

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA**

Gustavo Georges de Mattos Chraim

**INFLUÊNCIA DO PREENCHIMENTO DA  
CÂMARA PULPAR COM RESINA COMPOSTA NA  
RESISTÊNCIA AO DESLOCAMENTO DE  
ENDOCROWNS**

Florianópolis

2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA**

Gustavo Georges de Mattos Chraim

**INFLUÊNCIA DO PREENCHIMENTO DA  
CÂMARA PULPAR COM RESINA COMPOSTA NA  
RESISTÊNCIA AO DESLOCAMENTO DE  
ENDOCROWNS**

Dissertação entregue ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina para Obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador Prof. Dr. Gilberto Müller Arcari.

Co-orientador: Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada.

Florianópolis

2012

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária  
da  
Universidade Federal de Santa Catarina

C553i Chraim, Gustavo Georges de Mattos

Influência do preenchimento da câmara pulpar com resina composta na resistência ao deslocamento de endocrowns [dissertação] / Gustavo Georges de Mattos Chraim ; orientador, Gilberto Muller Arcari. - Florianópolis, SC, 2012.  
104 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Coroas (Odontologia). 3. Dente não vital. 4. Restauração (Odontologia). I. Arcari, Gilberto Müller. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU 616.314

Gustavo Georges de Mattos Chraim

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ODONTOLOGIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 23 de Fevereiro de 2012

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini  
*Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia*

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Gilberto Müller Arcari  
*Orientador*

---

Profª. Dra. Roselaine Terezinha Pozzobon  
*Membro*

---

Profª. Dra. Renata Gondo Machado  
*Membro*



**Para Albertina, Elias e Juliana,**

Vocês são as luzes mais brilhantes da  
minha vida.

## AGRADECIMENTOS

À **Jouhanna**, minha companheira e incentivadora de todos os momentos, por entender as minhas linhas e entrelinhas, por compreender minhas ausências e por sempre me incentivar. Muito obrigado!

À **Universidade Federal de Santa Catarina** e ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia**, por tudo que me proporcionaram.

Ao meu orientador, **Prof. Gilberto Müller Arcari**, pela confiança, inspiração e sabedoria ao guiar meus passos durante o mestrado. Minha sincera e profunda gratidão.

Ao meu Co-orientador, **Prof. Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, pelo seu enorme coração e por saber sempre me incentivar, motivar e estimular. Muito obrigado!

Ao Prof. **Luiz Narciso Baratieri**, pela inspiração, motivação, confiança e generosidade.

Ao Prof. **Sylvio Monteiro Júnior**, pela confiança e carinho. Levo na memória cada um de seus ensinamentos. Muito obrigado, sinceramente!

Ao Prof. **Luiz Clóvis Cardoso Vieira**, pela confiança, segurança, respeito e humanidade, no sentido mais profundo. Meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Prof. **Hamilton Pires Maia**, pelos incríveis ensinamentos e pelo bom gosto quanto ao time de futebol. Muito obrigado pela convivência e socorro quando da preparação das aulas do Estágio de Docência. Muito obrigado!

À Profª. **Jussara Karina Bernardon**, pela inspiração, competência e doçura de suas palavras. Sua generosidade me impressiona. Muito obrigado por tudo!

À Profª. **Renata Gondo Machado**, pela convivência, dedicação e disposição em ajudar.

À Profª. **Sheila Stolf**, pelo respeito e sempre sincero incentivo.

Ao Prof. **Guilherme Carpena Lopes** pelas lições e estímulo, desde a graduação e especialização. Muito obrigado, professor!

Ao Prof. **Cléo Nunes de Souza** pelas lições de vida e pela amabilidade.

À **Dona Léa** pelo carinho com que recebe a mim e aos mais amigos na sala da Dentística.

Ao **Bruno**, por toda a ajuda e pelo companheirismo.

Aos meus companheiros de jornada no mestrado, **Diogo, Carlo, Rafael, Shizuma, Gustavo, Fernanda, Vanessa, Lindiane, Marcell e Elizabeth**. Minha mais sincera e profunda gratidão. Sem vocês teria sido muito mais difícil. Cada um de vocês com suas singularidades têm um lugar no meu coração!

Ao meu amigo **Júnio**, por me ensinar, mesmo sem saber que estava ensinando.

Ao **Fábio Andretti**, por compartilhar um pouco da sua genialidade nos estágios iniciais de desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Aos amigos do doutorado **Max, Daniel Baptista, David, Eduardo, Daniel Malta, Luana, Greciana, Cassio, Adriano**, pela convivência harmoniosa e saudável que tivemos nestes anos.

Aos **alunos das turmas 2009.1 e 2009.2**, pela generosidade com que me receberam no estágio docência. Muito obrigado! Aprendi bastante com vocês!

Ao amigo **Felipe Hilgert Seadi**, por injetar a cerâmica para mim, mesmo quando eu pedia em cima da hora. Este trabalho não teria acontecido sem a sua preciosa ajuda. Muito obrigado.

Ao **Sérgio Martins**, pela confecção dos dispositivos metálicos que tanto tomaram o meu tempo e noites de sono. Minha mais sincera gratidão.

Por último, mas jamais menos importante, aos meus camaradas do **Partido Comunista do Brasil**, que souberam entender a minha ausência e sempre estiveram comigo de coração. Muito Obrigado!

## RESUMO

CHRAIM, Gustavo Georges de Mattos. Influência do Preenchimento da Câmara Pulpar com Resina Composta na Retenção de Endocrowns. 2012, 103 folhas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Universidade Federal de Santa Catarina.

O objetivo deste estudo foi verificar a influência do preenchimento da câmara pulpar com resina composta na resistência ao deslocamento de endocrowns. Para isso, foram utilizados 20 terceiros molares humanos, sendo eles divididos em dois grupos (n=10). No grupo 1, os dentes foram incluídos e preparados com o desgaste das retenções da câmara pulpar. No grupo 2, os dentes tiveram a câmara pulpar completamente preenchida por resina composta e depois tiveram os preparos confeccionados. As áreas das interfaces aderidas foram medidas com uma fina folha de papel alumínio. Os dentes foram moldados e Endocrowns cerâmicas foram confeccionadas e cimentadas adesivamente. As endocrowns foram submetidas ao teste de tração de coroas 24 horas após a cimentação e os valores transformados em  $N/cm^2$  submetidos ao teste t de Student. Os resultados mostraram que houve diferenças entre os grupos, sendo que o grupo 2 ( $2030,95 \pm 223,24$ )  $N/cm^2$  apresentou maior resistência ao deslocamento do que o grupo 1 ( $1285,2 \pm 313,21$ )  $N/cm^2$ . O preenchimento da câmara pulpar aumentou a resistência ao deslocamento de Endocrowns sob o teste de tração de coroas.

Palavras chave: Coroas, Dente não Vital, Restauração Dentária.

## **ABSTRACT**

CHRAIM, Gustavo Georges de Mattos. Influência do Preenchimento da Câmara Pulpar com Resina Composta na Retenção de Endocrowns. 2012, 103 folhas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Universidade Federal de Santa Catarina.

The objective of this study was to determinate the difference of retention of Endocrowns in teeth prepared with and without filling the pulp chamber retentions with composite. 20 human sound molars were divided in two experimental groups (n=10). In group 1, the teeth were prepared for Endocrowns and the retention were removed by wearing the walls of the pulpal chamber. In Group 2, the pulpal chamber was filled with composite and prepared to receive the Endocrown restoration. The surface areas were measured using an aluminium foil, the teeth were molded and ceramic Endocrowns were fabricated and bonded. The pull-off test was performed 24hs after the bonding procedure. The data obtained was submitted to Student's t test and the result showed that there were differences between the groups, and group 2 (2030,95 +-223,24) N/cm<sup>2</sup> showed greater resistance to displacement than group 1 (1285+-313,21) N/cm<sup>2</sup>. The filling of the pulp chamber increases resistance to displacement of Endocrowns submitted to the pull-off test.

Keywords: Crowns, Non-vital Teeth, Dental Restoration.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dentes utilizados no trabalho.....	55
Figura 2: Limpeza dos dentes com pedra pomes.....	55
Figura 3: Dente fixado ao delineador para inclusão.....	56
Figura 4: Centralização do dente no suporte.....	57
Figura 5: Suporte de PVC preenchido por resina acrílica.....	57
Figura 6: Inserção do dente no suporte preenchido por resina....	58
Figura 7: Acesso à câmara pulpar.....	59
Figura 8: Ampliação da abertura endodôntica com a ponta diamantada 3081.....	59
Figura 9: Delineador com dispositivo de padronização de preparo acoplado.....	60
Figura 10: Dente sendo preparado com auxílio do dispositivo de padronização de preparos.....	61
Figura 11: Assoalho da câmara pulpar preenchido com resina composta.....	62
Figura 12: Refinamento do preparo com discos de lixa.....	62
Figura 13: Preparo do Grupo 1 concluído.....	63
Figura 14: Câmara pulpar sendo condicionada.....	64
Figura 15: Aplicação do sistema adesivo.....	65
Figura 16: Câmara pulpar preenchida com resina composta.....	65
Figura 17: Arredondamento dos ângulos internos com ponta diamantada extrafina.....	66
Figura 18: Preparo do grupo 2 concluído.....	67
Figura 19: Aplicação do silicone de adição.....	68

Figura 20: Molde pronto.....	69
Figura 21: Posicionamento da folha de alumínio para mensuração da área de adesão .....	69
Figura 22: Recorte do papel alumínio com lâmina de bisturi nº 15.....	70
Figura 23: Folha de papel alumínio recortada, correspondente à área de adesão.....	71
Figura 24: Aplicação do ácido fluorídrico sobre a cerâmica.....	72
Figura 25: Aplicação do silano sobre a cerâmica condicionada..	72
Figura 26: Aplicação do adesivo na cerâmica condicionada.....	73
Figura 27: Condicionamento do dente com ácido fosfórico.....	74
Figura 28: Aplicação do sistema adesivo sobre o dente.....	74
Figura 29: Aplicação do cimento sobre a cerâmica.....	75
Figura 30: Dispositivo padronizador da força de cimentação.....	75
Figura 31: Remoção do excesso de cimento.....	76
Figura 32: Fotoativação.....	76
Figura 33: Posicionamento do dique de borracha no espécime...	77
Figura 34. Preenchimento do suporte com resina acrílica.....	77
Figura 35: Imagem de um espécime pronto.....	78
Figura 36: Mecanismo para tração de coroas afixado na Máquina de Ensaio Universal.....	79
Figura 37: Espécime posicionado pronto para a tração.....	79

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Média e Desvio Padrão dos grupos experimentais.....80

Tabela 2: Peso em gramas das folhas de papel alumínio recortadas para mensuração da área.....100

Tabela 3: Área (em  $\text{cm}^2$ ) de interface adesiva de cada espécime.....101

Tabela 4: Valores de Resistência ao Deslocamento dos espécimes ( $\text{N}/\text{cm}^2$ ).....102

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	15
2. Revisão de Literatura.....	18
3. Proposição.....	54
4. Materiais e Métodos.....	55
4.1 Inclusão dos dentes.....	56
4.2 Preparo dos espécimes.....	58
4.2.1 Grupo 1.....	58
4.2.2 Grupo 2.....	63
4.3 Moldagem.....	67
4.4 Mensuração da interface.....	69
4.5 Cimentação.....	71
4.6 Preparo dos Espécimes para o teste.....	77
4.7 Tração de coroas.....	78
5. Análise Estatística.....	80
6. Resultados.....	81
7. Discussão.....	83
8. Conclusão.....	90
REFERÊNCIAS.....	91
ANEXOS.....	96
ANEXO A.....	97
ANEXO B.....	98
APÊNDICES.....	100
APÊNDICE A.....	101
APÊNDICE B.....	102
APÊNDICE C.....	103

## 1 INTRODUÇÃO

*Endocrowns* são restaurações indiretas que utilizam a câmara pulpar como retenção adicional para impedir seu deslocamento quando de sua submissão às forças oclusais (SCHLICHTING, MACHRY, HILGERT, 2008; LANDER; DIETSCHI, 2008, p.491). Embora esta técnica tenha se popularizado por conta da confiabilidade da adesão entre o tecido dental e as cerâmicas vítreas condicionáveis, a ideia de utilizar a câmara pulpar como retenção para restaurações foi descrita pioneiramente de maneira formal por NAYYAR, (1980).

