando-as, o que dá origem a íons carregados positiva e negativamente. Os íons positivos são então atraídos pelo pólo negativo, onde se chocam a grande velocidade, desacelerando repentinamente. Neste choque

e desaceleração ocorre transferência de energia cinética dos íons para o alvo. Esta energia é suficiente para deslocar átomos ou pequenos aglomerados de átomos (*clusters*) que por gravidade irão se depositar sobre as amostras (Figura 12 e Figura 13), formando uma camada uniforme de um a dois nanômetros de espessura, os chamados “filmes finos”.

Com relação à técnica empregada para a obtenção dos valores, houve a preocupação de aferir, experimentalmente, com outro método computadorizado (excisor four), para garantir a fidelidade dos resultados, uma vez que, pode existir suspeita de subjetividade por ser realizado por um operador, embora devidamente treinado.

Na prática restauradora, quando a indicação recai sobre o uso de restaurações indiretas, os passos clínicos e laboratoriais são de fundamental importância e o cumprimento deste protocolo passa ser determinante no sucesso do tratamento. Além disso, quando os passos são aumentados, a possibilidade de induzir erros aumenta devido as deficiências inerentes aos materiais empregados. Desta forma, o uso de tecnologias diminuindo os passos e conseqüentemente os tipos de materiais parece ser uma prática interessante. MCLean (2001) descreveu a utilização da porcelana sinterizada a vácuo, associada a sua adesividade às ligas de ouro, preconizada por Weinstein et al. (1962), como um marco importante para a odontologia estética.

Nos tratamentos restauradores, quando se busca um bom desempenho dos materiais empregados quanto a função e a estética, novas técnicas para facilitar as manobras de obtenção das restaurações indiretas são bem vindas (Baum 2005 e Rekow e Thompson 2005). No contexto atual, embora ainda sejam utilizadas técnicas convencionais onde os profissionais ficam sob a dependência de muitas

variáveis, outros recursos onde novos métodos são empregados para se obter peças com maior precisão estão sendo propostos.

Diversas metodologias têm sido preconizadas para mensuração do desajuste marginal, o que pode ser comprovado pelo numero de técnicas e instrumentos apresentados na literatura: microscópio digital (ABBATE; TJAN; FOZ, 1989; SULAIMAN et al.,1997), microscópio óptico (SJÖGREN, 1995; STURDEVANT; BAINE; HEYMAN, 1998; VAHIDI; EGLOFF; PANNO, 1991), microscópio refletor (SHEARER; GOUGH; SETCHELL, 1996*),* paquímetro digital (TJAN; LI, 1992; WHITE et al*.,* 1992), videocâmera (RINKE; HULS; JANH, 1995), metroscópio horizontal (BOTINO; FIGUEIREDO; ROCHA, 1998), microscópio eletrônico de varredura (BORTOLLOTO; KREJCI; ONISOR; 2006; LIN et al.,1998*;* PERA et al., 1994).

Inúmeros autores estudaram a influência da configuração marginal no desajuste cervical vertical de coroas (LIN et al., 1998; PERA et al., 1994; SHEARER; GOUGH; SETCHELL, 1996). Devido as características estruturais dos materiais das coroas totalmente cerâmicas, os términos preconizados pelos fabricantes restrigem-se ao chanfro e ombro profundo. Araújo, Mazer e Liu (1995) afirmaram que margens menos complexas facilitam a visualização e a reconstrução das coroas totais. O tipo de término representa apenas um dos aspectos dos preparos totais que podem alterar o desajuste cervical vertical. Outros fatores a considerar são: altura do preparo, expulsividade das paredes axiais, volume e forma do preparo.

