

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
DOUTORADO EM DENTÍSTICA RESTAURADORA

**INFLUÊNCIA DO ACABAMENTO DE PREPAROS PARA  
COROAS TOTAIS COM MICROSCÓPIO OPERATÓRIO NA  
ADAPTAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES EM CERÂMICA  
TIPO CAD-CAM**

JOSÉ PEDRO PEIXOTO DE OLIVEIRA

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Ana Maria Spohr

Porto Alegre

2008

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**O48a** Oliveira, José Pedro Peixoto de  
Influência do acabamento de preparos para coroas  
totais com microscópio operatório na adaptação marginal  
de restaurações em cerâmica tipo CAD-CAM.  
/ José Pedro Peixoto de Oliveira. – Porto Alegre,  
2008.  
62 f. : il.

Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) –  
Faculdade de Odontologia, PUCRS.  
Orientação: Profa. Dra. Ana Maria Spohr.

1. Odontologia. 2. Materiais Dentários.  
3. Cerâmica Dentária. 4. Prótese Dentária.  
5. Microscópio Operatório. I. Título.

**CDD 617.692**

Ficha elaborada pela bibliotecária Cíntia Borges Greff CRB 10/1437

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Aos meus pais, José Antônio Peixoto de Oliveira e Magda Helena Sieben de Oliveira, que estão sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos, Marta, Quel e Nego, que fazem parte da minha história.

À minha esposa Sarita, que está sempre comigo, incentivando, apoiando e orientando nas horas difíceis: te amo.

Às minhas filhas, Nathércia, Ana Carolina, Pietra e Lara, que são a razão de todos os esforços para chegar e prosseguir.

À minha netinha Antônia, que continuará existindo para meu repouso: um beijinho.

À Edi e à Mari que me proporcionam conforto em casa, muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

À Pontifícia Universidade Católica do Rio grande do Sul, nas pessoas do Ex-diretor da Faculdade de Odontologia, Prof. Raphael Onorino Carlos Loro, que compreendeu e viabilizou a minha participação no curso, e do atual Diretor da Faculdade de Odontologia Prof. Marco Túlio Mazzini Carvalho, amigo de todas as horas e incentivador incansável na minha caminhada.

Ao Professor Henrique Teitelbaum, pela sua orientação e amizade.

À Professora Ida Mariza Henkin, pelo apoio, incentivo e amizade.

À colega e sempre parceira Luciane Martins, pela confiança.

Aos Professores da disciplina de Dentística IV, Prof Álvaro Couto, Prof. Ari Tietzmann, ao chefe de departamento, Prof. João Miguel Messina da Cruz e ao meu amigo e incentivador Gustavo Carvalho, pelo companheirismo e amizade.

À Professora Ana Maria Spohr, orientadora deste trabalho, por sua competência, compreensão e perseverança.

Ao professor Carlos Gonzáles, da Universidade de Indiana, por sua amizade, apoio e pela formação das primeiras idéias deste trabalho.

Ao professor Cícero Dinato, por seu exemplo e orientação profissional, apoio incondicional e eterna amizade.

Aos meus colegas do curso de especialização da ABO-RS, Maurício, Cristiane e Fernanda, pela colaboração e contribuição a este trabalho e pelo companheirismo na vida toda.

Aos alunos do curso de especialização que ajudaram decisivamente na conclusão do curso.

Às minhas amigas e colaboradoras do Centro de Odontologia Restauradora, Lisiane, Samara e Fernanda, no auxílio direto da parte experimental do trabalho e companheirismo.

Aos meus alunos que contribuíram para o desenvolvimento da revisão de literatura.

À empresa 3M/ESPE que acreditou e viabilizou este experimento.

Aos professores Eduardo Teixeira e Márcio Menin pela orientação e correção deste trabalho na pré-defesa.

A todos que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento do trabalho.

## RESUMO

Este estudo teve o objetivo de avaliar a adaptação de infra-estruturas de cerâmica Lava (3M/ESPE) com três diferentes tipos de acabamento em preparos para coroa total. Trinta pré-molares humanos, extraídos por razões terapêuticas, foram fixados em blocos de resina acrílica e divididos aleatoriamente em três grupos (n=10) de acordo com o procedimento para realizar os preparos: grupo 1 - ponta diamantada; Grupo 2 - ponta diamantada e broca multi-laminada; Grupo 3 - ponta diamantada e broca multi-laminada, sendo este último instrumento com o uso do microscópio operatório em aumento de 12,5 vezes. Os preparos foram moldados com silicone por adição e os modelos obtidos em gesso especial tipo IV. Os modelos foram enviados para o laboratório da 3M/ESPE, o qual confeccionou os casquetes de cerâmica Lava. As infra-estruturas foram cimentadas nos dentes preparados com RelyX Unicem, sendo então incluídos em blocos de resina acrílica e cortados em dois planos: méso-distal e vestibulo-lingual. Desta forma, obteve-se quatro fragmentos, sendo que cada fragmento forneceu duas regiões para observar a discrepância das margens. Por meio de lupa estereoscópica, acoplada a uma câmera de vídeo, foram obtidas imagens digitais da região das margens em aumento de 70 vezes. As medidas de adaptação marginal foram realizadas no programa Image Tool. De acordo com ANOVA e teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), não houve diferença estatística entre os Grupo 1 (88,601  $\mu\text{m}$ ) e Grupo 2 (90,946  $\mu\text{m}$ ). A menor média foi obtida para o Grupo 3 (58,497  $\mu\text{m}$ ), diferindo estatisticamente dos outros dois grupos. Pôde-se concluir que o emprego do microscópio operatório favoreceu a melhor adaptação marginal nos casquetes de cerâmica Lava.

Palavras-chave: cerâmica; adaptação marginal; microscópio operatório; CAD-CAM.

## ABSTRACT

This study assessed the marginal adaptation of full crown Lava (3M/ESPE) zirconium infrastructure under three different finishing instruments. Thirty human premolars, extracted for therapeutic reasons, were fixed in acrylic resin platforms. The teeth were randomly assigned to three groups (n=10) according to the proceedings to cut a full crown preparation: Group 1 - diamond bur; Group 2 - diamond bur and 12-bladed finishing bur; Group 3 - diamond bur and a 12-bladed finishing bur under a 12.5 X magnification operating microscope. Impressions were taken with an addition silicone material and dies were formed with a special stone. The dies were sent to 3M/ESPE laboratory to have a Lava zirconium infrastructure machined to each specimen. The copings were cemented to the corresponding tooth with RelyX Unicem cement. The restored specimens were embedded in acrylic resin and cut mesio distally and buccal lingually. Eight surfaces were observed with a stereomicroscope at x70 and digital images were obtained. The marginal adaptation measurements were carried out in the Image Tool program. According to ANOVA and Tukey's test ( $\alpha=0.05$ ), there was no statistic difference between Group 1 (88.601  $\mu\text{m}$ ) and Group 2 (90.946  $\mu\text{m}$ ). The lowest mean was obtained for Group 3 (58.497  $\mu\text{m}$ ), and this mean was statistically different than those groups. It was concluded that the operating microscope provided better marginal adaptation of the Lava copings.

Key-words: ceramic; marginal adaptation; operating microscope; CAD-CAM.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fixação da raiz em resina acrílica quimicamente ativada.....	37
Figura 2 - a) Moldeira individual em resina acrílica com adesivo; b) aplicação do silicone por adição no preparo; c) preparos incluídos no material de moldagem .....	39
Figura 3 – Modelos.....	39
Figura 4 - a) dispositivo para ativar a cápsula; b) cápsula posicionada no amalgamador de alta velocidade; c) aplicação do cimento resinoso no interior do casquete.....	40
Figura 5 - a) dispositivo para realizar a pressão de cimentação; b) pressão de cimentação; c) fotopolimerização.....	41
Figura 6 - a) dente fixado na cera; b) matriz cilíndrica posicionada em volta do dente; c) vazamento de resina acrílica dentro da matriz.....	41
Figura 7 - a) posicionamento do bloco de resina acrílica na cortadora de precisão; b) cortes nos sentidos vestíbulo-palatino e mésio-distal; c) obtenção de quatro fragmentos.....	42
Figura 8 - Imagem digital da área de medição em um fragmento.....	43
Figura 9 - Comparação entre as médias ( $\mu\text{m}$ ) para os grupos estudados..	46
Figura 10 - Representação esquemática das diferentes situações da região marginal dente-restauração segundo Holmes, 1989.....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da Análise de Variância.....	45
Tabela 2 - Comparação entre as médias ( $\mu\text{m}$ ) para os grupos experimentais.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

$\mu\text{m}$	micrometro
%	porcentagem
$\alpha$	alfa (nível de significância)
>	maior que (para significância estatística)
<	menor que (para significância estatística)
°	graus
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i> (Análise de Variância)
°C	graus Celsius
CAD-CAM	<i>Computer aided design – Computer aided manufacturing</i>
EBA	ácido etóxi-benzóico
et al.	e outros (abreviatura de “et alli”)
g	grama
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
Kg	kilograma
ml	mililitro
mm	milímetro
MOD	mésio-ocluso-distal
$\text{mW}/\text{cm}^2$	miliwatts por centímetro quadrado
n	número de corpos-de-prova
p	valor de probabilidade
nm	nanometro
MEV	microscopia eletrônica de varredura

## SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 PROPOSIÇÃO .....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	37
5 RESULTADOS .....	45
6 DISCUSSÃO .....	47
7 CONCLUSÕES .....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
ANEXOS .....	59

## 1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas odontológicas têm sido empregadas como material restaurador desde 1770. As principais vantagens, responsáveis pela sua grande aceitação, são a alta resistência à compressão, biocompatibilidade, estabilidade química e propriedades estéticas favoráveis, além da condutibilidade térmica e do coeficiente de expansão térmica similares ao da estrutura dentária (DELLA BONA, 1996).

A demanda por restaurações em cerâmica livres de metal tem aumentado substancialmente devido às desvantagens das restaurações metalocerâmicas, como o potencial de corrosão e possíveis efeitos tóxicos quando empregadas as ligas de metais básicos, assim como a redução da estética em determinados casos clínicos pela falta de translucidez. Contudo, as restaurações livres de metal devem também satisfazer os requisitos de resistência e precisão marginal para terem êxito. (HONDRUM, 1992).

