

LEANDRO CÉSAR FERREIRA

**FORMAÇÃO DE DEFEITOS DENTINÁRIOS APÓS
INSTRUMENTAÇÃO DE CANAIS RADICULARES
COM O SISTEMA RECIPROC®**

CAMPO GRANDE
2013

LEANDRO CÉSAR FERREIRA

**FORMAÇÃO DE DEFEITOS DENTINÁRIOS APÓS
INSTRUMENTAÇÃO DE CANAIS RADICULARES
COM O SISTEMA RECIPROC®**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Odontologia, da Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira

CAMPO GRANDE
2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

LEANDRO CÉSAR FERREIRA

**FORMAÇÃO DE DEFEITOS DENTINÁRIOS APÓS INSTRUMENTAÇÃO
DE CANAIS RADICULARES COM O SISTEMA RECIPROC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Odontologia, da Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira

Aprovada em _____ de _____ de _____, pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira
FAODO-UFMS

Prof. Dr. Paulo Zárate Pereira
FAODO-UFMS

Prof. Dr. Edilson José Zafalon
FAODO-UFMS

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Antônio José Ferreira (*in memoriam*) que lutou muito para educar seus filhos, passando por todas as dificuldades, para que no fim pudesse descansar em paz. Obrigado por todo amor e dedicação que sempre teve comigo. Sei que depositavas todas as fichas em mim e acreditavas plenamente que te daria muita alegria. Hoje sei que tenho muito do senhor. Homem pelo qual tenho orgulho de chamar de pai.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele teria abandonado e me perdido no meio do caminho. Obrigado por não me abandonar. Sua luz me fez seguir um caminho bom, tirando da minha frente pessoas ruins e colocando outras de coração abençoado. Obrigado e aumentai minha fé a cada dia;

A minha mãe, dona Quinha, mulher de força. Suporta todas as dores e dificuldades mostrando que nada pode ser maior do que nossa vontade. Obrigado por toda a dedicação e torcida. Obrigado por cada lágrima chorada e sentida.

As meus irmãos Luís Antonio, Lucimara, Leivas (*in memoriam*) e Lincoln, todo o meu trabalho é em prol de vocês. Sabemos de onde viemos e, apesar das diferenças e distancias, sempre nos unimos nas horas difíceis.

Ao meu afilhado Gabriel, que trago em meu peito com muito amor e carinho. Um filho que Deus me enviou por meio de outras pessoas. Desculpe-me pelos períodos de ausência, mas saiba que você faz parte do meu dia a dia, dos planos e projetos futuros.

Aos meus sobrinhos Pedrinho e Yasmim, apesar do pouco contato nunca esqueço de orar por vocês.

Ao mais doido de todos os sobrinhos, Arthur, que me emocionou desde seu nascimento, mostrando-me que a vida recomeça a cada sorriso sincero. Infelizmente, a distância me impede de um contato maior com você.

Um agradecimento especial aos meus grandes amigos, Key Fabiano e Fabio Nakao. Não há como descrever tamanho agradecimento. Vocês são extensão de minha família, irmãos de coração. Vocês participam de minha vida de uma forma bem ativa, nos momentos de alegrias e de fracassos. São minha consciência nos momentos de indecisão e dúvidas. Obrigado por acreditarem em mim. Contem sempre comigo.

Aos meus amigos do mestrado, que juntos nestes dois anos formamos uma diretoria que ficará pra sempre marcada e será lembrada com muitas saudades. Nossa convivência fez meu espírito mais rico e meu coração mais feliz;

As amigas, Livia e Ana Camila, pelos esforços despendidos durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho. Obrigado pela disponibilidade e amizade.

À minha linda Marina pela paciência e compreensão. Sua presença em minha vida, com certeza não é por acaso. Nestes cinco meses finais do mestrado, você foi participativa e amiga, compreendendo que o tempo dedicado ao trabalho, abdicando da família e amigos, foi necessário. Obrigado pelo seu silêncio, enquanto eu estudava.

