

**DANIEL MARANHA DA ROCHA**

**DEFLEXÃO CUSPÍDEA E RESISTÊNCIA À FRATURA EM  
DENTES RESTAURADOS**



**2010**

**DANIEL MARANHA DA ROCHA**

**DEFLEXÃO CUSPÍDEA E RESISTÊNCIA À FRATURA EM  
DENTES RESTAURADOS**

**Tese** apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **DOUTOR** no Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade Dentística.

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup> Titular Maria Amelia Maximo de Araujo

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

2010

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos Campos: FOSJC/UNESP; 2008

R582d Rocha ,Daniel Maranha da.  
Deflexão cuspidéa e resistência à fratura em dentes restaurados / Daniel Maranha da Rocha. \_\_ São José dos Campos : [s.n.], 2010  
106 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia restauradora ) – Faculdade de Odontologia de São Jose dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2010  
Orientador: Prof. Titular Maria Amelia Maximo de Araújo.

1. Resinas compostas. 2. Cimento de ionômero de vidro. 3. Pinos dentários. I. Araújo, Maria Amélia Máximo. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos. III. Título

tD15

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 29 de setembro de 2010.

Assinatura :

E-mail: daniel@fosjc.unesp.br

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profª Titular Maria Amelia Maximo de Araújo** (ORIENTADORA)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

**Prof. Adjunto Diego Klee de Vasconcellos**

Centro de Ciências da Saúde  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

**Profª Dr Sergio Ricardo Badini**

Faculdade de Odontologia de Santos  
Universidade Metropolitana de Santos – UNIMES

**Prof. Adjunto Clovis Pagani**

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

**Profª Adjunta Rebeca Di Nicoló**

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

São José dos Campos, 16 de Julho de 2010

## Dedicatória

Aos meus pais **Cesar** e **Beatriz** pelo exemplo de superação e por todo o incentivo que tive em todos esses anos. Obrigado por sempre acreditarem em mim e me ensinarem não só a sonhar, mas também que é preciso acreditar e perseguir meus sonhos. Agradeço a Deus todos os dias por fazer parte dessa família. Amo vocês!!!

À minha noiva (a essa altura quase esposa), **Milena**, pelo apoio essencial e amor fundamental. Presente em todos os meus bons e maus momentos, comemorando cada conquista e me ajudando a levantar nos tropeços. Amar você me fez crescer como homem e me ajudou a querer ser sempre mais, uma pessoa melhor. Muito Obrigado. EU TE AMO!!!!

À minha irmã **Ana Rita**, minha grande amiga para toda a vida, é bom saber que posso contar com você ... saiba que você pode contar comigo sempre.

## *Agradecimento Especial*

*À minha Orientadora Prof<sup>ra</sup> Titular Maria Amelia Maximo de Araujo, exemplo de competência e dedicação, agradeço pela orientação segura pelos caminhos da ciência e pela confiança no meu potencial como aluno. Ser orientado pela senhora foi, acima de tudo, uma grande honra.*

*Muito Obrigado!*

## *Agradecimentos Especiais*

*Ao grande amigo e companheiro de toda essa jornada João Maurício, persistimos até o fim, e tenho certeza de que mais vitórias nos esperam em nossos caminhos. Pode sempre contar comigo.*

*A Eron Yamamoto, outra grande amizade construída no decorrer desses anos, desde a graduação, sua amizade e apoio foram muito importantes.*

*A Alessandra Sverberi pela ajuda no desenvolvimento da pesquisa, e principalmente pela amizade, construída desde os tempos da 44ª turma.*

*Ao grande mestre e amigo, Prof. Marcos Maekawa, tenho no senhor a imagem de um pai dentro dessa faculdade, obrigado pelas broncas, pelos conselhos e pela amizade em todos esses anos.*

À pessoa a quem posso computar grande parcela de responsabilidade por estar aqui, Prof. Lafayette Nogueira Júnior, que desde o convívio como professor na graduação me incentivou e acreditou em meu potencial para estar aqui até hoje. Mais do que tudo um grande amigo.

À Prof<sup>a</sup> Symone Cristina Teixeira, por acreditar em mim e me proporcionar a oportunidade da realização de um sonho, ser docente dessa casa. Obrigado pela amizade e pela orientação nesse processo de adaptação. Eu me lembro bem da primeira vez que fui apresentado como professor, você mesma me disse ... estranhou?... mas graças à acolhida que recebi na disciplina e no departamento, em especial da sua parte, posso dizer que foi fácil me acostumar.

À Prof<sup>a</sup> Rebeca Di Nicoló, pela amizade e por toda orientação que recebo desde o mestrado, o que, com certeza, me fez crescer como aluno de pós-graduação e como pessoa.

## **Agradecimentos**

À **Faculdade de Odontologia de São José dos Campos**, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-graduação.

Ao Professor Adj. **Clovis Pagani**, coordenador do programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, por sua batalha por um curso cada vez melhor. Obrigado pela confiança e amizade construídas no decorrer do curso.

À disciplina de Prótese Parcial Removível desta faculdade nas pessoas dos amigos **Prof. Dr. Marcos Maekawa**, **Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli**, **Prof. Dr. Eduardo Uemura** e **Prof. Dr. Lafayette Nogueira Júnior**. Grandes mestres que ficaram sempre gravados na minha memória. Obrigado pela amizade e apoio. Podem ter certeza de que nunca esquecerei a minha origem e de tudo o que aprendi com vocês.

Às **funcionárias da Biblioteca “Profª. Leila Novaes”** por terem auxiliado na aquisição de materiais literários durante todo o curso.

Ao Professor **Ivan Balducci** pela paciência, colaboração e disponibilidade em ajudar na parte estatística deste e de outros trabalhos.

Aos funcionários do **Departamento de Odontologia Restauradora**.

Aos funcionários do **Departamento de Odontologia Social e Clínica Infantil**.

Às secretárias do curso de pós-graduação **Erena**, **Rosemary** e **Cida**, pelos esclarecimentos e constante colaboração durante o curso.

A **CAPES**, pelo apoio à pesquisa e concessão de bolsa de estudo.

À **BISCO**, na pessoa da consultora científica **Joyce Mizputen**, pela concessão de materiais utilizados nessa pesquisa.

A todos os **funcionários e pacientes** da **Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da UNESP** que direta ou indiretamente contribuíram para o início desta carreira acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS .....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>17</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>19</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Epidemiologia das fraturas dentais e suas principais causas ..</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Resistência à fratura de dentes restaurados.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3 Emprego da extensometria elétrica .....</b>	<b>52</b>
<b>3. PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>60</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1 Materiais .....</b>	<b>61</b>
<b>4.2 Obtenção dos corpos de prova .....</b>	<b>64</b>
<b>4.3 Ensaio não destrutivo de medição de deflexão .....</b>	<b>70</b>
<b>4.4 Ensaio destrutivo de resistência à fratura.....</b>	<b>72</b>
<b>4.5 Delineamento experimental .....</b>	<b>73</b>
<b>4.6 Análise estatística.....</b>	<b>74</b>
<b>4.6.1 Definição das hipóteses .....</b>	<b>74</b>
<b>4.6.2 Método de análise.....</b>	<b>75</b>

<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>77</b>
<b>5.1 Ensaio não destrutivo de medição de deflexão .....</b>	<b>77</b>
<b>5.2 Ensaio destrutivo de resistência à fratura.....</b>	<b>84</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>91</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO 1- Parecer do Comitê de Ética.....</b>	<b>106</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 a** – Adesivo dentinário (All-Bond 3 – BISCO) ..... 63
- FIGURA 1 b** – Sistema de pinos metálicos (Reforpost – Ângelus) ..... 63
- FIGURA 1 c** – Pino de Fibra de vidro (DT-Light Post - BISCO) ..... 63
- FIGURA 1 d** – Cimento resinoso de presa dual (Duo-Link - BISCO) ..... 63
- FIGURA 1 e** – Resina composta microhíbrida (AELITE LS – BISCO) .... 63
- FIGURA 1 f** – Cimento de Ionômero de vidro (Vidrion F - SS White) ..... 63
- FIGURA 2 a** – Desenho esquemático das medidas máximas dos preparos cavitários realizados ..... 69
- FIGURA 2 b**– Preparo cavitário realizado ..... 69
- FIGURA 3** – Extensômetro Linear elétrico (Strain gauge – PA-06-062AB-120L – Excel Sensores Ind. Com. E Exportação LTDA.) posicionado na superfície vestibular do pré-molar ..... 70

<b>FIGURA 4</b> – Microcomputador ligado ao amplificador de sinais.....	71
<b>FIGURA 5</b> – Ponta romba de 3 mm de diâmetro .....	72
<b>FIGURA 6</b> – Posicionamento da ponta romba tocando as vertentes triturantes do pré-molar.....	73
<b>FIGURA 7</b> – Delineamento experimental da pesquisa .....	74
<b>FIGURA 8</b> – Gráfico de colunas (média ± desvio-padrão) dos valores de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) obtidos nos grupos .....	79
<b>FIGURA 9</b> – Diagrama de caixa (Box-plot) dos valores de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) obtidos.....	80
<b>FIGURA 10</b> – Gráfico de colunas (média ± desvio-padrão) dos valores de resistência à fratura (Kgf) obtidos nos grupos .....	86
<b>FIGURA 11</b> – Diagrama de caixa (Box-plot) dos valores de resistência à fratura (Kgf) obtidos .....	87

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

**QUADRO 1** – Informações sobre os materiais a serem empregados na pesquisa ..... 61

**TABELA 1** - Valores de microdeformação obtidos para cada corpo-de-prova nos grupos controle e experimentais ..... 78

**TABELA 2** – Estatísticas descritivas dos valores de microdeformação dos grupos controle e experimentais ..... 79

**TABELA 3** – Resultado do teste de Kruskal-Wallis, dos valores de microdeformação, com comparação entre os grupos experimentais e os grupos controle ..... 81

**TABELA 4** – Análise de Bonferroni-Dunn (1%) da diferença, dos valores de microdeformação, entre o grupo controle negativo e os grupos experimentais..... 81

**TABELA 5** – Resultado do teste de Dunnet (5%) com a comparação dos valores de microdeformação dos grupos experimentais ao grupo controle positivo..... 82

**TABELA 6** – ANOVA (um fator) dos valores de microdeformação dos grupos experimentais (RC, CIV, PF e PM) ..... 83

**TABELA 7** – Teste de comparação de Tukey (5%) dos valores de microdeformação ..... 83

**TABELA 8** – Valores de resistência à fratura obtidos para cada corpo-de-prova nos grupos controle e experimentais ..... 85

**TABELA 9** – Estatísticas descritivas dos valores de resistência à fratura dos grupos controle e experimentais ..... 86

**TABELA 10** – Resultado do teste de Dunnet (5%) com a comparação dos valores de resistência à fratura dos grupos experimentais ao grupo controle negativo..... 88

**TABELA 11** – Resultado do teste de Dunnet (5%) com a comparação dos valores de resistência à fratura dos grupos experimentais ao grupo controle positivo ..... 88

**TABELA 12** – ANOVA (um fator) dos valores de resistência à fratura dos grupos experimentais (RC, CIV, PF e PM) ..... 89

**TABELA 13** – Teste de comparação de Tukey (5%) dos valores de resistência à fratura ..... 89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura

$\Delta$  = Variação

$\Omega$  = Ohm

$\theta$  = Temperatura

$\rho$  = Resistividade elétrica

$\mu\epsilon$  = microdeformação

$\mu V$  = microvolts

**A** = Área da secção transversal do fio condutor

ANOVA = Análise de variância

bits = Dígitos binários

CIV = Cimento de Ionômero de Vidro

CP = Corpo-de-prova

DCDT = *Direct Current Differential Transformers*

gl = grau de liberdade

h = Hora

Hz = Hertz

Kg = Kilogramas

Kgf = Kilograma – força.

$l$  = Comprimento do fio condutor

LED = Diodos emissores de luz

mm = milímetro

MOD = Mésio-ocluso-distal

ms = milissegundo

N = Newton

nm = nanômetro

N/s = Newton por segundo

R = Resistência

s = segundos

Rocha, DM. Deflexão cuspídea e resistência à fratura em dentes restaurados [tese] São José dos Campos. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2010

## RESUMO

A proposta desse estudo foi avaliar a deflexão cuspídea e a resistência à fratura de pré-molares, com e sem tratamento endodôntico, restaurados com diferentes técnicas e materiais restauradores. Para tal foram utilizados 60 pré-molares hígidos, extraídos por motivos ortodônticos que foram divididos em 6 grupos. Seis dentes foram mantidos hígidos, formando o grupo controle positivo (C POS), outros 6 receberam preparos tipo MOD e não receberam procedimentos restauradores formando o Grupo controle negativo (C NEG). Os demais 48 dentes foram divididos em 4 grupos de 12 dentes que foram restaurados de acordo com cada grupo. No grupo RC os dentes foram restaurados diretamente com resina composta, os demais grupos receberam tratamento endodôntico. No grupo CIV, os dentes tiveram as suas câmaras pulpares preenchidas com cimento de ionômero de vidro e posteriormente restauradas com resina composta, no grupo PM os dentes receberam pinos metálicos e foram restaurados com resina composta e por fim, os dentes do grupo PF receberam pinos de fibra de vidro e foram restaurados diretamente com resina composta. Os corpos-de-prova foram então submetidos a um ensaio não destrutivo de compressão a fim de se realizar a medição de deflexão das cúspides dos dentes de cada grupo e posteriormente, realizou-se o ensaio destrutivo a fim de registrar as medidas de resistência à fratura de cada grupo envolvido. Podem-se perceber diferenças estatisticamente significantes entre os grupos experimentais e os grupos controle, tanto para a deflexão das cúspides (CNEG: 81,0  $\mu\epsilon$ ; CPOS: 5,20  $\mu\epsilon$ ; RC: 17,73  $\mu\epsilon$ ; CIV: 17,63  $\mu\epsilon$ ; PF: 20,61  $\mu\epsilon$ ; PM: 24,29  $\mu\epsilon$ ) quanto para os valores de resistência à fratura (CNEG: 5,212 Kgf; CPOS: 128,22 Kgf; RC: 48,89 Kgf; CIV: 18,41 Kgf; PF: 29,81 Kgf; PM: 37,51 Kgf). Entre os grupos experimentais podem-se notar diferenças estatisticamente significantes, quando comparados os valores de deflexão cuspídea verificando-se um melhor desempenho dos grupos RC e CIV e os maiores valores de deflexão para o grupo PM. Já com relação à resistência à fratura notou-se que os grupos com maiores valores foram os grupos RC e CIV e os com pior desempenho os dentes do grupo PM. Foi possível concluir que em dentes com necessidade de restaurações

amplas a indicação de restaurações diretas de resina composta é correta por promover um aumento da resistência à fratura e diminuição da deflexão, e nos dentes restaurados com tratamento endodôntico a presença de pinos não determinou aumento na resistência a fratura ou diminuição da deflexão quando comparados aos dentes restaurados com o cimento de ionômero de vidro e a resina composta.

Palavras-chave: Resinas compostas. Cimento de ionômero de vidro. Pinos dentários.

## 1 INTRODUÇÃO

A fratura dental é uma ocorrência bastante comum, ocasionada pelo enfraquecimento dos dentes, oriunda dos processos de abrasão, atrição, erosão, abfração, lesões de cárie, procedimentos restauradores e traumas (Eakle et al., 1986). Os dentes apresentam-se enfraquecidos pela diminuição do seu volume e pela perda de dentina sadia decorrente de lesões de cárie e do preparo dental (Burke, 1992; Assif et al., 2003).

As situações mais corriqueiras que levam à fratura dental são ligadas às cargas de alto impacto durante a mastigação de objetos duros, ou a contatos oclusais prematuros (Sengun et al., 2008). Entretanto outros fatores podem predispor à fratura dental, como contatos excessivos nas cúspides dos dentes posteriores, durante os movimentos excêntricos da mandíbula, maloclusões, restaurações amplas, desidratação dos tecidos após tratamento endodôntico, inclinação das cúspides e/ou sulcos muito profundos na face oclusal (Helfer et al., 1972; Braly ; Maxwell, 1981; Ketterl, 1983; Gher et al., 1987).

A fratura de dentes restaurados apresenta-se como um problema significativo (Sengun et al., 2008), e estudos clínicos demonstraram que a fratura dental ocorre com maior frequência em dentes com restaurações amplas, quando comparados a dentes com pequenas restaurações ou hígidos (Cameron, 1976; Snyder, 1976).

Mondelli et al. (1980) demonstraram diminuição da resistência quando os dentes eram preparados, até mesmo para restaurações de classe I conservadoras. Os autores verificaram que, para restaurações de classe I em pré-molares superiores, quanto menor a

largura do istmo do preparo, maior era a força necessária para causar a fratura. Já para cavidades de classe II somente quando o istmo foi, no máximo, um quarto da distância intercuspídea os dentes apresentaram resistência superior àqueles com largura maior do que um quarto da distância.

A remoção de dentina, necessária para o acesso aos canais radiculares e seu preparo, também leva ao enfraquecimento dos dentes. Devido a essa perda de dentina os dentes tratados endodonticamente apresentam maior susceptibilidade às fraturas, tanto horizontais quanto verticais, sendo as verticais as mais comuns (Johnson et al., 1976).

Dentes tratados endodonticamente apresentam maior risco de falhas biomecânicas que dentes vitais (Sengun et al., 2008; Llana-Puy et al., 2001, Fennis et al., 2002). Esse aumento do risco de fratura é atribuído a diversos fatores: a) perda de tecido dental por ação de cárie, o que, muitas vezes, torna necessária a realização do tratamento endodôntico (Cortade; Timmermans, 1971); b) a cirurgia de acesso endodôntico, dentes que apresentam, concomitantemente, restaurações do tipo MOD e abertura endodôntica apresentam diminuição de até 55% em sua resistência (Howe; McKendry, 1990) e; c) alterações nas propriedades físicas da dentina, devido à desidratação.

Dentes tratados endodonticamente podem ser restaurados sem a utilização de pinos intra-radiculares, graças aos sistemas adesivos atuais. Contudo, em casos com pouco remanescente dental, os pinos se tornam necessários para fornecer a retenção suficiente ao material restaurador quando o remanescente dental é insuficiente (Lovdahl; Nicholls, 1977; Guzy; Nicholls, 1979, Trope et al., 1985; Sorensen; Engelman, 1990, Santos-Filho et al., 2008).

No entanto, a utilização de pinos intra-radiculares como tentativa de reforçar a estrutura dental foi proposta por alguns autores (Gutmann, 1992; Assif; Gorfil, 1984), porém foi comprovado, por estudos *in vivo* e *in vitro*, que os pinos não promovem o reforço dos dentes tratados endodonticamente (Lovdahl; Nicholls, 1977; Guzy; Nicholls, 1979, Trope et al., 1985; Sorensen; Engelman, 1990; Sorensen; Martinof, 1984).

Não há um consenso quanto à maneira mais eficaz de se restaurar dentes posteriores endodonticamente tratados, sob o aspecto biomecânico. Alguns autores afirmam que apenas coroas totais são capazes de fornecer a necessária proteção, assegurando o sucesso da restauração (Goerig; Mueninghoff, 1983(a) 1983 (b); Sorensen; Martinoff, 1984). Outros recomendam a realização de restaurações complexas em amálgama (Lieberman et al., 1987; Smales; Hawthorne, 1997), restaurações metálicas fundidas com recobrimento de cúspides (Reeh et al., 1989), ou ainda restaurações de resinas compostas (Hernandez et al., 1994; Hurmuzlu et al., 2003). Encontra-se também a indicação de restaurações estéticas indiretas em materiais cerâmicos, bastante utilizados devido a suas propriedades estéticas, biocompatibilidade, resistência ao desgaste e coeficiente de expansão térmico-linear semelhante à das estruturas dentais (Dietschi et al., 1990; Ritter; Baratieri, 1999).

Clinicamente nota-se a crescente opção por materiais com propriedades mecânicas, como módulo de elasticidade, próximas às da dentina (Peters et al., 1983). É o caso das resinas compostas, capazes de criar uma distribuição de tensões homogênea, diminuindo o risco de fraturas radiculares e evitando possíveis necessidades de extração dental (Ravanshad; Torabinejad, 1992; Heydecke et al., 2002).

Os constantes avanços da odontologia adesiva possibilitaram a restauração de dentes com cavidades amplas, inclusive dentes tratados endodonticamente, com restaurações diretas e indiretas em resina composta (Plotino et al., 2008).