Em relação à resistência, a primeira cerâmica reforçada surgiu em 1965 pela incorporação de 40% em peso de alumina à fase vítrea, resultando na cerâmica aluminizada (McLEAN; HUGHES, 1965). Várias outras estruturas cristalinas foram adicionadas, sempre na tentativa de aumentar a resistência da cerâmica. Exemplos de cristais é a mica na cerâmica Dicor (Dentsply), a leucita nas cerâmicas Empress (Ivoclar-Vivadent) e Cergogold (Degussa), o di-silicato de lítio na cerâmica Empress 2 (Ivoclar-Vivadent), a hidroxiapatita na cerâmica Cerapearl (Kyocera), o arcabouço de alumina e zircônia infiltrado por vidro na cerâmica In Ceram (Vita), assim como infra-estruturas somente em alumina na

cerâmica Procera (Nobel Biocare). Recentemente, a zircônia pura (óxido de zircônio) passou a ser utilizada na fabricação de infra-estruturas de restaurações em cerâmica, como a cerâmica Lava (3M/ESPE) que emprega o sistema CAD/CAM.

Todas as cerâmicas reforçadas apresentam maior resistência à tração em relação à cerâmica feldspática (McLEAN, 1991), possibilitando a eliminação do metal como infra-estrutura, sendo que a precisão marginal desta infra-estrutura é importante para a durabilidade da restauração. Portanto, restaurações bem adaptadas são desejadas, já que o cimento é considerado a parte mais fraca de uma restauração indireta, e margens mal adaptadas podem promover maior desgaste deste cimento (SJÖGREN, 1995), assim como maior acúmulo de placa bacteriana (TJAN, 1991).

Vários fatores clínicos e laboratoriais podem contribuir para uma boa adaptação da peça. Dentre os fatores clínicos, está a confecção de um preparo ideal que, segundo Dietschi, Maeder e Holtz (1992), deve proporcionar detalhes nítidos, redução adequada de material e contornos marginais lisos. Para obter este preparo ideal, alguns profissionais têm empregado o microscópio operatório (FRIEDMAN; MORA; SCHMIDT, 1999). Segundo Pécora e Andreana, em 1993, este é um instrumento de trabalho que oferece ótima visualização do campo operatório, excelente iluminação, grande versatilidade na ampliação das imagens e postura de trabalho ergonômica.

Na odontologia, o microscópio operatório teve seu início em 1990. Em 1994, os primeiros microscópios foram usados para procedimentos restauradores. Em 1996, Michaelides afirmou que a magnificação melhorava o desempenho dos procedimentos clínicos e laboratoriais de próteses fixas,

assim como possibilitava melhor reparo das perfurações endodônticas e cirurgias de apicectomia. Acrescentou ainda que o uso da microcirurgia nos procedimentos periodontais diminuía o trauma e, conseqüentemente, melhorava a cicatrização. Musikant, Cohen e Deutsch (1996) declararam que o microscópio operatório não seria usado somente pelos especialistas em endodontia, mas por todas as áreas da odontologia no sentido de obter melhores resultados clínicos. Em 1998, a Associação Americana de Endodontia requeria que os especialistas nesta área fossem proficientes com o uso do microscópio operatório (FRIEDMAN; MORA; SCHMIDT, 1999). Mais recentemente, em 2002, foi fundada a Academia de Microscopia Odontológica e, a partir de 2005, várias escolas de odontologia americanas incluíram a microscopia operatória em seus currículos (CLARK, 2005). Outras aplicações clínicas com esta tecnologia seria a verificação da adaptação inicial das restaurações (WINTER et al., 2003) e a confirmação da presença de lesões de cárie (ERTEN et al., em 2006).

Frente à possibilidade de utilização do microscópio operatório, torna-se interessante verificar se o emprego deste equipamento, nos procedimentos de preparo para restaurações indiretas, poderia favorecer uma melhor adaptação marginal das restaurações.

Este estudo foi realizado sob a hipótese nula de que não há diferença na adaptação marginal quando o microscópio operatório é empregado no acabamento de preparos.

## 2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve o objetivo de avaliar *in vitro* a adaptação marginal de infra-estruturas LAVA (3M/ESPE) com diferentes tipos de acabamento:

- ponta diamantada;
- broca multi-laminada;
- broca multi-laminada associada ao emprego do microscópio operatório.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão de literatura foi dividida em dois capítulos: a) microscópio operatório; b) aspectos relacionados à cerâmica odontológica e estudos de adaptação marginal.

#### **3. 1 Microscópio operatório**

Em 1993, Pecora e Andreana estudaram o uso do microscópio operatório nas cirurgias de apicetomia. Após 50 intervenções com ou sem obturação retrógrada, os casos operados com o auxílio do microscópio mostraram uma redução dos sintomas. Os autores também concluíram que as etapas cirúrgicas eram melhores e mais facilmente executadas com o uso deste auxiliar operatório, sendo um instrumento de trabalho que oferece ótima visualização do campo operatório, excelente iluminação, grande versatilidade na ampliação das imagens e postura de trabalho ergonômica.

Musikant, Cohen e Deutsch, em 1996, afirmaram que o uso do microscópio operatório era quase uma exclusividade dos endodontistas, porém seria usado por várias áreas da odontologia no sentido de melhorar os resultados clínicos.

Michaelides, em 1996, publicou que a micro-cirurgia era uma disciplina dos procedimentos cirúrgicos gerais, executado com magnificação óptica e iluminação. Afirmou ainda que o microscópio operatório estaria sendo introduzido na odontologia. Esta magnificação melhorava o desempenho dos procedimentos clínicos e laboratoriais de prótese fixa, melhorando o reparo das perfurações endodônticas e cirurgias de apicetomia. Neste mesmo artigo, relatou que o uso de micro-instrumentos e microscópio resultavam em uma cirurgia de maior precisão, com menos trauma e melhor cicatrização.

Em 1999, Friedman, Mora e Schimidt relataram que o mais recente recurso de visão e iluminação usado na odontologia era o microscópio operatório, e que em algumas sub-especialidades médicas, como a otorrinolaringologia, oftalmologia, cirurgia plástica e neurocirurgia, havia um longo treinamento em micro-cirurgia para adquirir níveis aceitáveis de precisão. Afirmaram também que Associação Americana de Endodontia, em 1998, aprovou que todos os estudantes de pós-graduação nesta área deveriam demonstrar proficiência com o uso do microscópio operatório antes de receber seus diplomas.

A evolução do uso do microscópio na cirurgia otológica foi revisada por Mudry, em 2000. Seus resultados mostraram que a descrição dos primeiros microscópios datava o século XVII. Entretanto, somente a partir de 1921 é que o microscópio foi usado pela primeira vez na cirurgia otológica por Carl Olof Nylen, na Suécia. Este microscópio mono-ocular foi substituído pelo binocular no ano seguinte por Gunnar Holmgren. Estes instrumentos tinham uma

distância focal muito curta e um campo operatório reduzido. Por estas razões, deixaram de ser usados. Somente em 1951 é que os microscópios apresentaram modificações importantes, sendo possível modificar o aumento sem a alteração da distância focal. Isto permitiu a reutilização dos microscópios operatórios.

Em 2001, van As afirmou que o uso da magnificação, seja por lupas ou microscópio operatório, estaria relacionado ao diagnóstico precoce de doenças, tratamentos mais conservadores e de grande precisão. Em outra publicação, no mesmo ano, o autor relatou que, em British Columbia, o uso de lupas aumentara de 20% em 1986, para 75% em 2000. Estes instrumentos eram usados com um aumento de 2,5 vezes na maioria dos casos. Estas lupas passaram a ser substituídas pelo microscópio operatório quando o operador desejava maior magnificação. O autor afirmou que usava este instrumento em quase 100% dos casos em sua clínica privada.

Arens, em 2003, concluiu que a arte da odontologia era baseada na precisão. O olho humano é capaz de distinguir pequenos detalhes, porém é incomparável com o que se pode obter quando a imagem é magnificada e iluminada. O microscópio operatório seria um meio de se alcançar este objetivo.

Nase, em 2003, considerou que, nos últimos 20 anos, a iluminação e a magnificação eram feitas com lupas. Na atualidade, estas melhoras estariam sendo obtidas com o microscópio operatório para os profissionais da área

restauradora. Junto com a magnificação poderia se ter melhor ergonomia e documentação.

Em 2003, Winter et al. ressaltaram que o uso da magnificação com microscópio operatório na fabricação de restaurações indiretas tinham fundamental importância em momentos distintos. Entre estes, a verificação da adaptação inicial das restaurações usinadas seria a garantia de restaurações provavelmente mais duráveis e biologicamente mais aceitáveis. Colocou que a percepção visual, sem magnificação, do desajuste marginal das restaurações indiretas eram de até 0,2 mm (200  $\mu$ m). Por outro lado, nas restaurações clinicamente aceitas, este desajuste seria menor que 0,1 mm (100  $\mu$ m).

Em 2005, Clark comentou o grande auxílio que o microscópio operatório poderia dar à odontologia estética. A integração deste ao processo de diagnóstico, os benefícios da magnificação e a incorporação desta tecnologia na prática odontológica atual e do futuro seriam processos irreversíveis. Relatou que, em 2002, foi fundada a Academia de Microscopia Odontológica e, a partir de 2005, várias escolas de odontologia americanas incluíram a microscopia operatória em seus currículos.

Erten et al., em 2006, avaliou o uso do microscópio operatório e a micro-câmera intra-oral no diagnóstico de lesões de cárie e nas decisões de restaurá-las ou não. Os resultados mostraram que a micro-câmera foi significativamente melhor no diagnóstico clínico de lesões de cárie, embora o microscópio operatório tivesse sido o meio usado para determinar e confirmar os resultados.

### **3.2 Aspectos relacionados à cerâmica odontológica e estudos de adaptação marginal**

Jorjensen, em 1960, investigou a influência de vários fatores na espessura da película do cimento de fosfato de zinco em coroas *veneer*. Os resultados mostraram que a espessura da película de cimento e a discrepância gengival nas coroas cimentadas foram determinadas de maneira significativa pela pressão de cimentação, a duração da pressão, a viscosidade e temperatura do cimento, ângulo das paredes axiais da preparação, e a existência da perfuração oclusal antes da cimentação. Quando as coroas eram perfuradas, era possível chegar a uma película de aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ , mesmo quando outros fatores que pudessem influenciar a espessura estavam presentes. A influência da espessura das partículas do pó do cimento mereceria estudo em separado. Também verificou que uma pressão de mais de 5 kg não melhoraria a adaptação. Da mesma forma, o tempo de pressão além de 1 minuto não diminuiria a película de cimento.

Em relação às cerâmicas odontológicas, McLean e Hughes, em 1965, relataram que as fraturas destes materiais ocorrem devido à existência de fendas na sua superfície, local em que ocorre a concentração de tensões quando a cerâmica é submetida a cargas de tração, fazendo com que a resistência medida seja sempre menor do que a coesão molecular ou a resistência teórica do material cerâmico. Com objetivo de melhorar as propriedades da cerâmica, os autores determinaram os efeitos da introdução da alumina na matriz vítrea sobre as propriedades físicas e mecânicas das

cerâmicas. Diferentes concentrações de alumina foram utilizadas, sendo obtidos resultados mais satisfatórios com as amostras em que foi empregado um conteúdo de 40% em peso de alumina. Concluíram que o uso dos cristais de alumina como fase de reforço na matriz vítrea forneceu aumento significativo nas propriedades mecânicas da cerâmica, sendo a resistência à fratura aproximadamente o dobro da cerâmica convencional.