Obrigado a Vera Lúcia, pela resolução de tantos problemas que só você mesma pra dar conta de todos;

Obrigado a Osvalda Vera, pela ajuda e tempo despendido;

Aos funcionários da UFMS, que sempre me receberam e trataram muito bem;

Aos professores da pós graduação pelos ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para minha formação profissional.

Ao prof Dr. Pedro Gregol da Silva, pela amizade iniciada e pela disponibilidade. É bom conhecer pessoas boas, com o coração bom e tê-las em nosso convívio diário;

Ao Prof. Dr. Paulo Zárte Pereira, o qual aprendi respeitar e admirar desde minha especialização. Uma pessoa de alma leve e de coração aberto, com uma conversa fácil e agradável. Obrigado pelas orientações, tanto no curso de pós graduação quanto na vida pessoal;

Ao Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira, mais que um amigo, hoje também como orientador e co-responsável intelectual deste trabalho. Obrigado pela orientação sábia e competente, sempre dedicado. Obrigado pela paciência, compreensão e incentivo. Obrigado pela transmissão de conhecimentos, gentileza e sobriedade. Obrigado é palavra batida, tão dita...mas verdadeira, quando vem do fundo do coração. Valeu por tudo, Deus lhe pague.

Meu tributo ao Prof. Dr. Gerson Hiroshi Yoshinari, que hoje, na Eternidade, faz parte da minha lembrança e saudade. Não devemos esquecer jamais da sua importância e de seu engajamento nesta universidade. Obrigado pela sua amizade.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização deste mestrado.

Agradeço a PROPP – Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UFMS, que forneceu o apoio e estrutura na realização da pesquisa.

“No que diz respeito ao desempenho,
ao compromisso, ao esforço, à dedicação,
não existe meio termo. Ou você faz uma coisa
bem feita ou não faz”.

Airton Senna

RESUMO

Ferreira LC. Formação de defeitos dentinários após instrumentação de canais radiculares com o sistema Reciproc®. Campo Grande; 2013. [Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Odontologia – Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho da Universidade Federal de Mato Grosso Sul].

Avaliar os riscos e benefícios de cada sistema de instrumentação de canais radiculares é de fundamental importância sobre os resultados finais do tratamento endodôntico. O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a formação de defeitos dentinários após instrumentação de canais radiculares com três sistemas de instrumentação diferentes. A amostra foi constituída de 30 dentes molares inferiores, divididos em três grupos (n=10) onde foram empregadas limas manuais K de aço inoxidável, limas Protaper® e limas Reciproc® R25. Somente os canais mesiais foram preparados. Os dentes foram radiografados e limpos. Após o corte da porção coronária e da raiz distal, os dentes foram montados sobre um ligamento periodontal simulado e em seguida instrumentados de acordo com a técnica de cada grupo. Ao término do preparo, as raízes foram retiradas do ligamento periodontal simulado e seccionadas em 3, 6 e 9 mm do ápice, coradas e levadas ao microscópio estereoscópico para se avaliar e registrar a formação de defeitos dentinários. A técnica manual apresentou apenas um defeito dentinário apresentando diferença estatística significativa quando comparado com o sistema Reciproc® ($p < 0,05$). Os sistemas Protaper® e Reciproc® apresentaram trincas completas e incompletas, mas sem diferença estatística significativa entre as amostras ($p > 0,05$). Conclui-se que, independente da cinemática empregada, rotatória ou recíproca, a instrumentação mecanizada dos canais radiculares pode gerar defeitos dentinários.

Palavras Chave: Defeitos dentinários; Níquel-titânio; Sistema de lima única.

ABSTRACT

Ferreira LC. Formation of dentinal defects after the root canal instrumentation using the Reciproc® System. Campo Grande; 2013. [Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Odontologia - Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho da Universidade Federal de Mato Grosso Sul].