Em coroas metalocerâmicas, términos com pequena espessura resultam em maior distorção, apresentando alterações dimensionais nas diferentes etapas de fabricação. Por esse motivo, alguns estudos (PERA et al*.,* 1994; SHEARER; GOUGH; SETCHELL,1996) preocuparam-se com as alterações dimensionais em

copings cerâmicos após a queima da porcelana de revestimento, concordando que não ocorreram alterações na adaptação das coroas totalmente cerâmicas nas diferentes fases até a sua finalização. Sulaiman et al. (1997) verificaram que é durante a confecção do *coping* que se verificam os principais desajustes cervicais entre materiais cerâmicos.

A existência de espaçamento nas paredes axiais dos preparos é relatada por diversos autores como essencial à obtenção de menores valores de desajuste cervical vertical em coroas totais (SHEARER; GOUGH; SETCHELL,1996). White (1992), obteve melhor assentamento em coroas totais cimentadas mediante o uso de detectores de interferência e ajuste prévio das mesmas.

Em um estudo *in vitro,* utilizando dentes extraídos, Vahidi, Egloff e Panno (1991),compararam a desadaptação marginal entre coroas metalocerâmicas com coroas confeccionadas pelo sistema *Dicor*. Os valores médios obtidos foram de 37,0 µm para as coroas metalocerâmicas e 30,0 µm para as coroas confeccionadas com o sistema *Dicor*.

Através da análise de variância Sulaiman et al. (1997) estudaram a desadaptação marginal de três sistemas cerâmicos *metal-free IPS Empress, In-Ceran e Procera.* Os resultados mostraram uma desadaptação marginal de 63 µm, 83 µm e 161 µm, para o *IPS Empress, Procera e In-Ceran* respectivamente, estando o sistema *IPS Empress,* com valores acima do nível de desadaptação tolerável descrito na litera.

A incorporação de novos componentes a estrutura das cerâmicas odontológicas associada ao desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM veio contribuir de forma positiva para a obtenção de restaurações isentas de metais mais precisas e com maior resistência, sem alterar a sua qualidade estética.

A tecnologia CAD/CAM utilizada no sistema *CEREC*, tem apresentado melhor desempenho, principalmente nas restaurações com término subgengival, quando se utiliza a técnica de escaneamento através da obtenção de um troquél de gesso com contraste.

A comparação da desadaptação marginal de próteses parciais fixas de três elementos confeccionadas com três diferentes sistemas CAD/CAM com próteses parciais fixas metalocerâmicas foi estudada por Reich et al. (2005). Os sistemas CAD/CAM utilizados foram *Digident, Lava e CEREC*. Os resultados obtidos mostraram desadaptação marginal vertical de 51µm no sistema *Digident*, 89 µm no sistema *Lava*, 76 µm no sistema *CEREC* e 49 µm nas próteses metalocerâmicas.

Os resultados em relação desadaptação cervical obtidos nesta pesquisa variaram de 66 µm a 86µm no grupo 1 e de 49 µm a 69 µm no grupo 2, estando ambos os grupos, de acordo com a literatura, dentro de parâmetros aceitáveis. A aplicação de uma substância de contraste (*CEREC powder*) sobre a superfície do troquel de gesso tipo IV Herostone (grupo1) usando um propelente, por ser um procedimento não controlado, parece interferir na adaptação marginal cervical. A confecção dos troquéis com gesso *CAM-base* (grupo 2), segundo os resultados obtidos, mostrou desadaptação menor em relação ao grupo 1.

7 CONCLUSÕES

As seguintes conclusões puderam ser obtidas a partir dos resultados deste estudo:

a) As amostras escaneadas e fresadas a partir do troquel confeccionado com o gesso *CAM-base,* apresentaram menor desajuste marginal com diferença significativa.

b) As amostras escaneadas e confeccionadas com o gesso *Herostone* mais aplicação de *CEREC powder* apresentaram maior desajuste marginal com diferença significatva.

c) Os dois métodos apresentaram nível de desajuste abaixo de 88 µm, considerado satisfatório, segundo a literatura.