Diversos estudos (DIETSCHI, et al. 2007; DIETSCHI, et al. 2008) sobre o comportamento biomecânico de dentes tratados endodonticamente relataram que esta técnica é mais indicada do que a utilização de pinos radiculares, que tornam o padrão de fratura dos dentes menos favorável à sua recuperação.

Estudos clínicos também já mostraram que *Endocrowns* podem ser feitas com previsibilidade, tendo bom tempo de duração e padrão de falha altamente recuperável, visto que estas ocorreram predominantemente na camada adesiva entre dentina e cimento ao longo do

tempo (BINDL e MORMANN, 1999; BINDL et. al. 2005).

As recomendações para o preparo deste tipo de restauração são as mesmas de outros tipos de restaurações indiretas, como inlays, onlays e coroas: expulsividade entre 6° e 12° (MACK, 1980), ângulos externos retos e ângulos internos arredondados, término do preparo preferencialmente ser em ombro arredondado (SCHLICHTING, MACHRY, HILGERT, 2008; LANDER; DIETSCHI, 2008, p.497).

Quanto ao preparo da câmara pulpar, duas abordagens podem ser adotadas pelos profissionais: as retenções são removidas durante o preparo cavitário por pontas diamantadas ou são preenchidas por resina composta com a utilização de sistemas adesivos. Embora esta segunda abordagem seja mais conservadora que a primeira, não há disponível na literatura corrente se este tipo de procedimento tem alguma influência na resistência da endocrown ao deslocamento.

Uma maneira de se testar características de preparos é a o teste de retenção de coroas, também chamado de teste de resistência ao deslocamento ou *crown pull-off* (HEINTZE, 2010). Embora seja de difícil

execução, dispendioso e tenha uma série de variáveis que devem ser controladas, é um dos únicos que leva em conta as características geométricas complexas dos preparos.

O objetivo deste estudo foi verificar a influência do preenchimento da câmara pulpar com resina composta na resistência ao deslocamento de endocrowns.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Lander e Dietschi (2008) realizaram uma breve revisão de literatura sobre dentes tratados endodonticamente e descreveram uma técnica restauradora, ilustrando-a com um caso clínico. Os autores começam afirmando que as decisões de restaurar dentes nestas condições são baseadas em conhecimentos empíricos e que a informação científica disponível sobre este assunto é confusa, por conta de vários estudos inconclusivos e por haver uma gama de materiais disponíveis, cujas propagandas são mais amplamente divulgadas do que a informação científica. O pressuposto de que a resistência da dentina seria amplamente afetada pela remoção da polpa não tem confirmação científica. Os estudos mostram, na verdade, que esta resistência sofre mais influência do preparo mecânico do canal radicular do que a remoção da polpa propriamente dita. Um acesso endodôntico conservador e uma modelagem adequada dos canais tem um efeito desprezível no comportamento biomecânico dos dentes. Vários autores vêm desencorajando o uso de pinos por conta principalmente dos padrões de falhas catastróficas apresentados por dentes restaurados desta forma. Aliado a isso, ainda há os riscos de perfuração radicular, enfraquecimento da raiz devido ao

preparo para colocação do pino. A tendência de considerar o uso do pino essencial se restringe a situações de muito pouca retenção do remanescente dental. O uso da câmara pulpar como retenção mecânica de restaurações foi descrito em 1980. Quanto ao material restaurador, os autores utilizaram cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio neste estudo. Entretanto, eles comentaram a existência de vários artigos que estimulam o uso de resinas compostas de laboratório associadas à técnica do condicionamento ácido total na cimentação. Ainda afirmaram ser possível fazer preenchimentos de resina composta no dente antes da realização do preparo do dente, no sentido tanto de se criar uma geometria adequada para a cavidade quanto para preencher retenções mecânicas que impeçam o posicionamento da restauração indireta na cavidade. Entretanto, se mais da metade da coroa está perdida, deve-se usar pinos e núcleos, sabendo que este tipo de restauração pode significar um pior comportamento biomecânico do dente.

Dietschi et al. (2008) realizaram uma revisão de literatura sobre restauração de dentes tratados endodonticamente incluindo artigos publicados entre 1990 e 2005. Este artigo foi dividido em duas partes e a primeira delas trata dos efeitos do tratamento endodôntico na

estrutura dental. Os estudos encontrados na literatura usam diversas metodologias, que dão resultados diferentes de acordo com os materiais estudados e o rigor metodológico aplicados em cada pesquisa. Esses dois fatores levam à uma dificuldade de se chegar em uma conclusão que possa ser seguramente extrapolada para a clínica, visto que os resultados muitas vezes são conflitantes. Os autores atribuíram o comportamento biomecânico do dente após o tratamento de canal à composição do dente, micro e macro estrutura da dentina e estrutura dental. Quanto à composição tecidual, o dente desidrata e perde cerca de 9% da água. Esta água é a livre na dentina e não água de sua composição estrutural. Isso faz com que haja uma diminuição sutil no módulo de elasticidade. Não há alteração da resistência à compressão ou à tração da dentina. Não há diferença na estrutura tridimensional do colágeno. Quanto à perda da vitalidade é isso. Só que para tratar os canais, se usa hipoclorito de sódio e quelantes, como o EDTA, além de outras substâncias, como o hidróxido de cálcio. Estas substâncias interagem com o conteúdo mineral (EDTA) e orgânico (hipoclorito) da dentina. Os quelantes provocam erosão da dentina e seu amolecimento. O hipoclorito tem ação proteolítica e faz com que ocorra uma quebra das cadeias colágenas. Quanto às propriedades físicas da dentina, sabe-se que a sua

elasticidade e a sua microdureza variam de acordo com a região. A dentina intertubular tem um módulo de elasticidade 50% menor do que a peritubular. A microdureza acompanha o mesmo sentido. As variações estão relacionadas à quantidade e tamanho dos túbulos dentinários nas diferentes regiões. As medições de resistência à compressão e microdureza mudam de acordo com a orientação dos túbulos dentinários durante o teste, sendo que quando estão na perpendicular, os valores obtidos são maiores. A literatura não comenta sobre as possíveis diferenças entre dentina jovem e dentina de pacientes de mais idade devido à deposição de dentina secundária. Os produtos mencionados anteriormente para desinfecção e irrigação do canal diminuem o módulo de elasticidade e a sua resistência flexural. Já os desinfetantes como eugenol e formocresol aumentam a resistência à tração da dentina por causa da coagulação proteica que estimulam e a quelação da hidroxiapatita (eugenol). A dureza, entretanto, não foi influenciada por estes produtos. No que tange a rigidez e a resistência à fratura dos dentes, o fator que mais provoca influência é a perda de estrutura dental pela cárie, pelo preparo. Um acesso endodôntico conservador diminui em cerca de 5% a rigidez do dente. O preparo dos canais tem pouca influência nesta perda, embora haja proporcionalidade

entre a extensão do preparo e a perda da rigidez. A resistência à fratura segue a mesma tendência, sendo que deve-se destacar o efeito fêrula como altamente positivo. Um artigo chega a dizer que uma fêrula de 1 mm é indispensável para os preparos dos dentes tratados endodonticamente. Os materiais e técnicas restauradoras mais usadas são os pinos e núcleos. Os estudos de modo geral indicam que os melhores pinos são os de materiais não isotrópicos, como as fibras de vidro e de carbono, com módulo de elasticidade mais próximo possível do da dentina. Os metálicos e cerâmicos são isotrópicos e muito rígidos. Os melhores pinos tem formato cilíndrico na porção coronal e cônico na porção apical, sendo que esta região deve ter um final mais arredondado para evitar um efeito de cunha que favoreceria fraturas radiculares de prognóstico ruim. Pinos mais calibrosos induzem mais tensões nos dentes, aumentando as chances de falhas catastróficas com fratura dental. A cobertura de cúspides quando da restauração com metais ou com cerâmicas aumenta a rigidez do dente e a resistência à fratura. As técnicas adesivas sem cobertura de cúspide apresentam um comportamento biomecânico semelhante ao dente normal. Pinos de fibra quebram menos e de maneira mais favorável do que pinos rígidos. A presença de uma coroa como restauração sempre atenua as forças que agem no pino,

desde que haja uma fêrula, em comparação a quando a restauração não é uma coroa. O artigo tem como uma de suas conclusões o fato de que o uso de um pino não é obrigatório na restauração dos dentes tratados endodonticamente, exceto nos casos onde há uma óbvia perda de retenção. O uso de uma base rígida para as restaurações também foi indicado para que as forças de flexão que agem no cimento não causem a sua quebra. Entretanto, como não há estudo que diga que a dentina não possua boas qualidades para este fim, o uso de materiais com propriedades semelhantes à dentina é indicado. A resina composta é um bom material para este fim. O artigo termina relatando que estes achados da literatura não descartam uma minuciosa avaliação de padrões de oclusão (guias de desocclusão, parafunção, etc) na hora de avaliar as implicações biomecânicas dos preparos e das restaurações nos dentes.

Dietschi et al. (2007) realizaram uma revisão de literatura sobre restauração de dentes tratados endodonticamente incluindo artigos publicados entre 1990 e 2005. Este artigo foi dividido em duas partes e a segunda trata dos efeitos dos testes de fadiga sobre o comportamento das margens e estudos *in vivo*. Os testes de fadiga mimetizam o efeito de cargas repetidas e de ciclos

térmicos repetidos, assim como a influência da umidade do ambiente oral. A comparação entre dentes restaurados com pino, núcleo e coroa mostraram uma melhor performance de pinos de fibra, seguidos por pinos de resina composta. As falhas interfaciais apresentam um padrão bastante variável, seja entre o pino e o cimento ou entre o cimento e o dente. Quanto mais rígido o pino e o núcleo, mais falhas ocorrem nas interfaces. O uso de pinos mais rígidos, como os pinos de zircônia, acarretam mais falhas, especialmente falhas catastróficas como fraturas radiculares. O uso de pinos em incisivos com duas restaurações proximais não traz resistência adicional ao dente. Os dentes restaurados sem pinos tiveram menos falhas catastróficas. A restauração dos acessos endodônticos apenas com resina composta mostrou que todos os dentes sobreviveram à fadiga, ao contrário dos dentes restaurados com pinos que falham em média 10-40% nestes testes. Testes com dentes preparados com férulas mostraram que férulas de 1,5 a 2 mm melhoram a resistência à fratura dos dentes. Grande parte dos artigos da conta de que a maior das falhas adesivas nos casos de pinos intrarradiculares se dá devido à baixa adesão à dentina radicular. Quanto à adesão, a câmara pulpar é mais confiável do que dentina radicular como substrato, por causa da quantidade de redes de fibra colágena encontradas em cada região. O fator de

configuração das cavidades também influencia nesta adesão. Os cimentos quimicamente ativados se saíram melhor que os cimentos de cura dual nesta adesão, possivelmente pela velocidade da reação de polimerização ser menor. À medida que se aprofunda no canal radicular, a adesão piora. Neste caso, os cimentos duais são os que obtêm os melhores resultados. Os adesivos de condicionamento ácido total são os mais eficientes, independentemente da situação, por conta de uma incompatibilidade química entre os adesivos autocondicionantes e os cimentos duais. Os líquidos e soluções usados durante a endodontia (hipoclorito, clorofórmio, peróxido de hidrogênio, etc) influenciam negativamente na adesão, enquanto a clorexidina não influencia. Os valores de adesão parecem ser mais dependentes da localização e tipo do pino do que do tipo de cimento ou adesivo.