As melhorias nas propriedades físicas das resinas compostas vêm ocorrendo com a intenção de ampliar suas indicações para utilização como material restaurador em dentes posteriores, (Fusayama, 1990). Atualmente, resinas compostas para dentes posteriores são freqüentemente usadas como o material de escolha por muitos dentistas, por apresentarem alta estética e qualidade, além de custo mais baixo e técnica mais simplificada, comparadas às restaurações indiretas. (Segura; Riggins, 1999)

Esse fato leva os profissionais a empregar as resinas compostas em situações limites de suas indicações, o que pode comprometer o sucesso das restaurações.

Não apenas a fratura está relacionada ao insucesso das restaurações diretas de resina composta, mas também a deflexão sofrida pelas cúspides, que pode gerar falhas na interface dente-restauração, levando à microinfiltração marginal e lesões de cárie secundárias (Mondelli et al., 1980).

Um método de medição da deflexão cuspídea, encontrado na literatura, é a extensometria elétrica (Rubo; Souza, 2001). A extensometria é uma técnica de medição e registro do fenômeno da deformação, que envolve a utilização de sensores, chamados de extensômetros lineares elétricos ou *strain gauges*, pequenas resistências elétricas que, uma vez coladas à superfície de um determinado material, monitoram e registram sua deformação. Isso ocorre devido às variações, em escala milionésima ( $\mu\text{V}$ ), da resistência à passagem da corrente elétrica de baixa intensidade (Vasconcellos, 2005).

Spiekerman et al., em 1995, descreveram os principais métodos para investigação e análise biomecânica: análise de elementos finitos, análise de birrefringência (fotoelasticidade) e extensometria, ressaltando a capacidade de aquisição de valiosos resultados em estudos *in vitro*, por meio da extensometria, pelo fato das forças aplicadas poderem ser qualificadas e quantificadas.

A extensometria vem sendo amplamente utilizada como método de medição do fenômeno da deflexão, tanto de materiais, quanto de cúspides de dentes restaurados ou não. (Morin et al., 1984; Stampalia et al., 1986; Medige et al., 1995; Shimizu et al., 1996; Jantararat et al., 2001; Zamboni et al., 2006; Fleming et al., 2007; Rocha et al., 2008)

Dado ao considerável efeito que as fraturas dentais representam no cotidiano clínico, representando um problema de saúde bucal, esse tipo de condição demanda pesquisas criteriosas. A fratura de cúspides ainda não foi suficientemente examinada no que diz respeito à sua incidência, causas, ou medidas preventivas adequadas. (Bader et al., 2001; Bader et al., 2004)

Os problemas, apontadas pela literatura, no que se refere à deflexão de cúspides e fraturas dos dentes, após preparos cavitários amplos e tratamentos endodônticos, motivaram a realização deste estudo, no qual serão avaliadas a deflexão e a resistência à fratura das cúspides em cavidades amplas restauradas com diferentes técnicas e materiais.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão, a revisão da literatura foi subdividida nos seguintes itens: Incidência de fratura dental e suas principais causas; resistência à fratura de dentes restaurados; emprego da extensometria elétrica.

### **2.1 Epidemiologia das fraturas dentais e suas principais causas**

Pietrokovski e Lantzman, em 1973, diante da ausência de dados a respeito da prevalência e incidência de fraturas em dentes posteriores na população adulta, propuseram, por um período de um ano, o desenvolvimento de um padrão de tratamento para dentes com fraturas complexas, envolvendo esmalte e dentina e com exposição pulpar. Para tal, propõem o tratamento endodôntico destes dentes, instalação de um pino intra-canal e a restauração por uma coroa protética. Os autores concluem que, em dentes enfraquecidos por lesões cariosas extensas ou por terapia endodôntica, medidas devem ser tomadas pelo clínico, a fim de evitar que as fraturas complexas ocorram. Quando na presença de lesões cariosas extensas, os clínicos devem prover, por meio da sua restauração, o suporte e a resistência suficientes para evitar fraturas complexas.

Braly e Maxwell, em 1981, enfatizaram que as maiores doenças ligadas aos dentes são as cáries, o desgaste (erosão, atrição e abrasão) e a fratura. Enumeram como as principais razões para a fratura de dentes: a súbita e inesperada oclusão de alimentos duros e a presença de contatos oclusais prematuros. Entretanto, outros fatores predisponentes devem ser levados em consideração como: presença de contatos prematuros em movimentos excêntricos da mandíbula, restaurações amplas, morfologia oclusal e histórico do paciente com relação às freqüentes substituições de restaurações ocasionadas por fraturas. Os autores concluem que a prevenção às fraturas, pode ser mais facilmente alcançada pela promoção de filosofias conservadoras de preparação dentária, compreensão dos fatores etiológicos e indicação de um correto tratamento restaurador peculiar para cada caso.

Cavel et al., em 1985 realizaram um estudo *in vivo*, na clínica da Universidade de Creighton, a respeito dos diversos fatores que podem levar à fratura de cúspides. Neste estudo, avaliaram 118 dentes posteriores que apresentaram fraturas com pelo menos uma cúspide envolvida. Os dentes fraturados foram examinados e as seguintes informações foram assinaladas para cada caso:

- (a) arco (maxila ou mandíbula);
- (b) dente;
- (c) cúspide fraturada;
- (d) tipo de restauração (material e faces envolvidas);
- (e) tamanho do istmo e;
- (f) dentição antagonista.

Os autores verificaram que 49% das fraturas dos dentes posteriores superiores, ocorreram em pré-molares, enquanto no arco inferior este

número caiu para 10%. Nos pré-molares superiores, a cúspide que apresentou maior prevalência de fraturas foi a vestibular, em 62% dos casos, sendo os dentes com restaurações amplas, com duas ou três faces envolvidas, os que apresentaram maior índice de fraturas (72%). Concluíram que em dentes com três ou mais faces a serem restauradas e/ou com larga amplitude do istmo, o clínico deve realizar restaurações que promovam reforço às estruturas remanescentes, realizando-se o recobrimento de cúspides.

Devido à freqüente ocorrência de fraturas dentais Eakle, em 1986, realizou um estudo clínico de pacientes com fraturas e trincas documentando a idade dos pacientes, os dentes com fraturas mais freqüentes, as cúspides que sofreram mais fraturas em cada dente e a largura do istmo de dentes que apresentavam restaurações. Foram observados, durante o período de um ano e meio, 191 pacientes com 206 fraturas completas e incompletas dos dentes posteriores. Os exames realizados variaram de acordo com a dificuldade dos examinadores em detectar as fraturas e estabelecer o diagnóstico: análise visual com o auxílio de fibras ópticas para determinação da localização e da direção de fraturas incompletas, exploração de dentes fraturados, sondagem periodontal, testes de percussão, endentação de palitos de madeira e borrachas abrasivas, corantes de azul de metileno, testes térmicos e elétricos para verificação da vitalidade pulpar e radiografias periapicais. Na seqüência do diagnóstico, os dentes receberam tratamento emergencial, a fim de eliminar o desconforto e proteger os remanescentes dentais nos casos dos dentes cujas fraturas permitiam restaurações, caso não houvesse possibilidade de restauração, os dentes eram extraídos. A média de idade dos pacientes era de 37,6 anos. Os dentes superiores e posteriores apresentaram os mesmos índices de fratura, sendo que os pré-molares numericamente representaram praticamente metade das fraturas do arco superior (49,5%), já no arco inferior os autores

encontraram a predominância de fraturas dos primeiros molares (88,1%). De todos estes dentes 188 apresentavam restaurações prévias das quais 93,4% eram restaurações de amálgama e o restante delas eram inlays em ouro, onlays ou restaurações provisórias. Quanto ao tipo de restauração 81,9% eram de classe II, e 94,5% das fraturas ocorreram em restaurações com tamanho do istmo de um terço da distância intercuspídea ou maior. Os autores puderam concluir que os dentistas podem ajudar a prevenir fraturas dentárias por meio de filosofias mais preventivas em relação a cáries dentárias, realizando selantes de fósulas e fissuras e aplicações de flúor, e por meio de preparos cavitários mais conservadores que previnem o enfraquecimento das cúspides.

Gher et al., em 1987, realizaram um delineamento a respeito da etiologia das fraturas dentais baseado no histórico clínico de 98 pacientes, para isso foram estudados 110 casos de fratura pelo período de dois anos, por meio de documentação completa que consistia em fotografias e um questionário respondido no momento do diagnóstico da fratura. Dentes com fraturas causadas por traumas e fraturas de cúspides socavadas por cáries foram eliminados do estudo. Para cada caso documentado, foram colhidas as seguintes informações: idade do paciente, dente envolvido, descrição a fratura, tipo e histórico de restaurações, presença de tratamento endodôntico, achados radiográficos, sinais e sintomas associados à fratura, diagnósticos preliminares, e outras informações julgadas pertinentes. A idade dos pacientes neste estudo variou de 22 até 78 anos, sendo que os dentes mais freqüentemente afetados foram os molares inferiores, seguidos dos molares superiores. A maior prevalência de fratura se deu no primeiro molar inferior. Cerca de 90% das fraturas ocorreu em dentes posteriores. O principal fator associado às fraturas foi a presença de tratamento endodôntico prévio (69%). Restaurações estavam presentes em 92% dos dentes fraturados, sendo as restaurações complexas de amálgama as

mais comuns. Dentre os dentes estudados, 17 foram reabilitados com coroas totais e dois deles sofreram fraturas dentro de um intervalo de cinco anos. Os autores concluíram que a restauração de dentes tratados endodonticamente com pinos intra-canal e coroas totais, não previne completamente a presença de fraturas radiculares com conseqüente perda de suporte periodontal e formação de bolsa. Os dentes posteriores são os mais freqüentemente associados às fraturas, e o maior fator de risco é a presença de tratamentos endodônticos prévios

Lagouvardos et al., em 1989, avaliaram o efeito da idade do paciente, da vitalidade da polpa, e da localização de fraturas, como fatores modificadores da prevalência deste fenômeno, para tal os autores observaram pelo período de dois anos os pacientes da clínica de dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de Atenas, que apresentaram fraturas dentárias decorrentes do processo mastigatório. Nestes pacientes um questionário especificamente elaborado para este trabalho, foi preenchido pelos examinadores logo após a constatação clínica da fratura, nele foram colhidas informações sobre o sexo e a idade do paciente, o tipo do dente que sofreu a fratura, a localização da fratura (vestibular ou lingual), o nível da fratura (supra-gengival, sub-gengival ou gengival) e a distância da fratura à crista gengival. Além dessas informações, foram colhidos do prontuário do paciente dados sobre vitalidade pulpar, presença de lesões de cárie ou restaurações, existência de dentes antagonistas, largura do istmo das restaurações, material restaurador utilizado e presença de tratamento endodôntico. No total foram analisadas 200 fraturas. Os autores verificaram que a maioria dos dentes fraturados (74%) apresentavam restaurações com duas ou mais faces envolvidas, sendo 47,5% destes não vitais, e concluíram que, dentre os fatores estudados, aqueles que apresentaram correlação com o índice de fraturas são a morfologia de cada dente e o número de superfícies cariadas ou restauradas.

Hansen e Asmussen, em 1990, realizaram um estudo a respeito da incidência de fraturas dentais em dentes posteriores com restaurações de amálgama do tipo MO, OD e MOD, com tratamento endodôntico, e verificaram após 20 anos que apenas 28% dos pré-molares superiores, com restaurações MOD, permaneceram sem sinais de fraturas, representando uma relação de 3,6 dentes fraturados a cada 100.

Durante a clínica diária, a presença de fraturas em dentes posteriores e manobras para preveni-las são comuns. Em um levantamento realizado por Bader et al., em 1995, no estado da Carolina do Norte nos Estado Unidos da América, com clínicos gerais em seus consultórios particulares, os autores verificaram uma média maior do que 12 pacientes por mês com fraturas de cúspides de dentes posteriores, o que se constitui em mais de 5% de todas as consultas, excetuando-se as consultas de controle. Os participantes deste estudo afirmaram também que o motivo para a indicação de coroas totais em praticamente metade (44%) dos dentes posteriores, deve-se ao risco de fratura das cúspides, perfazendo uma média de indicação de coroas em dentes fraturados de oito ao mês, durante o ano. Os mesmos autores, baseados em um estudo preliminar, reportam uma proporção de 44 dentes fraturados para cada 1000 adultos por ano.

Ellis et al., em 1999, propuseram estabelecer a relação entre a idade dos pacientes e a natureza das fraturas dentais, na emergência da clínica da Universidade de Manchester. Para a realização deste estudo os autores examinaram 229 pacientes pelo período de dois anos, sendo que o critério para seleção do paciente, para pertencer ao estudo, era a presença de fratura dentária anterior ou posterior. Para a análise posterior foram registradas a idade do paciente e a região da fratura. Os autores verificaram 88% das fraturas em pacientes com menos de 30 anos e 97% de fraturas completas, sendo igualmente

distribuídas entre os dentes anteriores e posteriores, e concluíram que a idade influencia a natureza das fraturas em adultos jovens, sendo a presença de fraturas incompletas (trincas) mais comum conforme o aumento da faixa etária e as fraturas completas independentes da idade.

Heft et al., em 2001, realizaram um estudo epidemiológico de coorte, no qual verificaram a prevalência de fraturas cuspídeas, em dois momentos no intervalo de dois anos. Os autores estimaram uma incidência de fraturas, pela diferença entre as prevalências no primeiro e no segundo momentos, e atribuíram como motivo para as maiores porcentagens de fraturas, o menor comparecimento às consultas de prevenção, ou seja, por falta de controle dos procedimentos restauradores.

Bader et al., em 2001, investigaram a incidência de fratura de dentes anteriores e posteriores, superiores e inferiores, e verificaram que os dentes superiores que apresentam maior incidência de fratura são os primeiros pré-molares e os primeiros molares (5-7/1000 dentes/ano), já no arco inferior os molares, em especial o primeiro molar, se apresentam com os maiores índices. Observaram também que as fraturas das cúspides vestibulares apresentam-se duas vezes mais freqüentes, que as cúspides linguais. Cerca de 97% das fraturas verificadas neste estudo, ocorreram em dentes previamente restaurados, porém não elaboraram conclusão a respeito deste dado, por não ser o foco do trabalho e por desconhecimento da incidência de restaurações na população estudada. Os autores perceberam que os percentuais de fraturas (25%), bem como a distribuição das cúspides que sofreram mais fraturas são coincidentes com os dados encontrados na literatura

Bader et al.(2004) conduziram um estudo com a finalidade de identificar os fatores de risco para fratura das cúspides em dentes posteriores, para tal avaliaram 39 potenciais fatores associados a fraturas

em 200 pacientes que apresentavam fraturas e em 252 pacientes que não apresentavam nenhum sinal de fratura. Estes pacientes foram submetidos a um questionário elaborado pelos pesquisadores, bem como a exame clínico, moldagens em alginato, registros de oclusão, e permissão para a utilização de radiografias que já existiam em seus respectivos prontuários. Para melhor padronização do estudo, dois examinadores calibrados realizaram as avaliações. Para o grupo controle o paciente necessitava apresentar no mínimo dois dentes, dentre os selecionados (pré-molares e molares) sem tratamentos restauradores protéticos. No grupo experimental foram levadas em consideração a presença ou ausência de mobilidade, restaurações de classe V, defeitos cervicais, trincas, linhas de fratura, alterações de coloração e cirurgia de acesso endodôntico. Além disso, os pesquisadores verificaram o tipo de material restaurador utilizado, as superfícies restauradas, se o dente era suporte de próteses parciais e o tipo de guia de desocclusão (guia canina ou função em grupo). Foram consideradas restaurações amplas aquelas que envolviam duas ou mais superfícies, sendo uma delas proximal. Para a análise dos dados foi realizado o teste de correlação entre as fraturas e os fatores de risco estudados. Dois fatores de risco apresentaram nos dois grupos um aumento substancial na probabilidade de fratura: a presença de trincas no esmalte e a proporção, em volume, de restaurações em relação ao tamanho da coroa dental. Diante dos dados obtidos, os autores concluíram que tanto para os dentes anteriores como para os posteriores, a presença de trincas e o volume da restauração representam riscos de fraturas das cúspides, e ressaltaram que estes fatores agem apenas como desencadeadores de um processo que se iniciou com a perda de estrutura de dentina, que promove o suporte das cúspides.

Roh e Lee, em 2006, analisaram 154 casos de dentes fraturados durante um ano com a finalidade de identificar as características das trincas. Todos os dentes com suspeita de fratura foram

submetidos a exames criteriosos para sua confirmação com a utilização de diferentes métodos (transiluminação, corantes e um teste de oclusão). Os dentes considerados fraturados ou trincados passavam novamente pelo processo de diagnóstico para certificar a presença da trinca ou fratura. Confirmada a presença da trinca ou fratura, foram abalizados os seguintes fatores: idade, gênero, dente, material restaurador, classificação da cavidade presente, vitalidade pulpar, grau de mobilidade, porcentagem de desgaste, direção da trinca, resultado dos testes de percussão e de mordida, profundidade da sondagem periodontal, dente antagonista, hábitos mastigatórios e o tipo preferido de alimentação, e, finalmente, o tratamento empregado para cada caso. Foram analisados 141 pacientes que apresentaram os 154 dentes fraturados/trincados. Noventa e três destes dentes não apresentavam quaisquer tipos de restauração (60,4%) e 61 dentes eram restaurados (39,6%). Dentre os dentes restaurados 45 (29,2%) apresentavam restaurações classe I e 14 (9,1%) restaurações classe II. Com relação ao tipo de material restaurador encontrado foram encontradas quantidades semelhantes de restaurações de amálgama e inlays de ouro independentemente do gênero e da classificação das cavidades nos indivíduos. Cento e vinte dos dentes fraturados/trincados (77,9%) tinham, como antagonistas, dentes hígidos. Os primeiros molares superiores foram os dentes mais prevalentes neste estudo (33,8%), seguidos dos segundos pré-molares superiores (23,4%), primeiros molares (20,1%) e segundos molares inferiores (16,2%). Os pré-molares superiores apresentaram duas vezes mais trincas/fraturas do que os inferiores. As fraturas foram mais freqüentes em homens (53,9%) entre 40 e 50 anos. A direção de fratura mais comum foi a méso-distal (70,1%). A grande maioria dos dentes apresentou resposta ao teste de mordida (96,1%), nos testes de percussão 57,1% dos dentes trincados apresentaram resposta positiva e 44,8% sensibilidade variando de moderada à severa nos testes de sensibilidade a frio. Dentre os dentes tratados, 84,4% foram restaurados com coroas totais, sendo que em

metade deles foi necessária a realização de tratamento endodôntico. Vinte e um dentes tiveram que ser extraídos (13,6%). Os autores concluíram que a fratura de dentes hígidos em oclusão com dentes hígidos, pode ocorrer com certa frequência, indicando um diagnóstico mais criterioso quando houver resposta aos testes de mordida e de temperatura nestes dentes.

Morimoto et al., em 2007, realizaram um estudo com o intuito de observar a prevalência de fraturas completas nos dentes posteriores, baseando-se em dados demográficos dos pacientes e dos dentes mais atingidos, buscando também conhecer os fatores predisponentes e as características das fraturas. Para a realização dessa pesquisa foram examinados 61 pacientes com idades variando de 16 a 66 anos, que foram submetidos à anamnese completa e exame clínico minucioso realizado por dois examinadores calibrados. Dos pacientes examinados foram totalizadas 72 cúspides fraturadas, sendo realizado o tratamento de urgência para aqueles que apresentavam sintomatologia dolorosa, e tratamento restaurados, periodontal ou protético quando estes eram adequados. Os autores perceberam que 52,45% das fraturas ocorreram em mulheres e que a faixa etária de maior prevalência de fraturas era a de 31-40 anos (31,14%). Os dentes que apresentaram maior índice de fraturas foram os primeiros molares (27,86%), tanto superiores quanto inferiores. Já os pré-molares superiores (21,3%) apresentam valores mais elevados que inferiores (4,91%). A presença de sintomatologia dolorosa foi presente em 18,03% dos dentes, sendo a dor durante a mastigação a mais frequentemente citada (66,63%); e 81,96% dos dentes não apresentavam nenhum tipo de sintomatologia antes da ocorrência da fratura. Em 36,06% dos casos os dentes apresentavam tratamento endodôntico, o percentual de dentes com algum tipo de preparo que apresentaram fratura foi de 98,35%. Dentre os dentes restaurados, 80,70% deles apresentavam a largura do istmo do preparo

maior do que 1/3 da distância intercuspídea e 73,67% apresentavam restaurações complexas (três a cinco faces), já o material restaurador que apresentou maior prevalência de fratura foi o amálgama (64,91%). Os autores puderam concluir que o conhecimento dos índices de fratura dos dentes posteriores pode ajudar o cirurgião dentista a agir no momento certo indicando uma restauração que possa prevenir uma possível fratura ressaltando a importância da abordagem conservadora no momento do preparo cavitário.