Oilo, em 1978, avaliou a adaptação de coroas metálicas fixadas nos dentes com cimento de fosfato de zinco, poliacarboxilato, EBA e resina composta. Após a fixação, o conjunto foi armazenado por 24 horas a 100% de umidade relativa. Decorrido esse tempo, o conjunto foi cortado no sentido perpendicular e lixado com lixas de carbetto de silício (400 e 600) e polido com óxido de alumínio (0,05  $\mu\text{m}$ ). Réplicas das superfícies polidas foram confeccionadas usando silicona de condensação, analisadas em um estereomicroscópio e posteriormente em MEV. De acordo com os resultados em MEV, fendas ocorreram em todos os corpos-de-prova nas interfaces dente/cimento, cimento/liga ou ambos. O cimento resinoso apresentou fendas somente na interface dente/cimento. O fosfato de zinco e o EBA apresentaram fendas nas duas interfaces. O cimento de poliacarboxilato foi o cimento que mostrou boa adaptação ao esmalte e dentina, deixando espaço na interface liga/cimento. Além disso, os agentes de cimentação apresentam baixas propriedades de umedecimento e, após a presa, eles podem contrair e ser removidos da restauração e do dente através da interface dente/restauração, principalmente quando imersos em ambiente úmido.

Um estudo clínico e laboratorial foi realizado por Janenko e Smales, em 1979, para avaliar acúmulo de placa, gengivite, contorno axial, ângulo de emergência, adaptação marginal, sobrecontorno e subcontorno em coroas totais de cerâmica pura e metalocerâmica. Cento e uma coroas de cerâmica e 88 de metalocerâmica foram examinadas em 126 pacientes. No estudo laboratorial, foi avaliada a habilidade de retenção de placa sobre esmalte, cerâmica, ouro e fosfato de zinco. A adaptação marginal também foi avaliada. Os resultados mostraram que o acúmulo de placa supragengival foi menor para as coroas artificiais, não havendo diferença no acúmulo de placa entre cerâmica e metalocerâmica. Alta porcentagem de coroas estava associada com gengivite, em alguns casos severa. A adaptação marginal de coroas de cerâmica pura foi inferior a metalocerâmica. O esmalte mostrou pouco acúmulo de placa, enquanto a cerâmica glazeada não apresentou nenhuma formação de placa e a cerâmica sem glaze resultou em alto acúmulo de placa. O ouro mostrou acúmulo de placa em algumas regiões de defeitos. A superfície de fosfato de zinco reteve considerável quantidade de placa. Os autores concluíram que a gengivite, às vezes severa, estava associada com ambos materiais restauradores. Houve uma correlação entre gengivite, adaptação marginal, rugosidade de superfície e defeitos marginais.

Gavelis et al. relataram, em 1981, que o término dos preparos para coroas totais influenciou significativamente a adaptação oclusal e marginal das restaurações cimentadas. Nas condições do estudo, o término em faca, com inclinação de 5° e bisel do ombro de 90°, paralelo à parede axial, também com inclinação de 5°, mostraram o melhor selamento marginal, seguidos pelos

términos ombro de 45° e, finalmente, os de ombro de 90° com bisel de 30° e 45°. Em relação à adaptação oclusal, os melhores foram: ombro de 90°, ombro de 45°, ombro de 90° com bisel de 45°, término em faca, ombro de 90° com bisel de 30°, chanfro com bisel paralelo à parede axial e, finalmente, o ombro de 90° com bisel paralelo à parede axial.

Gardner, em 1982, publicou uma revisão de literatura nominada “Margens de coroas totais”, onde ressaltou que configuração, adaptação e localização dos terminos eram pontos importantes destas restaurações. Em relação à configuração, observou que o ombro arredondado é o que gerava menos concentração de estresse no momento da cimentação, e que o término em bisel e faca eram os que mais concentravam estresse na região das margens. Da mesma forma, o ombro, com ou sem bisel, sofria menos distorção com a queima da porcelana que o chanfro com ou sem bisel. O autor concluiu que promover espaço para o cimento melhoraria a adaptação da restauração após cimentação e que o brunimento ou acabamento não eram igualmente eficientes nesta tarefa.

Em 1988, Schaerer, Sato e Wohlwend comparam a adaptação marginal de três cerâmicas fundidas: Cerastore (Johnson & Johnson), que não apresentava contração, cerâmica fundida Dicor (Dentsply), e Ceplatec (Cera-Platin Dental) ou Renaissance (Williams), cerâmicas que não necessitam uma infra-estrutura metálica. As margens foram avaliadas com microscópio convencional e eletrônico. Os resultados mostraram que a melhor adaptação foi da Cerastore, com uma média de 2,2 µm para o incisivo e 6,2 µm para o

molar; em segundo foi o Ceplatec (22  $\mu\text{m}$  e 41  $\mu\text{m}$ ), seguida pelo Dicor (87,8  $\mu\text{m}$  e 79,3  $\mu\text{m}$ ). Os autores concluíram que o Cerastore, apesar de ter margens extremamente bem adaptadas, tinha irregularidades nas margens da coroa devido à porosidade na infra-estrutura depois da queima. A Dicor mostrou o arredondamento das margens pela contração durante o período de ceramização e tratamento do jato de óxido de alumínio. As margens do Ceplatec eram boas quando a distorção das infra-estruturas de metal folhadas era controlada, sendo sua qualidade determinada pela habilidade do operador.

Abbate, Tjan e Fox, em 1989, mediram as discrepâncias marginais em quatro tipos de coroas. Preparos para as metalocerâmicas foram feitos com um ombro de 1,3 mm de extensão em vestibular, com inclinação de  $120^\circ$  e um chanfro lingual. Para as cerâmicas sem metal, Cerastore e Dicor, o preparo foi executado com ombro de 1,3 mm de extensão, com inclinação de  $120^\circ$  em todo o preparo. O grupo 1 foi restaurado com metalocerâmica com colar metálico em torno de todo o preparo, resultando em uma média de interface de 60,6  $\mu\text{m}$ . O grupo 2, com metalocerâmica e ombro cerâmico na vestibular, obteve média de 57,0  $\mu\text{m}$ . Grupo 3, Cerastore, 44,1  $\mu\text{m}$  e, grupo 4, Dicor, 65,3  $\mu\text{m}$ . A diferença destes resultados não foi estatisticamente significante entre os grupos. Na conclusão, os autores ressaltaram a presença de trincas nas cerâmicas sem metal e a preocupação com a presença de um grande número de trincas e possíveis falhas destas restaurações quando indicadas clinicamente.

Chan et al., em 1989, estudaram a adaptação das coroas Cerastore, metalocerâmica e metalocerâmica com ombro cerâmico, usando microscopia eletrônica. Os resultados foram os seguintes: 75 µm para a cerâmica pura, 65 µm para a metalocerâmica e 95µm para a metalocerâmica com ombro cerâmico. Concluíram que a configuração marginal das coroas é mais irregular que nos estudos com microscopia convencional.

Ainda em 1989, Holmes et al. fizeram referências à terminologia usada para determinar adaptação e desajuste das restaurações indiretas. Sugeriram a definição de “*internal gap*” (desajuste interno) como a distância perpendicular da superfície interna da restauração à parede axial do preparo; “*marginal gap*” (desajuste marginal) como a mesma medida feita na margem; “*overextended margin*” (margem sobre-estendida) como a medida perpendicular do desajuste marginal até a margem da restauração; “*underextended margin*” (margem sub-estendida) como a distância perpendicular do desajuste marginal até o ângulo cavo superficial da restauração; “*vertical marginal discrepancy*” (discrepância marginal vertical) como o desajuste marginal vertical medido paralelamente ao eixo de inserção da restauração; “*horizontal marginal discrepancy*” (discrepância marginal horizontal) como o desajuste marginal medido perpendicularmente ao eixo de inserção da restauração; “*absolute marginal discrepancy*” (discrepância marginal absoluta) como a distância da margem da restauração até o cavo superficial do preparo. Os autores concluíram que as diferentes terminologias e medidas usadas nos estudos de avaliação das margens das restaurações indiretas impedem a comparação dos mesmos. Sugeriram o uso da terminologia proposta para uma padronização dos dados.

Sorensen, em 1990, revisou os métodos para medir a fidelidade marginal e distribuiu-os em quatro categorias: visão direta, cortes seccionais, técnicas de moldagem, sondagem e visualização direta. Ressaltou as vantagens e desvantagens de cada método e a importância de cimentar as coroas para uma simulação mais aproximada da realidade clínica. Apresentou uma metodologia para determinar o desajuste marginal vertical e horizontal das restaurações. Em seu trabalho *in vitro* usou a técnica destrutiva de envolver os corpos-de-prova cimentados em acrílico e seccioná-los para observar a interface dente-restauração. Avaliou que a discrepância existente entre três observadores das margens era de 10  $\mu\text{m}$  para a horizontal e 9  $\mu\text{m}$  para vertical. Concluiu sugerindo que a padronização usada no trabalho fosse usada em futuros trabalhos sobre desajuste marginal.

McLean, em 1991, relatou que as cerâmicas odontológicas apresentam resistência à corrosão e à abrasão a ácidos fortes. Atualmente, as cerâmicas reforçadas, as quais apresentam maior resistência à tração do que a cerâmica feldspática, são indicadas para substituição de restaurações metalocerâmicas. Entretanto, esses materiais ainda têm suas limitações, como precisão, dificuldade em se obter uma superfície livre de porosidades e fendas. Diversas pesquisas mostraram que a resistência e a longevidade das restaurações são dependentes da superfície da cerâmica. Uma cerâmica com alta resistência, porém com defeitos na superfície, pode ter seu desempenho diminuído em relação às cerâmicas livres de defeitos.

O efeito *in vivo* da discrepância marginal de coroas metálicas sobre a saúde periodontal foi estudada por Felton et al., em 1991. Quarenta e duas restaurações com término subgingival em chanfro e tempo mínimo de uso de quatro anos foram selecionadas em pacientes da Universidade da Carolina do Norte. A região do término foi moldada para análise em microscopia eletrônica de varredura e o índice gengival foi obtido por sondagem da profundidade do espaço periodontal na região vestibular. Os autores concluíram que o aumento na discrepância entre a peça fundida e o dente preparado resultava em aumento da inflamação gengival.