Mack (1980) estudou a angulação atingida clinicamente e laboratorialmente por operadores em preparos de coroas e inlays, comparando com a descrita como ideal pela literatura da época. O autor começou fazendo uma breve revisão da angulação das paredes como recomendada pela literatura da época (3°, 5°, 10° e 13° de acordo com diferentes fontes). Os objetivos deste trabalho

foram: a) saber se é possível em teoria, determinar através da visualização angulações da ordem de 5°; b) saber qual o ângulo mínimo para que o clínico consiga confirmar que o preparo possui planos adequados e ausência de retenções nas superfícies preparadas; c) simular clinicamente se o operador é capaz de medir corretamente a angulação de um preparo e d) comparar a média das angulações feitas em laboratório e clinicamente. O primeiro experimento foi feito com visão monocular e binocular. Foi observada a distância que os alunos verificavam o preparo era de 250 mm-350 mm, e às vezes, rapidamente a mais ou menos 150 mm. Com estas medidas estabelecidas, foram usados métodos trigonométricos para que, a partir da determinação da tangente do ângulo formado no centro do prolongamento do segmento de reta composto pelas paredes do preparo, este ângulo fosse determinado nas diferentes distâncias pesquisadas. O espelho bucal não fez diferença, segundo os cálculos. O segundo experimento foi feito com um aparato laboratorial especialmente feito para este fim, que utilizava luzes monocromáticas paralelas às paredes dos preparos e um transferidor para mensuração do ângulo obtido. Os outros dois estudos consistiram em preparar dentes de manequins e preparar dentes em boca, medir os ângulos dos preparos, pedir para vários sujeitos dizerem qual era aquele ângulo do preparo e comparar as

respostas com os resultados de novas mensurações feitas da mesma maneira que no segundo experimento. Os resultados mostraram que na teoria, quando os preparos tanto de inlay quanto de coroas foram feitos, se o operador usasse visão monocular os ângulos eram menores ( $5^{\circ}41'$  contra  $10^{\circ}41'$ ) do que quando eles usavam visão binocular, sendo que quanto mais distante a visão do operador, menor o ângulo passível de ser obtido. No estudo laboratorial, as paredes necessitaram a angulação mínima de  $5^{\circ}42'$  para que fosse possível discernir se elas estavam planas e sem retenções. Quando as condições clínicas foram simuladas, foram necessários  $12^{\circ}$  para que isso ocorresse. No estudo clínico, as inclinações mesio-distais foram menores do que as vestibulo-linguais ( $22^{\circ}33'$  contra  $25^{\circ}$  e  $17'$ ). A média dos ângulos dos caninos foi menor que dos preparos dos molares ( $22^{\circ}11'$  contra  $25^{\circ}39'$ ). Os preparos para coroas totais apresentaram uma angulação menor do que quando eram preparados pilares de próteses fixas ( $18^{\circ}59'$  contra  $28^{\circ}51'$ ). A visão monocular rendeu ângulos maiores do que a visão binocular ( $20^{\circ}31'$  contra  $27^{\circ}20'$ ) e a distância que obteve os menores ângulos foi a de 150 mm, na qual os operadores foram capazes de atingir os  $5^{\circ}41'$  que o estudo laboratorial disse ser ótimo nestes preparos. Na pesquisa clínica, os resultados mostraram que todas as coroas preparadas tiveram angulações maiores do que as

recomendadas. A média para as coroas foi de  $16^{\circ}34'$  contra  $21^{\circ}59'$  para as inlays. Os resultados de maneira geral mostraram que com a visão monocular, conseguem-se melhores preparos na região anterior e posterior, sendo que a visão binocular é melhor apenas para o refinamento do preparo na hora de tirar retenções. Os melhores preparos eram os obtidos e observados mais rapidamente. Como conclusão, a média dos preparos de cora foi de  $17^{\circ}$ , o que corresponde ao valor possível em teoria ( $5^{\circ}$ ) levando-se em conta que são necessários  $12^{\circ}$  (estudo laboratorial) para que o operador observe a presença de retenções. Ainda sim, esses  $12^{\circ}$  representam uma variação grande dos  $5^{\circ}$  recomendados na literatura.

Jackson e Ferguson (1990) demonstraram uma técnica de confecção de inlays com resina composta de laboratório e ilustram com um caso clínico. Os autores preconizam um preparo com  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  de divergência para a oclusal, com um chanfro na caixa proximal e de no mínimo 1,5mm a 2,0 mm de profundidade. As reduções de cúspide foram de no mínimo 1,5mm. Os autores ainda preencheram as retenções deixadas na cavidade pela remoção da cárie. O material recomendado foi ionômero de vidro. A cimentação foi feita com cimento resinoso

dual, de uma marca hoje fora do mercado. A expectativa de sobrevida da restauração foram de seis a nove anos.

Jiang et al. (2010) calcularam o stress de Von Mises em um primeiro molar inferior usando análise de elementos finitos em três dimensões. Foram modeladas cavidades de inlay e de onlay com recobrimento de todas as cúspides no mesmo dente. O dente poderia estar vital ou não vital e o material podia ser resina composta, cerâmica ou ouro. Uma força compressiva foi simulada e a distribuição das tensões foi verificada. O ouro transmitiu mais tensões ao dente, seguido da cerâmica e por último a resina, sendo esta a que melhor distribui as tensões. Os dentes tratados endodonticamente sofreram mais tensões do que os dentes vitais. Onlays distribuem as forças de maneira mais favorável ao dente do que inlays, especialmente na região cervical. A única crítica ao artigo é que o stress de von Mises é mais indicado para estudar o comportamento de materiais isotrópicos, e o dente e seus tecidos componentes são anisotrópicos.

Dejak et al. (2007) avaliaram preparos MOD para restaurações cerâmicas em molares no que diz respeito ao critério de falha Tsai-Wu, usado para materiais anisotrópicos. Os preparos testados foram onlays e inlays. Os inlays foram com fêrula ou com margem biselada, 3

mm ou 5 mm de istmo. Os onlays foram com fêrula ou preparo em ombro, 3 mm ou 5 mm de istmo. O estudo concluiu que destes preparos, o mais favorável ao dente foi o onlay, sendo que quando da margem em ombro, a distribuição das tensões foi melhor ainda.

Heintze (2010) realizou uma revisão de literatura sobre os fatores que afetam o teste de tração de coroas, chamado por ele também de *Pull-off test*. O autor introduz o assunto dizendo que os cimentos têm 3 funções básicas, que são: preencher o espaço entre o dente preparado e a restauração, manter a restauração no lugar e prover adequadas condições estéticas. Seguiu dizendo que variáveis geométricas contribuem para a retenção macromecânica de uma coroa total, enumerando como principais o ângulo de divergência do preparo, a área de superfície, a altura corono-apical do preparo e a confecção de retenções adicionais. Classificou os cimentos em convencionais a base de água (como o fosfato de zinco e o ionômero de vidro) e cimentos polimerizáveis que utilizam tecnologia de resinas em conjunto com sistemas adesivos. Ressaltou que os cimentos adesivos auto polimerizáveis têm ganhado popularidade, embora não tenham resultados laboratoriais tão bons quanto aqueles utilizados em conjunto com sistemas adesivos. Também salientou que

outro fator importante em relação a estes cimentos resinosos é o tipo de cura que sofrem, que pode ser por meio de luz, ativação química ou uma associação entre ambos. Citou que os fatores que influenciam na perda de retenção de restaurações indiretas são grandes sulcos e fossas nos dentes, contato excessivo durante os movimentos excêntricos da mandíbula e parafunção. Lembrou ainda que, quanto menor a retenção macromecânica de um preparo, melhor deve ser a qualidade adesiva do cimento. Ainda comentou que quanto maiores as propriedades mecânicas de um cimento, menor o risco de perda de retenção e quanto menor a contração de polimerização, melhor para a longevidade da cimentação. Também ressaltou que absorção de água piora as propriedades mecânicas do cimento, embora uma pequena expansão higroscópica melhore a retenção. Sobre os testes laboratoriais, o autor escreveu que os resultados dos testes de adesão não costumam refletir os resultados clínicos. O teste de tração de coroas foi introduzido nos anos 1970 para que características clínicas dos preparos pudessem ser simuladas. Em sua revisão, o autor encontrou 18 artigos que utilizam dentes extraídos, que são todos preparados com instrumentos rotatórios, quase sempre pontas diamantadas. A altura dos preparos fica entre 3 e 6 mm, e o ângulo de convergência fica entre  $4,8^\circ$  e  $33^\circ$ . A maioria

dos estudos utilizou a superfície oclusal plana. O autor comentou que nestes estudos, quando o ângulo de convergência mudava de 6° para 24°, a média dos valores de retenção diminuía de 10-20% para os cimentos adesivos e 40% para os cimentos convencionais. Apenas 9 estudos quantificaram a área de superfície dos preparos e a metodologia de mensuração variou bastante. A rugosidade de superfície criada pelo instrumento rotatório não teve efeito na retenção em um dos estudos, que utilizou 3 cimentos diferentes. O preparo da dentina com brocas carbide aumentou a resistência ao deslocamento das coroas, independentemente se o cimento era de fosfato de zinco, ionômero de vidro ou resinoso. A diferença, entretanto, era de 10-20%. Um estudo avaliou a influência da espessura dos espaçadores aplicados no modelo de gesso, e descobriu que mais camadas de espaçador no modelo aumentaram a tensão necessária para deslocar a coroa. Alguns estudos relataram alta frequência (cerca de 80%) de fraturas dentais dos espécimes. Um estudo investigou a relação entre fratura dental e a tensão máxima durante a falha, e descobriu que quando esta aumenta de 3 para 7 Mpa, a porcentagem de dentes que quebram aumentam de 20% para 80%, sendo a maior quantidade de fratura foi no grupo cimentado com cimento resinoso. A altura do preparo era de 4mm. Outro estudo semelhante

que usou uma angulação de 20° no preparo não notou ou não comentou nenhuma fratura nos espécimes. Dezesesseis estudos avaliaram coroas feitas de ligas metálicas e apenas 2 avaliaram coroas cerâmicas. Nenhum estudo avaliou coroas resinosas ou de resinas reforçadas por fibras. Os dispositivos que seguravam a coroa nas Máquinas de Ensaio Universal variaram amplamente entre os estudos. Nenhum estudo avaliou a influência do material do qual a coroa era feita quando todos os outros fatores eram padronizados. A força de assentamento das coroas na hora da cimentação variou de 25 a 200N, e em 8 estudos houve pressão digital. Um único estudo avaliou a influência desta força de cimentação na resistência ao deslocamento e não encontrou diferença entre os grupos. O envelhecimento artificial foi utilizado em alguns estudos, em geral 5000 ciclos. As forças de tração foram medidas em Máquinas de Ensaio Universal, em velocidades que variavam de 0,012mm/min até 10 mm/min. Nenhum estudo avaliou a influência desta variável. A maioria dos estudos utilizou como estatística algum tipo de ANOVA. Apenas 3 utilizaram testes não paramétricos e um utilizou a estatística de Weibull. O coeficiente de variação destes estudos variou de 5% a 100%. Os estudos com menores coeficientes de variação atribuem isso à padronização dos preparos e cuidados para evitar componentes de força fora

do eixo, embora nenhum estudo tenha se referido especificamente aos procedimentos que permitiram essa alta padronização. Mesmo estudos com dentes e preparos padronizados tiveram coeficiente de variação entre 15% e 68%. Em geral, os cimentos que tiveram os melhores resultados foram o Panavia, RelyX Unicem, seguidos de ionômero de vidro e fosfato de zinco. O autor comenta que é difícil comparar estes estudos por conta das metodologias serem bastante diferentes. Os dois principais fatores que determinaram a retenção das coroas foram o ângulo de convergência das paredes dos preparos e a área de adesão. Não foi encontrado nenhum estudo na literatura que relacionasse resistência de união e resistência ao deslocamento.

Wolfart et al. (2003) pesquisaram *in vitro* se a aplicação de dessensibilizante influenciava na retenção de coroas. Eles utilizaram três diferentes sistemas adesivos (Gluma, Prompt L-Pop e Optibond FL) e uma solução de hidróxido de cálcio como controle. Oitenta pré-molares foram preparados de maneira padronizada (4 mm de altura e mesmo ângulo de convergência) e divididos em 4 grupos experimentais de (n=20). Os autores usaram provisórios e jateamento de óxido de alumínio. As coroas foram cimentadas com ionômero de vidro (Ketac-Cem) e cada

grupo foi dividido em 2 subgrupos, um para teste após 3 dias em água e outro para teste em 150 dias em água e simulação de mastigação. Também foi testada a micro infiltração como método para avaliar os dessensibilizantes. Para a tração de coras, não houve diferença entre o Gluma, o Prompt L-Pop e o grupo controle, sendo que o Optibond FL diminuiu a retenção (explicado pelo fato de que o adesivo e o cimento ficaram aderidos à coroa e não ao dente, embora não possa ser feita correlação entre adesão e retenção).