Miyamoto et al., em 2007, realizaram um estudo retrospectivo sobre o histórico de 15 ou mais anos de dentes, associando o tipo de restauração e a sua longevidade em relação ao tempo de permanência do dente na cavidade bucal, comparando dentes com e sem restaurações. Iniciaram o estudo 548 pacientes com idades entre 18 e 73 anos que foram acompanhados em média por 19,2 anos. Os pacientes participantes deste estudo foram submetidos a exame clínico que incluiu avaliação do risco de cárie e exame radiográfico. Os tratamentos odontológicos que os pacientes receberam foram restaurações, tratamentos endodônticos e periodontal. O tempo mínimo de acompanhamento dos dentes foi de 15 anos sendo o mínimo de tempo do tratamento de manutenção de 10 anos. Ao final do tratamento 148 pacientes com 3071 dentes apresentaram os requisitos para fazer parte do estudo. Os autores desenvolveram um esquema de classificação para identificar o histórico de cada dente. As categorias foram: (1) dente hígido (SUT); (2) restauração de uma face (RT1); (3) restauração de 2 faces (RT2); (4) restauração de 3 faces (RT3); (5) restauração de 4 ou mais faces (RT4); (6) coroas totais (CCT); (7) pilar de prótese parcial fixa (AFT); (8) pilar de prótese parcial removível (APDT); e (9) tratamento endodôntico (RCT). Três categorias de falhas foram atribuídas: (1) falhas da restauração, (2) extração e (3) outros tipos de falhas. Os resultados demonstraram que dentes hígidos apresentaram os melhores resultados

quando comparados aos demais grupos. Dentes com 3 a 5 faces restauradas apresentaram quatro vezes mais risco de falhas, quando comparados aos dentes não restaurados, sendo que os dentes reabilitados com coroas totais ou que se apresentavam como pilares de próteses parciais fixas, apresentaram menos falhas que os dentes com restaurações complexas, tanto de amálgama quanto de resina composta. Dentes que eram pilares de próteses parciais removíveis foram os que apresentaram maiores índices de falhas. Os resultados demonstraram ainda uma forte correlação entre os índices de falha e o risco de cárie, enfatizando que a quantidade de *S. Mutans* e *Lactobacillus*, a frequência e quantidade de carboidratos na dieta e a baixa capacidade tampão da saliva apresentam-se como fatores preponderantes para a ocorrência de falhas.

Shemesh et al., em 2009, avaliaram a incidência de defeitos na dentina antes e depois do preparo biomecânico e da obturação de canais radiculares. Foram utilizados 80 pré-molares superiores nos quais se realizou uma radiografia proximal a fim de confirmar a presença de um único canal. Os dentes tiveram suas coroas removidas de modo a padronizar 16mm de comprimento das raízes. Vinte raízes foram mantidas sem tratamento e formaram o grupo 1. As demais raízes receberam preparo biomecânico do canal, o batente apical foi realizado com lima 20 e a entrada do canal foi ampliada com brocas de Gates-Gliden 3 e 4, até a profundidade de 4 e 3mm respectivamente. O preparo dos canais foi realizado com sistema rotatório. Os dentes do grupo 2 permaneceram sem a obturação. Durante a obturação, as raízes do grupo 3 – as raízes foram obturadas com um cone principal de guta percha número 40 e dois cones 25, sem o uso de espaçador. No grupo 4 – foram utilizados um cone principal 40 e cones secundários 25, e a técnica de obturação com condensação lateral com espaçador tamanho C. As raízes, durante os processos de obturação dos canais, estavam

envoltas em poliéster e embutidas em resina acrílica. Todas as raízes foram seccionadas a 3, 6 e 9mm do seu ápice e foram analisadas em estereomicroscópio. As secções foram classificadas como: sem defeitos, fraturas e outros defeitos. Não foram encontrados defeitos nos dentes do grupo 1, sendo o grupo 4 aquele que apresentou maior número de casos de defeitos, porém quando comparados somente os casos de fratura, as raízes do grupo 4 não apresentaram diferenças significante ao do grupo de dentes preparados e não obturados. Os autores concluíram que o uso de sistemas rotatórios e de brocas de Gates-Gliden, promove defeitos dentinários, e que o uso de uma técnica passiva de obturação dos canais, sem o uso de espaçadores, reduz significativamente a presença destes defeitos.

## **2.2 Resistência à fratura de dentes restaurados**

Cameron, em 1964, por meio da observação de casos clínicos verificou que dentes posteriores freqüentemente se fraturavam em dois fragmentos, um vestibular e outro lingual, tornando o diagnóstico óbvio e a indicação de exodontia como o único tratamento, porém o autor afirma que anteriormente à fratura, ocorreriam trincas sintomáticas que poderiam indicar a necessidade de outros tipos de tratamentos restauradores, que evitariam a perda dentária. Dentre os sintomas o autor cita como o primeiro a ser observado, a reclamação do paciente de dor na aplicação de frio ou pressão sobre dentes sem restaurações ou com restaurações pequenas e rasas. O segundo sintoma percebido é a presença de abscessos sem causas aparentes e por fim a afirmação de pacientes a respeito de outros dentes apresentando a mesma sintomatologia dolorosa, e que realizando coroas totais, previnem-se as

fraturas nestes dentes. A este conjunto de fatores o autor concluiu se tratar de uma síndrome e a denominou como “síndrome do dente trincado” (*cracked tooth syndrome*).

Morin et al., em 1984, confeccionaram restaurações não-adesivas e adesivas a fim de comprovar a capacidade de reforço obtido por estas em dentes com restaurações amplas. Utilizaram resinas compostas ativadas quimicamente, fotopolimerizáveis, e amálgama de prata e resina fotopolimerizável conjugada com adesivo. Sobre estes dentes uma carga de 74,1 N/s, até um limite máximo de 222,4 N, foi aplicada, sempre levando em conta que a ponta aplicadora de carga tocasse apenas nas vertentes triturantes das cúspides, sem contato com a restauração. Os valores encontrados para as restaurações de amálgama não apresentaram diferenças estatísticas significantes, para o grupo medido com dentes preparados não restaurados, e os dentes restaurados com a técnica adesiva apresentaram os melhores resultados, demonstrando o reforço obtido por essa técnica. A perda de estrutura dentária substituída por restaurações adesivas resulta em reforço e conseqüentemente menor movimentação lateral das cúspides, já a aplicação de um material restaurador não adesivo, não reforça a estrutura remanescente e nem evita a maior flexão das cúspides.

Segundo Jagadish e Yogesh, em 1990, o efeito de cargas mastigatórias em dentes tanto restaurados quanto não restaurados é variável, e em dentes posteriores as cúspides apresentam a tendência a sofrerem deflexão devido a suas características anatômicas. Estes estresses mastigatórios, raramente causam algum tipo de fratura em dentes íntegros, podendo atingir os dentes enfraquecidos por cáries ou restaurações com cavidades muito amplas. Os autores compararam a resistência à fratura em pré-molares, com preparos tipo MOD, restaurados com amálgama, cermet e resinas compostas, e perceberam que, após testes de compressão, os dentes restaurados com resinas compostas

apresentaram-se com valores de resistência maiores em relação aos demais grupos. Ressaltam que mesmo após a restauração adesiva de dentes com amplas cavidades, não há a recuperação total da resistência perdida após o preparo cavitário.

Geurtsen e García-Godoy, em 1999, concluem após uma revisão de literatura a respeito da utilização de restaurações adesivas na prevenção e no tratamento da “síndrome do dente trincado”, que restaurações indiretas em resina composta bem como inlays cerâmicas, podem trazer reforço estrutural aos dentes posteriores com cavidades amplas, podendo promover valores de resistência a fratura semelhantes e até maiores do que os encontrados em dentes hígidos, sendo a única ressalva no quesito longevidade, o qual ainda necessita de maiores pesquisas.

Geurtsen et al., em 2003, afirmaram que a “síndrome do dente trincado” apresenta muitas vezes sintomas peculiares que dificultam o seu diagnóstico e que podem persistir durante muito tempo, e que a fratura dental é a terceira maior causa de perda dentária nos países industrializados e afeta preferencialmente os molares superiores e inferiores e os pré-molares superiores. Segundo os autores os sintomas da fratura dependem da profundidade e da localização das fraturas, sendo o primeiro sintoma relatado pelo paciente, uma dor lancinante durante a mastigação de alimentos duros e sólidos que é seguida por um aumento da sensibilidade a alterações térmicas e osmóticas. Na tentativa de facilitar o diagnóstico deste tipo de trinca, os autores propõem a remoção de restaurações para a determinação da direção e da extensão da fratura, bem como a coloração com azul de metileno para facilitar a visualização da fratura. Alternativamente pode-se lançar mão da utilização da transiluminação para visualizar a trinca. O primeiro objetivo ao se tratar dentes com essa sintomatologia é esplintar e estabilizar as cúspides, prevenindo aumento da extensão das trincas e possíveis fraturas dos

dentes afetados, sendo citada como alternativa, a cimentação de bandas ortodônticas. Como tratamento restaurador definitivo, os autores propõem a realização de coroas totais e incrustações metálicas com recobrimento de cúspides, reservando aos pacientes que tenham maior apreço pela estética, a opção da realização de restaurações indiretas adesivas em porcelana.

Clark et al., em 2003, propuseram a utilização de microscópios com aumento de 16x, como instrumentos de diagnóstico das trincas em detrimento do diagnóstico baseado apenas nos sintomas. Para isso, destacam um protocolo para o exame dos dentes posteriores com um microscópio clínico, iniciando-se pela profilaxia e secagem dos dentes a serem examinados, podendo ser aplicado o corante azul de metileno com um aplicador de ponta fina. Os dentes foram então examinados em aumentos de 14 a 18 vezes com o máximo de iluminação possível. Diante de suas observações, os autores propuseram uma nova classificação das fraturas em:

- Tipo I – pequeno ou nenhum risco de patologia subjacente (fendas lineares e verticais que não se tornam mais pronunciados em direção gengival; trincas não associadas às restaurações e sem pigmentação; trincas que seguem os contornos anatômicos; trincas com pigmentação superficial; trincas advindas da contração de polimerização de resinas compostas durante o processo restaurador.);
- Tipo II – risco moderado de patologia subjacente (perda de esmalte em formato de cunha associada ou não a presença de restaurações, próximas a facetas de desgaste e posicionadas em regiões de carga oclusal; trincas que desviam ou não seguem os acidentes anatômicos);

- Tipo III – alto risco de patologia subjacente (trincas diagonais partindo de outras verticais; trincas horizontais ou diagonais que tem início em bordas de restaurações; trincas que abrigam detritos; trincas que contornam uma área de esmalte com coloração modificada; trincas com um halo ao seu redor).

Os autores concluem afirmando que as fraturas incipientes têm maior chance de diagnóstico precoce, com a utilização do microscópio mesmo antes do aparecimento dos sintomas, o que pode levar a tratamentos preventivos menos complexos.

Siso et al., em 2007, compararam a resistência à fratura de cúspides em pré-molares após tratamento endodôntico. Nessa pesquisa foram utilizados 80 pré-molares superiores, unirradiculares, hígidos, recém extraídos e aleatoriamente divididos em oito grupos. No grupo 1- (controle), os dentes foram mantidos sem nenhum tipo de preparo; nos grupos 2 a 8, os dentes receberam tratamento endodôntico e foram submetidos a um preparo cavitário do tipo MOD. No grupo 2- os dentes não foram restaurados; grupo 3- restauração com uma resina compactável e sistema adesivo *one-step*; grupo 4- fina camada de resina flow sob a restauração realizada como no grupo 3; grupo 5- restauração em resina compactável com a técnica do condicionamento ácido total e sistema adesivo de 2 passos; grupo 6- restauração com um cerômero, pela técnica do condicionamento ácido total e sistema adesivo de dois passos; grupo 7- pino de fibra de vidro e uma resina composta pela técnica do condicionamento ácido total e sistema adesivo de 2 passos; grupo 8- pino de zircônia e resina composta pela técnica do condicionamento ácido total e sistema adesivo de 2 passos. Os autores encontraram valores de resistência às fraturas maiores para os espécimes dos grupos 5 a 8, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Concluíram que a presença de pinos intra-radulares não promoveu

aumento significativo da resistência à fratura em comparação aos dentes restaurados com resinas compostas pela técnica do condicionamento ácido total e sistema adesivo de dois passos, e que a utilização de um sistema adesivo de dois passos promove maior aumento da resistência do que os sistemas adesivos one-step, mesmo em conjunto com uma base de resina flow.

Hayashi et al., em 2008, preocupados com a frequência de fraturas em dentes tratados endodonticamente propuseram um estudo no qual verificaram a resistência a fratura sob cargas dinâmicas e estáticas de diferentes sistemas de pinos. Os autores utilizaram pré-molares superiores e inferiores neste estudo, os pré-molares tiveram suas coroas removidas na altura da junção cimento-esmalte e suas raízes receberam o preparo biomecânico e posterior obturação dos canais radiculares em guta percha. Após o tratamento endodôntico os dentes tiveram dois terços de suas raízes desobturadas utilizando-se uma broca. Os dentes foram restaurados com pinos de fibra de quartzo e pinos pré-fabricados metálicos. Nos dois grupos os dentes receberam munhões de resina que foram preparados por uma máquina no sistema CAD-CAM de modo que todos os corpos-de-prova apresentassem as mesmas dimensões de preparo cavitário. Foram aplicadas cargas estáticas à 45° nos pré-molares inferiores e 90° de inclinação nos pré-molares superiores, foi realizado então um teste de compressão até a ocorrência da fratura. No teste de fadiga foram aplicadas cargas sinusoidais cíclicas com frequência de 2Hz nas mesmas inclinações do teste de compressão. Ao final, os autores realizaram um estudo de fractografia, analisando os corpos-de-prova em MEV. Os resultados apontaram que os pinos pré-fabricados metálicos apresentaram, para todas as situações, os menores valores de resistência à fratura e o exame de fractografia demonstrou fraturas por fadiga, em ambos os grupos, na região cervical das raízes. Os autores concluíram que os dentes restaurados com pinos metálicos,

apresentam resistência à fratura menor que os que utilizaram pinos de fibra de quartzo.

Nothdurft et al., em 2008, examinaram o comportamento de pré-molares tratados endodonticamente e com cavidades de classe II restaurados com resinas compostas diretas e como auxílio de pinos intraradiculares. O objetivo do estudo foi verificar a influência de diferentes sistemas de pinos na distribuição de cargas e no modo de fratura de dentes restaurados com estes sistemas. Para isso, 48 pré-molares unirradiculares receberam tratamento endodôntico e cavidades tipo MO padronizadas, oito dentes foram mantidos hígidos e considerados como grupo controle, perfazendo assim 56 dentes empregados neste estudo. Os dentes foram divididos em grupos e receberam restaurações sem pinos e com pinos de diferentes materiais (titânio, zircônia, fibras de vidro e fibras de quartzo). Os corpos-de-prova foram posicionados a 45° numa máquina universal de ensaios e sofreram compressão por uma ponta romba de 4mm de diâmetro a velocidade de 0,5mm/min. até o momento da falha. Foram consideradas falhas, quedas abruptas de mais de 30N, sendo estimado o valor de fratura deste corpo-de-prova como a força máxima aplicada durante o ensaio. O Grupo controle foi o que obteve maior resistência a fratura (792,50N) o que diferiu estatisticamente dos demais grupos que tiveram desempenhos até 50% menores, excetuando-se o grupo com pinos de fibra de quartzo que obtiveram resultados estatisticamente semelhantes (555,63N). A partir dos resultados obtidos neste estudo os autores concluíram que o uso de pinos pode aumentar a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente, sendo os pinos de fibra de quartzo os que mais conseguem se aproximar dos resultados de resistência a fratura de dentes hígidos.

D'Arcângelo et al., em 2008, realizaram um estudo a fim de verificar a influencia da realização de preparos coronários e do tratamento endodôntico na resistência a fratura de dentes anteriores. Para

isso foram utilizados 75 incisivos centrais superiores que não apresentassem sinais de fraturas ou trincas. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos, que receberam diversos tratamentos. No grupo 0- os dentes foram mantidos hígidos para formar um grupo controle, no grupo 1- os dentes receberam preparos para coroas totais, no grupo 2- receberam tratamento endodôntico, no grupo 3- os dentes sofreram preparos para coroa total e tratamento endodôntico e no grupo 4- além do preparo e do tratamento endodôntico foram utilizados pinos de fibra. Os corpos-de-prova foram então submetidos ao ensaio de compressão e a termociclagem. Foram analisados os valores de deflexão e de resistência a fratura destes dentes. Os autores observaram que os valores de resistência a fratura no grupo 4, foram significativamente maiores, sendo os demais grupos com desempenhos semelhantes. Já com relação à deflexão, o grupo 3 foi o que apresentou os maiores valores, sendo o grupo com a presença de pinos aquele que apresentou melhores resultados dentre os grupos experimentais, não apresentando diferenças estatisticamente significantes para o grupo controle. Os autores concluíram que a utilização de pinos de fibra deve ser indicada quando da associação de preparos coronários e tratamento endodôntico a fim de promover menor deflexão cuspídea e maior resistência a fratura.

Plotino et al., em 2008, realizaram um estudo *in vitro* com a finalidade de comparar a resistência à fratura de molares tratados endodonticamente e restaurados direta e indiretamente com reconstrução de cúspide, para tal 45 molares inferiores recém extraídos, com especificação completa, sem cáries ou trincas visíveis foram selecionados de um banco de dentes. Os dentes tiveram suas medidas méso-distais e vestibulo-linguais tomadas por um paquímetro digital e foram seqüencialmente classificados conforme suas dimensões. Os molares foram então divididos em três grupos, de tal forma que o tamanho médio das coroas dos mesmos em cada grupo fosse semelhante, minimizando,

dessa forma, a influência da variação anatômica das coroas dos molares presentes neste estudo. No grupo controle os dentes permaneceram intactos enquanto nos dois grupos experimentais os dentes foram submetidos ao tratamento endodôntico e restaurações diretas (grupo DIR) e restaurações indiretas (IND). Ao final o tratamento endodôntico a cavidade foi selada e preenchida com resina composta dual e posteriormente preparada igualmente para cada tipo restauração. Foi utilizada uma sonda milimetrada para medição de profundidade e largura dos preparos, padronizando-os quanto as suas dimensões. Quinze dentes foram restaurados diretamente com resina composta pela técnica incremental imediatamente após a realização dos preparos dentários, e outros quinze receberam restaurações indiretas do mesmo material, uma semana após a realização dos preparos cavitários. No grupo IND as restaurações indiretas foram realizadas sobre um modelo de gesso especial obtido por meio de moldagem com uma silicona de adição e sofreram a polimerização em forno de luz e calor por 10 minutos. Para a cimentação das restaurações indiretas foi utilizado como agente cimentante a mesma resina de polimerização dual usada na vedação dos acesos endodônticos, sendo as restaurações mantidas sob pressão durante os primeiros 10 segundos de polimerização. Ao final da polimerização os corpos-de-prova receberam acabamento e polimento e foram então posicionados em um dispositivo que permitia a aplicação de carga na fossa central, com angulação de 15° em relação ao longo eixo do dente. Os autores obtiveram resultados demonstrando haver diferenças estatisticamente significantes entre os valores de resistência à fratura entre os grupos estudados, sendo o grupo controle aquele que apresentou os maiores valores em relação às demais, que não diferiram estatisticamente entre si. A diminuição dos valores de resistência em dentes restaurados diminuiu em 42 a 44% comparados aos dentes hígidos. Todas as fraturas provocadas pelo teste de compressão foram fraturas coesivas, não havendo nenhuma fratura adesiva presente nos

resultados deste estudo. Diante dos resultados obtidos os autores concluíram que independentemente do tipo de restauração, direta ou indireta, há diminuição da resistência a fratura dos molares, sendo que nenhum tipo de restauração conseguiu restabelecer valores de resistência, semelhantes aos dos dentes hígidos, apresentando desempenhos similares.