REFERÊNCIAS

ABBATE, M. F.; TJAN, A. H. L.; FOZ, W. M. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 61, n. 5, p. 527-531, Apr. 1989.

ALBERT, F. E.; EL-MOWAFY, D. Marginal adaptation and microleakage of Procera AllCeram crowns with four cements. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 17, n. 5, p. 529–535, July 2004.

ANUSAVICE, K. J.; HOJJATIE, B. Tensile stress in glass-ceramic crowns: effect of flows and cement voids. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 5, n. 4, p. 351-358, July 1992.

ANUSAVICE, K. J. **Phillips Materiais Dentários.** 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

APHOLT, W. et al. Flexural strength of *CEREC* 2 machined and jointed In-Ceran alumina and In-Ceran zircônia bars. **Dent. Mat.**, London, v. 17, n. 5, p. 260-267, Apr. 2001.

ARAÚJO, R. M.; MAZER, R. B.; LIU, P. R. Infiltração marginal de três tipos de preparos para inlays CAD/CAM CEREC. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 345-351, 1995.

AUGUSTO, T. et al. Restaurações CAD/CAM: sistema CEREC 3. **Int. J. Brazilian Dent.**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 198-209, Oct. 2005.

BANKS, R. G. Conservate posterior ceramic restaurations. A literature review. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.12, n. 63. p. 619-626, Mar. 1990.

BAUER, H. et al. Esthetic with All-ceramic restaurations. **J. Dent. Oral Med.,** Boston, v. 7, n. 1, p. 254-258, 2005.

BAUM, M. Tecnologia CAD/CAM na odontologia. **Implant News**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 16-18, maio 2005.

BINDL, A.; MÖRMANN, W. H. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM Crown-copings on chamfer preparations. **J. Oral Rehabilit.**, n. 32, p. 441-447, Apr. 2005.

BORTOLOTTO, T.; ONISOR, I.; KREJCI, I. Proximal direct composite restaurations and chairside CAD/CAM Inlays: Margins of two – steps self – etch adhesive with and without selective enamel conditioning. **Clin. Oral Invest.**, n.10, p. 30-39, 2006.

CAMARGO, A. M. A. et al. Adaptação marginal de coroas do sistema Procera em dois tipos de términos cervicais. **Rev. Odont. UNESP,** São Paulo, v. 33, n. 3, p. 109-114, 2004.

DERAND, T. et al. Adhesive resistance in zircônia. **Int. J. Comp. Dent.**, New Jersey, v. 1, n. 2, p. 27-32, Feb. 2000.

FERREIRA JUNIOR, A. Marginal accuracy in different ceramics materials. **J. Eng. Med.**, London, n. 16, p. 38-43, Feb. 2000.

FIGUEIREDO, A. R.; BOTINO, M. A.; ROCHA, C. A. J. Desajustes de assentamento ocorridas em coroas totais metálicas, com e sem alívio interno, variando-se os términos cervicais e os agentes cimentantes. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 567-581, 1998.

FILSER, F. et al. Reability and strength off all-ceramic dental restaurations manufactured by direct ceramic machining . **Int. J. Comp. Dent.**, New Jersey, v .4, n. 2, p.89-106, Mar. 2001.

GROSSMAN, D. G. Machinable glass ceramics base don tetrasilic mica. **J. Am. Ceram. Soc.**, Chicago, n. 55, p. 446-449, Feb. 1980.

HILGERT, L. A.; CALAZANS, A.; BARATIERI, L. N. Restaurações CAD/CAM: o sistema CEREC 3. **Clínica - Int. J. Brazilian Dent.**, São José dos Campos, v. 1, n. 3, p.198-209, jul./set. 2005.

HUSSAIN, J. A. et al. Marginal adaptation of CEREC 3 CAD/CAM composite crows using two different finish line preparion desins. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 15, n. 3, p. 155–163, Sept. 2006.