Tjan et al., em 1991, avaliaram o desajuste cervical de coroas totais confeccionadas em cinco ligas alternativas, comparando-as com coroas totais confeccionadas em liga de ouro tipo III. Os autores citaram que durante a seleção de uma liga alternativa para restauração fundida, um dos fatores importantes a ser considerado era a precisão dimensional da peça resultante do processo de fundição. Clinicamente, os autores consideraram que uma restauração tinha aceitável desajuste cervical quando a fenda era imperceptível visualmente ou por sondagem. Os autores ponderaram que a existência de fenda cervical permitia a dissolução do material de cimentação exposto ao meio bucal, formando um nicho para crescimento bacteriano que possibilitava a ocorrência de inflamação gengival, recidiva de cárie e inflamação pulpar. Os autores concluíram que: a liga à base de prata-paládio produziu resultados próximos aos da liga de ouro tipo III; a liga à base de níquel-cromo-molibdênio produziu os maiores valores de desajuste cervical; o alívio interno propiciado

pelo espaçador para troquéis era imprevisível, sendo recomendado calibrar o número de camadas de acordo com a liga utilizada.

Em 1991, uma publicação de Rekow comparou seis sistemas CAD-CAM em relação à configuração, capacidade, curva de aprendizado, custo e adaptação marginal. O autor afirmou não haver consenso na aceitação da qualidade das margens dos sistemas e nem nos métodos de medição que deveriam ser aplicados. Segundo o autor, em uma coroa total metálica haveria uma distância em torno de 40 a 60  $\mu\text{m}$  entre as margens da restauração e preparo. Os resultados de laboratório disponíveis até aquela data sugeriam que alguns sistemas poderiam fabricar coroas com uma adaptação semelhante a das restaurações metálicas.

Em 1992, Hondrum escreveu sobre a resistência das cerâmicas odontológicas. O autor enfatizou que a maioria das coroas totais e próteses fixas tem sido confeccionadas em metalocerâmica devido à baixa resistência das cerâmicas puras. Contudo, existem algumas desvantagens das metalocerâmicas, como o potencial de corrosão da liga e possíveis efeitos tóxicos e alérgicos, assim como a redução da estética devido à falta de translucidez. Pesquisas têm focado o desenvolvimento de cerâmicas mais resistentes, sem o sacrifício da estética. Um dos principais mecanismos para o aumento da resistência das cerâmicas odontológicas tem sido a dispersão cristalina na matriz vítrea. Durante a cocção, o vidro funde e escoar entre os cristais, formando uma união iônica entre a matriz vítrea e os cristais. Devido à alta rigidez dos cristais, estes têm a capacidade de bloquear a propagação das

fendas quando a cerâmica é submetida a uma carga de tração, sendo que quanto maior a quantidade da fase cristalina, maior a resistência do material. Caso o coeficiente de expansão térmica da fase cristalina seja ligeiramente maior do que o da matriz vítrea, o vidro será colocado sob compressão durante o resfriamento, resultando em aumento da resistência da cerâmica.

Dietschi, Maeder e Holtz, em 1992, ressaltou a importância da precisão dos preparos na longevidade das restaurações indiretas. Neste estudo, o autor avaliou a influência do tipo de cerâmica e a habilidade dos técnicos na adaptação das restaurações. As cerâmicas usadas eram do tipo feldspáticas convencionais queimadas sobre um troquel refratário. Os preparos foram padronizados e o acabamento das margens feito com o auxílio de um microscópio binocular. As moldagens foram feitas com silicona de adição e os troquéis vertidos com gesso tipo IV. As réplicas das restaurações em posição, sem cimentação, foram feitas com silicona de adição. Após avaliação dos resultados, os autores concluíram que os materiais empregados no estudo poderiam ser usados clinicamente.

Pera et al., em 1994, avaliaram a adaptação marginal das coroas de In-Ceram (Vita) com término em chanfro, ombro de 50° e ombro de 90°. A avaliação foi feita com um estereomicroscópio de 100 vezes de magnificação. O espaço entre as margens foi medido em quatro pontos diferentes. Os resultados mostraram uma média de 21,67 µm para o término em chanfro, 32,73 µm para o ombro de 50° e 27,50 µm para o término em ombro de 90°.

Em 1995, Schmalz, Federlin e Reich investigaram a adaptação da interface dente-restauração e o comportamento do cimento resinoso em *inlays* cerâmicos tipo Cerec. As interfaces foram avaliadas sob microscópio eletrônico e, posteriormente, aferidas as medidas de micro-infiltração marginal. A metodologia para o exame microscópico foi realizada através de réplicas das restaurações em resina epóxica, mensurando a qualidade das margens. Os autores concluíram que espaços maiores que 100  $\mu\text{m}$  não diferiam entre si em relação à qualidade marginal, e que este espaço foi compensado pela viscosidade dos cimentos resinosos, existindo uma relação inversa entre tamanho da fenda e micro-infiltração.

A adaptação interna e marginal dos sistemas Cerec, Empress, Vita In-Ceram Spinell e Celay foram avaliados por Sjögren em 1995. O autor ressaltou que uma boa adaptação é importante, pois o cimento é considerado a parte mais fraca de uma restauração indireta e margens mal adaptadas podem promover um alto desgaste deste cimento. As restaurações foram coladas com cimento resinoso e o conjunto foi submetido a um banho de eritrosina a 4% para tornar as margens visíveis. Um microscópio Leitz UWM-DigS foi usado para as medidas. O autor ressaltou que um dos problemas associados a esta metodologia foi a dificuldade em identificar a interface dente-restauração, principalmente quando algum excesso de cimento estava presente. Os resultados oscilaram entre 203 a 237  $\mu\text{m}$  nos diferentes grupos.

Rinke, Hüls e Jahn, em 1995, compararam a adaptação marginal do sistema In-Ceram (Vita) e do Celay (Mikrona AG), sendo o término dos preparos

em chanfro. Foi empregado um microscópio com aumento de 180 vezes. Concluíram que não houve diferença entre as duas técnicas, sendo obtida uma média de 45  $\mu\text{m}$  para a adaptação marginal.

Della Bona, em 1996, estudou os aspectos que envolvem a ciência e a arte das cerâmicas odontológicas, incluindo a evolução histórica, composição, propriedades mecânicas e físicas, novas tecnologias e as últimas técnicas restauradoras que usam cerâmicas. Relatou que desde 1770, as cerâmicas têm sido usadas na confecção de dentes, coroas, pontes, facetas, *inlays* e *onlays*. Para o autor, a estabilidade química, alta resistência à compressão, estética excelente e durável, biocompatibilidade com os mais baixos índices de aderência de placa bacteriana são algumas das características incomparáveis das cerâmicas odontológicas; além disso, apresentam condutibilidade térmica e coeficiente de expansão térmica próxima da estrutura do dente.

Groten, Girthofer e Pröbster, em 1997, investigaram a adaptação marginal de coroas cerâmicas livres de metal do tipo Celay e In-Ceram com microscopia eletrônica e luminosa. As medidas foram aferidas com as coroas fixadas em uma única área (incisal) ao troquel mestre com um cimento provisório. Não existiram diferenças estatísticas entre as duas microscopias e os resultados mostraram margens inferiores a 50  $\mu\text{m}$ .

May et al., em 1998, usaram videografia a laser para medir, *in vitro*, a adaptação marginal das coroas de Procera AllCeram. Para a mensuração, foi empregado um laser arsênico de gálio como fonte ótica, com um comprimento

de onda de 780 nm, o qual digitalizou dados que puderam formar imagens tridimensionais. Uma fina camada de silicona de adição de consistência leve foi aplicada entre a coroa e o troquel para medir a adaptação interna das coroas. Esta estrutura foi então digitalizada, com e sem a película de silicona, determinando o espaço entre restauração e dente. A abertura das margens variou entre 54 a 64  $\mu\text{m}$  e, o desajuste interno das coroas, de 49 a 63  $\mu\text{m}$ .

Em 1999, Sturdevant, Bayne e Heymann avaliaram a adaptação marginal do sistema Cerec 2 (Sirona). Em sua segunda geração, o sistema testou restaurações MOD em pré-molares. A ferramenta usada para a avaliação foi do próprio equipamento. Nas superfícies proximais a média ficou em 97  $\mu\text{m}$  e, para a oclusal, 59  $\mu\text{m}$ , com uma média geral de 80  $\mu\text{m}$ .

Nakamura, Nonaka e Maruyama, em 2000, testaram o desajuste marginal e interno em restaurações de cerâmicas usinadas do tipo alumina sobre dois tipos de preparos. Um projetor de perfil foi utilizado para medir o desajuste dos casquetes. Estes foram fixados nos troqueis com cianoacrilato e chegaram a um desajuste de 35 a 63  $\mu\text{m}$  nas margens e acima de 100  $\mu\text{m}$  na borda incisal, internamente.

Boening et al., em 2000, estudaram a adaptação marginal e interna de restaurações de Procera AllCeram (Nobel Biocare) antes de serem cimentadas clinicamente. O estudo usou a técnica de Molin e Karlsson (1993) que consistia na aplicação de silicona de adição de consistência leve dentro das coroas e a colocação desta sobre o dente preparado. A película formada foi estabilizada

com silicóna de consistência pesada. Após, o conjunto foi seccionado e medido no microscópio. As medidas revelaram uma média de 90  $\mu\text{m}$  para os dentes anteriores e de 118  $\mu\text{m}$  para os dentes posteriores.

Ainda em 2000, Denissen et al. avaliaram a adaptação marginal de três sistemas de confecção de restaurações com auxílio do computador. Foram avaliados *onlays* fabricados com Cicero (Dental System), Cerec (Sirona) e Procera (Nobel Biocare) após serem cimentados em seus respectivos troquéis. As medidas foram realizadas com o auxílio de um microscópio, que transmitia as imagens para um computador com um programa compatível em cinco pontos diferentes das margens. As médias dos três sistemas foram de 74  $\mu\text{m}$  para o Cícero, 85  $\mu\text{m}$  para o Cerec e 68  $\mu\text{m}$  para o Procera.

Tinschert et al. investigaram, em 2001, o desajuste marginal de restaurações de alumina e zircônia produzidas pelo sistema CAD/CAM. Usaram uma metodologia não destrutiva com material de moldagem para preencher o espaço de desajuste. Os corpos-de-prova foram levados ao MEV com 200 vezes de magnificação. Os resultados encontrados variaram de 60,5 a 74,0  $\mu\text{m}$ . Os achados desse estudo sugeriram que o sistema estudado produziu restaurações com margens aceitáveis clinicamente.