Evaluating the risks and benefits of each system of root canal instrumentation is fundamental for the final result of the endodontic treatment. The objective of this study was to evaluate *in vitro* the formation of dentinal defects after the usage of three systems of root canals instrumentation. The sample was composed of 30 inferior molars, divided in three groups (n=10) where hand stainless-steel K files, Protaper® files and Reciproc® files were employed. Only mesial canals were prepared. The teeth were radiographed and cleaned. After the coronal portion and the distal root were cut, the teeth were introduced on a simulated periodontal ligament and then prepared according to each group technique. After the preparation, the roots were removed from the simulated periodontal ligament and sectioned in 3, 6 and 9 mm of the apex, stained and then observed on a stereoscope microscope to evaluate and register the formation of dentinal defects. The hand instrumentation technique had only one dentinal defect presenting no significant statistical difference when compared to the Reciproc® system ($p < 0,05$). The Protaper® and Reciproc® systems presented complete and incomplete cracks, but without relevant statistical difference between the samples ($p > 0,05$). It's possible to conclude that independently of the cinematic employed, rotary or reciprocating, the mechanical instrumentation of root canals can produce dentinal defects.

Key words: Dentinal defects; Single-file systems; Nickel-titanium.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela C.1 - Teste de Proporções do número Total de Defeitos entre os Sistemas Reciproc, Protaper e Manual..... | 48 |
| Tabela C.2 - Teste de Proporções do número Total de Defeitos entre os Níveis de 3, 6 e 9 mm..... | 49 |
| Tabela C.3 - Teste de Proporções dos tipos de defeitos entre os Sistemas Reciproc, Protaper e Manual..... | 50 |
| Tabela C.4 - Teste de Proporções dos defeitos dentinários entre os sistemas Reciproc, Protaper e Manual em relação aos níveis..... | 51 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Dente selecionado após procedimentos de limpeza e seccionamento da coroa e raiz distal..... | 38 |
| Figura 2 - Imersão da raiz em cera derretida..... | 39 |
| Figura 3 - Raízes preparadas para serem incluídas em resina acrílica..... | 39 |
| Figura 4 - Manipulação e preenchimento dos tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e raiz retirada do alvéolo após o tempo de presa da resina..... | 40 |
| Figura 5 - Material de moldagem para simulação do ligamento periodontal.... | 40 |
| Figura 6 - Preenchimento do alvéolo com material de moldagem e posicionamento da raiz. Remoção do excesso de material com lâmina de bisturi..... | 41 |
| Figura 7- Representação esquemática do método de revestimento das raízes e simulação do ligamento periodontal..... | 41 |
| Figura 8 - Posicionamento da raiz para determinação do comprimento de Trabalho..... | 42 |
| Figura 9 - Secção de corte da raiz e fixação em placa de vidro para observação em microscópio estereoscópio..... | 45 |
| Figura 10 - Quadro com definição dos defeitos dentinários..... | 46 |
| Figura 11 – Desenhos esquemáticos dos defeitos dentinários avaliados..... | 47 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---------------------|
| NiTi | Níquel titânio |
| mm | Milímetro |
| mL | Mililitro |
| K | Kerr |
| Kg | Quilograma |
| GT | Greated Taper |
| SAF | Self Adjusting File |
| HS | Hero shaper |
| RS | Revo-S |
| TF | Twisted File |
| PT | Protaper |
| RPM | Rotações por minuto |
| Rx | Raios X |
| K | Limas tipo K |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---|---------------------------|
| # | Diâmetro dos instrumentos |
| X | Vezes |
| ° | graus |
| ± | desvio padrão |
| ® | marca registrada |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 2.1 Técnicas manuais de instrumentação endodôntica..... | 17 |
| 2.2 Técnicas rotatórias de instrumentação endodôntica..... | 21 |
| 2.3 Técnicas de instrumentação dos canais com movimento reciprocante..... | 26 |
| 2.4 Fraturas radiculares verticais | 30 |
| 3 OBJETIVOS | 36 |
| 3.1 Objetivo Geral..... | 36 |
| 3.2 Objetivo Específico | 36 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODO | 37 |
| 4.1 Aspectos éticos..... | 37 |
| 4.2 Amostra..... | 37 |
| 4.3 Montagem das raízes em ligamento periodontal simulado..... | 38 |
| 4.4 Preparo biomecânico dos canais radiculares..... | 42 |
| 4.5 Seccionamento e observação microscópica..... | 44 |
| 4.6 Definição dos defeitos..... | 46 |
| 4.7 Análise estatística..... | 47 |
| 5 RESULTADOS..... | 48 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 52 |
| 7 CONCLUSÕES..... | 58 |
| REFERÊNCIAS..... | 60 |
| APÊNDICES..... | 64 |
| ANEXO A..... | 77 |