Santos-Filho et al., em 2008, investigaram os efeitos de diferentes sistemas e tamanhos de pinos intra-radulares na deflexão e na resistência a fratura de raízes de dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados 135 dentes incisivos bovinos que tiveram suas coroas seccionadas de modo a produzir raízes com o mesmo comprimento de 15mm. Os canais foram preparados em toda a sua extensão por brocas tipo Gates-Gliden de números 2 e 3 e somente no terço cervical pela broca de número 4, posteriormente as raízes foram obturadas pela técnica de condensação lateral com cones de guta percha. As raízes foram então aleatoriamente divididas em três grupos de acordo com o tipo de pino utilizado: FGP – Pinos de fibra de vidro; PSP – pino metálico pré-fabricado; CPC – núcleo metálico fundido. Como peculiaridade o pino de fibra de vidro apresentava um filamento de aço inoxidável no seu interior, para promover a localização radiográfica deste pino, bem como sua posição e comprimento dentro do canal radicular. Cada grupo foi subdividido em três subgrupos de acordo com o comprimento dos pinos (5mm, 7,5mm e 10mm). A remoção da guta percha se deu por meio da utilização de condensadores aquecidos e a preparação do conduto foi complementada pelo uso da broca de Largo. As raízes tiveram então suas superfícies externas recobertas por uma camada de 0,3mm de um material de moldagem a base de poliéter a fim de simular o ligamento periodontal e envolvidas em uma resina de poliestireno a fim de simular o osso alveolar. Os munhões de resina foram padronizados por meio de um molde de acetato obtido da porção coronária do núcleo metálico fundido,

e construídos pela técnica incremental cuidando para que cada incremento fosse polimerizado pelo tempo mínimo de 40 segundos. Os corpos-de-prova foram então moldados com poliéter e seus moldes preenchidos com gesso tipo IV onde foi realizado o enceramento das coroas totais que posteriormente foram fundidas em liga de Ni-Cr, e cimentadas nos corpos-de-prova. Para a medição da deflexão das raízes foram colados com o auxílio de cianoacrilato, dois *strain gauges* 1mm distantes da margem cervical das coroas metálicas em dois sentidos perpendicular e paralelamente a raiz. Os dentes foram então submetidos ao teste de compressão à velocidade de 0,5mm/min em máquina universal de ensaios, com célula de carga de 5N que era capaz de perceber mínimas diminuições de carga durante a compressão, indicando o momento da fratura e a força necessária para a fratura. Os autores verificaram que a correlação entre o tamanho do pino e a resistência a fratura somente é percebida no caso dos pinos metálicos, nos quais a diminuição do comprimento da porção radicular causa menores valores de resistência à fratura. Para os pinos de metal, as fraturas tenderam a ocorrer na raiz, enquanto que no grupo de pinos de fibra a fratura ocorreu com maior freqüência no munhão de resina. Quanto à deflexão todos os grupos apresentaram aumento da deflexão quando da diminuição do comprimento dos pinos, com destaque para os pinos metálicos que apresentaram aumento de duas vezes nos valores de micro-deformação, quando os pinos de 5mm foram utilizados. Dessa maneira os autores concluíram que o comprimento dos pinos é um fator significativo no comportamento de pinos metálicos, não apresentando influencia no comportamento de pinos de fibra; no comprimento de 10mm os núcleos metálicos fundidos apresentam-se com o melhor desempenho entre os grupos e; as fraturas originadas em dentes com pinos metálicos são irreparáveis uma vez que a raiz é fraturada.

Sengun et al., em 2008, investigaram o efeito de uma técnica restauradora utilizando resina composta reforçada por fibra na restauração de pré-molares tratados endodonticamente, para isso utilizaram 80 pré-molares hígidos divididos em quatro grupos. O grupo 1 foi o grupo controle negativo deste estudo no qual os dentes foram mantidos hígidos, nos demais grupos os dentes receberam tratamento endodôntico e preparos cavitários do tipo MOD. O grupo 2 foi usado como controle positivo, nele foram realizados o tratamento endodôntico e o preparo tipo MOD foi mantido sem restauração. No grupo 3 após o preparo, as cavidades foram limpas e secas e restauradas com resina composta pela técnica incremental. No grupo 4 os dentes foram restaurados como no grupo 3, e após a restauração, a fim de abrir espaço para posicionar a fibra de reforço, foi realizada uma canaleta vestibulo-lingual na porção central do dente com 2 mm de largura e 4 mm de profundidade, onde foi posicionada a fita de fibra de polietileno e restaurada posteriormente com resina composta. Os dentes foram então embutidos em resina acrílica, e suas raízes envolvidas em silicone para simular o ligamento periodontal, e posicionados em um aparato que permitia a aplicação de uma carga à 45° de inclinação numa máquina universal de ensaios. Foram analisados os valores da força necessária para a fratura dos dentes e o tipo de fratura ocorrido. Os autores verificaram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos no que diz respeito à resistência à fratura, sendo os dentes intactos aqueles que apresentavam maiores valores de resistência e os dentes preparados e não restaurados aqueles que apresentaram os menores valores. Os grupos restaurados não apresentaram diferenças entre si no que diz respeito à resistência a fratura, sendo semelhantes os padrões de fratura destes grupos e em relação ao grupo controle negativo. Os autores concluem que cavidades tipo MOD diminuem a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e que a utilização da técnica do reforço por fibras é uma alternativa para a

restauração de dentes tratados endodonticamente como reforço das estruturas dentais.

Soares et al., em 2008, com o objetivo de avaliar o efeito do tipo de cavidade e a presença de pinos de fibra de vidro na distribuição de tensões e na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, utilizaram cinquenta pré-molares inferiores hígidos unirradiculares, estes foram radiografados a fim de confirmar a presença de um único canal. Os dentes foram embutidos em resina de poliestireno e suas raízes recobertas com material de moldagem a base de poliéter simulando o ligamento periodontal. Os dentes foram divididos em cinco grupos: ST – dentes hígidos; MOD – dentes com restaurações tipo MOD e tratamento endodôntico; MODP – Dentes com tratamento endodôntico e restaurações tipo MOD com utilização de pinos de fibra de vidro; MOD2/3 – restauração tipo MOD com 2/3 de reposição de cúspides e tratamento endodôntico; e MOD2/3 – restauração tipo MOD com 2/3 de reposição de cúspides e utilização de pinos de fibra de vidro e tratamento endodôntico. Os dentes foram posicionados a 30° e submetidos a testes de compressão numa máquina universal de ensaios sendo a força necessária para causar a fratura registrada. Foram estabelecidos quatro tipos de fraturas pela avaliação por lupa estereoscópica: tipo I – fratura envolvendo uma pequena porção coronária; tipo II - fratura envolvendo uma pequena porção coronária e fratura coesiva da resina composta; tipo III – fratura dental com envolvimento radicular e falha adesiva da resina composta; e tipo IV – fratura clinicamente irreparável envolvendo coroa e raiz. Cinco modelos matemáticos bi-dimensionais foram criados computacionalmente e analisados pelo método de elementos finitos e também analisados quanto à distribuição de tensões. Os resultados de resistência a fratura mostram que os dentes dos grupos ST e MOD apresentaram maiores valores. Todas as fraturas do grupo ST foram do tipo I e nos grupos tratados endodonticamente houve uma prevalência

maior de fraturas do tipo III e IV, não havendo sido encontrada nenhuma fratura dos pinos de fibra de vidro. A análise de elementos finitos demonstrou padrões de distribuição de tensões semelhante nos grupos sem pinos, e aumento da concentração de tensões na região das cúspides e da resina composta. Por meio dos resultados obtidos os autores puderam concluir que apesar da utilização de pinos de fibra não aumentarem a resistência a fratura, nem melhorarem a distribuição de tensões, quando empregados corretamente diminuem a gravidade das fraturas.

Zuolo et al., em 2009, realizaram um estudo visando apresentar os sinais e sintomas clínicos mais freqüentes associados à fratura vertical da raiz. Para tal foram examinados 2528 dentes, dos quais foram diagnosticados 203 dentes com fraturas. O diagnóstico foi realizado com o auxílio de microscópio clínico operatório com magnificação variando entre X3 – X20, observando: a estrutura interna dental após a remoção do material obturador, ou a estrutura externa dental durante cirurgia exploratória nos casos de fístulas ou perdas ósseas a partir da crista marginal. Todas as fraturas tiveram confirmação após a avulsão dos dentes. Foram registrados parâmetros demográficos (sexo, idade e grupamento dental) e de diagnóstico (sintomas, sinais, achados radiográficos, tipo de restauração e presença de retentor intra-radicular). Os autores constataram que 60,09% dos dentes eram de pacientes do sexo feminino, a faixa etária predominante era a de 41-50 anos (34,97%) e os dentes que mais apresentavam este tipo de fratura eram os pré-molares superiores (27,09%) e os molares inferiores (24,63%). Os sintomas clínicos mais observados foram a presença de dor à mastigação (29,55%) e a sensibilidade à palpação e percussão (11,38%), os sinais mais freqüentes foram a presença de fístula no 1/3 cervical e médio da raiz (27,58%), presença de bolsa periodontal localizada (11,82%), mobilidade (6,89%) e edema (11,33%). O achado radiográfico mais

encontrado foi o aumento do espaço do ligamento periodontal lateral ou lesões laterais (74,38%). Em 66% dos dentes o tipo de restauração era uma prótese e em 44,82% dos casos havia a presença núcleo metálico fundido. Os autores concluíram que por ser uma patologia que ocorre com certa frequência (8,03%), a não detecção da fratura vertical da raiz pode influenciar, negativamente, o prognóstico dos casos, sendo o tratamento indicado a exodontia.

### **2.3 Emprego da extensometria elétrica**

Morin et al., em 1984, confeccionaram restaurações não-adesivas e adesivas a fim de comprovar a capacidade de reforço obtido por estas em dentes com restaurações amplas, utilizando-se resinas compostas ativadas quimicamente e fotopolimerizáveis sem adesivos, com amálgama de prata e resina fotopolimerizável conjugada com adesivo. O método utilizado foi a extensometria elétrica (Strain Gauges). Sobre estes dentes foi aplicada uma carga de 74,1N/s até um limite máximo de 222,4N, sempre levando em conta que a ponta aplicadora de carga tocasse apenas nas vertentes triturantes das cúspides, sem contato com a restauração. Os valores de microdeformação encontrados para as restaurações de amálgama não apresentaram diferenças estatísticas significantes para o grupo medido com dentes preparados não restaurados, e dentes restaurados com a técnica adesiva apresentaram os melhores resultados, demonstrando o reforço obtido por essa técnica.

Stampalia et al., em 1986, ao estudarem a força aplicada em pré-molares superiores restaurados com adesivo Scotchbond e resina

P10 afirmaram que cúspides de dentes posteriores defletem sob força. Os dentes utilizados haviam sido perdidos por doença periodontal, especialmente por pacientes na faixa etária de 40 anos. Quando um preparo classe II foi feito, a resistência das cúspides diminuiu. Os resultados mostraram que as cúspides defletem sob estresse, causando microinfiltração, cáries recorrentes e fraturas dentárias. Os valores de deflexão cuspidéa foram obtidos pelo método de extensometria elétrica. Restaurações de amálgama comumente utilizadas para dentes posteriores não apresentam resistências adequadas. Assim sendo, materiais resinosos adesivos foram introduzidos no mercado para serem utilizados em dentes posteriores por diminuírem a deflexão das cúspides.

Medige et al., em 1995, realizaram um estudo para estabelecer uma metodologia para determinação da tensão de superfície em dois locais de um mesmo dente: dente intacto, dente preparado e dente restaurado, e compararam os efeitos da resiliência de diferentes materiais restauradores em um dente submetido à carga na cúspide. Dois medidores lineares de tensão foram montados em cada um dos 30 pré-molares superiores extraídos. Os dentes foram montados em uma base de polimetilmetacrilato e distribuídos aleatoriamente em 3 grupos, de acordo com o material restaurador e a técnica de aplicação que seria utilizado. As análises estatísticas indicaram uma interação estatisticamente significativa entre material restaurador e dente e a condição das superfícies dos dentes (proximal e vestibular) e outra diferença estatisticamente significativa na rigidez dos dentes restaurados com resina Ternure Marathon V e aqueles com amálgama ou a resina Z250 com Scotchbond na face proximal. Os resultados sugerem que os métodos aplicados fornecem um método útil e não destrutivo de testar vários dentes em diferentes condições.

Spiekerman et al., em 1995, descreveram os principais métodos para investigação e análise biomecânica: análise de elementos

finitos, análise de birrefringência (fotoelasticidade) e extensometria, ressaltando a capacidade de aquisição de valiosos resultados em estudos *in vitro*, por meio da extensometria, pelo fato de as forças aplicadas poderem ser qualificadas e quantificadas.

Shimizu et al., em 1996, estudaram a deflexão das cúspides ocorridas em preparos classe II. Uma cavidade classe II foi preparada em 16 pré-molares, e um medidor de tensão foi colado à superfície lingual de cada dente. Cada cavidade foi então restaurada com amálgama adesivo, liga de gálio adesivo, resina e resina com forramento. As forças criadas nestes quatro tipos de restaurações foram determinadas e avaliadas com um indicador de força. Os resultados deste estudo indicaram que as restaurações em resina com ou sem forramento determinaram maior resistência aos dentes preparados em relação aos outros dois materiais. A colocação do forramento antes da inserção de resina foi efetiva para a diminuição da força transmitida ao dente.

Rubo e Souza, em 2001, afirmaram que a extensometria elétrica é baseada na utilização de extensômetros elétricos, ou *strain gauges*. Os *strain gauges* são pequenos resistores elétricos que, a mínima deformação sofrida, alteram a resistência à corrente de baixa intensidade que os percorre. Esta alteração é enviada a uma placa de aquisição de dados que a transforma em sinais digitais possibilitando sua leitura por um *software* específico.

Jantarat et al., em 2001, compararam duas técnicas de medidas de deformação de cúspide sob carga oclusal: DCDT (*Direct Current Differential Transformers*) e medidores de tensão (*strain gauges*). Os autores investigaram a dependência das duas técnicas da orientação vertical do dente em relação à direção de carga e diferenças nas mudanças dos padrões na seqüência do preparo cavitário. Os mediadores de tensão e o DCDT foram fixados nas superfícies vestibular

e lingual de pré-molares superiores e molares inferiores. Os pré-molares foram submetidos a cargas oclusais simuladas variando a angulação vertical antes e depois do preparo de cavidade MOD. Os molares foram testados nos estágios progressivos dos preparos cavitários. A deformação de cúspide foi gravada como um deslocamento linear em micrometros usando o DCDT e a tensão de cúspide, usando o medidor de tensão e a dureza relativa. Os medidores de tensão foram bem menos sensíveis que os dispositivos de deslocamento linear na orientação vertical do dente e a verificação da dureza relativa reduziu o efeito da angulação. Os medidores de tensão, por sua vez, são mais fáceis de utilizar experimentalmente, pois o DCDT requer um ajuste tridimensional preciso para o teste de deformação da cúspide.

Segundo Vasconcellos, em 2005, a extensometria é uma técnica de medição e registro do fenômeno da deformação. Esta envolve a utilização de sensores chamados de extensômetros lineares elétricos ou *strain gauges*, que são pequenas resistências elétricas que uma vez coladas à superfície de um determinado material acompanham sua deformação. Isso ocorre devido à alteração da resistência à passagem da corrente elétrica de baixa intensidade que os percorre. Utilizando-se de aparelhos adequados, essas variações dos sinais elétricos são identificadas e convertidas em microdeformação, o que permite registros exatos deste fenômeno. Estas variações ocorrem em escala milionésima ( $\mu\text{V}$ ) e, para serem adequadamente registradas devem formar uma ligação de  $\frac{1}{4}$  de ponte de *Wheatstone* de  $120\Omega$ .

Zamboni et al., em 2006, realizaram um estudo sobre a deflexão das cúspides, por meio da extensometria elétrica, de 15 pré-molares superiores hígidos, extraídos por motivos ortodônticos, que receberam restaurações tipo MOD em amálgama, que posteriormente foram substituídas por restaurações em resina composta, a fim de verificar se a substituição de restaurações de amálgama por outras em

resina composta, promove o reforço das estruturas dentais remanescentes. Os autores verificaram que as restaurações em resina composta promovem uma diminuição da deflexão cuspídea em comparação às restaurações de amálgama sem, porém, restabelecerem totalmente os mesmos valores dos dentes hígidos.

Fleming et al., em 2007, utilizaram a extensometria elétrica com a finalidade de obter dados a respeito da deflexão cuspídea sofrida por pré-molares restaurados com resinas compostas. Quarenta pré-molares hígidos receberam preparos cavitários padronizados do tipo MOD e foram restaurados com as resinas compostas Z-100 (3M), Z-250 (3M), P-60 (3M) e o cerômero Admira (VOCO). As medições foram realizadas, individualmente, por *strain gauges* durante todas as etapas do processo de polimerização. Os maiores valores de microdeformação encontrados foram os da resina Z-100, que propiciou maior deflexão das cúspides do que as resinas Z-250, P-60 e o cerômero Admira, durante o processo de polimerização, o que pode induzir maior concentração de tensões e falhas adesivas e conseqüentemente a microinfiltração.

Rocha, em 2007, analisou, por meio da extensometria elétrica, a eficiência dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e modificados por resina composta como dissipadores de cargas em restaurações de resina composta. Em matrizes de poliuretano foram colados, dois *strain gauges*, de modo que suas superfícies superiores tangenciassem a parede de fundo da matriz de ambos os lados (esquerdo e direito). Foram confeccionados 10 corpos-de-prova em cada grupo num total de 40, sendo no - Grupo 1: preenchimento total com resina composta microhíbrida (Opallis); - Grupo 2: colocação de uma base de 3mm de cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R) e preenchimento com resina composta; - Grupo 3: colocação de uma base de 3mm de cimento de ionômero de vidro para forramento (Vidrion F) e preenchimento da cavidade com resina composta, e; - Grupo 4: colocação

de uma base de 3mm de cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta (Vitremmer) e preenchimento da cavidade com resina composta. Os corpos-de-prova foram posicionados numa máquina universal de ensaios (EMIC) na qual sofreram uma carga de 50N no período de 30s, a uma frequência de 10Hz, totalizando 300 leituras por *strain gauge*. Os dados dos dois sensores foram captados por um amplificador de sinais elétricos e, posteriormente, analisados por um *software*. Os dados coletados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Tukey ( $p \leq 0,05$ ), e não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Pode-se concluir que a presença do CIV como material de base de restaurações de resina composta, bem como os tipos de cimento utilizados não apresentaram alterações nos valores de microdeformação.

Rocha et al., em 2008(a), avaliaram três métodos de esplintagem de transferentes para a técnica direta de moldagem em implantodontia, por meio da extensometria elétrica. Dois implantes posicionados e pilares protéticos Microunit foram instalados em um bloco de poliuretano. Trinta amostras de cada resina (Duralay II e GC Pattern Resin) foram confeccionadas e divididas aleatoriamente em três grupos ( $n=10$ ): grupo 1 (G1) - esplintagem em monobloco; grupo 2 (G2) - esplintagem com separação e união após 17 minutos, e grupo 03 (G3) - esplintagem com separação e união após 24 horas. Três mensurações de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) para cada amostra foram feitas, cinco horas após a polimerização da resina acrílica (G1), e cinco horas após a nova união dos segmentos (G2 e G3). A monitoração da microdeformação foi realizada com quatro extensômetros lineares elétricos colados ao redor dos implantes. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, empregando-se Análise de Variância de dois fatores e o teste de Tukey ( $\alpha= 5\%$ ). Para a resina Duralay II, a média das microdeformações das amostras em monobloco (1962,1 $\mu\epsilon$ ), foi estatisticamente diferente que as

identificadas para as amostras seccionadas e reunidas após 17 minutos (241,1 $\mu\epsilon$ ) e após 24 horas (181,5 $\mu\epsilon$ ), que se apresentaram estatisticamente semelhantes, já para a resina GC Pattern Resin, as microdeformações registradas, não foram estatisticamente diferentes para os três métodos (G1: 173,8 $\mu\epsilon$ ; G2: 112,6 $\mu\epsilon$  e G3: 105,4 $\mu\epsilon$ ). Concluíram que para a resina Duralay II, apenas a técnica de esplintagem em monobloco está contra-indicada. Para a resina GC Pattern Resin, não houve diferença entre os grupos possibilitando a escolha entre qualquer uma das técnicas investigadas.