Celik e Gemalmaz, em 2002, avaliaram a integridade marginal de coroas de resina composta e de cerâmica comparadas com o sistema IPS Empress utilizando dois diferentes agentes de cimentação. Foram usados 42 incisivos superiores humanos, nos quais foram confeccionados 14 coroas de cada

material. As restaurações foram cimentadas com cimento resinoso Variolink II High e Variolink Ultra. Os dentes restaurados foram seccionados no sentido vestibulo-lingual e méso-distal e a abertura marginal foi avaliada em microscópio com 200 vezes de aumento. Os resultados mostraram que a abertura marginal variou de 105  $\mu\text{m}$  a 182  $\mu\text{m}$ . Nenhuma diferença foi encontrada entre os diferentes tipos de coroas e agentes de cimentação.

Em 2003, Yeo et al. salientaram que a quantidade de medidas feitas pela maioria dos estudos era insuficiente estatisticamente. Neste estudo, foram feitas 50 medições em cada um dos 120 corpos-de-prova, usando o microscópio e a digitalização das imagens. Os resultados mostraram uma média de 87  $\mu\text{m}$  para o grupo controle (metalocerâmica), 83  $\mu\text{m}$  para o grupo do sistema Celay In-Ceram, 112  $\mu\text{m}$  para o sistema In-Ceram convencional e 46  $\mu\text{m}$  para o sistema Empress II.

Em 2004, Coli e Karlsson avaliaram o desajuste marginal dos casquetes de dióxido de zircônio de um novo sistema de fabricação com a tecnologia CAD/CAM. As restaurações eram preenchidas com um material de moldagem a base de silicone de adição e pressionadas sobre os troqueis. O material era estabilizado com um silicone mais denso e seccionado para a observação dos desajustes com microscópio com 30 vezes de magnificação. Os autores explicaram a variação dos resultados pela ausência de padronização da pressão de cimentação, número pequeno de locais de medição e direção de corte dos corpos-de-prova. A variação total de 0 a 115  $\mu\text{m}$  não inviabilizou o

sistema, que permitiu uma média de desajuste marginal abaixo de 50  $\mu\text{m}$ , o que é clinicamente aceito.

Quintas, Oliveira e Bottino, em 2004, avaliaram a discrepância marginal vertical de restaurações de cerâmica *in vitro*. O tipo de término, a técnica de confecção da cerâmica e diferentes agentes de cimentação foram testados antes e depois da cimentação. Um projetor de perfil mediu o desajuste marginal e encontrou valores para o Procera 25 a 44  $\mu\text{m}$ , 68 a 110  $\mu\text{m}$  para Empress 2 e 57 a 117  $\mu\text{m}$  para os casquetes de In-Ceram. As combinações entre término e agentes de cimentação não influenciaram no desajuste marginal no aspecto discrepância marginal vertical.

Em 2005, Wöstmann et al. reproduziram um estudo comparando três diferentes tipos de término dos preparos para restaurações metálicas com ligas de alto conteúdo de ouro. As restaurações foram cimentadas em 90 pacientes que tinham dentes com extração indicada. O desajuste marginal foi medido com um microscópio eletrônico de varredura. Resultados mostraram desajustes menores que 150  $\mu\text{m}$ . A anatomia do término do preparo teve uma influência significativa no desajuste marginal embora menor do que o esperado. A precisão de adaptação foi influenciada decisivamente também por outros parâmetros clínicos. Estes foram considerados de maior influência do que tinham sido considerados no passado. Os autores sugeriram que, enquanto as restaurações forem fixadas por um agente de cimentação, a odontologia deveria se preocupar em compreender melhor a influência da configuração da

margem e sua precisão de adaptação, e a influência destes fatores na saúde periodontal, na longevidade da restauração e do dente em questão.

Em 2005, Goldin et al. compararam a adaptação marginal de um sistema de cerâmica prensada sobre metal, um sistema de cerâmica pura prensada e as restaurações convencionais metalocerâmicas. Nos 62 corpos-de-prova, as imagens foram capturadas em um aumento de 45 vezes por um programa de análise e medidas. A discrepância marginal foi de 94  $\mu\text{m}$ , 88  $\mu\text{m}$  e 81  $\mu\text{m}$  para o grupo metalocerâmica, cerâmica prensada sobre metal e cerâmica pura prensada, respectivamente.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS e pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital São Lucas da PUCRS (ANEXO).

Para a presente pesquisa foram utilizados 30 pré-molares superiores humanos hígidos, extraídos com finalidade ortodôntica, obtidos na disciplina de Cirurgia da Faculdade de Odontologia da PUCRS. Os restos de ligamento periodontal foram removidos com cureta, desinfetados em hipoclorito de sódio a 1% por 24 horas e armazenados em água destilada a 4° C.

Os dentes foram fixados por meio da inclusão da raiz em resina acrílica quimicamente ativada (JET - Clássico, São Paulo, SP, Brasil) até 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte, com o objetivo de facilitar o preparo das coroas (Figura 1).



Figura 1 - Fixação da raiz em resina acrílica quimicamente ativada.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos com dez dentes cada, sendo confeccionados preparos para coroa total, com o término em chanfro e paredes com uma inclinação compatível com um preparo clínico, empregando a caneta de alta rotação com *spray* de ar e água:

- Grupo 1 (controle): preparo somente com ponta diamantada 6879K021 (Komet, Schaumburg, IL, Estados Unidos da América);
- Grupo 2: preparo com ponta diamantada 6879K021, seguido de acabamento do preparo com a broca multi-laminada H284K018 (Komet, Schaumburg, IL, Estados Unidos da América);
- Grupo 3: preparo com a ponta diamantada 6879K021, seguido de acabamento do preparo com a broca multi-laminada H284K018, sendo que esta última etapa foi realizada com auxílio de microscópio operatório binocular (Microscópio Cirúrgico OP 5, SFBN Mechanik, Alemanha) com aumento de 12,5 vezes.

Para cada cinco preparos foi usada uma nova ponta diamantada e broca multi-laminada. O tempo máximo para cada preparo, independente do grupo, foi estipulado em 10 minutos.

A etapa de confecção do preparo foi realizada por um único operador. Os dentes foram numerados de acordo com cada grupo experimental.

Os preparos foram moldados com silicone por adição Imprint II (3M, Saint Paul, MN, Estados Unidos da América) empregando uma moldeira individual em resina acrílica quimicamente ativada (JET - Clássico, São Paulo, SP, Brasil). O adesivo foi aplicado no interior da moldeira, e se aguardou 10 minutos para que ele secasse. A moldeira foi preenchida com o silicone por adição e, simultaneamente, o material foi aplicado sobre o preparo com auxílio de uma seringa, sendo então o preparo posicionado no interior da moldeira (Figura 2).



Figura 2 - a) Moldeira individual em resina acrílica com adesivo; b) aplicação do silicone por adição no preparo; c) preparos incluídos no material de moldagem.

Os moldes foram removidos dos preparos após 10 minutos. Decorrido 1 hora, cada molde foi encaixotado com fita crepe e vazado com gesso tipo IV Durone (Dentsply, York, PA, Estados Unidos da América), nas proporções de 100 g de gesso para 19 ml de água, sob vibração. Após 1 hora, os modelos foram removidos do molde, adequadamente numerados em relação ao grupo e ao número do dente (Figura 3), e armazenados em ambiente seco.



Figura 3 - Modelos.

Os modelos foram enviados ao laboratório especializado da empresa 3M/ESPE para a confecção dos casquetes em cerâmica Lava (3M/ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos da América). O sistema de cerâmica pura Lava emprega o sistema CAD-CAM para a fabricação das infra-estruturas.

Para avaliação da interface marginal, os casquetes de Lava foram cimentados em seus respectivos preparos empregando o cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem (3M/ ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos da América).

O cimento resinoso é fornecido em cápsulas, as quais foram ativadas durante dois segundos com o auxílio de dispositivo fornecido pelo fabricante. Após ativação, as cápsulas foram posicionadas em um amalgamador de alta velocidade (Automix, Kerr, Orange, CA, Estados Unidos da América), sendo o equipamento ativado por 15 segundos. Após, o cimento resinoso foi injetado nos casquetes com auxílio de instrumental apropriado (Figura 4).



Figura 4 - a) dispositivo para ativar a cápsula; b) cápsula posicionada no amalgamador de alta velocidade; c) aplicação do cimento resinoso no interior do casquete.

Os casquetes com cimento resinoso foram colocados nos respectivos preparos e pressionados com um peso de 1 kg por meio de um dispositivo para padronizar a pressão de cimentação. Inicialmente, foi removido o excesso de cimento resinoso nas margens das restaurações com o auxílio de uma gaze, seguido de fotopolimerização por 1 minuto em cada superfície (mesial, distal, vestibular e palatina) com o aparelho Demetron (Kerr Corporation, Orange, CA, Estados Unidos da América) com potência de luz entre 400 e 500 mW/cm<sup>2</sup> (Figura 5). Esperou-se o tempo de 5 minutos para a conclusão da cimentação. A

intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador foi aferida com radiômetro analógico Demetron (Kerr Corporation, Orange, CA, Estados Unidos da América).

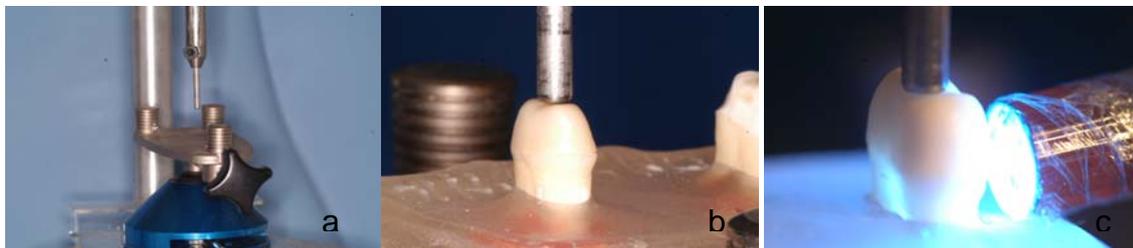


Figura 5 - a) dispositivo para realizar a pressão de cimentação; b) pressão de cimentação; c) fotopolimerização.

Os conjuntos dente-casquete foram removidos da base de resina acrílica, sendo eles agora incluídos totalmente em resina acrílica quimicamente ativada (JET - Clássico, São Paulo, SP, Brasil). Para isto, a superfície oclusal do casquete foi fixada contra uma placa de cera utilidade. Ao redor do conjunto dente-casquete, foi posicionada uma matriz metálica com cilindro de teflon bi-partido, sendo a resina acrílica quimicamente ativada vertida no interior do cilindro até cobrir o dente por completo (Figura 6).



Figura 6 - a) dente fixado na cera; b) matriz cilíndrica posicionada em volta do dente; c) vazamento de resina acrílica dentro da matriz.

No momento da reação exotérmica da resina acrílica, o conjunto foi colocado em um recipiente com água fria para dissipar o calor desta reação.

Decorrida a polimerização da resina acrílica, a matriz cilíndrica e a matriz de teflon bi-partida foram removidas.