ISENBERG, B. P.; GARBER, D. A. Ceramics inlays and onlays of direct manufacture: CAD/CAM systems. **J. Esthet. Dent.**, v. 8, n. 4, p. 234-238, Nov. 1992.

JOSEPHINE, F. et al. Resistance to staining, flexural strength, and chemical solubility of core porcelains for All-Ceramic crowns. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 14, n. 3, p. 284-288, Feb. 2001.

JUNG, Y. G. et al. Contact damage resistance and strength degradation of glass-infiltrated alumina, zicônia and spinel ceramics. **J. Dent. Res.**, n. 78, p. 804-814, 1999.

KENNETH, L. A.; SCHENKEL, A. B.; ESTEFAN, D. An overview of CEREC 3D CAD/CAM system. **Gen. Dent.**, Chicago, v. 2, n. 3, p. 234-235, Feb. 2004.

KERN, M.; WAGNER, S. M. Boding to zircônia ceramic: adhesion methods and their durability. **Dent. Mater**, London, v. 14, n. 64, p. 74-71, Apr. 1998.

LIN, M. T. et al. The effect of tooth preparacion form on the fit of Procera coppings, 1998, **Int. J. Prosthodont.**, Chicago, v. 11, n. 6, p. 580–590, Apr. 1998.

MASEK, R. Designing in 3D – A more visual approach to CEREC correlation**. Int. J. Comput.**, New Jersey, n. 6, p. 1-8, Nov. 2003.

MC CULLOCH, W. T. Advances in dental ceramics. **Br. Dent. J.**, London, n. 124, p. 361-365, 1968.

MCLEAN, J. W.; HUGHES, T. H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxide. **Br. Dent. J.**, London, n.119, p. 251-267, 1965.

MCLEAN, J. W. Evolution of dentak ceramics in the twentieth century. **J. Prosthet Dent.**, St. Louis, v. 34, n. 85, p. 61-66, Jan. 2001.

MOLIN, M. K.; KARLSSON, S. L. A randomized 5–years clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 13, n. 3. p.194-200, Apr. 2000.

MÖRMANN, W. H.; BINDL, A. The new creativity in ceramic restaurations: dental CAD/CIM. **Quintessence Int.**, Chicago, v. 27, n. 12, p. 821-827, 1996.

MÖRMANN, W. H. et al. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer generated crows. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 11, n. 4, p. 333-339, Oct. 1998.

MÖRMANN, W. H.; SCHUG, J. Grinding precision and accuracy of fit of CEREC 2 CAD-CIM inlays. **J. Am. Dent. Assoc**, Boston, v. 128, p. 43-47, Apr. 1997.

PERA, P. et al. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain crowns. **J. Prosthet. Dent.** St. Louis, v. 13, n. 72, p. 585-590, Nov. 1994.

PHILIPS, H. T. et al. Ceramics crowns *in vitro* avaluate. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 6, n. 3, p. 204-208, Oct. 1993.

PRESTIPINO, V.; INGBER, A.; KRAVITZ, J. Clinical and laboratory considerations in the use of a new all-ceramic restorative system. **Pract. Period. Aesth. Dent.**, Paris, v. 10, n. 5, p. 567-575, Oct. 1998.

REICH, S. et al. Clinical fit all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems**. Eur. J. Oral Sci.**, n. 113, p. 174-179, 2005.

REKOW, D.; THOMPSON, V. P. Near surface damage – a persistent problem in crows obtained by computer-aided design and manufacturing. **J. Eng. in Medicine**, n. 21, part H, p. 233-243, 2005.

RICCI, A. W.; JORGE, J. H.; FONSECA, R. G. Adaptação marginal em coroas Ceramo-Cerâmicas. **RGO**, Porto Alegre, v. 1, n. 51, p. 7-10, fev./mar. 2003.

RINKE, S.; HULS, A.; JANH, L. Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. **Int. J. Prosthod.**, London, v. 4, n. 8, p. 303-310, Sept. 1995.