Rocha et al., em 2008(b), com o objetivo de comparar a deflexão das cúspides em pré-molares humanos restaurados com amálgama e posteriormente substituídos por resina composta direta, por meio da aplicação de uma carga oclusal, utilizaram 13 pré-molares humanos íntegros, extraídos por razões ortodônticas, de dimensões similares, que foram embutidos em bases de resina acrílica. Um *strain gauge* foi colado na superfície lingual da cúspide de cada dente, que foi então submetido à carga de 100N no sentido oclusal. Após a mensuração da deflexão das cúspides dos dentes íntegros (Grupo 1 - Controle), foram realizadas cavidades tipo MOD e restauradas com amálgama (Grupo 2). Após 24 horas, a deflexão das cúspides foi novamente avaliada com os *strain gauges*. As restaurações de amálgama foram então removidas e os dentes restaurados com resina composta direta (Grupo 3) e a deflexão de suas cúspides foi reavaliada após 24 horas. Uma análise exploratória foi realizada para determinar qual o teste estatístico mais apropriado para o estudo. Valores de distribuição (média e intervalo inter-quartil) para os grupos restaurados com amálgama (14,53; 11,16 – 19,18  $\mu\epsilon$ ), resina composta (6,25; 4,83 – 7,92  $\mu\epsilon$ ) e para os dentes hígidos (0,44; 0,15 – 4,85  $\mu\epsilon$ ), foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 5\%$ ) e pelo teste de Dunn (5%). Os dentes hígidos mostraram menor deflexão das cúspides, seguidos dos elementos restaurados com resina composta e

uma maior deflexão das cúspides foi encontrada nos elementos restaurados com amálgama de prata. Os autores concluíram que, pelos resultados obtidos neste estudo, a substituição do amálgama pelas resinas compostas em dentes posteriores, com a finalidade de reforço das estruturas remanescentes, se torna indicada.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Avaliar a deflexão cuspídea e a resistência à fratura de pré-molares, com e sem tratamento endodôntico, restaurados com diferentes técnicas e materiais restauradores.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Materiais

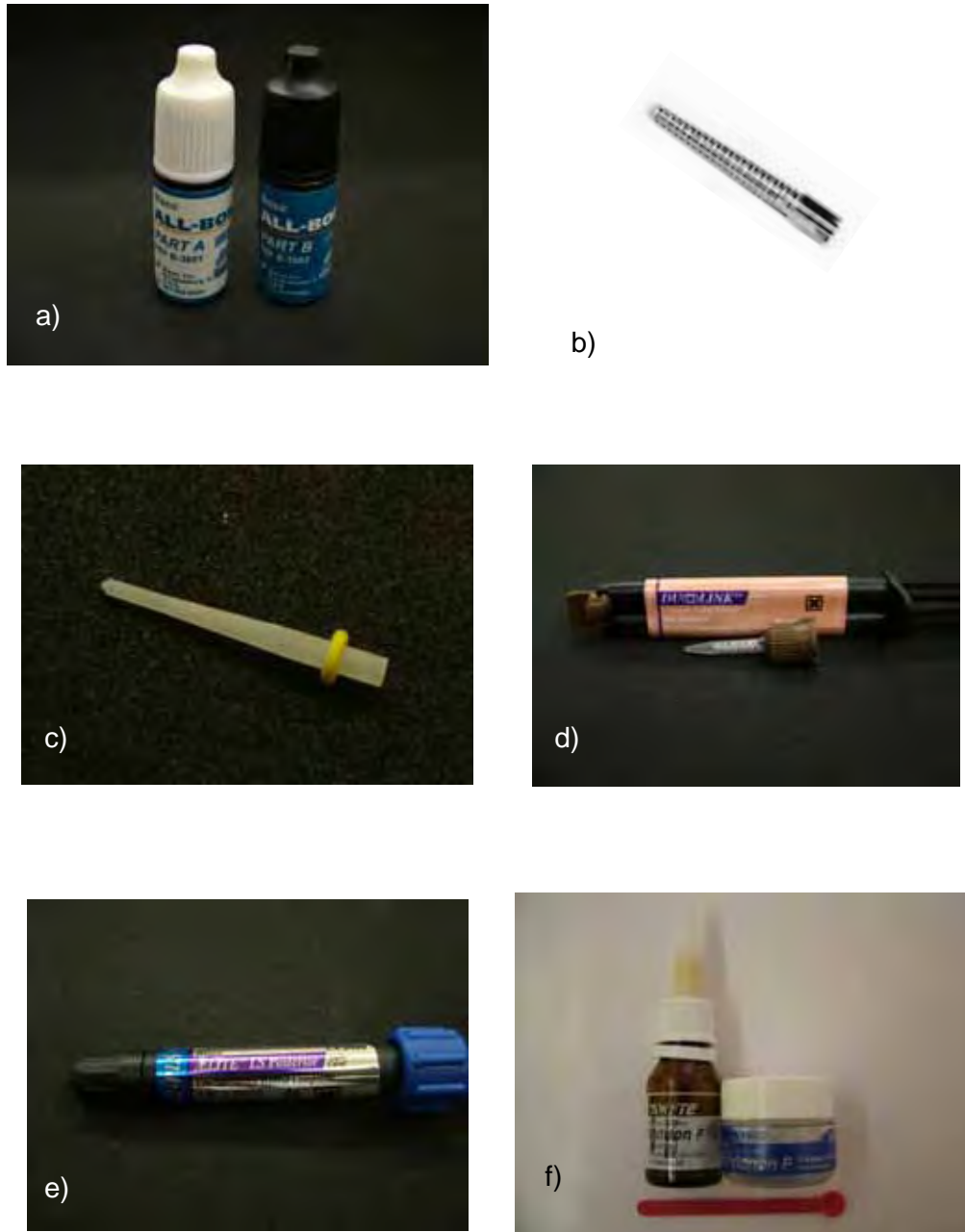
Os materiais empregados nessa pesquisa estão listados no quadro 01 e ilustrados na figura 01.

*Quadro 01: Informações sobre os materiais a serem empregados na pesquisa (continua).*

<b>Material</b>	<b>Modelo</b>	<b>Fabricante</b>
Ácido Fosfórico 37%	Etch-37	BISCO
Adesivo dentinário	All Bond 3	BISCO
Catalisador	Optosil	Heraeus Kulzer
Cimento de Ionômero de Vidro	Vidrion F	SS White
Cimento Endodôntico	AH plus	Dentsply
Cimento resinoso	Duo-Link	BISCO
Cones de guta percha	principais e acessórios	Dentsply

**Quadro 01: Informações sobre os materiais a serem empregados na pesquisa (conclusão).**

<b>Material</b>	<b>Modelo</b>	<b>Fabricante</b>
Poliuretano (Polyol)	F-16	AXSON
Poliuretano (Isocianate)		
Resina composta microhíbrida	AELITE LS	BISCO
Silicona fluida	XantoprenVL Plus	Heraeus Kulzer
Sistema de pinos Intra- radiculares metálicos	REFORPOST	Ângelus
Sistema de pinos intra- radiculares de fibra de vidro	D.T. Light-Post Illusion	BISCO



**Figura 1 – a) Adesivo dentinário (All-Bond 3 – BISCO); b) Sistema de pinos metálicos (Reforpost – Ângelus); c) Pino de Fibra de vidro (DT-Light Post - BISCO); d) Cimento resinoso de presa dual (Duo-Link - BISCO); e) Resina composta microhíbrida (AELITE LS – BISCO); f) Cimento de Ionômero de vidro Vidrion F (SS White)**

## 4.2 Obtenção dos corpos-de-prova (CP)

Este trabalho se encontra de acordo com os princípios éticos seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, com seres humanos, conforme resolução nº196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa dessa unidade sob o parecer nº 071/2009 – PH/CEP de 19/10/2009 (ANEXO 01).

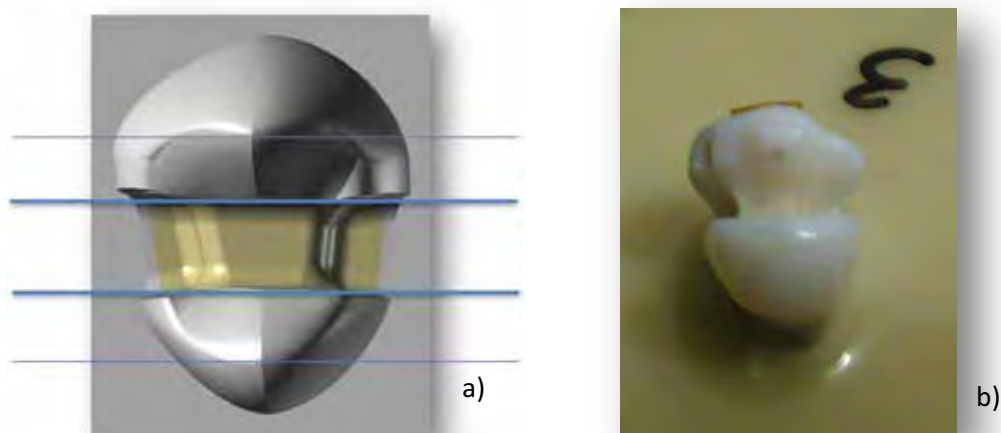
Foram utilizados 60 pré-molares hígidos, extraídos por motivos ortodônticos e obtidos por doação de clínicas e consultórios particulares, uma vez que seriam descartados. Os dentes foram analisados com auxílio de lupa estereoscópica a fim de eliminar a presença de quaisquer sinais de trincas ou fraturas, e aqueles que apresentavam quaisquer desses sinais foram eliminados do estudo. Em seguida os dentes foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo – Tóquio - Japão) a fim de categorizá-los em grupos de dimensões semelhantes, fazendo-se a distribuição nos grupos experimentais de modo a minimizar a influência desse fator nos resultados. Os dentes foram armazenados em estufa a 37°C imersos em saliva artificial (Biofórmula – São Paulo - Brasil).

Os dentes foram incluídos em poliuretano (F16 AXSON – Cergy, França - Módulo de Elasticidade 3,6 GPa), com o auxílio de um delineador (B2 – Bio-Art Equipamentos Odontológicos – São Carlos - SP), a fim de manter a superfície oclusal paralela ao solo. Por apresentar densidade similar à do osso alveolar este poliuretano foi o material de escolha para simulá-lo. Para representar o ligamento periodontal foi utilizada silicona fluida em uma película de 0,3mm espessura (Xantopren VL Plus – Hereaus Kulzer). Para a obtenção e padronização dessa espessura, as raízes dos dentes foram envoltas por papel alumínio, que

atuou como um espaçador enquanto o dente foi embutido em poliuretano. Após o tempo de presa do poliuretano, os dentes foram removidos e o papel alumínio retirado de suas raízes, a cavidade presente no bloco de poliuretano decorrente da remoção dos dentes foi preenchida, com o auxílio de uma seringa de moldagem (Jon –Comércio de Materiais Odontológicos LTDA), com a silicona leve (Xantopren VL – Haereus – Kulzer), e os dentes novamente posicionados em seus respectivos blocos de poliuretano, os excessos de silicona foram removidos com uma lâmina de bisturi nº 15 (Swann-Morton LTD– Sheffield – Eng).

Os 60 corpos-de-prova foram então divididos em 06 grupos conforme descrito na seqüência. Em 06 corpos-de-prova os dentes permaneceram hígidos, sem qualquer tipo de tratamento formando assim o grupo controle positivo desse estudo (**GRUPO C POS**).

Os demais 54 dentes receberam preparos do tipo MOD padronizados de acordo com suas dimensões, respeitando-se um terço da distância intercuspídea como largura máxima (Figura 2). Para tal foram realizadas marcações em grafite dos limites do preparo e utilizaram-se pontas diamantadas cilíndricas em tamanhos compatíveis aos das cavidades a serem preparadas (1094, 2095, 2096 – KG Sorensen – São Paulo – Brasil).



**Figura 2 – a) Desenho esquemático das medidas máximas dos preparos cavitários realizados; b) Preparo cavitário realizado.**

A fim de formar um grupo controle negativo, 06 corpos-de-prova que receberam os preparos MOD não foram restaurados formando-se o **GRUPO C NEG.**

Para o **GRUPO RC** (12 CP), os dentes preparados foram condicionados, pela técnica do condicionamento ácido total, com ácido fosfórico 37% (Etch-37 – BISCO INC – Illinois – USA) pelo tempo de 30s em esmalte e 15s em dentina, procedendo-se a lavagem abundante por 20s e secagem com jatos de ar e bolinhas de algodão, de modo a promover a manutenção da umidade dentinária, necessária a obtenção da qualidade no processo adesivo. O sistema adesivo de dois passos (All Bond 3 - BISCO INC – Illinois – USA) foi aplicado com o auxílio de aplicadores descartáveis (Microbrush fine – Microbrush International – Grafton - USA), no primeiro momento aplicou-se o primer (All Bond 2 Part A - BISCO INC – Illinois – USA), seguido de breve jato de ar, sendo os excessos de solvente removidos, propiciando o espalhamento do primer. Da mesma maneira foi aplicado o adesivo (All Bond 3 Part B - BISCO INC – Illinois – USA) e o tempo de polimerização de cada etapa foi de 20s. Por fim realizou-se a restauração direta em resina composta microhíbrida AELITE LS (BISCO INC – Illinois – USA) utilizando-se a técnica

incremental, na qual cada incremento apresentou tamanho máximo de 2mm e foi polimerizado pelo tempo mínimo de 40s.

Nos demais dentes, além das cavidades MOD, foram realizados tratamentos endodônticos. Estes foram submetidos à cirurgia de acesso a câmara pulpar com uma ponta diamantada esférica, seguida da utilização de brocas de ponta inativa para a completa remoção do teto da câmara pulpar sem o risco de perfurações do assoalho. Todos os canais radiculares foram instrumentados 1mm aquém do comprimento total até o instrumento K nº 40 (Dentsply/Maillefer Instruments AS – Ballaigues - Switzerland) e escalonados com brocas de Gates-Gliden números 2 e 3 (Dentsply/Maillefer Instruments SA – Ballaigues - Switzerland). Para obturação, os cones principais de guta-percha (Dentsply/Maillefer – Ballaigues - Switzerland) foram selecionados acompanhando o diâmetro cirúrgico obtido no preparo biomecânico. Em seguida foram levados ao canal com o cimento obturador (AH Plus – Dentsply - Ballaigues - Switzerland) espalhando o cimento em todas as paredes do canal. A condensação lateral foi realizada com cones secundários de guta-percha (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) com auxílio de espaçador compatível com uma lima tipo K nº 30, (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) até a obtenção do preenchimento em lateralidade dos canais radiculares, confirmado por tomadas radiográficas no sentido méso-distal. O corte dos cones de guta-percha foi realizado com condensador endodôntico aquecido (SS White Duflex - Rio de Janeiro – RJ - Brasil), na altura do limite cervical e, com outro condensador endodôntico frio, procedeu-se à condensação vertical da guta-percha, seguida pela limpeza dos acessos cervicais com álcool 70° GL (Miyako do Brasil ind. Com. Ltda – Guarulhos - SP). Os dentes foram então armazenados em saliva artificial (Bioformula – São Paulo – Brasil) por 24h em estufa a 37°C.

A seguir os 36 dentes devidamente preparados foram divididos em três grupos experimentais, como segue:

- **GRUPO CIV** (12 CP) – após a obturação dos canais radiculares, realizou-se o selamento e preenchimento da câmara pulpar com o cimento de ionômero de vidro Vidrion F (SS White - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.) com o auxílio de um aplicador de hidróxido de cálcio e mediante vibração para evitar a presença de bolhas de ar. A restauração direta em resina composta procedeu-se na mesma seqüência apresentada no **GRUPO RC**.
- **GRUPO PM** (12 CP) – após o tratamento endodôntico, o canal radicular foi preparado com o auxílio das brocas do sistema de pinos metálicos de modo a manter, no mínimo, um terço da guta percha obturando o canal radicular. Após o preparo, foram cimentados pinos intra-radiculares metálicos de aço inoxidável do sistema REFORPOST (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A – Londrina - PR) com o cimento resinoso de presa dual Duo-Link (BISCO INC – Illinois – USA), finalizando com restauração direta em resina composta na mesma seqüência apresentada no **GRUPO RC**.
- **GRUPO PF** (12 CP) – após o tratamento endodôntico os canais radiculares foram preparados com as fresas do sistema de pinos de fibra de vidro e os pinos de fibra de vidro do sistema D.T. Light-Post Illusion (BISCO INC – Illinois – USA) cimentados com o cimento resinoso de presa dual Duo-Link (BISCO INC – Illinois – USA) realizou-se, então, a restauração direta em resina composta pela técnica incremental como descrito no **GRUPO RC**.

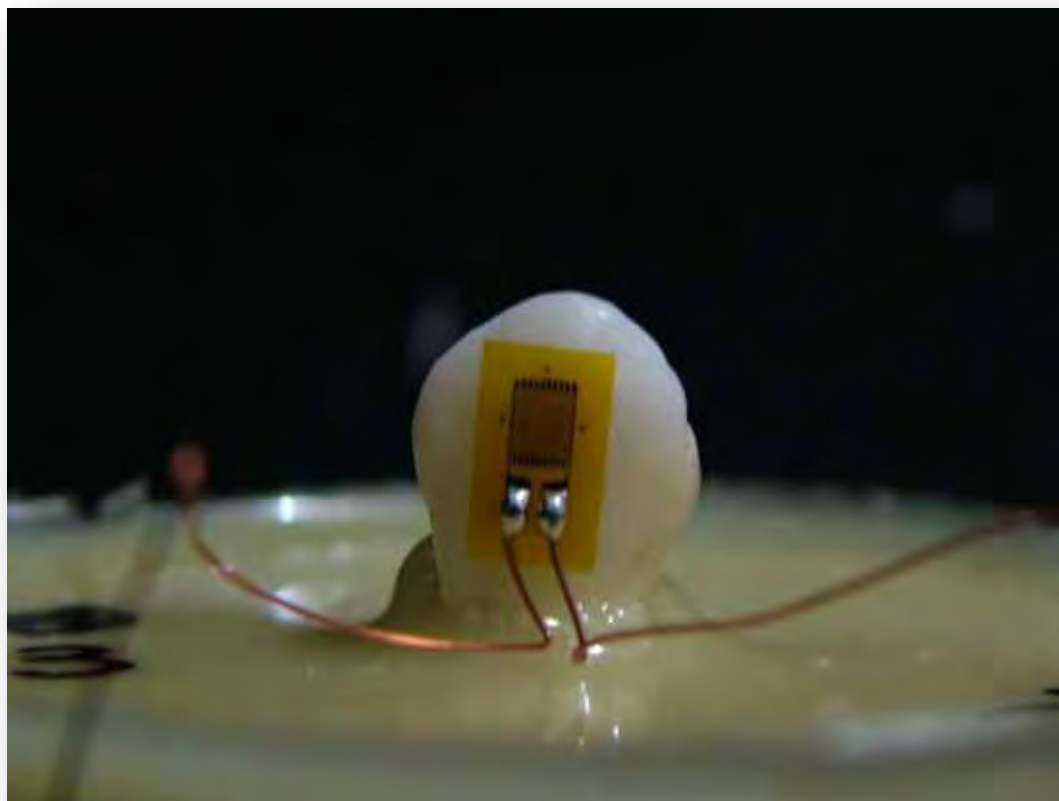
O aparelho utilizado para a fotopolimerização foi o Practical Light (Clean Line Ind. e Com de Produtos Médicos

Odontológicos – São Paulo – Brasil), que utiliza a tecnologia de Diodos Emissores de Luz (LED) com comprimento de onda na faixa de 470nm ( $\pm$  15nm), com ciclos de polimerização programados em 40 segundos, sendo os primeiros 5 segundos em baixa potência (50%), e o restante do tempo em potência total (100%).

Ao final das restaurações, os dentes desses grupos voltaram a ser armazenados em saliva artificial (Bioformula – São Paulo Brasil), em estufa a 37°C por 24h. Na seqüência as superfícies vestibulares foram limpas com álcool isopropílico e nelas foram colados com cianoacrilato (Loctite Super Bonder<sup>®</sup> - Henkel Ltda. – São Paulo – SP – Brasil), os *strain gauges* (PA-06-062AB-120L – Excel Sensores Ltda. – São Paulo, Brasil) responsáveis pela monitoração da deflexão dos corpos-de-prova.

Os *strain gauges* (Figura 3) são pequenos sensores elétricos ôhmicos e como tais seguem as Leis de Ohm. A segunda lei de Ohm postula que “corpos diferentes podem oferecer diferentes resistências ao movimento dos portadores de carga elétrica”. Considerando-se assim, fios condutores de materiais diferentes, mas de mesmas dimensões e na mesma temperatura, serão melhores condutores aqueles que oferecerem a menor resistência à passagem dos portadores de carga elétrica.