Cada bloco de resina acrílica com o dente incluído foi posicionado na cortadora de precisão Labcut 1010 (Extec, Londres, Inglaterra) para realizar os seguintes cortes empregando um disco diamantado: a) secção centralizada na coroa no sentido vestibulo-lingual; b) secção centralizada na coroa no sentido méso-distal; c) secção 1 mm abaixo da margem do preparo para separar a raiz da coroa, individualizando quatro fragmentos (CELIK; GEMALMAZ, 2002) (Figura 7).

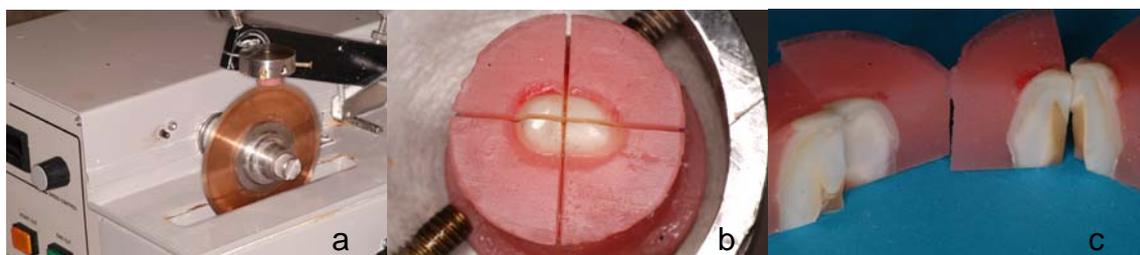


Figura 7 - a) posicionamento do bloco de resina acrílica na cortadora de precisão; b) cortes nos sentidos vestibulo-palatino e méso-distal; c) obtenção de quatro fragmentos.

Cada fragmento forneceu duas regiões para observação da adaptação das margens. Portanto, em cada dente cortado foram observadas oito regiões. Os fragmentos foram posicionados individualmente na lupa estereoscópica SZH10 (Olympus Corp., Toquio, Japão), em aumento de 70 vezes, estando a lupa acoplada à câmera de vídeo CCD-IRIS (Sony, Nova Iorque, NY, Estados Unidos da América). Desta forma, foi obtida uma imagem digital do término do preparo de cada fragmento. Estas imagens foram salvas em arquivos com formato JPEG. As medidas foram obtidas pelo programa Image Tool® (University of Texas Health Science Center at San Antonio, San Antonio, TX, Estados Unidos da América), sendo utilizada a ferramenta de medição linear. Esta ferramenta foi calibrada a

partir da imagem obtida na lupa estereoscópica, em aumento de 70 vezes, de uma régua específica e para esta finalidade.

Após a determinação destes oito planos, as superfícies foram observadas para medir as adaptações das margens. Duas medidas foram tomadas para diminuir a variabilidade das mesmas. Uma medida foi determinada pela distância do ângulo externo do preparo até o ângulo externo da infra-estrutura (Figura 8 - segmento "a"). A segunda medida foi determinada pela distância entre as duas superfícies internas quando assumiam uma adaptação constante (Figura 8 - segmento "b"). Estas duas medidas foram submetidas ao seguinte cálculo:  $a+b/2$ , sendo obtida uma média aritmética em cada grupo experimental.

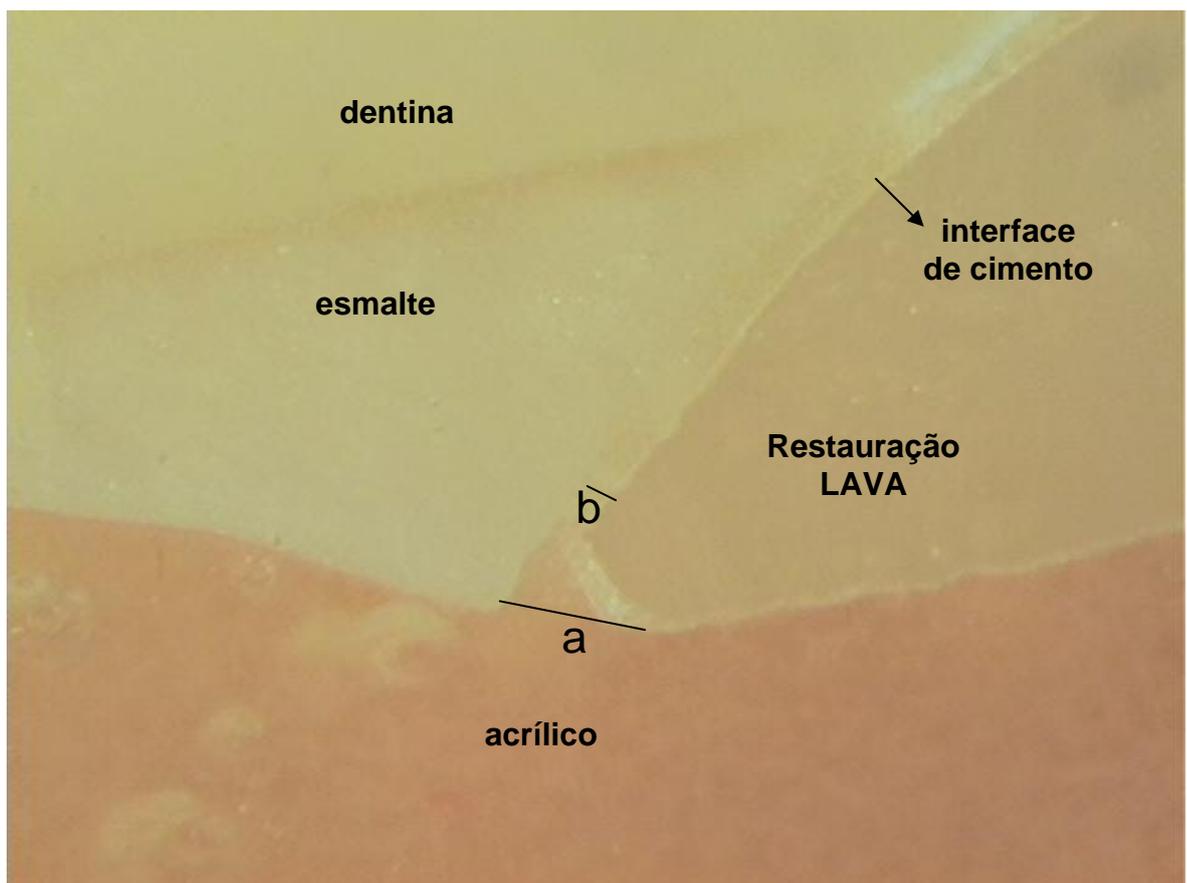


Figura 8 - Imagem digital da área de medição em um fragmento.

Este foi um estudo cego, em que todas as medições foram realizadas por um único examinador calibrado. Para avaliar a confiabilidade intra-examinador, das medições, foram selecionadas dez imagens, sendo realizadas as medições da distância “a” e da distância “b” de cada imagem em dois momentos diferentes. Para análise da reprodutibilidade das medições intra-examinador, foi utilizado o coeficiente de correlação intra-classe ao nível de significância de 5%. A confiabilidade intra-examinador foi de 0,976 para a medida “a” e de 0,947 para a medida “b”.

Os valores obtidos foram submetidos a Análise de Variância e ao teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

Através dos resultados do teste Análise de Variância (ANOVA) houve diferença estatística significativa entre os grupos experimentais (Tabela 1). De acordo com o teste de Tukey (Tabela 2, Figura 9), a melhor adaptação marginal foi obtida para o grupo 3 (58,497  $\mu\text{m}$ ), sendo estatisticamente diferente do grupo 1 (88,601  $\mu\text{m}$ ) e do grupo 2 (90,946  $\mu\text{m}$ ) ( $p < 0,05$ ), sendo que estes dois últimos grupos não tiveram diferença estatística entre si ( $p > 0,05$ ).

Tabela 1 - Resultado da Análise de Variância.

Fontes de Erro	gl	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	2	6549,0	3274,48	5,293	0,011
Dentro dos grupos	27	16704,4	618,68		
Total	29	23253,4			

Tabela 2 - Comparação entre as médias ( $\mu\text{m}$ ) para os grupos experimentais.

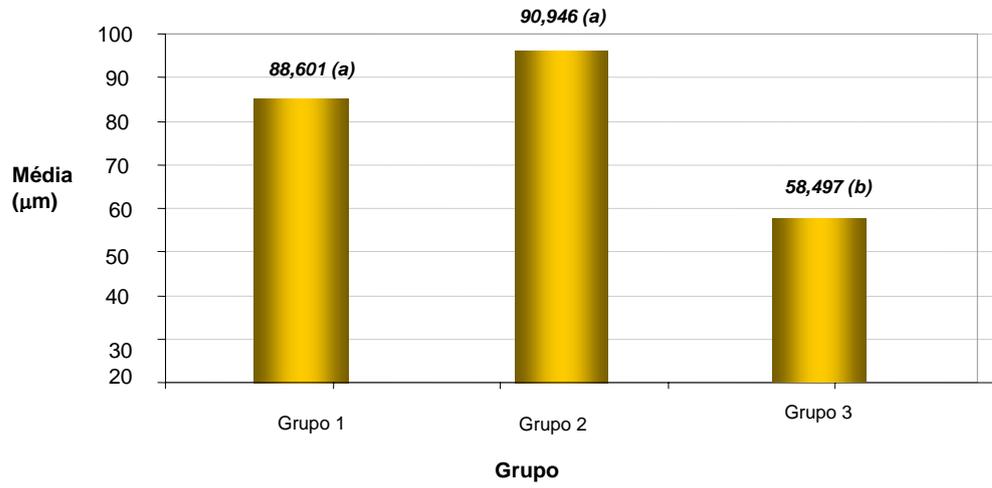
Grupo	n	Média	Desvio-padrão
Grupo 1	10	88,601 <sup>a</sup>	22,373
Grupo 2	10	90,946 <sup>a</sup>	35,809
Grupo 3	10	58,497 <sup>b</sup>	8,556

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Grupo 1: Preparo com ponta diamantada.

Grupo 2: Preparo com ponta diamantada e acabamento com broca multi-laminada.

Grupo 3: Preparo com ponta diamantada e acabamento com broca multi-laminada empregando o microscópio operatório.



\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si de acordo com teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Figura 9 - Comparação entre as médias ( $\mu\text{m}$ ) para os grupos estudados.

## 6 DISCUSSÃO

Existem vários estudos sobre adaptação marginal de restaurações indiretas com cerâmica pura. Entretanto, não há trabalhos verificando se o acabamento de preparos com o microscópio operatório pode auxiliar na melhor adaptação de restaurações em cerâmica pura. De acordo com os resultados do presente estudo, a hipótese nula foi rejeitada, pois o grupo em que foi realizado o acabamento do preparo com o microscópio operatório obteve melhor adaptação marginal em comparação com os grupos em que este instrumento não foi utilizado.