Piemjai (2001) avaliou a influência da configuração da margem, força de cimentação e agente cimentante no grau de adaptação marginal e retenção de coroas metálicas. O autor fez preparos padronizados em metal por prototipagem. As margens podiam ser em chanfro, em ombro ou em ombro com um leve bisel. Coroas padronizadas foram feitas com espaçadores padronizados, para garantir a mesma espessura de cimento em cada espécime. As coroas podiam ser cimentadas com 25N de força aplicada, 100N ou 300N, com ionômero de vidro ou cimento de fosfato de zinco. As coroas foram avaliadas quanto à adaptação marginal e a força para deslocá-las. Os resultados mostraram diferenças entre os grupos tanto na adaptação marginal quanto na retenção,

para ambos os cimentos. A adaptação marginal melhorou junto com o aumento da força de cimentação, para todos os preparos. A margem em ombro teve melhor retenção que as de chanfro. Não houve correlação entre a adaptação marginal e a retenção e a força de cimentação não teve influência na retenção das coroas.

Chan et al. (2005) avaliaram os efeitos da variação do ângulo de convergência de 0° a 70° na discrepância marginal e na retenção de coroas cimentadas com fosfato de zinco. Quarenta e seis modelos de bronze foram usados. A discrepância marginal foi medida usando a diferença da altura da coroa antes e depois da cimentação. A discrepância marginal e a retenção tiveram mudanças significativas de acordo com o ângulo do preparo, sendo as angulações de 3° a 16° as mais retentivas e as próximas a 70° as mais discrepantes.

Soriani et al. (2007) avaliaram os efeitos da espessura do espaçador aplicado no modelo de gesso na adaptação marginal de coroas feitas de níquel-cromo, níquel-cromo-berílio e titânio comercialmente puro. Usando uma matriz metálica, 45 modelos de gesso foram feitos, para os quais 15 coroas de cada material foram confeccionadas. Então, os grupos foram divididos em 3 subgrupos de 5 de acordo com a quantidade de espaçador

usados (nenhum, um ou duas camadas). A discrepância marginal foi medida em um microscópio. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os materiais (níquel-cromo menor discrepância) e a quantidade de espaçador (2 camadas, menor discrepância).

Tuntiprawon (1999) investigou o efeito da rugosidade das paredes axiais de coroa na adaptação marginal e na retenção de coroas. Pontas diamantadas de duas diferentes granulações foram utilizadas no estudo. Dez moldes metálicos foram utilizados por grupo, sendo as variáveis os cimentos (Phosphocap, Fuji Cap I e Panavia 21) e a granulação da ponta dos preparos. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente diferentes para os cimentos. Os melhores resultados para retenção foram melhores com o cimento Panavia. A granulação não influenciou significativamente nos resultados de retenção.

Arcoria et al (1990) examinaram o efeito de retenções adicionais em dentes e modelos preparados para coroas cimentadas com ionômero de vidro, sob o teste de tração de coroas. Quarenta e oito coroas foram preparadas em pré-molares e coroas foram feitas, sendo que a metade teve a confecção de retenções mecânicas ao redor da parede axial, na profundidade de meia broca nº4, e a outra metade não teve esta retenção. As coroas foram

cimentadas com ionômero de vidro. Então, os grupos foram subdivididos, sendo que metade foi testada imediatamente e a outra metade após 5000 ciclos térmicos. Os resultados mostraram que a retenções aumentaram a resistência ao deslocamento, enquanto a termociclagem não exerceu influência.

Yamanel et al (2009) avaliaram através de Análise de Elementos Finitos em 3D, a distribuição de tensões em cavidades de inlay e onlay com diferentes preparos e diferentes materiais restauradores. Foram simuladas duas resinas diferentes, assim como duas cerâmicas diferentes. Quanto ao preparo, as variáveis foram inlay e onlay, sendo a diferença entre eles a cobertura ou não da cúspide no preparo. Os achados deste estudo mostraram que o módulo de elasticidade do material restaurador influencia na quantidade de tensões induzidas ao dente, sendo os materiais com maior módulo de elasticidade (cerâmicas) os melhores por transferirem menos tensões aos dentes. Onlays fornecem padrões de distribuição de tensões mais favoráveis que inlays.

Brunton et al. (1999) investigaram a resistência à fratura de dentes restaurados com 3 materiais cimentados adesivamente em uma cavidade de onlay padronizada. Um preparo de dente padrão foi reproduzido 30 vezes e essas

reproduções foram divididas em 3 grupos experimentais (n=10). Um grupo controle também foi feito com dentes sem preparo. Onlays foram feitas para este preparo com 3 diferentes materiais: uma resina reforçada por fibra, uma resina composta e uma cerâmica vítrea reforçada por leucita. Os dentes foram submetidos à carga até fraturarem e as médias dos grupos foram comparadas. Os resultados mostraram que houve diferença entre os grupos, sendo o grupo restaurado com onlay de resina composta o que teve melhores resultados. Quanto ao modo de fratura, o grupo de resina reforçada por fibra exibiu um padrão de fratura menos catastrófico, mais passível de reparo.

Soares et al. (2006) estudaram a resistência à fratura de restaurações de cerâmica vítrea reforçada por leucita em molares com diferentes designs de preparo. Noventa dentes foram usados neste estudo, sendo 9 grupos experimentais: dentes intactos, inlays e onlays. Os inlays e onlays, foram preparados de 4 diferentes maneiras: conservadores, com cobertura da cúspide mésio vestibular, com cobertura das cúspides vestibulares e com cobertura de todas as cúspides. Os dentes foram fraturados sob compressão e os resultados mostraram que os preparos diminuíram a resistência em relação ao dente intacto. O tamanho do ístimo da cavidade (inlay ou onlay) não

influenciou na resistência à fratura, mas mudou o padrão de fratura.

Aversa et al. (2009) realizaram uma pesquisa com análise de elementos finitos cujo objetivo era observar como diferentes materiais restauradores utilizados em Endocrowns transferem tensões ao osso alveolar. Os autores justificaram a pesquisa pelo fato de que as tensões transferidas ao osso alveolar estimulam sua remodelação. Eles fizeram uma modelagem em computador de um incisivo central com ligamento periodontal e osso cortical e trabecular circundante, e neste dente foi simulado uma endocrown de material resinoso e de uma alumina, ou seja, com módulo de elasticidade diferente. Uma análise não linear foi realizada e a dissipação das forças nos tecidos periodontais foi avaliada. Os resultados mostraram que o ligamento periodontal transferiu homogeneamente as forças aos tecidos circundantes. Entretanto, no material mais rígido (alumina) as forças tinham uma magnitude grande o suficiente para iniciar o processo de remodelação óssea. Os autores ainda comentaram que mesmo a resina não sendo capaz de impedir a remodelação óssea fisiológica, ela diminui a sua intensidade, o que é algo desejável. O ligamento periodontal, por permitir

movimentos dentais, ajudou a dissipar as tensões homoganeamente.

Blatz et al. (2003) realizaram uma revisão de literatura sobre adesão entre resina e cerâmica. Os autores começaram o artigo citando que as cerâmicas passíveis de adesão são as cerâmicas vítreas, sejam elas feldspáticas ou reforçadas por leucita ou dissilicato de lítio. Quanto ao tratamento de superfície, os autores disseram que são necessários por aumentarem o embrincamento micromecânico entre a resina e a cerâmica. As opções são abrasão, lixamento, jateamento com óxido de alumínio e condicionamento ácido, ou a combinação entre estes. Os silanos são agentes promotores de adesão e são bastante importantes na adesão das resinas à cerâmica. Os autores dividem os silanos em 3 grupos: não hidrolisados de um frasco, pré-hidrolisados de 2 frascos ou silanos de 2 ou 3 frascos. Usualmente, os silanos contêm um alto grau de solventes. Alguns fabricantes adicionam silanos aos seus sistemas adesivos para que sejam usados quando necessário (por exemplo, o Clearfil Porcelain Bond Activator e Clearfil SE Bond, da Kuraray). As estruturas químicas dos silanos podem diferir bastante, o que faz com que não se recomende o uso de um silano com um sistema adesivo diferente do recomendado pelo fabricante, pois

eles podem não ser compatíveis. Os cimentos resinosos são similares às resinas compostas: partículas de carga imersas em uma matriz orgânica. Eles costumam ser classificados de acordo com o seu mecanismo de cura, que pode ser químico, foto ativado ou dual. A adesão às cerâmicas é susceptível a influências químicas, mecânicas e térmicas no ambiente oral. Geralmente, para simular estas condições são utilizados métodos como termociclagem ou acondicionamento dos espécimes por longos períodos imersos em água. A aplicação de ciclos mecânicos diminui significativamente a adesão às cerâmicas. O teste mais comumente utilizado é o de microcisalhamento.

Robbins (2002) fez uma revisão de literatura sobre restaurações de dentes com tratamento endodôntico e faz algumas considerações e sugestões. O autor comentou que a dentina sofre alterações significativas após a remoção da polpa, embora autores mais recentes discordem. Isso afeta negativamente a resistência do dente à fratura e a resposta sensorial piora com o tratamento endodôntico. Ele comentou que o principal fator complicador da avaliação clínica destes dentes é que os artigos não citam as quantidades de remanescente dental e este seria o principal fator determinante da longevidade do dente após o tratamento endodôntico. O autor fez uma breve revisão da

indicação de pinos, tipos de pinos na restauração destes dentes e como prepara-los e cimentá-los. Por fim, foi comentado rapidamente sobre as técnicas e materiais restauradores a serem usados, defendendo preparos conservadores, visto que o principal fator que causa susceptibilidade de um dente à fratura é a remoção de tecido dental.

Gassiraro (1994) descreveu a técnica de preparo para restaurações indiretas de ouro. A técnica consiste em penetrar a região dos sulcos e fossas na profundidade de 1,5 a 2 mm com a broca 558L e estender a cavidade no sentido mesio-distal ao longo das fossas e sulcos. O istmo da cavidade deve ser um terço da distância intercuspídea. Faz-se a redução axial nas caixas proximais e do sulco das faces livres, caso seja necessário. As cúspides envolvidas devem ser reduzidas em no mínimo 1,5mm. Depois deste estágio, deve-se verificar se esta distância se mantém quando o paciente faz movimentos de lateralidade e de protrusão. Um ombro supragengival deve ser feito em cada cúspide reduzida. Se o ombro não puder ser feito, deve-se fazer um chanfro. Um bisel supra gengival de cerca de 0,5 mm aquém da gengiva deve ser feito usando uma ponta diamantada 8368. Os recortadores de margem gengival devem ser utilizados para deixar este bisel ao nível da

gingiva ou 1 mm subgingival, de acordo com a necessidade do caso. Todo o preparo deve ser refinado com uma pedra de polimento, exceto o bisel. O autor comentou que outros autores sugerem abordagens distintas para onlays de ouro, especialmente no que diz respeito ao bisel.

Monaco et al (2001) fizeram um estudo clínico prospectivo para avaliar a aceitabilidade de cerômeros para confecção de onlays e inlays. Quarenta e três inlays e onlays do cerômero Targis foram confeccionados em 25 pacientes. Os cimentos e sistemas adesivos utilizados foram o Variolink II com Syntac ou Scotch Bond com Opal Luting. Os pacientes foram avaliados segundo os critérios USPHS após 6 meses, 12 meses e 18 meses. Os escores foram A para todos os critérios em todos os tempos avaliados, exceto para o critério “cor”, que saiu de 86% imediatamente após a confecção para 77% após 18 meses. Os autores concluíram que o cerômero Targis proveu um bom desempenho clínico, mesmo após 18 meses de função.

Feilzer et al. (1987) estudaram as tensões nos compósitos durante a polimerização em função da configuração da cavidade. O experimento consistiu em pares de discos de 3 diâmetros diferentes, sendo que cada par era usado em

conjunto, sendo acoplados à uma Máquina de Ensaio Universal em oposição um ao outro, um ligado à célula de carga da máquina e o outro a um tensiômetro. Os discos eram jateados com óxido de alumínio, para que a resina pudesse se aderir a ele. O compósito era então inserido entre os discos e polimerizado, e o tensiômetro registrava as tensões continuamente durante a polimerização. Os autores fizeram o experimento variando também a distância entre os discos e a partir de uma fórmula, o fator de configuração foi calculado. Os autores comparam estas variações com situações clínicas cotidianas e fazendo esta extrapolação, propuseram uma forma inovadora para a época de inserir incrementos de resina composta em cavidades.

Thompson et al. (2010) fizeram revisão de literatura sobre o preparo de inlays. Eles comentaram que o efeito do design da cavidade é controverso e sua importância no sucesso clínico da restauração é subestimada. Muitos artigos e estudos foram conduzidos para investigar aspectos isolados dos preparos, mas nenhum artigo tinha feito até então uma compilação destas informações. Eles descreveram então uma cavidade para inlays cerâmicos discutindo a profundidade da cavidade, largura, inclinação das paredes, linhas e ângulos internos.