Posto isso, torna-se imprescindível a realização de rigoroso controle da temperatura durante os ensaios. As alterações de temperatura durante a realização dos ensaios podem trazer resultados discrepantes. Para evitar a influência desse fator ambiental nos resultados do estudo, o ambiente foi climatizado à 24°C por uma hora antes do início da realização dos ensaios.



*Figura 3 - Extensômetro Linear Elétrico (Strain-gauge - PA-06-062AB-120L - Excel Sensores Ind. Com. E Exportação Ltda.) posicionado na superfície vestibular do pré-molar.*

#### **4.3 Ensaio não destrutivo de medição de deflexão**

Para a realização do ensaio de medição de deflexão foi seguido o protocolo descrito por Vasconcellos, em 2005, no qual os extensômetros lineares elétricos foram conectados a um aparelho amplificador de sinais elétricos através de cabos elétricos blindados (26 AWG 0,14mm – Multicabo – São Paulo – Brasil). Os dados de cada sensor foram amplificados e transferidos empregando-se um amplificador

de sinais (ADS 2000IP - Lynxx - São Paulo, Brasil) (Figura 4). Para possibilitar que alterações mínimas de resistência provocadas pela deformação sejam percebidas pelo aparelho, foi necessário um circuito elétrico apropriado cuja ligação é chamada de  $\frac{1}{4}$  de ponte de *Wheatstone* de  $120\Omega$ . O aparelho condicionador além de alimentar as pontes de *Wheatstone* e amplificar o sinal gerado pelos extensômetros realiza a conversão do sinal analógico para digital (conversor A/D 16 bits – tempo de conversão: 12,5 ms/canal).



**Figura 4 - b) Microcomputador ligado ao amplificador de sinais ADS 2000 IP (Lynxx São Paulo – Brasil).**

As variações elétricas registradas foram posteriormente transformadas em unidades de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) por um *software* especial de aquisição de dados AqDados (Lynxx - São Paulo, Brasil), também responsável pela captação das informações. A magnitude de deformação em cada extensômetro foi registrada em microdeformação, que equivale à mudança em comprimento do extensômetro dividida por seu comprimento original (1,52mm) e multiplicada por  $10^{-6}$ . O aparato foi balanceado e calibrado, entre cada medição, a  $\pm 10 \mu\epsilon$  de deformação a fim de eliminar valores residuais de cada CP.

Os corpos-de-prova foram colocados numa máquina

universal de ensaios EMIC (Emic Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA – Paraná – Brasil) onde receberam uma carga de 50N, durante 30s, com uma ponta romba de 3mm de diâmetro (Figura 05). O monitoramento foi realizado na frequência de 100Hz, ou seja, 100 vezes a cada segundo, fornecendo dessa forma 3000 leituras por *strain gauge* no período do estudo.



**Figura 5 – Ponta romba de 3 mm de diâmetro.**

A análise e o processamento dos valores de micro-deformação encontrados foram submetidos ao programa AqDAnalysis (Lynxx - São Paulo, Brasil), que forneceu as médias das leituras no intervalo de tempo pré-estabelecido, de 30s, que foram submetidas à análise estatística.

#### **4.4 Ensaio destrutivo de resistência à fratura**

Os corpos-de-prova, num segundo momento, foram submetidos a um ensaio destrutivo no qual receberam força compressiva de 100N à velocidade de 1mm/min. em uma máquina universal de ensaios (Emic Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA – Paraná – Brasil) até a ocorrência de fratura. Para a realização dos ensaios de compressão foi utilizada uma ponta romba de 3mm de diâmetro (Figura 5).

Os corpos-de-prova foram posicionados de maneira que

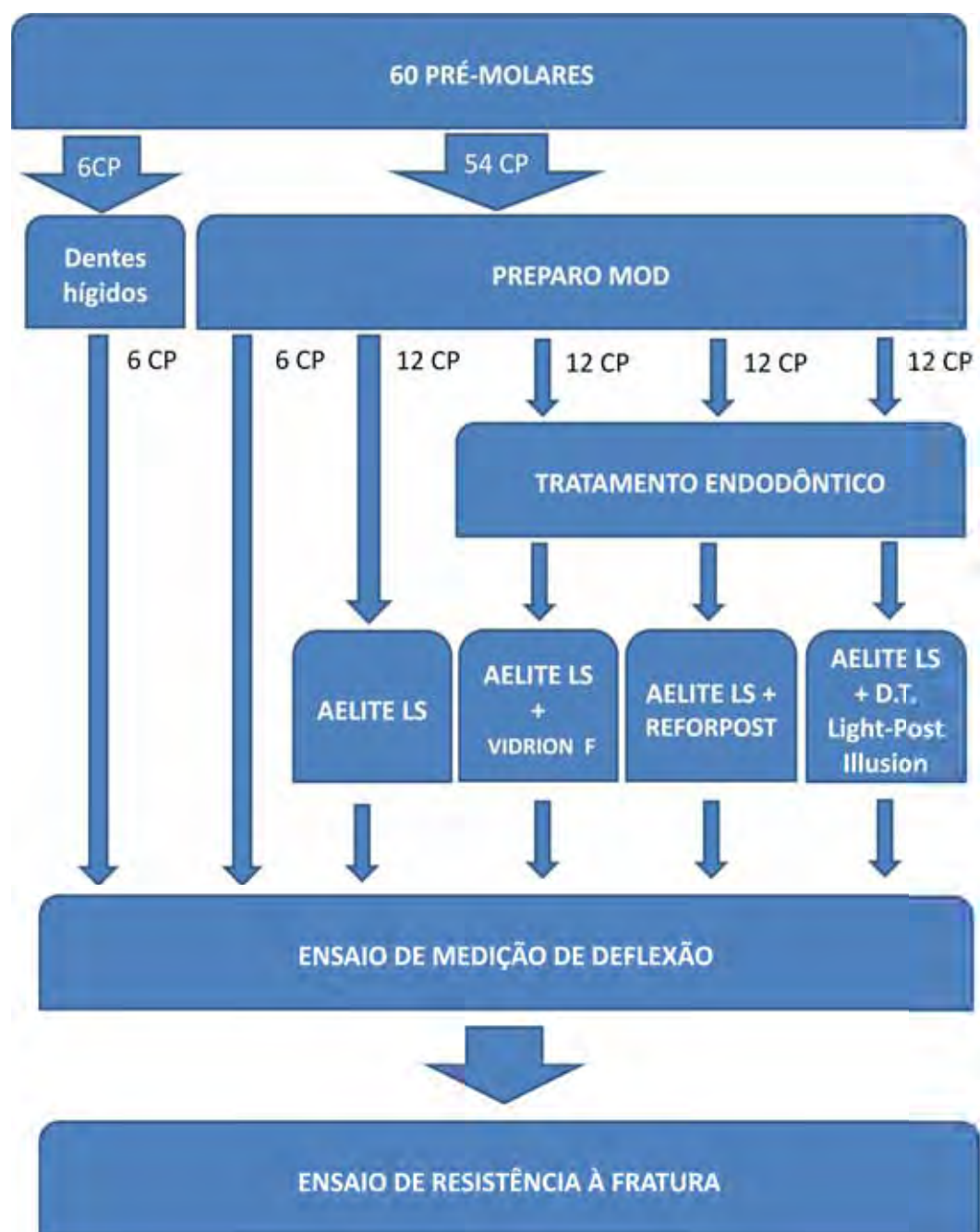
as faces oclusais dos dentes se apresentassem perpendiculares à ponta romba durante o ensaio de compressão, além disso, a ponta foi posicionada tocando simultaneamente as vertentes triturantes, vestibular e lingual, dos pré-molares (Figura 6).



*Figura 6- Posicionamento da ponta romba tocando as vertentes triturantes do pré-molar.*

#### **4.5 Delineamento experimental**

O delineamento experimental se encontra na figura 7.



*Figura 7 – Delineamento experimental da pesquisa.*

## 4.6 Análise estatística

### 4.6.1 Definição das hipóteses

Hipótese nula ( $H_0$ ): Os desempenhos dos materiais/técnicas empregados nesse estudo se apresentarão semelhantes, em relação à deflexão cuspídea.

Hipótese experimental ( $H_1$ ): Existirá diferença nos valores de deflexão cuspídea nos diferentes materiais/técnicas empregados nesse estudo.

Hipótese nula ( $H_0'$ ): Os desempenhos dos materiais/técnicas empregados nesse estudo se apresentarão semelhantes, em relação à resistência à fratura

Hipótese experimental ( $H_1'$ ): Existirá diferença nos valores de resistência à fratura para os diferentes materiais/técnicas empregados nesse estudo.

#### 4.6.2 Método de análise

Os dados de microdeformação obtidos pelos extensômetros em cada corpo-de-prova, bem como os valores absolutos de resistência à fratura, foram submetidos à análise estatística. Para a realização dos testes estatísticos foram utilizados os *softwares* **MINITAB** for Windows (Release 14 – 2004 – Minitab Inc.) **STATISTIX** for Windows (versão 5.0, 1995, StatSoft Inc.).

O nível de significância adotado para rejeitarmos a hipótese nula de igualdade entre o desempenho dos materiais e técnicas restauradoras foi o valor convencional de 5%. Foram realizadas

comparações entre os grupos experimentais e os grupos controle, e comparações dos grupos experimentais entre si.

Caso seja rejeitada a hipótese nula de igualdade para os grupos experimentais, pela análise de variância a um fator (ANOVA um fator), a abordagem paramétrica de comparação de médias, pelo teste de Tukey, será realizada ao nível de significância de 5%, para detectar em quais níveis se encontraram as diferenças.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Ensaio não destrutivo de medição de deflexão

A análise dos dados obtidos é apresentada em duas etapas: na primeira, realizou-se a comparação dos grupos experimentais com os grupos controle, e, em uma segunda etapa, realizou-se a estatística inferencial, constituída pela análise de variância a um fator fixo (ANOVA um fator).

A variável de análise considerada nesse experimento é o valor médio obtido em 3000 leituras de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) realizadas mediante o emprego dos *strain gauges*. As médias dos valores obtidos pelos *strain gauges* de cada corpo-de-prova foram dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores obtidos\* para cada corpo-de-prova nos grupos controle e experimentais

<b>Controle Negativo</b>	<b>Controle Positivo</b>	<b>Resina Composta</b>	<b>Pino Metálico</b>	<b>CIV</b>	<b>Pino de Fibra</b>
97,703	3,4844	17,1703	22,3187	11,3075	24,7377
88,830	12,9840	32,0502	20,9470	14,2829	18,6060
154,027	4,6322	12,7832	30,0498	14,4430	23,7380
33,479	5,2592	23,3009	24,0749	10,0917	22,5768
54,488	1,2266	22,2430	18,6980	23,9929	21,7600
57,548	3,6210	11,1799	26,2734	24,0033	11,1387
		13,2132	26,2734	31,3723	23,9923
		23,6985	14,6558	10,1456	14,0363
		11,3460	26,3214	15,2813	13,8339
		15,5158	31,5833	12,3977	22,2463
		15,5658	29,8990	25,4509	23,5330
		14,6588	20,3553	18,7849	27,1570

\*valores absolutos em microdeformação ( $\mu\epsilon$ ).

As medidas numéricas de tendência central (médias) e de dispersão (desvios-padrão) obtidas para cada grupo estão apresentadas na Tabela 2 e têm sua representação gráfica na Figura 8.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos grupos controle e experimentais

Grupos	N	Média	Desvio Padrão	25%	Mediana	75%
C NEG	6	81,0	42,9	49,2	73,2	111,8
C POS	6	5,20	4,05	2,92	4,13	7,19
RC	12	17,73	6,32	12,89	15,54	23,04
PM	12	24,29	5,09	20,50	25,17	29,00
CIV	12	17,63	7,00	11,58	14,86	24,00
PF	12	20,61	5,05	15,18	22,41	23,93

\*valores absolutos em microdeformação ( $\mu\epsilon$ ). (C NEG – Controle Negativo; C POS – Controle Positivo; RC – Resina Composta; PM – Pino metálico; CIV – Cimento de Ionômero de Vidro; PF – Pino de Fibra de Vidro)

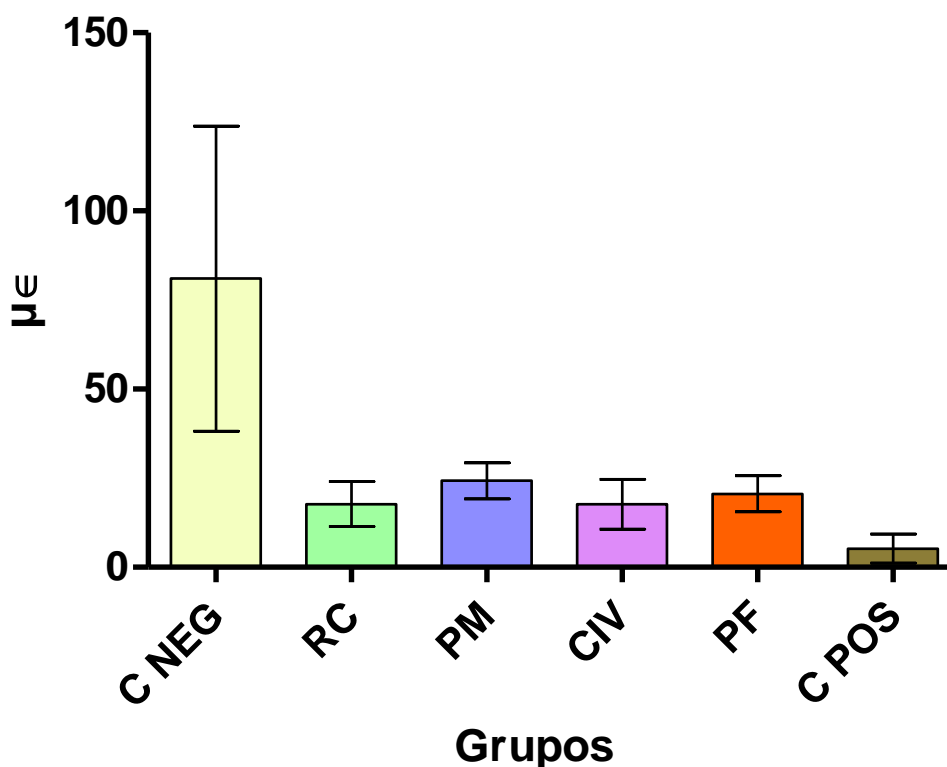
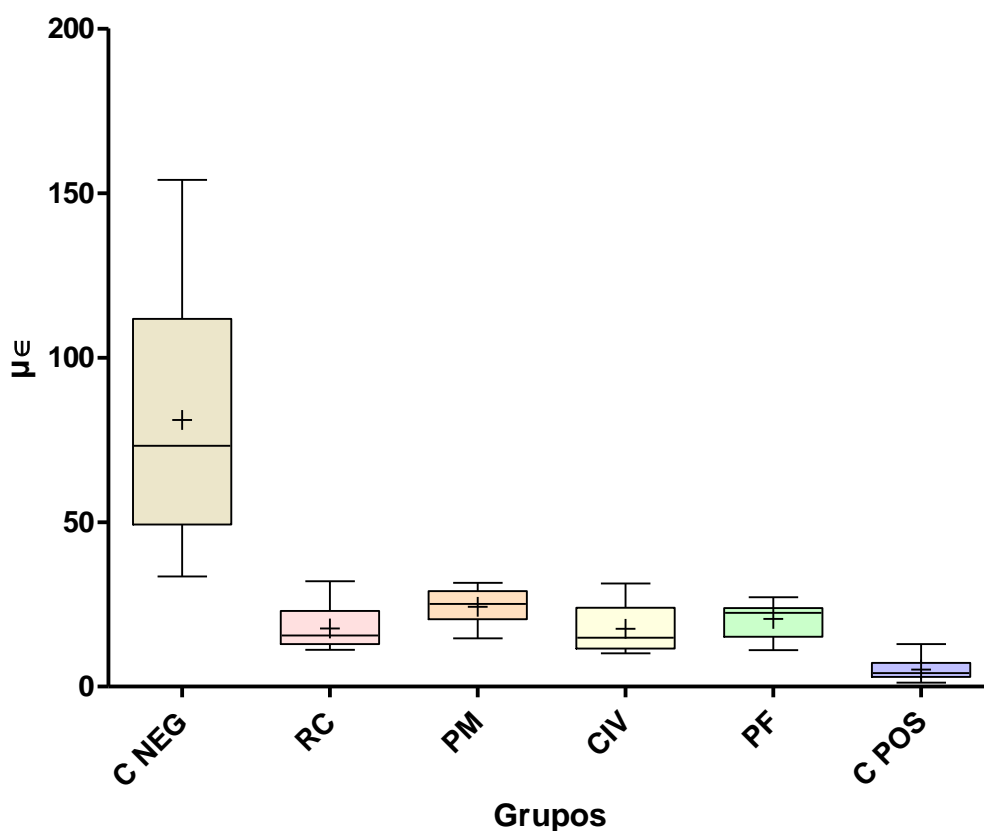


FIGURA 8 – Gráfico de colunas (média  $\pm$  desvio-padrão) dos valores de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) obtidos nos grupos: controle negativo (C NEG), controle positivo (C POS), resina composta (RC), pinos metálicos (PM), cimento de ionômero de vidro (CIV) e pinos de fibra de vidro (PF)

Os valores de microdeformação obtidos tiveram sua representação por meio de um gráfico do tipo *Box-Plot* apresentado na Figura 9. No *Box-Plot*, as linhas horizontais representam a mediana e os quartis: 25% e 75%. As linhas verticais da caixa: superior e inferior especificam 1,5 vezes a faixa interquartil, mais e menos os quartis superior e inferior, respectivamente. Observa-se na sobreposição das faixas interquartis a indicação de uma mesma dispersão de valores de microdeformação.



**Figura 9 – Diagrama de caixa (Box-plot) dos valores de microdeformação ( $\mu\epsilon$ ) obtidos em 12 corpos-de-prova em cada grupo experimental, e 06 corpos-de-prova em cada um dos grupos controle**

Para realização da comparação entre os grupos controle e experimentais, negativo e positivo, e avaliar-se a influência do preparo cavitário na deflexão cuspídea dos grupos tratados, realizaram-se os testes de comparação múltipla de Kruskal-Wallis (5%) e Bonferroni-Dunn (1%), para o grupo controle negativo, e teste de comparação de Dunnett (5%) para o grupo controle positivo. Os resultados desse teste para comparações entre os grupos experimentais e os grupos controle encontram-se nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 – Resultado do teste de Kruskal-Wallis com comparação entre os grupos experimentais e os grupos controle

Grupos	n	Mediana	Rank	Z	DF	P
<b>C POS</b>	6	4,127	4,8	3,79	5	0,000
<b>C NEG</b>	6	73,189	57,5	3,99		
<b>PF</b>	12	22,412	31,3	0,17		
<b>PM</b>	12	25,174	39,8	2,07		
<b>CIV</b>	12	14,862	25,2	1,18		
<b>RC</b>	12	15,541	25,1	1,20		

Tabela 4 – Análise de Bonferroni-Dunn (1%) da diferença entre o grupo controle negativo e os grupos experimentais

Grupos	Z-valor vs. Valor Crítico	P
<b>C POS</b>	5,22339 > 2,57583	<b>*0,0000</b>
<b>PF</b>	3,71240 > 2,57583	<b>*0,0002</b>
<b>PM</b>	2,02321 < 2,57583	0,0431
<b>CIV</b>	3,70285 > 2,57583	<b>*0,0002</b>
<b>RC</b>	3,00618 > 2,57583	<b>*0,0026</b>

*\*Grupos que apresentam diferenças estatisticamente significantes comparados ao grupo controle negativo.*

Tabela 5 – Resultado do teste de Dunnet (5%) com a comparação dos grupos experimentais ao grupo controle positivo

Grupos	Média ( $\mu\epsilon$ )	Limite Inferior	Diferença Absoluta	Limite Superior
<b>C NEG</b>	81,013	55,056	<b>*75,811</b>	96,566
<b>C POS</b>	5,201			
<b>PF</b>	20,613	2,563	15,412	33,386
<b>PM</b>	24,288	1,112	<b>*19,086</b>	37,061
<b>CIV</b>	17,630	5,546	12,428	30,403
<b>RC</b>	17,727	5,449	12,526	30,500

*p < 0,05 \*Grupos que apresentam diferenças estatisticamente significantes comparados ao grupo controle positivo.*

Pelo teste de Dunnet pode-se perceber que os grupos experimentais, a exceção do grupo PM, apresentaram comportamentos semelhantes aos do grupo controle positivo. O grupo controle negativo apresentou-se estatisticamente diferente do controle positivo.