O microscópio operatório é um instrumento que oferece magnificação, ótima visualização do campo cirúrgico e excelente iluminação (PÉCORA; ANDREANA, 1993; NASE, 2003), além de grande versatilidade na ampliação das imagens sem alteração da distância focal (MUDRY, 2000). É possível que o conjunto destes fatores tenha permitido ao profissional um procedimento de acabamento do preparo mais refinado e uniforme no grupo em que o microscópio foi utilizado, o que pode ter favorecido o processo CAD/CAM empregado pelo sistema Lava.

O procedimento CAD/CAM do sistema Lava inicia com o escaneamento óptico do modelo mestre, originando uma imagem tridimensional no monitor do computador. O desenho da infra-estrutura é construído na tela do computador por meio do teclado, *mouse* e um *software* específico do sistema. Os dados são então transferidos para a unidade de fresagem onde é realizado o cálculo da trajetória de fresagem. A partir da imagem tridimensional, um bloco em zircônia pré-

sinterizada é fresada e então submetida à sinterização. Segundo o fabricante, a contração de sinterização é calculada adequadamente pelo aumento das dimensões do modelo mestre no momento do escaneamento, permitindo adaptações marginais que variam de 40  $\mu\text{m}$  a 70  $\mu\text{m}$  (LAVA - PERFIL TÉCNICO, 2002). Desta forma, partindo do princípio de que um preparo mais uniforme e refinado terá como consequência um modelo mestre também uniforme e refinado, sugere-se que isto tenha favorecido o processo CAD/CAM, o qual iniciou com o escaneamento óptico do modelo mestre, determinando infra-estruturas mais uniformes e refinadas. Além deste fator, preparos melhor acabados podem também favorecer o procedimento de cimentação.

No presente estudo, foi utilizado o cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem. Vários fatores influenciam na espessura de película do cimento, como a pressão de cimentação, duração da pressão, viscosidade e temperatura do cimento, o ângulo das paredes axiais do preparo (JORJENSEN, 1960), assim como o término do preparo (GAVELIS et al., 1981; GARDNER, 1982; ABBATE; TJAN; FOX, 1989; PERA et al., 1994; WÖSTMANN et al., 2005), sendo que todos estes fatores foram controlados no presente estudo. Os cimentos apresentam a característica de tixotropismo, ou seja, diminuem sua viscosidade quando submetidos a uma força de cisalhamento (IZUMIDA et al., 2006). Pode-se sugerir que os preparos mais uniformes obtidos no grupo em que foi utilizado o microscópio operatório favoreceram um maior escoamento do cimento durante a pressão de cimentação e, conseqüentemente, menor linha de cimento e melhor adaptação.

Desta forma, no presente estudo, o uso do microscópio operatório foi uma garantia de melhor qualidade na adaptação marginal das infra-estruturas da cerâmica Lava. Este achado corrobora com Michaelides, em 1996, que relatou a

vantagem do uso deste tipo de magnificação na área da prótese fixa. Também Musikant, Cohen e Deutsch (1996) concluíram que o microscópio operatório poderia ser usado por outras especialidades e não somente pela endodontia, melhorando a qualidade dos procedimentos odontológicos.

As médias de adaptação marginal foram maiores nos dois grupos em que não foi utilizado o microscópio operatório. A diferença entre estes grupos é que, no grupo 1, foi utilizada somente a ponta diamantada para realizar o preparo e, no grupo 2, a ponta diamantada seguido de acabamento com broca multi-laminada. Portanto, parece evidente que o principal fator para a melhor adaptação marginal foi o emprego do microscópio operatório, uma vez que o emprego da ponta diamantada, associada ou não com a broca multi-laminada, forneceu valores médios de adaptação marginal sem diferença estatística entre si.

Para evitar uma possível tendenciosidade do operador durante o desenvolvimento da parte experimental, foram realizados os seguintes procedimentos: 1) estabelecimento de tempo máximo para a confecção dos preparos dos três grupos experimentais, evitando que o operador dedicasse significativamente maior tempo para a confecção dos preparos em que o microscópio operatório foi empregado; 2) estudo cego em relação a obtenção das medidas, de forma que o operador não sabia qual grupo estava sendo medido.

Há várias metodologias para medir a adaptação marginal dos diversos tipos de restaurações indiretas (SORENSEN, 1990). Alguns autores usaram o microscópio convencional (SCHAERER; SATO; WOHLWEND, 1988; RINKE; HÜLS; JAHN, 1995; COLI; KARLSSON, 2004), outros o microscópio eletrônico de varredura (CHAN et al., 1989; SCHMALZ; FEDERLIN; REICH, 1995; GROTEN; GIRTHOFER; PRÖBSTER, 1997; TINSCHERT et al., 2001), a videografia a laser (MAY et al., 1998), assim como o projetor de perfil

(NAKAMURA; NONAKA; MARUYAMA, 2000; QUINTAS; OLIVEIRA; BOTINO, 2004). Mais recentemente, foi empregada a digitalização dos dados, em que as imagens do microscópio são transmitidas para um monitor onde, por meio de um *software*, são realizadas e gravadas as medidas (YEO et al., 2003; GOLDIN, et al., 2005), sendo esta metodologia utilizada no presente trabalho. Portanto, foram obtidas imagens digitais dos cortes e as medidas foram realizadas no *software Image Tool*. Embora todos estes métodos sejam aceitos para avaliar a adaptação marginal, não há um consenso nos métodos de medição que deveriam ser aplicados (REKOW, 1991) e no que se deve realmente medir.

Holmes (1989) tentou padronizar e determinar uma nomenclatura para as diferentes situações da região marginal dente-restauração. Segundo este autor, a medida perpendicular da superfície interna da restauração e a parede axial do preparo é denominada de fenda interna e a mesma medida junto à margem é chamada de fenda marginal. O desajuste vertical medido paralelo ao eixo de inserção da restauração é chamado discrepância marginal vertical. O desajuste horizontal medido perpendicular ao eixo de inserção da restauração é chamado discrepância marginal horizontal. Há também a possibilidade de uma margem com sobrecontorno ou com subcontorno. A sobre-extensão da margem é a distância perpendicular da fenda marginal até a margem da restauração, enquanto que uma margem subextensa é a distância perpendicular à fenda marginal até o ângulo cavo superficial do preparo. Há ainda a chamada discrepância marginal absoluta que é a distância entre o ângulo cavo superficial e o ângulo da margem da restauração (Figura 10). Embora estas situações da figura 10 determinem uma vasta nomenclatura, há na prática uma variedade muito maior de situações. Algumas situações são melhores clinicamente do que outras, mesmo que alguns critérios sejam inferiores do que outros. Por exemplo,

uma adaptação sem sobre ou subcontorno pode estar com uma fenda marginal acentuada. Nestas circunstâncias, embora não haja um degrau horizontal, há uma grande área exposta ao meio bucal sujeita à dissolução do agente de cimentação pelos fluidos bucais. De outro modo, a situação pode ser de uma fenda marginal completamente vedada, porém com uma discrepância horizontal acentuada, determinando um grande acúmulo de placa bacteriana no sub ou sobrecontorno. Para considerar estas situações e determinar um número representativo para o desajuste, assim como para poder comparar as diferentes situações, foi determinado que a soma da fenda marginal com a discrepância marginal absoluta dividido por dois representaria um valor mais significativo nesta avaliação. Na figura 10, estas duas medidas seriam representadas pelas letras b e g. Portanto, os valores de adaptação representam a média aritmética destas duas medidas:  $g+b/2$ .

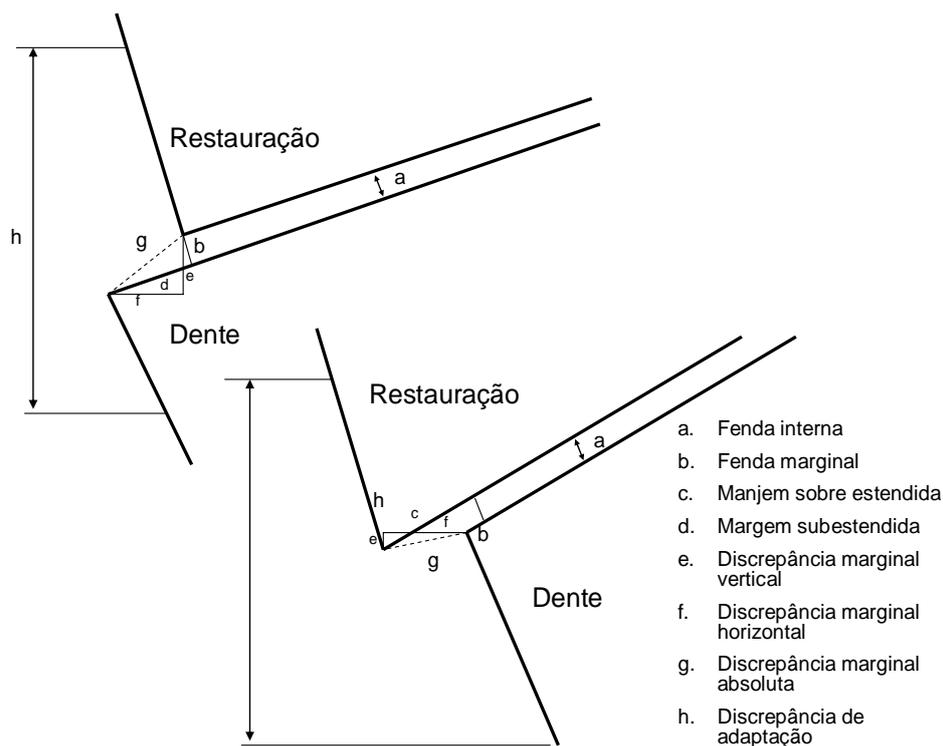


Figura 10 - Representação esquemática das diferentes situações da região marginal dente-restauração segundo Holmes, 1989.

Apesar das metodologias entre os estudos serem distintas, os resultados de estudos que avaliam a adaptação marginal de restaurações do tipo CAD/CAM são próximos dos achados no presente trabalho. Denissen et al. (2000), em estudo com cerâmicas que empregam a tecnologia CAD-CAM, registraram uma média de 74  $\mu\text{m}$  para o sistema Cícero, 85  $\mu\text{m}$  para o Cerec e 68  $\mu\text{m}$  para o sistema Procera. Boening et al. (2000) estudaram o sistema Procera e registraram uma média entre 80  $\mu\text{m}$  e 95  $\mu\text{m}$  para dentes anteriores, e 90  $\mu\text{m}$  e 145  $\mu\text{m}$  para dentes posteriores, sendo estes valores superiores aos estudos *in vitro*, porém aceito clinicamente. Em restaurações tipo *inlay*, Studervant, Bayne e Heymann (1999) encontraram uma média de 59  $\mu\text{m}$  na oclusal e 97  $\mu\text{m}$  nas margens proximais, sendo que esta diferença foi explicada pelo desenho da restauração e o comportamento do cimento quanto ao escape hidráulico.