1 INTRODUÇÃO

Embora o sucesso da terapia endodôntica dependa de vários fatores, uma das mais importantes fases do tratamento endodôntico é o preparo biomecânico dos canais radiculares, cujo principal objetivo é a perfeita limpeza e a modelagem do sistema de canais radiculares (SCHILDER, 1974). A qualidade do preparo determina a eficiência de todos os procedimentos subseqüentes que inclui o desbridamento, criação de espaço para colocação da medicação e otimiza a geometria dos canais para uma adequada obturação (MAHRAN et al., 2008).

Existem diversos instrumentos e técnicas para se realizar a instrumentação dos canais radiculares. A mais tradicional é efetuada com limas manuais de aço inoxidável tipo Kerr (K). Mesmo com os avanços tecnológicos que a endodontia experimenta esses instrumentos ainda são amplamente utilizados. Uma das razões que justificam esse fato é a sensibilidade tátil que tais instrumentos transferem ao profissional, permitindo uma acurada exploração e o cateterismo.

A etapa de preparo biomecânico que compreende a instrumentação associada à irrigação, inundação e aspiração é uma das mais dispendiosas do tratamento, que necessita de um tempo maior de execução devido ao uso de vários instrumentos, aumentando o estresse tanto do profissional quanto do paciente, além de ser a fase sujeita a maior ocorrência de acidentes e complicações, principalmente em canais curvos. A presença de curvatura dificulta o preparo do canal e que, se não for controlado durante a instrumentação, pode ocorrer o transporte do canal, formação de degrau e perfurações (ROANE et al., 1985).

A fim de minimizar essas possibilidades, uma nova geração de limas endodônticas surgiu em 1988, quando Walia et al. empregaram a liga NiTi na fabricação de instrumentos a serem utilizados no interior dos canais radiculares, cujos resultados experimentais indicaram que as propriedades mecânicas do NiTi se mostraram bem superiores às dos instrumentos fabricados de aço inoxidável como ultraflexibilidade, resistência à torção e memória de forma.

Com o avanço dos instrumentos rotatórios de NiTi nas últimas décadas, tem-se desenvolvido novas limas com secções de cortes diferentes e conceitos de técnicas de preparo dos canais radiculares. Conduitos preparados com instrumentos de NiTi apresentaram melhor limpeza, menor transporte apical e menor número de

perfurações. Esses benefícios são devidos à grande flexibilidade das limas de NiTi que permite manter a curvatura natural do canal radicular (KIM et al., 2010).

Baseado no movimento de força balanceada, Yared em 2008, propôs uma nova técnica utilizando apenas uma lima de NiTi. Este novo conceito de preparo dos canais foi introduzido com a utilização de somente uma lima F2 do sistema Protaper[®], usado em movimento reciprocante. Nesse movimento, o instrumento rotacionava em sentido anti-horário e horário com 120° de diferença entre os movimentos. Portanto, para cada três ciclos, uma rotação era completada. Com esse novo movimento, reduziu-se a fadiga cíclica dos instrumentos e alcançaram uma instrumentação mais rápida, mas igualmente efetiva, com consequente redução da contaminação cruzada em função da utilização de uma lima única (GAVINI et al., 2012).