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (5%) foi aplicado para a comparação do grupo controle negativo devido ao alto valor do desvio padrão desse grupo, e demonstrou diferenças estatisticamente significantes. A análise de Bonferroni-Dunn (1%) indicou que somente o grupo PM não apresentou diferenças estatisticamente significantes em relação ao grupo controle negativo.

A fim de verificar as diferenças nos desempenhos dos diferentes materiais empregados, e das diferentes técnicas restauradoras utilizadas nesse estudo, foi realizada a análise de variância (ANOVA) um fator, ao nível de significância de 5%, para os grupos experimentais, cujos resultados apresentam-se na Tabela 6.

Tabela 6 – ANOVA (um fator) dos grupos experimentais (RC, CIV, PF e PM)

Efeito	GI	SQ	QM	F	p
<b>Fator</b>	3	354,3	118,1	3,36	0,027*
<b>Resíduo</b>	44	1544,4	35,1		
<b>Total</b>	47	1898,7			

\*  $p < 0,05$ 

Por meio dos resultados do teste ANOVA verifica-se que ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados ( $p=0,027$ ). Foi então realizado o teste de comparação de Tukey (5%), representado na Tabela 7.

Tabela 7 – Teste de comparação de Tukey (5%). Grupos que apresentam as mesmas letras não apresentam diferenças estatisticamente significantes, grupos que se apresentam com letras diferentes diferem estatisticamente

Grupos	Média ( $\mu\epsilon$ )	Grupos Homogêneos
<b>PM</b>	24,288	<b>A</b>
<b>PF</b>	20,613	<b>A B</b>
<b>RC</b>	17,727	<b>B</b>
<b>CIV</b>	17,629	<b>B</b>

Por meio da análise dos dados de microderfomação ( $\mu\epsilon$ ) obtidos, pode-se rejeitar a hipótese nula de igualdade entre os desempenhos dos materiais/técnicas empregados nesse estudo, e aceitar a hipótese experimental  $H_1$ . Verificaram-se menores valores de deflexão das cúspides nos casos dos grupos RC, CIV e PF, sendo os maiores valores de deflexão encontrados com a utilização de pinos metálicos. Nota-se que os dentes dos grupos RC, CIV e PF não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas ao grupo

controle positivo, formado por dentes hígidos. No caso da comparação como grupo controle negativo apenas o grupo PM não apresentou diferenças de desempenho.

## **5.2 Ensaio destrutivo de resistência à fratura**

Também os resultados desse tipo de ensaio receberam uma abordagem em duas etapas: na primeira, realizou-se a comparação dos grupos experimentais com os grupos controle, e, em uma segunda etapa, realizou-se a estatística inferencial, constituída pela análise de variância a um fator fixo (ANOVA um fator).

A variável de análise considerada nesse experimento é o valor de resistência a fratura (Kgf), obtido em cada corpo-de-prova. Os valores obtidos para cada corpo-de-prova foram dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores obtidos\* para cada corpo-de-prova nos grupos controle e experimentais

<b>Controle Negativo</b>	<b>Controle Positivo</b>	<b>Resina Composta</b>	<b>Pino Metálico</b>	<b>CIV</b>	<b>Pino de Fibra</b>
5,248	134,291	44,430	29,958	21,064	25,532
6,381	129,321	36,560	47,341	18,404	20,922
4,184	114,114	40,110	38,507	15,078	13,865
4,798	113,500	45,040	36,189	18,816	22,282
4,223	148,759	56,170	45,985	24,507	25,322
6,440	129,326	42,092	37,728	26,089	43,759
		53,795	41,889	18,085	40,398
		73,547	24,220	21,287	37,385
		74,752	33,050	13,901	19,362
		43,502	43,901	13,369	41,312
		40,759	36,029	15,564	29,291
		35,936	35,355	14,798	38,272

\* *Valores absolutos em Kgf*

As medidas numéricas de tendência central (médias) e de dispersão (desvios-padrão) obtidas para cada grupo estão apresentadas na Tabela 9 e têm sua representação gráfica na Figura 10.

Tabela 9 – Estatísticas descritivas dos grupos controle e experimentais

Grupos	N	Média	Desvio Padrão	25%	Mediana	75%
C NEG	6	5,212	1,008	4,213	5,023	6,396
C POS	6	128,22	13,24	113,96	129,32	137,91
RC	12	48,89	13,24	40,27	43,97	55,58
PM	12	37,51	6,69	33,63	36,96	43,40
CIV	12	18,41	4,15	14,87	18,24	21,23
PF	12	29,81	10,03	21,26	27,41	39,87

\*valores absolutos em KgF. (C NEG – Controle Negativo; C POS – Controle Positivo; RC – Resina Composta; PM – Pino metálico; CIV – Cimento de Ionômero de Vidro; PF – Pino de Fibra de Vidro)

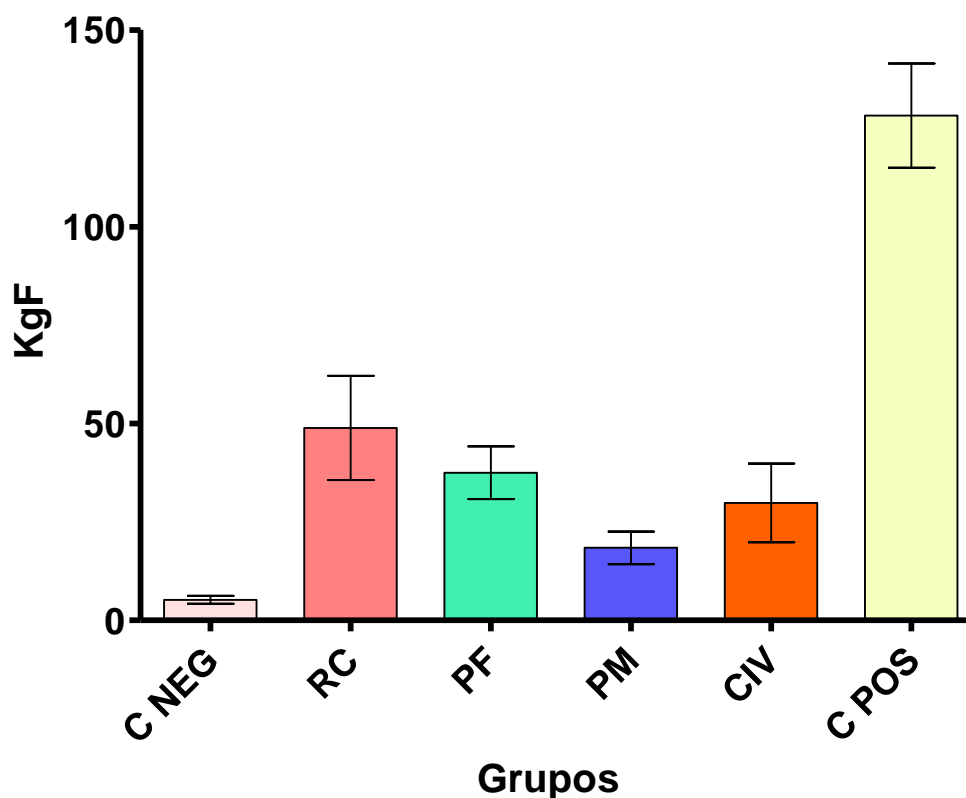
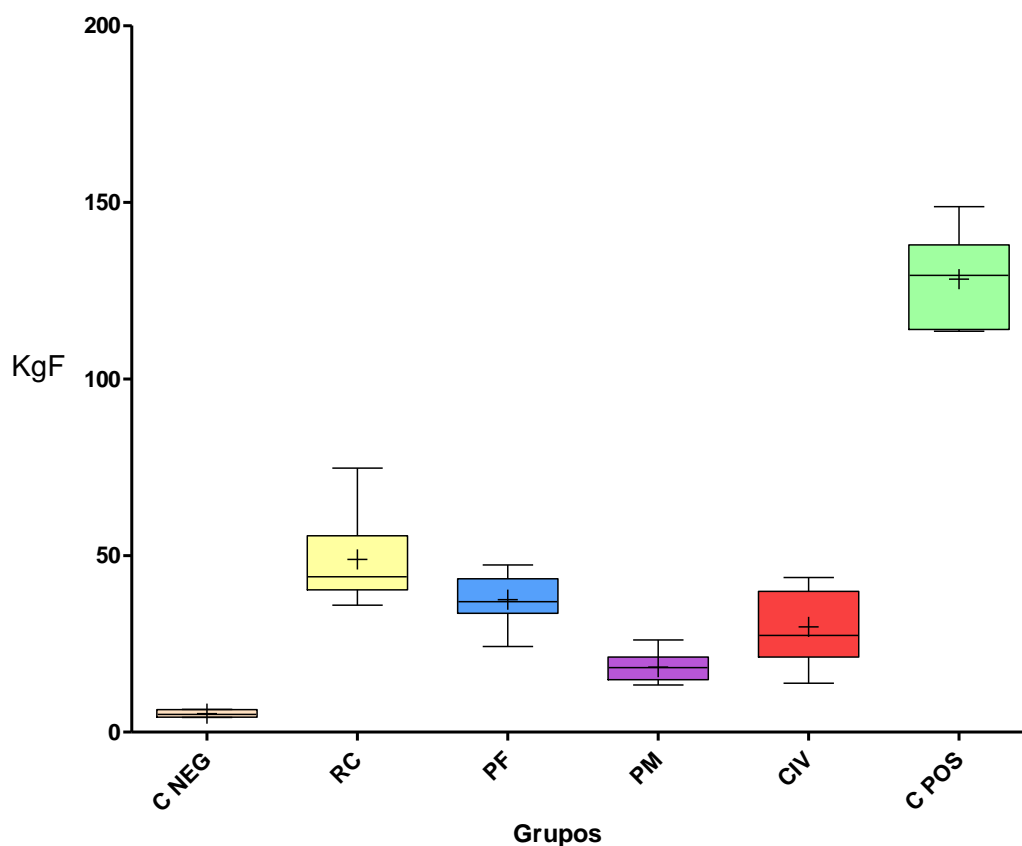


Figura 10 – Gráfico de colunas (média  $\pm$  desvio-padrão) dos valores de resistência à fratura (KgF) obtidos nos grupos: controle negativo (C NEG), controle positivo (C POS), resina composta (RC), pinos metálicos (PM), cimento de ionômero de vidro (CIV) e pinos de fibra de vidro (PF).

Os valores de resistência à fratura obtidos em cada um dos grupos tiveram sua representação por meio de um gráfico do tipo *Box-Plot* apresentado na Figura 11.



**Figura 11 – Diagrama de caixa (Box-plot) dos valores de resistência à fratura (Kgf) obtidos em 12 corpos-de-prova em cada grupo experimental, e 6 corpos-de-prova em cada um dos grupos controle.**

Para realização da comparação entre os grupos controle e experimentais, negativo e positivo, e avaliar-se a presença de diferentes desempenhos, em termos de valores de resistência à fratura dos grupos tratados, realizaram-se os testes de comparação múltipla de Dunnet (5%) para comparar os grupos experimentais com o grupo controle negativo e o grupo controle positivo respectivamente. Os resultados desses testes encontram-se nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Resultado do teste de Dunnet (5%) com a comparação dos grupos experimentais ao grupo controle negativo

Grupos	Média (Kgf)	Limite Inferior	Diferença Absoluta	Limite Superior
<b>C NEG</b>	5,21			
<b>C POS</b>	128,22	109,47	*123,01	136,54
<b>PF</b>	37,51	20,58	*32,30	44,02
<b>PM</b>	18,41	1,48	*13,20	24,92
<b>CIV</b>	29,81	12,88	*24,60	36,32
<b>RC</b>	48,89	31,96	*43,68	55,40

*p < 0,05 \*Grupos que apresentam diferenças estatisticamente significantes comparados ao grupo controle negativo.*

Tabela 11 – Resultado do teste de Dunnet (5%) com a comparação dos grupos experimentais ao grupo controle positivo

Grupos	Média (Kgf)	Limite Inferior	Diferença Absoluta	Limite Superior
<b>C NEG</b>	5,21	136,54	*123,01	109,47
<b>C POS</b>	128,22			
<b>PF</b>	37,51	102,43	*90,71	78,99
<b>PM</b>	18,41	121,52	*109,81	98,09
<b>CIV</b>	29,81	110,13	*98,41	86,69
<b>RC</b>	48,89	91,05	*79,33	67,61

*p < 0,05 \*Grupos que apresentam diferenças estatisticamente significantes comparados ao grupo controle positivo.*

Diante dos resultados dos testes de Dunnet (5%) realizados para a comparação entre os grupos controle e os grupos experimentais pode-se observar que todos os grupos experimentais apresentaram diferenças significantes em relação aos grupos controle negativo e positivo, e que os grupos controle também apresentaram diferenças entre si.

A fim de verificar as diferenças nos valores de resistência à fratura dos dentes restaurados com os diferentes materiais e técnicas restauradoras utilizadas nesse estudo, foi realizada a análise de variância

(ANOVA) um fator, ao nível de significância de 5%, para os grupos experimentais, cujos resultados apresentam-se na Tabela 12.

Tabela 12 – ANOVA (um fator) dos grupos experimentais (RC, CIV, PF e PM)

<b>Efeito</b>	<b>GI</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Fator</b>	3	5929,42	1976,47	23,4	0,0000*
<b>Resíduo</b>	44	3714,00	84,41		
<b>Total</b>	47	9643,42			

\*  $p < 0,05$

Por meio dos resultados do teste ANOVA verifica-se que ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados ( $p=0,0000$ ). Foi então realizado o teste de comparação de Tukey (5%), representado na Tabela 13.

Tabela 13 – Teste de comparação de Tukey (5%). Grupos que apresentam as mesmas letras não apresentam diferenças estatisticamente significantes, grupos que se apresentam com letras diferentes diferem estatisticamente

<b>Grupos</b>	<b>Média (Kgf)</b>	<b>Grupos Homogêneos</b>
<b>RC</b>	48,891	A
<b>PF</b>	37,513	B
<b>CIV</b>	29,809	B
<b>PM</b>	18,414	C

Por meio da análise dos dados de resistência à fratura obtidos, pode-se rejeitar a hipótese nula de igualdade entre os desempenhos dos materiais/técnicas empregados nesse estudo, e aceitar a hipótese experimental  $H_1'$ . Pode-se verificar que os grupos que passaram pelo tratamento endodôntico apresentaram valores de

resistência à fratura cerca de 25% menores do que os dentes com MOD restauradas com resina composta sendo os dentes nos quais foram utilizados pinos metálicos aqueles que apresentaram os menores valores de resistência à fratura.

## 6 DISCUSSÃO

A frequência com que ocorrem fraturas dos elementos dentários torna-se uma preocupação para o clínico geral na hora de reabilitar dentes com perdas estruturais extensas (Eakle et al., 1986; Burke, 1992; Assif et al., 2003). Para melhor recomendar a opção restauradora para dentes com ampla destruição coronária, torna-se imprescindível o conhecimento das corretas indicações de tratamento em vista da quantidade de remanescente dentário presente. Sabe-se que em dentes com maior destruição encontra-se maior susceptibilidade à fratura quando comparados à dentes hígidos ou com pequenas cavidades (Sengun et al., 2008; Cameron, 1976; Snyder, 1976).

Pode-se constatar que a movimentação apresentada pelas cúspides, quando submetidas à cargas, é uma das causas de falhas biomecânicas nas restaurações em dentes posteriores. O fracasso das restaurações adesivas pode ocorrer por meio de falhas na interface dente-restauração, levando à microinfiltração marginal e lesões de cárie secundárias (Mondelli et al., 1980).

Para medição da deflexão cuspídea a técnica selecionada para esse estudo foi a extensometria, por sua perspectiva em fornecer dados quantitativos e qualitativos a respeito da microdeformação sofrida pelos corpos-de-prova experimentais.

Ao lado da fotoelasticidade e da análise de elementos finitos, a extensometria elétrica vem sendo uma metodologia amplamente utilizada nas áreas de biomecânica e de concentração de tensões. Apresenta como característica a obtenção de valiosos resultados quantitativos e qualitativos das forças aplicadas sobre os corpos-de-prova

(Spiekermann et al., 1995). Amplamente presente na literatura, diversos autores relatam o emprego desses medidores de tensão e sua facilidade de utilização experimental (Jagadish; Yogesh et al., 1990; Jantararat et al., 2001; Medige et al., 1995; Morin et al., 1984; Shimizu et al., 1996; Stampalia et al., 1986; Vasconcellos, 2005, Rocha 2007; Rocha et al., 2008). A precisão dos extensômetros é dada pela alta sensibilidade desses sensores às alterações de forma das superfícies nas quais se encontra em íntimo contato (Rubo; Souza, 2001; Vasconcellos, 2005). Os extensômetros elétricos apresentam tais propriedades por serem resistores Ôhmicos, nos quais alterações em sua extensão, bem como em sua área de secção transversal, modificam a resistência à passagem de corrente elétrica pelos mesmos. A possibilidade de utilização dessa metodologia se dá devido ao uso de softwares específicos, integrados ao aparelho de aquisição de sinais, que convertem os sinais elétricos e os interpretam como medidas de microdeformação.

Os resultados de microdeformação obtidos apontam diferenças estatisticamente significantes na comparação entre os grupos experimentais e o grupo controle negativo com menores valores de deflexão cuspídea nos dentes restaurados com resinas compostas (Tabelas 3 e 4), corroborando com os resultados obtidos por Jagadish; Yogesh (1990), Zamboni et al. (2006); Rocha (2007) e Rocha et al. (2008), que utilizando a extensometria elétrica, verificaram que a diminuição da deflexão cuspídea em cavidades amplas, do tipo MOD, restauradas diretamente com restaurações de resina composta. Isto se justifica devido ao caráter adesivo desse tipo de restauração, que devolve parcialmente a rigidez do elemento dental através da esplintagem promovida entre as cúspides (Landy; Simonsen, 1984; Simonsen et al., 1983).

A introdução dos CIV como materiais de base para restaurações destaca seu potencial de reforço das estruturas remanescentes, o que pode ser verificado por meio da análise das

propriedades físicas e mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro (módulo de elasticidade e coeficiente de expansão térmico linear, semelhantes aos da dentina), que promovem a diminuição da deflexão cuspídea e, conseqüentemente, o aumento da sua resistência à fratura (Joynt et al., 1987; Joynt et al., 1989), o que reitera os resultados obtidos por esse estudo, nos quais os dentes que tiveram suas câmaras pulpares preenchidas com cimento de ionômero de vidro e foram restaurados diretamente com resina composta, apresentaram valores de deflexão cuspídea semelhantes aos do grupo restaurado com resina composta sem tratamento endodôntico (Tabela 7).

O bom desempenho do cimento de ionômero de vidro como substituto da dentina, perdida durante a cirurgia de acesso para o tratamento endodôntico, obtido pelos resultados desse estudo apresenta-se em concordância com os resultados obtidos por Macpherson e Smith (1994) e McCulloch e Smith (1986 a e b), que indicam o cimento de ionômero do vidro como substituto da dentina, sob uma restauração de resina composta, por verificarem maior resistência à fratura das cúspides nesses casos. Pode-se notar que, dentre os dentes com tratamento endodôntico, aqueles restaurados com a aplicação de uma base de CIV, foram os que apresentaram os menores valores de deflexão cuspídea e, os maiores valores de resistência à fratura conjuntamente com o grupo restaurado com a utilização de pinos de fibra de vidro (Tabelas 7 e 13).

Os resultados apresentados pelo grupo restaurado com pinos metálicos (Tabelas 3, 4 e 13) reafirmam a necessidade da realização de restaurações adesivas em casos em que há grande perda de estrutura dentária, com a finalidade de reforço e conseqüentemente menor movimentação lateral das cúspides, já a aplicação de um material restaurador não adesivo, não promove o reforço das estruturas remanescentes, nem evita a maior flexão das cúspides (Morin et al., 1984).

A utilização de pinos intra-radiculares como alternativa para o reforço das estruturas remanescentes dentais é controversa na literatura, diversos autores (Siso et al., 2007; Soares et al., 2008) não descrevem resultados com aumento significativo da resistência à fratura em dentes restaurados com pinos em comparação aos dentes restaurados com resinas compostas pela técnica do condicionamento ácido total e sistema adesivo de dois passos. Equivalentemente ao obtido nesse estudo, no qual os dentes restaurados com pinos de fibra de vidro não diferiram em desempenho aos dentes restaurados sem pinos (Tabelas 7 e 13). Por outro lado há autores (D’Arcangelo et al., 2008; Nothdurft et al., 2008) que verificaram valores de resistência à fratura semelhantes entre os dentes hígidos e os restaurados com pinos de fibra. No entanto, os resultados obtidos nesse estudo não apontaram nenhum grupo restaurado capaz de restabelecer os valores de resistência verificados para o grupo controle, formado por dentes hígidos (Tabela 11).