SHEARER, B.; GOUGH, M. B.; SETCHELL, D. J. Influece of marginal configuration and porcelain addition on the fit of In-Ceram crowns. **Biomaterials,** v. 17, n. 19, p. 1891-1895, 1996.

SINDEL, A.; PETSCHELT. E . Evaluation of subsurface damage in CAD/CAM machined dental ceramics. **J. Mat. Scien.**, London, n. 9, p. 291-295, Feb. 1998.

SINGER, R. Z; BRYANT, R. W. Three years evaluation of computer machined ceramic inlays: influence of luting agent. **Quintessense int.**, Carol Stream, v. 29, n. 9, p. 573-582, 1998.

SJÖGREN, G. Marginal and internal fit of four different types of ceramic inlays after luting. **Acta Odont. Scan**, Oslo, v. 7, n. 53, p. 24-28, Nov. 1995.

SOUZA, A. F.; COELHO R. T. Tecnologia CAD/CAM: definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E PESQUISA, 23., 2003. Ouro Preto. **Jornal...**, São Paulo, 2003. p. 1-8.

STRUB, J. R.; BESCHNIDT, S. M. Fracture strength of five different all-ceramic crown systems. **Int. J. Prosthod.**, London, v. 11, n. 6, p. 602-609, July,1998.

STUDERVANT, A. T.; BAINE, O. C.; HEYMAN, T. S. Margin gap size of ceramic inlays using second generation CAD/CAM equipment. **J. Esthetic Dent.**, v. 11, n. 4, p. 206-214, 1999.

SULAIMAN, F. et al. A Comparision of the marginal fit of In-Ceram , IPS Empress and Procera crowns. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 10, n. 5, p. 478-484, Apr. 1997.

TINSCHERT, J. et al. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. **Int. J. Comput. Dent.**, New Jersey, v. 7, n. 1, p. 25-45, Oct. 2001.

TJAN, A. H. L.; LI, T. Seating and retention of complete crowns with a new adhesive resin cement. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 67, n. 4, p. 478-483, Apr. 1992.

TOUATI, B.; MIARA, P.; NATHANSON, D. Coroas cerâmica e metalo-cerâmicas. Cerâmicas odontológicas. In: TOUATI, B. (Org.). **Odontologia estética e restaurações cerâmicas.** São Paulo: Santos, 2000, cap. 10, p. 215-258.

VAHIDI, F.; EGLOFF, E. T.; PANNO, F. Evaluation of marginal adaptation of all-ceramic crowns and metal ceramic crowns. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 66, n.28, p. 426-431, Jan. 1991.

VAN DIJKEN, J. M. V.; ORMIN, A.; OLOFSSON, A. L Clinical performance of pressed ceramic inlays luted with resin-modified glass-ionomer and auto-polymerizing resin composite cements. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 82, n. 5, p. 529-535, Apr. 1999.

WALL, J. G.; CIPRA, D. L. Alternative crown systems. Is the metal-ceramic crown always the restoration of choice. **Dent. Clin. North American,** Philadelphia, n. 36, p. 765-782, Oct. 1992.

WEINSTEIN, M.; KATZ, S.; WEINSTEIN, A. B. Fused porcelain to metal teeth. **U.S. patent** 3052982, 1962.

WHITE, S. N. et al. Effect of seating force on film thickness of new adhesive luting agents. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 68, n. 3, p. 476-481, Apr. 1992.

WOHLWEND, A. Vefabrenund ofen zur hertellung von zahnersatzteilen. **European patent** 0231773, Aachen, Apr. 2001.

YOSHINARI, M.: DERAND, T. Fracture strength of all-ceramic crowns. **Int. J. Prosthod.**, Chicago, v. 7, n.4, p. 329-338, June 1994.

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.
Ademir Kiffer
Taubaté, agosto de 2007.