As dimensões ideais apontadas pelos autores são profundidade de 1,5 a 2 mm, com istmo de aproximadamente um terço da distância intercuspídea, e a convergência dos ângulos das paredes internas somados de aproximadamente 20°, com todas as linhas internas e cantos arredondados. Os autores ressaltaram que clinicamente, este preparo às vezes é inviável por que preparos cavitários mais extensos são exigidos.

Cameron et al (2006) realizou um teste de fadiga lateral para avaliar o número de ciclos necessários para o completo deslocamento de coroas realizadas com diferentes ângulos de expulsividade dos preparos. Ao todo foram feitos 3 modelos metálicos para cada diferente angulação estudada (4°, 8°, 12°, 16°, 20°, 24°, 28° e 30°). Coroas metalocerâmicas foram feitas com o núcleo de uma liga de ouro e paládio, cimentadas com ionômero de vidro (Ketac Cem) e submetidos ao teste de fadiga até falharem ou por um milhão de ciclos. Os resultados mostraram que quanto maior a angulação, menos ciclos eram necessários para deslocar as coroas. A partir de 12°, o aumento desta angulação resultava em uma diminuição linear do número de ciclos que as coroas suportavam.

Banditmahakun et al. (2005) estudaram os efeitos de dois materiais usados como bases forradoras com

diferentes módulos de elasticidade na resistência à fratura de inlays cerâmicos. Dezoito dentes foram preparados para inlays cerâmicos (Vita Mark II). Os 18 dentes foram divididos em 3 grupos, sendo o primeiro o grupo controle sem bases forradoras, o segundo o grupo com uma base feita de resina modificada por poliácido (F2000) e o terceiro grupo com uma base feita de ionômero modificado por resina (Vitrebond). Os inlays foram cimentados com resina composta e após armazenamento em água por 24 horas, foram fraturados numa máquina de ensaios universal. O módulo de elasticidade dos materiais usados nas bases foi calculado através de um ensaio mecânico de resistência flexural de 3 pontos. Os resultados mostraram que não houve diferenças entre os grupos um e dois, mas o grupo 3 teve sua média bem inferior aos demais grupos. A comparação deste resultado com o módulo de elasticidade resultou na conclusão de que a força necessária para fraturar o dente aumenta junto com o módulo de elasticidade do material usado como base forradora.

Ayad et al. (1998) avaliaram a retenção de coroas metálicas cimentadas com diferentes cimentos e avaliaram se a recimentação destas coroas produzia uma retenção tão efetiva quanto a primeira cimentação. Para isso, 30 coroas de Rexillum III foram confeccionadas para molares

humanos extraídos preparados de maneira padronizada. As coroas foram divididas em três grupos, de acordo com o cimento usado (fosfato de zinco, Panavia ou Ketac Cem). As coroas foram submetidas ao teste de tração após serem submetidas a 1500 ciclos térmicos. Os preparos foram então limpos com pasta profilática e as coroas limpas num ultrassom e jateadas com pó de óxido de alumínio antes de serem recimentadas e novamente submetidas ao teste de tração de coroas. Os resultados mostraram que para a primeira cimentação, o melhor resultado foi o do Panavia, mas sem diferenças significativas para o cimento de ionômero de vidro. A recimentação das coroas teve resultados semelhantes, sendo que para o Panavia e para o Ketac Cem a recimentação não resultou em perda de retenção. Para o cimento de fosfato de zinco, a recimentação diminuiu ainda mais a resistência ao deslocamento.

Peutzfeldt; Asmussen (1990) investigaram a estabilidade de cor de resinas compostas indiretas indicadas para inlays e onlays quando submetidos à radiação UV e armazenados em água. Quatro resinas foram avaliadas neste estudo: Estiluz, Brilliant, Isosit-I e Isosit-D. Seis espécimes de cada um destes materiais foram feitos e polimerizados num dispositivo de

fotopolimerização Dentacolor XS. A cor dos espécimes foi medida num colorímetro e três espécimes de cada foram submetidos a um dos dois tratamentos: luz UV por 24 horas ou armazenamento em água deionizada por 30 dias a 60°C. As cores foram novamente aferidas após os tratamentos e comparadas com os valores iniciais. Os resultados mostraram que os espécimes ficaram mais escuros ou amarelados. A armazenagem em água causou mais descoloração do que a exposição à luz UV. O material que mais mudou de cor foi o Isosit-Incisal, e a explicação está no alto conteúdo de matriz orgânica, que se oxida nas condições as quais foi submetido.

Pace et al. (2007) avaliaram a resistência flexural de 5 cimentos resinosos em função da idade do espécime e das condições de armazenamento. Os cimentos usados foram C&B Metabond (usado como controle), Calibra, Cement-It, Panavia F e RelyX ARC. 20 barras de 25x2x2mm<sup>3</sup> foram feitas para cada cimento para serem submetidos ao teste de resistência flexural. Para cada cimento, 10 espécimes foram testados imediatamente após a confecção e 10 foram testados após a armazenagem por 30 dias em água destilada a 37°C. Os resultados mostraram que após 30 dias, os valores de resistência flexural

aumentaram. Os valores foram mais altos para o RelyX ARC, seguido do Cemet-It, Calibra e Panavia.

Baran; Boberick; McCool (2001) escreveram sobre a fadiga dos materiais dentários restauradores. Eles alegaram que as falhas por fadiga envolvem vários mecanismos e dependem da ductibilidade do material restaurador, sendo os materiais frágeis mais susceptíveis à falhas catastróficas enquanto os materiais dúcteis usam sua plasticidade para reduzir a concentração de tensões nos pontos de início de falha. Os autores comentaram que existe por parte dos pesquisadores uma grande vontade de submeter materiais ao teste de fadiga por causa do alto grau de falha deles ao longo do tempo em situações clínicas. As variáveis deste teste incluem a carga e as condições do teste, por exemplo, ambiente úmido. O dado que este teste fornece é costumeiramente a força de fratura, e normalmente é associada à distribuição de Weibull. A análise dos dados dos testes de fadiga permite realizar inferências sobre a sobrevivência de estruturas fabricadas a partir de materiais restauradores sob condições específicas de carga. Os autores ressaltaram que ainda faltam bancos de dados clínicos para o desenvolvimento de um teste válido para a avaliação de materiais resinosos.

Lin et al. (2010) avaliaram o risco de fratura em um molar superior tratado endodonticamente restaurado com endocrown e com coroa total convencional. Duas modelagens computacionais foram realizadas em um software para análise de elementos finitos, sendo cada uma para um tipo de restauração. Os modelos foram validados por um teste laboratorial de resistência à fadiga realizado em ambiente seco. Os resultados mostraram que as tensões transferidas à dentina no caso da endocrown foram menores do que as transferidas pela coroa total tradicional. A análise de Weibull revelou que a probabilidade individual de falha na dentina e no cimento da endocrown é menor do que na coroa. Enquanto a probabilidade de falha total é semelhante para ambas as técnicas, o estudo mostrou que o dente com endocrown é mais resistente à fratura do que o dente com a coroa total.

Nagasiri; Chitmongkolsuk (2005) realizaram um estudo coorte em que avaliaram a taxa de sobrevivência de dentes tratados endodonticamente que foram restaurados por técnicas outras que não uma coroa total e indicaram as possíveis causas. Ao todo foram avaliados 220 molares em 203 pacientes. Os dados foram obtidos através de exames clínicos e avaliação dos prontuários e de radiografias. As variáveis independentes do estudo foram idade, sexo, arco

superior ou inferior, existência de dente antagonista e adjacente, estrutura dental remanescente e tipo de material restaurador. Os resultados mostraram que a taxa de sobrevivência de molares sem coroas é de 96% para um ano, 88% para 2 anos e 36% para 5 anos. O principal fator determinante para a sobrevivência do dente foi a estrutura dental remanescente (quanto mais estrutura, maior a sobrevivência). Molares com o máximo de estrutura possível depois do tratamento endodôntico tiveram uma taxa de sobrevida de 78% após 5 anos. Os dentes com melhores taxas de sobrevida estavam restaurados com resina composta, seguidos pelos restaurados por amálgama.

Morimoto et al. (2009) estudaram a força necessária para fraturar pré-molares sob duas condições de preparo: preparo MOD para inlay e uma overlay, de preparo semelhante, mas com a cobertura das cúspides. O grupo controle foi feito com dentes hígidos. Foram usados 10 dentes em cada grupo. Depois dos preparos padronizados, foram feitas moldagens para a confecção de restaurações cerâmicas indiretas e estas foram cimentadas. Os dentes foram termociclados e armazenados em água por uma semana. Os espécimes sofreram compressão até fraturar e os tipos de fratura foram ranqueadas: I- fratura

simples, rachaduras, II-fratura de cúspide e III, fratura longitudinal do dente. Em todos os grupos, o modo I foi o tipo mais frequente de fratura. O tipo de preparo não influenciou significativamente na força necessária para fraturar o dente.

Pereira et al. (2009) estudaram a influência do efeito fêrula na resistência à fratura de dentes restaurados com pinos e coroas. Sessenta caninos foram tratados endodonticamente e foram feitas coroas sobre núcleos metálicos fundidos, pino de fibra e núcleo de resina composta ou por último, resina composta. Metade de cada grupo destes possuía um preparo que promovia efeito de fêrula e a outra metade não. Foram feitas coroas metálicas para os dentes e então, eles foram submetidos à compressão até fraturarem. Os resultados mostraram que o valor de falha mais alto foi para o grupo restaurado com pino metálico, depois para o pino pré-fabricado e por último o preenchimento de resina composta, sendo que sempre que havia fêrula os resultados eram melhores. Entre os que tinham fêrula, entretanto, não houve diferença significativa. Já entre os que não tinham, houve bastante diferença, sendo que o grupo que tinha pino metálico fundido apresentou melhores valores.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Este estudo *in vitro* tem como objetivo verificar a diferença na resistência ao deslocamento de endocrowns preparadas com e sem preenchimento da câmara pulpar com resina resina composta, sob o teste de tração de coroas.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal de Santa Catarina, protocolo 2447/2011, 20 terceiros molares humanos hígidos com formação radicular completa foram extraídos e limpos com curetas de Gracey, pedra pomes e água e guardados por um período entre 3 e 6 meses em água, à temperatura de 4°C.



**Figura1: Dentes utilizados no trabalho.**



**Figura 2: Limpeza dos dentes com pedra pomes.**

Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais (n=10).

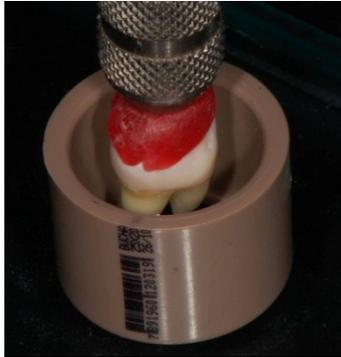
#### 4.1. Inclusão dos Dentes

Os dentes foram afixados com cera a um delineador, de modo que seu longo eixo ficasse o mais perpendicular possível ao plano horizontal.



**Figura 3 Dente fixado ao delineador para inclusão.**

Um suporte de PVC (Amanco) era posicionado sobre uma placa de vidro na base do delineador e o dente era movido no eixo vertical, até a altura do suporte, que era reposicionado de forma que o dente ficasse centralizado dentro do mesmo.

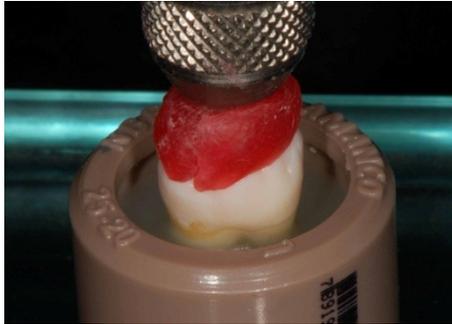


**Figura 4: Centralização do dente no suporte.**

O dente, então, era novamente erguido no eixo vertical. Neste momento, resina acrílica incolor era inserida no suporte e o dente era novamente movido no eixo vertical até que suas raízes ficassem completamente imersas na resina acrílica, a 2 mm abaixo da junção amelocementária.