Com relação aos pinos metálicos, puderam-se verificar diferenças quando comparados aos finos de fibra (Tabela 13), o que corrobora com os resultados obtidos por Hayashi et al., em 2008, que apontaram menores valores de resistência à fratura quando da utilização de pinos pré-fabricados metálicos, percebendo diferenças significantes entre sua utilização e a restauração utilizando-se pinos de fibra de vidro.

Pode-se afirmar que, uma vez preparados, nenhum dos materiais/técnicas empregados nesse estudo foram capazes de restabelecer os valores de resistência à fratura apresentados pelos dentes hígidos, apresentando um decréscimo mínimo de cerca de 40% em sua resistência (Tabela 9), valores semelhantes aos dados presentes na literatura (Plotino et al., em 2008; Boyer; Roth et al., 1994; Eakle; Braly, 1985; Virmani et al., 1997, Sengun et al., 2008) nos quais, mesmo após a restauração adesiva de dentes com cavidades amplas, não há a recuperação total da resistência perdida após o preparo cavitário, com

diminuição dos valores de resistência em dentes restaurados entre 42 a 44% comparados aos dentes hígidos.

Constatou-se, também, que os dentes dos grupos controle, positivo e negativo, foram aqueles que apresentaram os valores máximos e mínimos de resistência à fratura (Tabela 9), respectivamente, confirmando os dados averiguados na literatura, nos quais os dentes hígidos apresentaram maiores valores de resistência e os dentes preparados e não restaurados aqueles que apresentaram os menores valores de resistência à fratura (Plotino et al., 2008; Boyer; Roth et al., 1994; Eakle; Braly, 1985; Virmani et al., 1997, Sengun et al., 2008).

Embora não se possa afirmar categoricamente, pode-se notar a presença de certa correlação entre os valores de deflexão cuspídea e de resistência à fratura, na medida em que os grupos que apresentaram as maiores médias de deflexão cuspídea foram aqueles em que a resistência à fratura foi menor (grupo C NEG - 81,0  $\mu\epsilon$ ; 5,212 Kgf) , e por outro lado os grupos em que os valores de deflexão foram os menores podem-se observar os maiores valores de resistência à fratura (grupo C POS - 5,20  $\mu\epsilon$ ; 128,22 kgf.).

Ao empregar resinas compostas em situações limites de suas indicações, o sucesso das restaurações pode ficar comprometido. A necessidade de pesquisas na área biomecânica e de desenvolvimento das propriedades dos materiais torna-se premente, englobando a análise do comportamento de diferentes materiais restauradores e técnicas de restauração, aplicadas aos dentes enfraquecidos.

## 7 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos nesse estudo pode-se concluir que:

- a) A remoção de tecido dentário, decorrente da preparação cavitária, promove o aumento da deflexão cuspídea e a diminuição da resistência à fratura dos dentes;
- b) O tratamento endodôntico promove uma diminuição da resistência à fratura de cerca de 25%, que não foi restabelecida por nenhum dos materiais e técnicas empregadas nesse estudo.
- c) Em casos de tratamento endodôntico e cavidades amplas as melhores alternativas de restauração foram o selamento e preenchimento da câmara pulpar com CIV ou a utilização de pinos de fibra de vidro, sendo contra-indicada a utilização de pinos metálicos que apresentaram deflexão cuspídea semelhante a do grupo controle negativo e os menores valores de resistência à fratura desse estudo;
- d) Em cavidades MOD amplas, o grupo restaurado com resina composta foi aquele que apresentou os maiores valores de resistência à fratura, porém os valores apresentados correspondem a aproximadamente 40% da resistência dos dentes hígidos.

## 8 REFERÊNCIAS\*

Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1984; 74(3): 565-7.

Assif D, Nissan J, Gafni Y, Gordon M. Assesment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. J Prosthet Dent. 2003; 89(2): 462-5.

Bader JD, Martin JA, Shugars DA. Incidence rates for complete cusp fracture. Community Dent Oral Epidemiol. 2001; 29(3):346-53.

Bader JD, Martin JA, Shugars DA. Preliminary estimates of the incidence and consequences of tooth fracture. J Am Dent Assoc. 1995 Dec; 126(12):1650-4.

Bader JD, Shugars DA, Martin JA. Risk indicators for posterior tooth fracture. J Am Dent Assoc. 2004; 135: 883-92.

Boyer, Roth. Fracture resistance of teeth with bonded amalgams. Am J Dent. 1994; 7 (2): 91-4.

Braly BV, Maxwell EH. Potential for tooth fracture in restorative dentistry. J Prosthet Dent. 1981; 45(4):411-4.

Burke JT. Tooth fracture *in vivo* and *in vitro*. J Dent. 1992; 20:131-9.

Caçada CS, Sampaio JL. Física clássica: eletricidade. São Paulo: Atual; 1985.

Cameron CE. Cracked-tooth syndrome. J Am Dent Assoc. 1964; 68: 405-11.

---

\* Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors. Bibliographic Services Division. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: simple references [homepage na Internet]. Bethesda: US National Library; c2003 [disponibilidade em 2006 fev.; citado em 20 mar.].

Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Cameron CE. The cracked tooth syndrome; additional findings. J Am Dent Assoc. 1976; 93: 971-5.

Cavel WT, Kelsey PW, Blankenau RJ. An *in vivo* study of cuspal fracture. J Prosthet Dent. 1985; 53(1):38-42.

Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation. J Esthet Restor Dent. 2003; 15(7): 391-401.

Cortade GL, Timmermans JJ. Pins in restorative dentistry. St Louis: Mosby; 1994. p. 145-72.

D'Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, Zazzeroni S, Ciampoli C, D'Amário M. *In Vitro* fracture resistance and deflection of pulpless teeth restored with fiber posts and prepared for veneers. J Endod. 2008; 34: 838-41.

Dietschi D, Maeder M, Meyer JM, Holz J. In vitro resistance to fracture of porcelain inlays bonded to tooth. Quintessence Int. 1990; 21: 823-31.

Eakle WS. Fracture resistance of teeth restored with class II bonded composite resin. J Dent Res. 1986 Feb; 65 (2): 149-53.

Eakle WS, Braly BV. Fracture resistance of human teeth with mesial-occlusal-distal cavities prepared with sharp and round internal line forms. J Prosthet Dent. 1985 May; 53 (5): 646-9.

Ellis SGS, Macfarlane TV, McCord JF. Influence of patient age on the nature of tooth fracture. J Prosthet Dent. 1999; 82(2):226-30.

Fennis WM, Kuijs RH, Kreulen CM, Roeters FJ, Creugers NH, Burgersdijk RC. A survey of cusp fractures in a population of general dental practices. Int J Prosthodont. 2002; 15: 559-63.

Fleming GJP, Cara RR, Palin WM, Burke FJT. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with resin-based filling materials cured using a 'soft-start' polymerization protocol. Dent Mater. 2007; 23: 637-43.

Fusayama T. Posterior adhesive composite resin: A historic review. *J Prosthet Dent.* 1990 nov; 64 (5): 534-8.

Geurtsen W, García-Godoy F. Bonded restorations for the prevent and treatment of the cracked-tooth syndrome. *Am J Dent.* 1999; 12:266-70.

Geurtsen W, Schwarze T, Günay H. Diagnosis, therapy, and prevention of the cracked tooth syndrome. *Quintessence Int.* 2003; 34(6): 409-17.

Gher ME, Dunlap RM, Anderson MH, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc.* 1987 Feb; 114:174-7.

Goerig AC, Mueninghoff LA. Management of the endodontically treated tooth. Part I: concept for restorative designs. *J Prosthet Dent.* 1983 Mar; 49(3):340-5. (a)

Goerig AC, Mueninghoff LA. Management of the endodontically treated tooth. Part II: Technique. *J Prosthet Dent.* 1983 Apr; 49(4):491-7. (b)

Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically teeth. *J Prosthet Dent.* 1992; 67: 458-67.

Guzy GE, Nicholls JI. *In vitro* comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent.* 1979; 42: 39-44.

Hansen EK, Asmussen E. In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with enamel-bonded resin. *Endod Dent Traumatol.* 1990 Oct; 6(5):218-25.

Hayashi M, Sugeta A, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post-cores. *Dent Mater.* 2008; 24: 1178-86.

Heft MW, Gilbert GH, Dolan TA, Foerster U. Restoration fractures, cusp fractures and root fragments in a diverse sample of adults: 24-month incidence. *J Am Dent Assoc.* 2001 Feb; 132(2):146, 148.

Helfer AR, Melnick S, Shilder H. Determination of moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 34:661-70.

Hernandez R, Bader S, Boston D, Trope M. Resistance to fracture of endodontic treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. *Int Endod J.* 1994; 27: 281-4.

Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent.* 2002; 87: 438-45.

Howe CA, McKendry DJ. Effect of endodontic access preparation on resistance to crown-root fracture. *J Am Dent Assoc.* 1990; 121: 712-5.

Hürmüzlü F, Kiremitçi A, Serper A, Altundasar E, Siso SH. Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with ormocer and packable composite. *J Endod.* 2003 Dec.; 29 (12): 838-40.

Jagdish S, Yogesh BG. Fracture resistance of teeth with class 2 silver amalgam, posterior composite, and glass cermet restorations. *Oper Dent.* 1990; 15: 42-7.

Jantarat J, Panitvisai P, Palamara JEA, Messe HH. Comparison of methods for measuring cuspal deformation in teeth. *J Dent.* 2001; 29 (1): 75-82.

Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1976; 93: 597-605.

Joynt RB, Davis EL, Wieczkowski GJr, Williams DA. Fracture resistance of posterior teeth restored with glass ionomer-composite resin systems. *J Prosthet Dent.* 1989 July; 62 (1): 28-31.

Joynt RB, Wieczkowski GJr, Klockowski R, Davis EL. Effects of composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth. *J Prosthet Dent.* 1987 Apr; 57 (4): 431-5.

Ketterl W. Age-induced changes in the teeth and their attachment apparatus. *Int Dent J.* 1983; 33: 262-71.

Lagouvardos P, Sourai P, Douvitsas G. Coronal fractures in posterior teeth. *Oper Dent.* 1989; 14: 28-32.

Landy NA, Simonsen RJ. Cusp fracture strength in class II composite resin restorations [abstract 40]. *J Dent Res.* 1984; 63 (suppl): 175.

Liberman R, Judes H, Cohen E, Eli I. restoration of posterior pulpless teeth: amalgam overlay versus cast gold onlay restoration. *J Prosthet Dent.* 1987; 57: 540-3.

Llena-Puy MC, Forner-Navarro L, Barero-Navarro I. Vertical root fracture in endodontically treated teeth: a review of 25 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2001; 92: 553-5.

Lovdahl PE, Nicholls JI. Pin retained amalgam cores vs. cast gold dowel cores. *J Prosthet Dent.* 1977; 38: 507-14.

Macpherson LC, Smith BGN. Replacement of missing cusps: an *in vitro* study. *J Dent.* 1994; 22 (2): 118.

McCulloch AJ; Smith BGN. *In vitro* studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. *Br Dent J.* 1986 Dec; 161: 405-9. (a)

McCulloch AJ, Smith BGN. *In vitro* studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. *Br Dent J.* 1986 Dec; 161: 450-2.(b)

Medige J, Deng Y, Yu X, Davis EL, Joynt RB. Effect of restorative materials on cuspal flexure. *Quintessence Int.* 1995; 26 (8): 571-6.

Miyamoto T, Morgano SM, Kumagai T, Jones JA, Nunn ME. Treatment history of teeth in relation to the longevity of the teeth and their restorations: Outcomes of teeth treated and maintained for 15 years. *J Prosthet Dent.* 2007; 97: 150-6.

Mondelli J, Steagall L, Ishikiriama A, Navarro MFL, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent.* 1980 Apr; 43 (4): 419-22.

Morimoto S, Sesma N, Nagase DY, Laganá DC. Prevalência e causas de fraturas em dentes posteriores – estudo in vivo. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2007; 61 (4): 289-94.

Morin D, DeLong R, Douglas WH. Cusp reinforcement by the acid-etch technique. *J Dent Res.* 1984 Aug.; 63 (8): 1075-8.

Nothdurft FP, Seidel E, Gebhart F, Naumann M, Motter PJ, Pospiech PR. The fracture behavior of premolar teeth with class II cavities restored by both direct composite restorations and endodôntico post systems. *J Dent.* 2008; 36: 444-9.

Peters MC, Poort HW, Farah JW, Craig RG. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. *J Dent Res.* 1983; 62: 760-3

Pietrokovski J, Lantzman E. Complicated crown fractures in adults. *J Prosthet Dent.* 1973; 30(5):801-7.

Plotino G, Buono L, Grande NM, Lamorgese V, Somma F. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 2008; 99: 225-32.

Ramalho JR F, Ferraro NG, Soares PAT. *Os Fundamentos da Física: Eletricidade.* São Paulo: Moderna; 1993.

Ravanshad S, Torabinejad M. Coronal dye penetration of the apical filling materials after post space preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992; 74: 644-7.

Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in teeth stiffness as a result of endodontic and restorative procedure. *J Endod.* 1989; 15: 512-6.

Ritter AV, Baratieri LN. Ceramic restorations for posterior teeth: Guidelines for the clinician. *J Esthet Dent.* 1999; 11:72-86.

Rocha DM. Eficiência de três cimentos de ionômero de vidro como dissipadores de cargas em bases de restaurações de resina composta: análise por meio da extensometria elétrica [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP – Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita Filho”; 2007. 89f.

Rocha DM, Cerqueira MN, Gonçalves MC, Vasconcellos DK, Bottino MA. Avaliação, por meio da extensometria, da precisão de três técnicas de esplintagem de transferentes para próteses sobre implantes com dois tipos de resina acrílica. Braz Oral Res. 2008; 22 (Supp 1):263 (PA 383).

Rocha DM, Silva JMF, Gonçalves J, Zamboni SC, Nogueira Júnior L, Pavanelli CA. Avaliação da deflexão das cúspides de pré-molares restaurados. Cienc Odontol Bras. 2008 out./dez.; 11 (4): 13-17.

Roh BD, Lee YE. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. Dent Traumatol. 2006; 22(1): 118-23.

Rubo JH, Souza EAC. Métodos computacionais aplicados à bioengenharia: solução de problemas de carregamento em próteses sobre implantes. Rev Fac Odontol Bauru. 2001 jul/dez; 9 (3/4): 97-103.

Santos-Filho PCF, Castro CG, Silva GR, Campos RE, Soares CJ. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth. Int Endod J. 2008; 41: 493-501.

Segura A, Riggins R. Fracture resistance of four different restorations for cuspal replacement. J Oral Rehab. 1999; 26: 928-31.

Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. Dent Traumatol. 2008; 24: 214-9.

Simonsen RJ, Barouch E, Gelb M. Cusp fracture resistance from composite resin in class II restorations [abstract 761]. J Dent Res. 1983; 62: 254.

Shemesh H, Bier CAS, Wu M-K, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. Int Endod J. 2009; 42: 208-13.

Shimizu A, Hasegawa M, Kishimoto H, Yoshioka W. An *in vitro* investigation of the tooth strains associated with four different restorations in class II cavity. J Prosthet Dent. 1996 Sept.; 76 (3): 309-314.

Siso SH, Hürmüzlü F, Turgut M, Altundasar E, Serper A, Er K. Fracture resistance o the buccal cusps of root filled maxillary premolar teeth restored with various techniques. *Int Endod J.* 2007; 40: 161-8.

Smales RJ, Hawthorne WS. Long-term survival of extensive amalgams and posterior crowns. *J Dent.* 1997; 25: 225-7.

Snyder DE. The cracked-tooth syndrome and fractured posterior cusp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1976; 41:699-704.

Soares CJ, Soares PV, Santos-Filho PCF, Castro CG, Magalhães D, Versluis A. The Influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars. *J Endod.* 2008; 34; 1015-9.

Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1990; 63: 529-36.

Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent.* 1984; 52: 28-35.

Spiekermann H et al. Biomechanics. In: \_\_\_\_\_. *Color atlas of dental medicine implantology.* New York: Thieme Medical; 1995, 81-90.

Stampalia LL, Nicholls JI, Brudvik JS, Jones DW. Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. *J Prosthet Dent.* 1986 June; 55 (6): 694-8.

Trope M, Maltz DO, Tronstad. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1985; 1: 108-11.

Vasconcellos DK. Efeito dos ciclos térmicos para aplicação da cerâmica na passividade de próteses implanto-suportadas, observado pala extensometria. [Tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP 2005. 123f.

Virmani S, Tandon S, Rao N. Cuspal fracture resistance and microleakage of glass ionomer cements in primary molars. *J Clin Pediatric Dent.* 1997; 22 (1): 55-8.

Zamboni SC, Silva JMF, Gonçalves J, Rocha DM, Nogueira JR L, Pavanelli CA. Evaluated of resistance fracture of teeth restored: study with strain-gauge. [abstract 1608]. IADR 84<sup>th</sup> general session and exhibition [events online]. Brisbane – Au; 2006 [cited 2007 May 18]. Disponível em: <http://iadr.confex.com/iadr/2006brisb>.

Zuolo ML, Mello Jr JE, Reggiani D. Sinais e sintomas clínicos associados à fratura vertical da raiz (FVR): relato de 203 casos. Rev Assoc Paul Cir Dent 2009; 63 (4): 288-93

## ANEXO 01

 **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Jd. São Diniz  
CEP 12201-970 - F. (12) 3947-9828  
Fax (12) 3947-9010 / janete@sjsc.unesp.br

---



### **CERTIFICADO** **Comitê de Ética em Pesquisa** **Com Seres Humanos**

**CERTIFICAMOS**, que o protocolo nº **071/2009-PH/CEP**, sobre **"Estudo in vitro da deflexão cuspídea e da resistência à fratura em dentes restaurados"**, sob a responsabilidade de **DANIEL MARANHA DA ROCHA**, tendo como orientadora a Profa.Titular Maria Amélia Máximo de Araújo, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, com seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado por este Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 19 de outubro de 2009.

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Adjunto JANETE DIAS ALMEIDA**  
Coordenadora

Rocha, DM. *Cuspal deflection and fracture resistance of restored teeth [doctorate thesis] São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – São Paulo State University; 2010*

## **ABSTRACT**

*The aim of this study was to evaluate de cuspal deflection and the fracture resistance of pre-molars, with and without endodontic therapy, using different restorative techniques and materials. Sixty sound teeth, extracted by orthodontic reasons were divided in 6 groups. Six teeth remained unprepared and formed the positive control group, other 6 teeth were MOD prepared and remained unrestored forming the negative control group. The remaining 48 teeth were divided in 4 groups with 12 teeth each and were restored following the groups. The RC group teeth were directly restored with composite resins. The other 3 groups received endodontic therapy. At the CIV group, the pulpal chambers of the endodontic treated teeth were fulfilled with glass ionomer cements an then directly restored with composite resin, the PM group teeth were restored with a metallic post and then directly restored with composite resin, in the PF group were used a fiber glass post and then direct composite restoration. The specimens was submitted first to non-destructive compression test due to cuspal deflection measurements, and then submitted to a destructive compression test to evaluate the fracture resistance of the specimens. Statistical differences were perceived when the experimental groups were compared to the control groups thus cuspal deflection (CNEG: 81,0 µε; CPOS: 5,20 µε; RC: 17,73 µε; CIV: 17,63 µε; PF: 20,61 µε; PM: 24,29 µε) and fracture resistance (CNEG: 5,212 Kgf; CPOS: 128,22 Kgf; RC: 48,89 Kgf; CIV: 18,41 Kgf; PF: 29,81 Kgf; PM: 37,51 Kgf). Differences between the experimental groups were verified both cuspal deflection, with a better performance of the RC and the CIV groups. The PM group showed the highest values of cuspal deflection. Concerning fracture resistance, the highest values were presented by the RC and CIV groups and the worst performance presented by the group PM. It was concluded that in cases of large cavities a direct composite resin restoration can increase fracture resistance and decrease cuspal deflection. In the endodontic treated teeth the presence of metallic or fiber posts don't increase fracture resistance or decreased cuspal deflection when compared to the teeth restored without posts.*

**KEYWORDS:** Composite resin. Glass ionomer cements. Dental posts.