Segundo van As (2001), a magnificação, seja por lupas ou microscópio operatório, seria importante nos trabalhos de precisão. No presente estudo, foi empregada a magnificação de 12,5 vezes, o que é impraticável com as lupas, mas facilmente alcançado com o microscópio operatório. Esta magnificação permite uma visualização maior do que a capacidade do olho humano (ARENS, 2003) e, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, importante para a obtenção de peças protéticas melhor adaptadas.

Clinicamente, a adaptação das peças é fator crítico para o sucesso clínico das restaurações, uma vez que esta deficiência leva a problemas relacionados com a solubilização do agente de cimentação (OILO, 1978), o acúmulo e crescimento bacteriano, inflamação gengival, manchamento, recidiva de cárie e inflamação pulpar (TJAN, 1991). Estudos *in vivo* fornecem evidência que maior desajuste marginal em restaurações indiretas se correlaciona com altos índices de placa e reduzidas condições periodontais (JANENKO; SMALES, 1979; FELTON et al., 1991). Portanto, sugere-se que o microscópio operatório é um recurso que pode contribuir para a maior longevidade clínica dos trabalhos restauradores.

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos *"in vitro"* pode-se concluir que:

- o uso do microscópio operatório no acabamento dos preparos para coroa total possibilitou melhor adaptação marginal das infra-estruturas em Lava;
- o uso de pontas multi-laminadas no acabamento dos preparos para coroa total não influenciou na adaptação marginal das infra-estruturas em Lava, quando comparadas com as pontas diamantadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

ABBATE, M.F.; TJAN, A.H.L.; FOX, W.M. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 61, n. 5, p. 527-53, May 1989.

ARENS, D.E. Introduction to magnification in endodontics. **J Esthet Restor Dent**, Hamilton, v.15, n.7, p.426-439, 2003.

BOENING, K. et al. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. **J Prosth Dent**, Saint Louis, v. 84, n.4, p.419-424, Oct. 2000.

CELIK, C; GEMALMAZ, D. Comparison of marginal integrity of ceramic and composite veneer restorations luted with two different resin agents: An in vitro study. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.34, n.1, p.59-64, Jan.-Feb. 2002.

CHAN, C. et al. Scanning microscopic studies of the marginal fit of three esthetic crowns. **Quintessence Int**, Berlim, v.20, n.3, p.189-193, Mar. 1989.

CLARK, D.J. The big push to clinical microscope for esthetic dentistry. **Contempor Esthet Restor Prac**, Nov. 2005.

COLI, P.; KARLSSON, S. Fit of a new pressure – sintered zirconium dioxide coping. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.17, n.1, p.59-64, Jan.-Feb. 2004.

DELLA BONA, A. Cerâmicas: desenvolvimento e tecnologia. RFO UPF, Passo Fundo, v.1, n.1, p.13-23, Jan./Jun. 1996.

DENISSEN, H. et al. Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 84, n. 5, p.506-513, Nov. 2000.

DIETSCHI, D.; MAEDER, M.; HOLTZ, J. In vitro evaluation of marginal fit and morphology of fired ceramic inlays. **Quintessence Int**, Berlim, v.23, n.4, p.271-278, Apr. 1992.

---

\* De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

ERTEN, H. et al. Restorative treatment decision making with unaided visual examination. Intraoral camera and operating microscope. **Oper Dent**, Seattle, v.31, n.1, p. 55-59, Jan.-Feb. 2006.

FELTON, D.A. et al. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.65, n.3, p.357-364, Mar. 1991.

[FRIEDMAN, M.](#); [MORA, A.F.](#); [SCHMIDT, R.](#) Microscope-assisted precision dentistry. **Compend Contin Educ Dent**, Jamesburg, v..20, n.8, p.723-8, 730-1, 735-6, Aug. 1999.

GARDNER, F.M. Margins of complete crowns-Literature review. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.48, n.4, p.396-400, 1982.

GAVELIS, R.J. et al. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparation. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.45, n. 2, p.138-145, Feb. 1981.

GOLDIN, E.B. et al. Marginal fit of leucite-glass pressable ceramic restorations and ceramic-pressed-to-metal restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.93, n.2, p.143-147, Feb. 2005.

GROTEN, M.; GIRTHOFER, S.; PRÖBSTER, L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 24, p.871-881, Dec. 1997.

HOLMES, J. R. et al. Considerations in measurement of marginal fit. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 62, n.4, p.405-408, Oct. 1989.

HONDRUM, S.O. A review of the strength properties of dental ceramics. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.67, n.6, p.859-864, June 1992.

IZUMIDA, A. et al. Rheological study of hard resin for crown and bridge. **Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi**, v.50, n. 3, p. 396-404. Jul., 2006.

JANENKO, C.; SMALES, R.J. Anterior crowns and gingival health. **Aust Dent J**, Sydney, v.24, n.4, p.225-230, Aug. 1979.

JORGENSEN, K.D. Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. **Acta Odontol Scand**, v.18, p.479-490, 1960

LAVA - All-ceramic system. Technical Product Profile. 3M/ESPE Dental Product 40p., 2002.

MAY, K. et al. Precision of fit: Procera AllCeram crown. **J Prosth Dent**, Saint Louis, v.80, n.4, p.394-404, Oct. 1998.

McLEAN, J.W. The science and art of dental ceramics. *Oper Dent*, Seattle, v.16, n.4, p.149-156, July/Aug. 1991.

McLEAN, J.W.; HUGHES, T.H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J*, London, v.119, n.6, p.251-267, Sept. 1965.

[MICHAELIDES, P.L.](#) Use of the operating microscope in dentistry. *J Calif Dent Assoc*, San Francisco, v.24, n.6, p.45-50, June 1996.

MUDRY, A. The history of microscope for use in ear surgery. *Am J Otol*, New York, v.21, n.6, p.877-886, Nov. 2000.

[MUSIKANT, B.L.](#); [COHEN, B.I.](#); [DEUTSCH, A.S.](#) The surgical microscope, Not just for the specialist. *N Y State Dent J*, New York, v.62, n.8, p.33-35. Oct. 1996.

NAKAMURA, T.; NONAKA, M.; MARUYAMA, T. In vitro fitting accuracy of copy-milled alumina cores and all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*, Lombard, v.13, n.3, p. 189-193, May-Jun. 2000.

NASE, J.B. The clinical operating microscope advantage in fixed prosthodontics. *Gen Dent*, Chicago, v.51, n.5, p.417-422, Oct. 2003.

OILO, G. Adaptation of luting cement to enamel, dentin and restorative material. *Acta Odontol Scand*, Oslo, v.36, n.3, p.149-156, 1978

PECORA, G.; ANDREANA, S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis 75:751-758, Jun. 1993.

PERA, P. et al. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 72, n.6, p.585-590, Dec.1994.

QUINTAS, A.F.; OLIVEIRA, F.; BOTTINO, M.A. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.92, n.3, p.250-257, Sep. 2004.

REKOW, E.D. Dental Cad-Cam Systems. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v. 122, n.12, p.42-48, Dec. 1991.

RINKE, S; HÜLS, A.; JAHN, L. Marginal accuracy and fracture strength off conventional and copy milled all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*, Lombard, v.8, n.4, p.303-310, Jul.- Aug. 1995.

SCHAERER P.; SATO. T.; WOHLWEND A. A comparison of the marginal fit of three cast ceramic crown systems. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 59, n. 5, p. 534-542, 1988.

SCHMALZ, G.; FEDERLIN, M.; REICH, E. Effect of dimension of luting space and luting composite on marginal adaptation of a class II ceramic inlay. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.73, n.4, p.392-399, Apr. 1995.

SJÖGREN, G. Marginal e internal fit of four types of ceramic inlays after luting. An in vitro study. **Acta Odontol Scand**, Stockholm, v.53, n.1, p.24-28, Feb. 1995.

SORENSEN, J.A. A standardized method for determination of crown margin fidelity. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 64, n.1, p.18-24, Jul. 1990.

STURDEVANT, J.R.; BAYNE, M.S.; HEYMANN, H. Margin gap size of ceramics inlays using second-generations CAD/CAM equipment. **J Esthet Dent**, Philadelphia, v.11, n.4, p.206-214, 1999.

TINSCHERT, J. et al. Marginal fit of alumina and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. **Oper Dent**, Seattle, v.26, n.4 p.367-374, Jul.- Aug. 2001.

TJAN, A.H.L. et al. Marginal accuracy of composite crowns made from alternative casting alloys. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.66, n.2, p.157-164, Aug. 1991.

van As, G. Magnification and the alternatives for micro dentistry. [Compend Contin Educ Dent](#), Jamesburg, v.22, n.11-a, p.1008-1016, 2001.

WINTER, R.R. et al. Use of magnification in dental technology. **J Esthetic Rest Dent**, v.15, n.7, p. 409-415, 2003.

WÖSTMANN, B. et al. Influence of margin design on the fit of high-precious alloy restorations in patients. **J Dent**, v.33, n.7, p. 611-618, Aug. 2005.

YEO, I.S.; YANG, J.H.; LEE, J.B. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown system. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.90, n.5, p.459-464. 2003.

## **ANEXOS**



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade de Odontologia da PUCRS*

---

**Porto Alegre 16 de setembro de 2005**

**O Projeto de: Tese**

**Protocolado sob nº:** 0025/05

**Intitulado:** *Avaliação do emprego do microscópio clínico na adaptação de restaurações em proceras allceram*

**do(a) aluno(a):** *José Pedro Peixoto de Oliveira*

**Programa de:** *Odontologia*

**do curso de:** *Dentística Restauradora*

**Nível:** *Doutorado*

**Orientado pelo(a):** *Profa. Dra. Ana Maria Spohr*

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 16 de setembro de 2005.

**Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira**  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS



Ofício 1395/06-CEP

Porto Alegre, 01 de dezembro de 2006.

Senhor(a) Pesquisador(a):

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS  
apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 06/03418 intitulado:  
**“Avaliação do emprego do microscópio clínico na adaptação de restaurações  
em proceras allceram”**.

Sua investigação está autorizada a partir da presente  
data.

Relatórios parciais e final da pesquisa devem ser  
enviados a este CEP.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Roberto Goldim  
COORDENADOR DO CEP-PUCRS

Ilmo(a) Sr(a)  
Profa Dra Ana Maria Spohr  
N/Universidade