**Figura 5: Suporte de PVC preenchido por resina acrílica.**

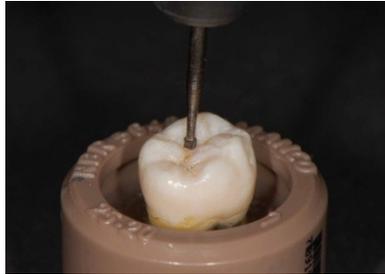


**Figura 6: Inserção do dente no suporte preenchido por resina.**

Após a polimerização da resina acrílica, o dente era removido do delineador. Realizados estes procedimentos, os dentes foram armazenados em água a 4°C por 24 horas.

#### 4.2. Preparos dos Espécimes

Os dentes tiveram sua câmara pulpar acessada com auxílio de uma broca n° 2 em alta rotação com refrigeração a água.



**Figura 7: Acesso à câmara pulpar.**

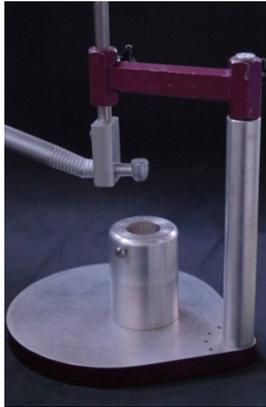
Uma ponta diamantada 3081 (KG Sorensen, Brasil) foi utilizada para ampliar a abertura endodôntica e expor as entradas dos canais radiculares.



**Figura 2: Ampliação da abertura endodôntica com a ponta diamantada 3081.**

Os dentes incluídos foram preparados com o auxílio de um dispositivo feito especificamente para ser utilizado montado num delineador. O objetivo deste dispositivo era padronizar os ângulos de divergência dos

preparos. O dispositivo consiste em uma caneta de alta rotação fixa numa haste e um suporte para o dente incluído. Além de garantir a angulação uniforme das paredes do preparo, ele também provia o paralelismo do mesmo com o plano horizontal.

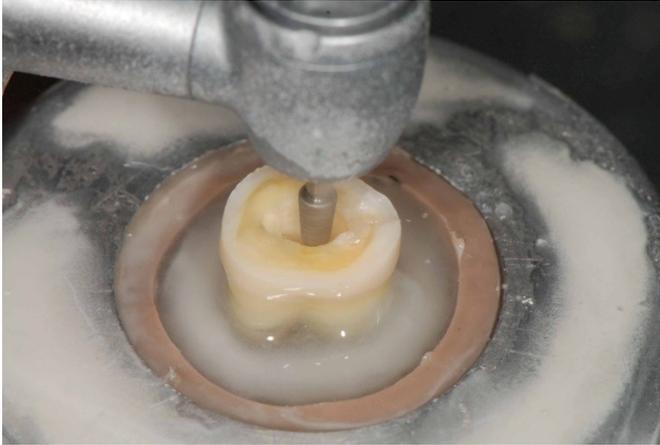


**Figura 9: Delineador com dispositivo de padronização de preparo acoplado.**

#### 4.2.1. Grupo 1

Pontas diamantadas 3131 (KG Sorensen, Brasil) foram utilizadas para fazer os preparos, sendo substituídas a cada 4 dentes. As características finais do preparo exigiam que, além da ausência de retenções, a câmara pulpar tivesse a profundidade igual à da ponta diamantada (4mm) e o diâmetro da entrada da câmara pulpar foi fixado

entre 1,5 e 2 vezes o tamanho do maior diâmetro da ponta diamantada.



**Figura 10: Dente sendo preparado com auxílio do dispositivo de padronização de preparos.**

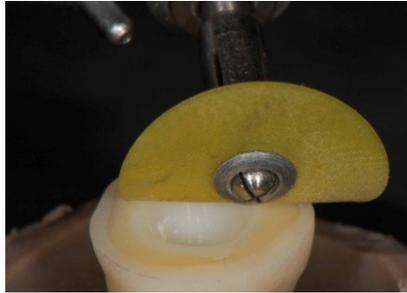
O assoalho da câmara pulpar foi condicionado com ácido fosfórico 37% (Total Etch, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) por 15 segundos, lavado por 30 segundos com água destilada e seco com auxílio de bolinhas de algodão. O sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) foi aplicado no assoalho da câmara pulpar e foto ativado por 20 segundos com um LED (Radi-i, SDI, Austrália) na potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup>. Incrementos de resina composta da marca Tetric N-Ceram (Ivoclar

Vivadent, Liechtenstein) de cor A1 foram posicionados no assoalho da cavidade e foto ativados por 40 segundos.

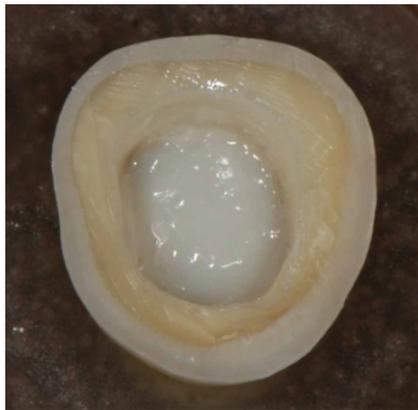


**Figura 11: Assoalho da câmara pulpar preenchido com resina composta**

Por último, os ângulos internos da superfície da câmara pulpar foram levemente arredondados e o preparo refinado com uso de pontas diamantadas 3131F e 3131FF (KG Sorensen, Brasil) e uso sequencial de discos abrasivos (TDV, Pomerode, Brasil).



**Figura 12: Refinamento do preparo com discos de lixa.**

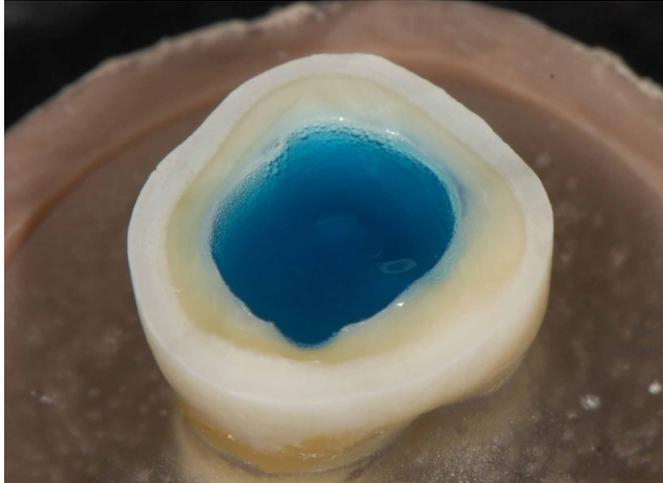


**Figura 13: Preparo do Grupo 1 concluído**

#### 4.2.2. Grupo 2

Neste grupo a câmara pulpar condicionada com ácido fosfórico 37% (Total Etch, Ivoclar Vivadent,

Liechtenstein) por 15 segundos, lavada por 30 segundos com água destilada e seca com auxílio de bolinhas de algodão.



**Figura 3: Câmara pulpar sendo condicionada**

O sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) foi aplicado nas paredes da câmara pulpar e foto ativado por 20 segundos com um LED (Radi-i, SDI, Austrália). Cinco incrementos de resina composta Tetric N-Ceram de cor A1 foram posicionados na câmara pulpar, sendo o primeiro deles no assoalho, foto ativado por 40 segundos e os demais incrementos oblíquos até preencher completamente a câmara pulpar.



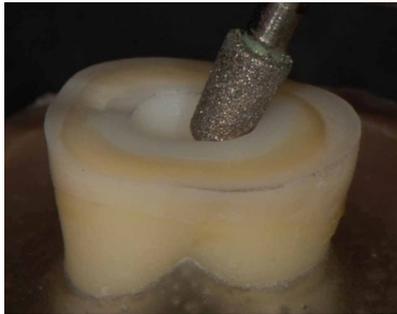
**Figura 154: Aplicação do sistema adesivo**



**Figura 16: Câmara pulpar preenchida com resina composta**

Os dentes foram posicionados no mesmo dispositivo padronizador de preparos. Pontas diamantadas 3131 (KG Sorensen) foram utilizadas para fazer os preparos, sendo substituídas a cada 4 dentes. As características finais do preparo exigiam que, além da ausência de retenções, a câmara pulpar tivesse a profundidade igual à da ponta

diamantada e o diâmetro da entrada da câmara pulpar fosse entre 1,5 e 2 vezes o tamanho do maior diâmetro da ponta diamantada. Neste grupo, também foi exigido que o preenchimento de resina composta estivesse presente em todas as paredes da câmara pulpar, com 1mm de espessura quando observado por oclusal. Os ângulos internos foram então levemente arredondados e o preparo refinado com uso de pontas diamantadas 3131F e 3131FF e uso sequencial de discos abrasivos.



**Figura 175: arredondamento dos ângulos internos com ponta diamantada extrafina.**



**Figura 18: Preparo do grupo 2 concluído**

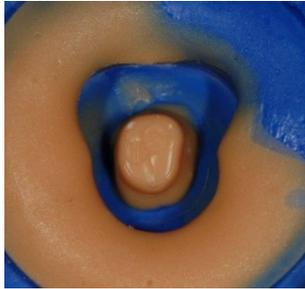
#### 4.3. Moldagem e Confeção das Restaurações

Os dentes foram moldados com silicone de adição (Virtual, Ivoclar Vivadent) em duas consistências. Primeiramente, com auxílio de uma pistola e uma ponta auto misturadora, a silicona de consistência leve era aplicada diretamente na câmara pulpar e espalhado com um jato de ar.



**Figura 19: aplicação do silicone de adição**

Em seguida, a massa já manipulada era aplicada por sobre o dente e o conjunto era virado de ponta cabeça sobre uma placa de vidro a fim de formar uma superfície plana que facilitaria os procedimentos laboratoriais. Após o tempo mínimo de dez minutos, os moldes eram removidos dos dentes e enviados ao laboratório protético para confecção das Endocrowns de cerâmica vítrea reforçada por dissilicato de lítio (Emax press, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) da cor LT B4. As peças foram feitas com retenções adicionais, para facilitar a apreensão pelo dispositivo de teste. Os dentes foram armazenados em água em uma estufa a 37°C por 24 horas.



**Figura 20: Molde pronto.**

#### 4.5. Mensuração da área de adesão

As áreas de adesão foram calculadas com o auxílio de folhas de papel alumínio. 10 amostras de papel alumínio de  $1\text{cm}^2$  foram feitas e pesadas em uma balança de precisão. A média das pesagens foi utilizada como pese de referência para  $1\text{cm}^2$  de alumínio.



**Figura 21: Posicionamento da folha de alumínio para mensuração da área de adesão.**

Previamente à cimentação, uma folha de papel alumínio foi adaptada à superfície interna dos dentes com auxílio de espátulas e condensadores. A restauração indireta foi posicionada sobre esta folha de alumínio e com uma lâmina de bisturi, as margens foram recortadas. Então, a restauração era removida e o alumínio removido, amassado e pesado na mesma balança de precisão.



**Figura 22: Recorte do papel alumínio com lâmina de bisturi nº 15.**

Uma regra de três foi feita para se calcular a área adesiva de cada restauração, utilizando o peso médio de 1 cm<sup>2</sup> de papel alumínio (0,0025g/cm<sup>2</sup>).



**Figura 23: Folha de papel alumínio recortada, correspondente à área de adesão.**

#### 4.6 Cimentação

As cerâmicas foram condicionadas com ácido hidrofluorídrico 9,5% (Condac Porcelana, FGM, Joinville, Brasil) por 20 segundos, lavadas com jato ar/água por 60 segundos.



**Figura 24: Aplicação do ácido fluorídrico sobre a cerâmica**

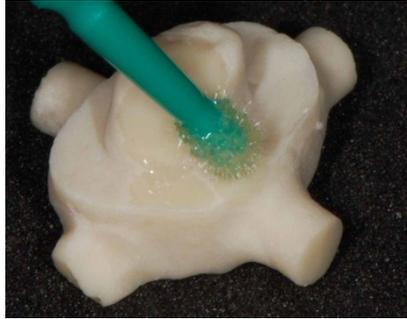
Então, foi aplicado o silano Monobond (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) por 60 segundos sob fricção. Leves jatos de ar foram usados para secagem.



**Figura 25: Aplicação do silano sobre a cerâmica condicionada**

O sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar Vivadent) foi aplicado sobre a cerâmica por 15 segundos friccionando. Leves jatos de ar foram utilizados para

evaporação dos solventes e evitar a formação de poças de adesivo.



**Figura 26: Aplicação do adesivo na cerâmica condicionada.**

Os dentes tiveram o excesso de água removido com auxílio de bolinhas de algodão e leve jato de ar. Foi aplicado então ácido fosfórico 37% em esmalte por 30 segundos e na dentina por 15 segundos. O ácido foi removido por jatos de ar/água e o dente seco com bolinhas de algodão e leves jatos de ar.



**Figura 27: Condicionamento do dente com ácido fosfórico**

O sistema adesivo Excite DSC foi aplicado no dente friccionando por 15 segundos. Foram aplicados leves jatos de ar em seguida, para evaporar o excesso de solventes e para evitar a formação de poças de adesivo.



**Figura 28: Aplicação do sistema adesivo sobre o dente.**

O cimento resinoso Variolink II foi espatulado (base e catalizador) e aplicado sobre a restauração cerâmica, na face que entrava em contato com o dente.



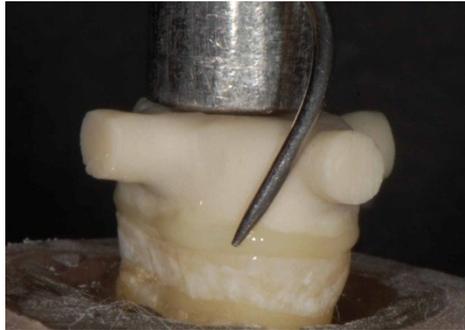
**Figura 29: Aplicação do cimento sobre a cerâmica.**

As restaurações foram posicionadas nos dentes e os conjuntos dentes/restaurações levados ao dispositivo que padronizava a força de cimentação em 400N. Este dispositivo consistia em pesos sobre uma haste metálica rígida.

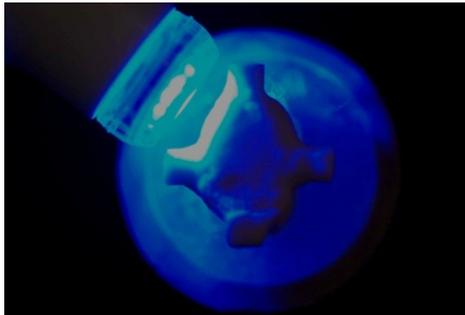


**Figura 30: dispositivo para padronizar a força de cimentação.**

Os excessos de cimento eram removidos e o cimento era foto ativado por um LED (Radi-i, SDI, Austrália) na potência de  $1200 \text{ mW/cm}^2$  por 4 intervalos de 20 segundos, sendo em cada intervalo a luz aplicada em uma face diferente do dente.



**Figura 31: Remoção do excesso de cimento.**



**Figura 32: Fotoativação.**

#### 4.7 Preparo dos Espécimes para o Teste de Tração

Após o a cimentação, os espécimes eram isolados com um dique de borracha. Sobre o dique, outro suporte de PVC era posicionado de maneira que a restauração ficava no seu interior.



**Figura 33: Posicionamento do dique de borracha no espécime.**



**Figura 34. Preenchimento do suporte com resina acrílica.**

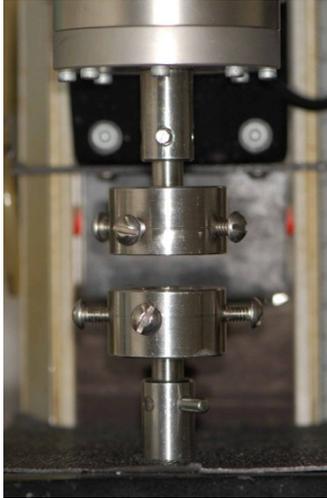
O suporte era preenchido com resina acrílica e após a polimerização, o dique de borracha removido com tesoura.



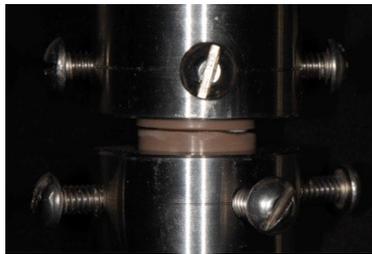
**Figura 35: Imagem de um espécime pronto.**

#### 4.8 Teste de Tração

Os testes foram realizados na Máquina de Ensaio Universal Instron 4444 (Instron, Canton, EUA). A velocidade utilizada foi de 0,75mm/min e os espécimes eram afixados à parte superior e inferior da máquina com o auxílio de dispositivos de suporte idealizados e construídos especificamente para este fim.



**Figura 36: Mecanismo para tração de coroas afixado na Máquina de Ensaio Universal.**



**Figura 37: Espécime posicionado pronto para o teste.**

Após tracionadas as coroas, os valores do máximo de força necessária para removê-las foram registrados. Estes valores foram obtidos em N e divididos pela área de adesão cada dente, para obter os resultados em  $\text{N}/\text{cm}^2$

## **5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados obtidos foram tabulados e avaliados no pacote estatístico SPSS 17.0. Eles foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da distribuição normal e depois ao teste t de Student ( $\alpha=0,05$ ) para comparação entre as médias.

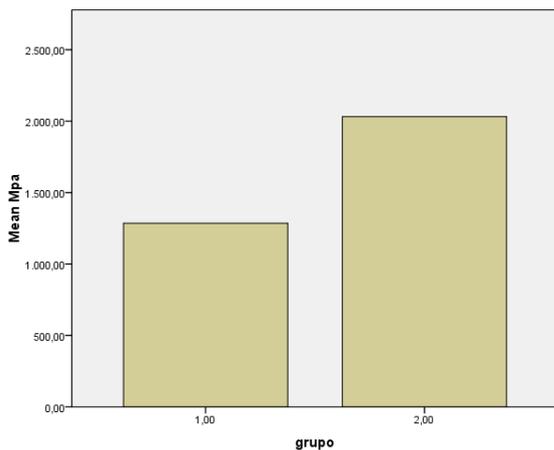
## 6 RESULTADOS

O resultado do teste t de Student mostrou que há diferenças entre as médias dos grupos experimentais. O grupo 2 teve valores de retenção marcadamente maiores do que o grupo 1. A média e desvio padrão de cada grupo seguem na tabela abaixo:

**Tabela 1: Média e desvio padrão dos grupos experimentais**

<b>Grupo</b>	<b>Média e Desvio Padrão (N/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	1285,2 (313,21)
<b>2</b>	2030,95 (223,24)

Os valores de retenção de cada amostra individualmente seguem no APÊNDICE C.



**Figura 35 : gráfico comparando a média dos grupos**

Em todos os espécimes do trabalho houve o descolamento da endocrown, ou seja, predominantemente falhas adesivas. No grupo 1, após a tração das coroas o cimento ficava aderido na coroa, em todos em casos. Não foi observada neste estudo fratura coesiva da cerâmica ou fraturas dentais significativas.

## 7 DISCUSSÃO

A restauração de dentes com tratamento endodôntico é um tópico bastante pesquisado e debatido na Odontologia. Ainda parece haver uma defasagem entre os achados dos estudos laboratoriais e clínicos e a prática cotidiana de grande número de profissionais, que tomam as decisões baseadas mais em conceitos empíricos do que em achados científicos (LANDER; DIETSCHI, 2008). Um exemplo é a indicação do uso de pinos radiculares. Do ponto de vista do comportamento biomecânico dos dentes, a literatura em geral aponta que estes pinos deixam os dentes mais fáceis de serem quebrados e mudam o padrão de distribuição das tensões, de forma que passa a ocorrer mais fraturas na porção radicular dos dentes, com menos possibilidades de reparo (DIETSCHI; DUC; KREJCI; SADAN, 2007). Esta afirmativa, conjugada a todos os avanços no campo da adesão dental, restringem a indicação dos pinos radiculares a apenas casos de dentes com tanta perda de estrutura dental que necessitem de meios de retenção adicionais.

Endocrowns utilizam a câmara pulpar como meio de retenção adicional. Nayyar (1980) descreve uma técnica de restauração direta com amálgama que também tem este princípio. Ele indica a inserção do amálgama na câmara

pulpar e 2 a 4 mm dentro do canal radicular. Os critérios que ele estabeleceu para indicação desta restauração foram um remanescente de câmara pulpar com suficiente profundidade e largura para prover retenção à restauração de amálgama e uma adequada espessura das paredes para evitar fraturas dentais. Entretanto, o autor não especifica os critérios para esta avaliação. Mesmo assim, esta técnica restauradora apresenta um alto grau de sucesso clínico (ROBBINS, 2002).

A maioria da literatura disponível sobre Endocrowns consiste em relatos e descrição de casos clínicos e pesquisas sobre aspectos biomecânicos dos dentes, como resistência à fratura e à fadiga, sendo que um grande número de estudos utiliza Análise de Elementos Finitos como metodologia. Não há pesquisas sobre a retenção destas restaurações, e há apenas dois estudos clínicos sobre o comportamento destas restaurações (BINDL; RICHTER; MORMANN, 2005 e BINDL; MORMANN 1999), nas quais foram avaliadas clinicamente endocrowns feitas pelo sistema CEREC de CAD/CAM. Nestes estudos, as Endocrowns tiveram bom desempenho clínico e foi percebido que a taxa de sucesso foi maior em molares do que em pré-molares. Também foi observado que o tipo mais comum de falha estava

relacionado ao deslocamento da Endocrown devido à degradação da cimentação adesiva na interface entre dentina e camada adesiva (BINDL; RICHTER; MORMANN, 2005). Esse evento também foi observado no presente estudo no grupo sem preenchimento da câmara pulpar, no qual após a tração das restaurações, observou-se em todos os espécimes o cimento aderido à cerâmica e não ao dente. Já no grupo com preenchimento da câmara pulpar, o mesmo evento não foi observado. Havia um padrão de falha misto, no qual parte do cimento ficava na restauração e uma parte ficava aderida à resina composta utilizada no preenchimento da câmara pulpar.

Quanto à técnica de preparo de Endocrowns, elas seguem os mesmos princípios de preparo de qualquer restauração indireta. É necessário que haja uma divergência das paredes do preparo no sentido oclusal para que a restauração possa ser inserida na cavidade. Esta angulação deve ser entre 6° e 12°. Muito embora diferentes autores recomendassem diferentes angulações, a primeira indicação de uma angulação indicada baseada em evidências científicas foi feita por Mack (1980). No seu estudo, ele avaliou qual a angulação mínima nas quais os profissionais podiam afirmar a ausência de retenções em preparos de inlays e coroas. Ele percebeu que a angulação

mínima era de 5°41' e 12°, dependendo se a visão empregada era monocular e binocular.

Com vistas a conservar o máximo de tecido dental possível, SCHLICHTING, MACHRY, HILGERT (2008, p.494) sugerem que regiões significativamente retentivas podem ser preenchidas com resina composta ao invés de desgastadas por pontas durante o preparo. O critério que define o termo *regiões significativamente retentivas*, no entanto, é muito pessoal e dependente do bom senso e do julgamento do operador. O tipo de preparo do segundo grupo experimental deste trabalho se justifica porque, em tese, qualquer retenção pode ser preenchida ao invés de desgastada independente do seu tamanho. Clinicamente é mais fácil e rápido realizar o desgaste destas regiões. Embora seja mais usual clinicamente preencher apenas as áreas retentivas, as paredes laterais da câmara pulpar foram totalmente preenchidas no grupo experimental 2 para se ter uma padronização da área de adesão entre resina e cerâmica, visto que em cada dente poderia ter uma área retentiva completamente diferente do outro.

Não há na literatura nenhum estudo que compare diretamente os efeitos deste preenchimento nos preparos de Endocrown no quesito resistência ao deslocamento. Banditmahakun et al. (2005) pesquisaram os efeitos deste

preenchimento na resistência do dente à fratura, quando da restauração com inlays cerâmicos, e descobriram que o resultado depende do módulo de elasticidade do material de preenchimento, sendo que o material de alto módulo de elasticidade teve melhor desempenho, embora o modo de fratura fosse menos favorável. Outros estudos, no entanto, mostram que os melhores materiais para preenchimento devem ter o módulo de elasticidade próximo ao da dentina, ou seja, entre 16,5 e 18,5 Gpa (DURRET; REYNAUD, DURET, 1990; CRAIG; PEYTON, 1958).

Uma maneira de se testar a retenção de coroas é tracioná-las usando o teste conhecido como *teste de retenção de coroas*. Segundo Heintze (2010) em uma revisão de literatura sobre esta metodologia, ela surgiu nos anos 1970 e foi bastante utilizada para testar cimentos e características dos preparos de coroas. É um teste que perdeu espaço para testes de resistência de união, como os testes de microtração e de microcisalhamento. Isso ocorreu por ser um teste dispendioso, que consome bastante material e bastante tempo, além de ter vários aspectos operacionais que devem ser minuciosamente controlados para evitar viés nos resultados. O principal aspecto a ser controlado é evitar componentes de força de direção diferente da força de tração. Este trabalho fez isso a partir

da padronização dos ângulos dos preparos, da centralização dos dentes no suporte de PVC e da utilização do mecanismo de apreensão dos espécimes na Máquina de Ensaio Universal. Foram realizados quatro estudos piloto para que o experimento tivesse esta conformação.

O teste de tração de coroas é um dos poucos testes laboratoriais capazes de avaliar a influência de fatores relacionados à configuração da cavidade e dos meios de retenção macromecânica adicionais em dentes preparados. Os estudos realizados com esta metodologia costumam ter variações bastante significativas, o que dificulta a sua comparação direta (HEINTZE, 2010). Estas variações incluem o uso de dentes naturais ou artificiais metálicos e resinosos. Outra variação bastante significativa é a velocidade com a qual a tração é feita, visto que não há norma que padronize esta variável para este teste.

Não há na literatura estudos sobre tração de Endocrowns para que os resultados pudessem ser comparados diretamente com este estudo. Ernst et al. (2003) comparou a cimentação de coroas totais de zircônia feitas com diferentes materiais, inclusive cimentos e adesivos sem indicação na Odontologia. Os resultados encontrados por ele para os cimentos RelyX Unicem,

Ketac Cem, DirectCem e Panavia foram da ordem de grandeza dos resultados obtidos no presente estudo.

Vários outros aspectos do preparo de endocrowns ainda estão em aberto, entre eles a necessidade ou não da realização de uma férula e a altura mínima da câmara pulpar para que ela possa estabelecer uma retenção eficiente. Quanto à férula, PEREIRA (2009) em um estudo com caninos extraídos, ressaltou que quando do uso de férulas, parece ocorrer dois fenômenos distintos nos dentes. O primeiro é que a força necessária para fratura-los aumenta. O segundo é que a presença ou não de pino passa a não influenciar mais na resistência à fratura do dente. Em endocrowns, não há estudo semelhante. Embora nem sempre o remanescente dental permita que se realize uma férula durante o preparo da endocrown, alguns autores (LANDER; DIETSCHI 2008) julgam imprescindível a sua confecção. Quanto à altura mínima da câmara pulpar, não há estudos disponíveis na literatura sobre este assunto.

## **8 CONCLUSÃO**

Dentro das limitações deste estudo, conclui-se que o preenchimento da câmara pulpar com resina composta aumenta os valores de resistência ao deslocamento *in vitro* em molares restaurados com Endocrowns.

## REFERÊNCIAS

LANDER, E.; DIETSHI, D. Endocrowns: A clinical report. **Quintessence Int.** v. 39, n. 2, p. 99-106, Fev. 2008.

SCHLICHTING, Luis; MACHRY, Lessandro, HILGERT, Leandro Augusto. Endocrowns: Simplificando a Restauração de Dentes Posteriores Tratados Endodonticamente. In: BARATIERI, Luís Narciso. **Soluções Clínicas: Fundamentos e Técnicas.** Florianópolis: Ed. Santos 2008. P.491-505.

DIETSCHI, D. et al. A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature – part 1. Composition and micro – and macrostructure alterations. **Quintessence Int.** v. 38, n.9, p.733-743, Oct 2007.

DIETSCHI, D. et al. A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature – part 2. Evaluation of fatigue behavior, interfaces and in vivo studies. **Quintessence Int.** v. 39, n.2, p.177-129, Feb 2008.

MACK, P. J.; A theoretical and clinical investigation into the taper achieved on crown and inlay preparations. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 7, p.255-265, 1980.

JACKSON, R.D.; FERGUSON, R.W.; An esthetic, bonded inlay/onlay technique for posterior teeth. **Operative Dentistry.** v.21, n.1, p.7-12, Jan 1990.

JIANG, W. et al. Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: a three-

dimensional finite element analysis. **Journal of Prosthetic Dentistry**. v.103, n.1, p.6-12. Jan 2010.

DEJAK, B.; MLOTKOWSKI, A.; ROMANOWICZ, M. Strength stimulation of different designs of ceramic inlays and onlays in molars based on the Tsai-Wu Failure criterion. **Journal of Prosthetic Dentistry**. n.98, n.2, p.89-100, Aug. 2007.

HEINTZE, S.D. Crown pull-off test (crown retention test) to evaluate the bonding effectiveness of luting agents. **Dental Materials**. v. 26. p. 193-206. 2010.

WOLFART, S.; LINNEMANN, J. KERN, M. Crown retention with use of different sealing systems on prepared dentine. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 30, p.1053-1061, 2003.

PIEMJAI, M. Effect of seating force, margin design and cement on the marginal seal and retention of complete metal crowns. **The International Journal of Prosthodontics**. v.14, n.4. p.412-416. 2001.

CHAN, D.C.N. et al. Effect of preparation convergence on retention and seating discrepancy of complete veneer crowns. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 32. P.58-64. 2005.

SORIANI, N. C. et al. Effect of the die spacer on the marginal fit of copings cast in NiCr, NiCrBe and commercially pure titanium. **Braz Dent J**. v. 18, n.3, p.225-230, 2007.

TUNTIORAWON, M. Effect of tooth surface toughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.81, n.2, p.142-147. 1999.

ARCORIA, C.J. et al. Effect of undercut placement on crown retention after thermocycling. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 17, p.395-402, 1990.

YAMANEL, K. et al. Effects of different ceramic and composite materials on stress distribution in inlay and onlay cavities: 3-D finite element analysis. **Dental Materials Journal**. v.28, n.6, p.661-670, 2009.

BRUNTON, P.A. et al. Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.82, p.176-171, 1999.

SOARES, J.C. et al. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior leucite-reinforced ceramic restorations. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.95, p.421-429, 2006.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Mechanical properties of heat treated restorative resins for use in the inlay/onlay technique. **Scan J Dent Res**. v.98, p.564-567, 1990.

LELOUP, G. et al. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. **J Dent Res**. v. 80, n.7, p.1605-1614, 2001.

AVERSA, R. et al. Non-linear three dimensional finite element analysis on the effect of endocrown material rigidity on alveolar bone remodeling process. **Dental Materials**. v. 25, p.678-690, 2009.

BLATZ, M. B.; SADAN, A.; KERN, M. Resin ceramic bonding: a review of the literature. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 89, p.268-274, 2003.

ROBBINS, J. W. Restoration of the endodontically treated tooth. **Dent Clin N Am.** v.46, p.367-384, 2002.

GASSIRARO, D. L.; Seven step tooth preparation for a gold onlay. **J Prosthet Dent.** v.71, n.2, p.119-123, 1994.

MONACO, C. et al. Short-term clinical evaluation of inlay and onlay restorations made with a ceromer. **The Journal of Prosthetic Dentistry.** v. 14, n.1, p.81-86, 2003.

FEILZER, A.J.; DE GEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J Dent Res.** v.66, n.11, p.1636-1639, Nov. 1987.

THOMPSON, M.C.; THOMPSON, K.M.; SWAIN, M. The all ceramic inlay supported fixed partial denture. Part 1. Ceramic inlay preparation design: a literature review. **Australian Dental Journal.** v. 55, p.120-127, 2010.

CAMERON, S.M. et al. The effect of preparation taper on the retention of cemented cast crowns under lateral fatigue loading. . **The Journal of Prosthetic Dentistry.** v. 95, n.6, p.456-461, 2006.

BANDITMAHAKUN, S. et al. The effect of base materials with different elastic moduli on the fracture loads of machinable ceramic inlays. **Operative Dentistry.** v.31, n.2, p.180-187, 2005.

AYAD, M.F.; ROSENTHIEL, S.F.; WOELFEL, J.B. The effect of recementation on crown retention. **Int J Prosthodont.** v.11, p.177-182, 1998.

CRAIG, RG, PEYTON, FA. Elastic and mechanical properties of human dentin. **J Dent Res.** v.52, p.710-718, 1958.

DURET B, REYNAUD M, DURET F. Un nouveau concept de reconstitution corono-radicaire; le composipost (1). **Chir Dent Fr.** v.540, p.131-141, 1990.

ERNEST CP, COHNEN U, STENDER E, WILLERHAUSEN B. In vitro retentive strength of all ceramic crowns.

MORIMOTO, S. et al. Fracture Strength of teeth restored with ceramic inlays and overlays. **Braz Dent J.** v.20, n.2, p.143-148, 2009.

PEREIRA, et al. Influence of intraradicular post and crown ferrule on the fracture strength of endodontically treated teeth. **Braz Dent J.** v.20, n.4, p.297-302, 2009.

PACE LL, HUMMEL SK, MARKER VA, BOLOURI A. Comparison of the Flexural Strength of Five Adhesive Resin Cements. **Journal of Prosthodontics.** v.16, n.1, p.18-24. 2007.

BARAN G, BOBERICK K, McCOOL J. Fatigue of Restorative Materials. **Crit Oral Biol Med.** v.12, n.4, p.350-360. 2001.

**ANEXOS**

## ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA  
TEL.: (048) 3721-9520 - FAX: (048) 234-1788  
Email: [dptostm@ccs.ufsc.br](mailto:dptostm@ccs.ufsc.br)

***TERMO DE DOAÇÃO DO ÓRGÃO DENTAL***

**Estudo: “Influência do Tipo Preparo da Câmara Pulpar na Resistência ao Deslocamento de Restaurações Endocrown”**

Eu, \_\_\_\_\_,  
confirmando que o pesquisador principal desta pesquisa

\_\_\_\_\_ discutiu este estudo comigo. Eu entendi que:

- a) o objetivo desta pesquisa será avaliar o melhor tipo de preparo da câmara pulpar para restaurações do tipo Endocrown;
- b) minha participação será a doação de meus dentes terceiros molares superiores com indicação de exodontia (extração), por não serem mais úteis à minha pessoa. Esta doação será de livre e espontânea vontade, sendo os dentes doados utilizados única e exclusivamente em testes laboratoriais de resistência ao deslocamento de coroas. Estou ciente de que não haverá nenhum tipo de risco à minha pessoa;
- c) caso não queira fazer a doação de meus dentes, não serei obrigado a fazê-lo. O atendimento e o tratamento odontológico ao qual serei submetido(a) serão realizados de acordo com o protocolo de atendimento do Ambulatório

Odontológico do Departamento de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina. Toda a informação obtida neste estudo será confidencial e eu não serei identificado por meu nome em qualquer publicação científica referente a este estudo;

d) caso tenha qualquer tipo de dúvida ou preocupação, poderei manter contato com este pesquisador pelo telefone 9931-4477;

e) nestes termos, concordo em participar deste estudo.

Participante

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Testemunha:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Pesquisador:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**ANEXO B****DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento do projeto de pesquisa: Influência do Tipo Preparo da Câmara Pulpar na Resistência ao Deslocamento de Restaurações Endocrown, e cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para o desenvolvimento deste projeto, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, ..... /...../.....

**ASSINATURA****CARIMBO DO/A RESPONSÁVEL**

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

**Tabela 2: peso em gramas das folhas de papel alumínio recortadas para mensuração da área. O valor de referência para 1 cm<sup>2</sup> é 0,0025g.**

<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
0,0044	0,0027
0,0044	0,0051
0,0043	0,0053
0,0030	0,0037
0,0044	0,0054
0,0062	0,0036
0,0032	0,0054
0,0039	0,0032
0,0041	0,0021
0,0045	0,0028

**APÊNDICE B**

**Tabela 3: Área (em cm<sup>2</sup>) de interface adesiva de cada espécime. O valor de referência para 1 cm<sup>2</sup> é 0,0025g.**

<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
1,76	1,08
1,76	2,04
1,72	2,12
1,2	1,48
1,76	2,16
2,48	1,44
1,28	2,16
1,56	1,28
1,64	0,84
1,8	1,12

## APÊNDICE C

**Tabela 4: Valores de Resistência ao Deslocamento dos espécimes (N/cm<sup>2</sup>)**

<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
1009,7	2292,4
1084,7	2339,1
1043,0	1943,4
1500,8	2101,1
1695,5	1874,0
975,0	1852,3
1519,5	1970,3
1803,2	2071,2
1030,6	1623,4
1190,0	2242,3