Com o sucesso dessa nova técnica, dois novos sistemas foram introduzidos no mercado visando a realização da instrumentação através de lima única em um movimento recíproco, o Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha) e o WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Juntamente com os sistemas, para a realização desses movimentos, foram desenvolvidas limas com uma maior resistência e flexibilidade, através do processo termomecânico, as chamadas limas de NiTi M-Wire (BURKLEIN et al., 2013).

Os procedimentos endodônticos e de restauração das estruturas dentárias enfraquecem significativamente as paredes das raízes devido ao desgaste dentinário, podendo causar danos à dentina radicular, resultando em trincas e/ou fraturas radiculares (MEISTER et al., 1980). O estresse gerado no interior do canal radicular, proporcionado pelo contato direto da lima com as paredes, propicia a formação de tensões nas paredes dentinárias gerando microtrincas que podem evoluir para uma fratura radicular vertical (BIER et al., 2009).

Portanto, devido ao grande avanço tecnológico que a endodontia vem apresentando, com a criação de novos motores com movimentos reciprocantes e limas específicas que preconizam somente um instrumento para se fazer toda a etapa de preparo biomecânico dos canais radiculares, torna-se importante estudar a possibilidade desses instrumentos em gerar defeitos dentinários ao longo das paredes do canal radicular em comparação com as técnicas manuais e rotatórias. O estudo torna-se ainda mais relevante, pois esses defeitos podem ser determinantes

para manutenção do dente na cavidade oral, sendo os mesmos, potenciais precursores de fraturas radiculares verticais. Ao se diagnosticar uma linha de fratura, o prognóstico do dente quase sempre é insatisfatório, podendo ser a exodontia o tratamento indicado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Várias técnicas de preparo do canal têm sido utilizadas, com uma variedade na cinemática de emprego dos instrumentos e de limas que se diferem nas propriedades da liga metálica, secção transversal, flexibilidade, conicidade, número de espiras dentre outras. Com relação às técnicas, um grande avanço tem sido alcançado. Desde a técnica manual, passando pela revolucionária técnica com instrumentos de NiTi em rotação contínua até a atualidade, onde presenciamos a combinação dessas cinemáticas com a utilização de uma lima única para se realizar todo o preparo biomecânico dos canais.

Independente da técnica e do sistema de limas empregado, o estresse é gerado no interior dos canais radiculares devido ao contato dos instrumentos com as paredes do canal radicular durante o preparo biomecânico. Fraturas ocorrem quando a tensão e o estresse empregado contra as paredes do canal excedem à força de tensão da dentina (LAM et al., 2005).

Para um melhor entendimento, dividiu-se o trabalho em 4 partes constituídas das técnicas de instrumentação e causas das fraturas radiculares verticais.

2.1 Técnicas manuais de instrumentação endodôntica

Mullaney e Petrich (1968) descreveram a técnica *step back*, sendo uma técnica de instrumentação endodôntica bastante popular. Os autores recomendaram o preparo com limas de menor diâmetro na região apical e sequencialmente, o uso de limas mais calibrosas à medida que se afastam do comprimento de trabalho. Isto resulta em um canal preparado em pequenos segmentos apicais com conicidade progressiva.

Schilder (1964) recomendou o preparo sequencial com instrumentos manuais pré-curvados em canais curvos, promovendo a constante recapitulação para se evitar a compactação de debris dentinários na porção apical. A modelagem cônica dos canais radiculares proposta pelo autor é dividida em duas etapas, a primeira, preparando a matriz apical e a segunda, preparando o corpo do canal radicular, com a finalidade de otimizar a limpeza, limitar riscos de transporte do forame apical e facilitar a obturação tridimensional do sistema de canais radiculares.

Mullaney, em 1979, relatou que o preparo do canal tem sofrido modificações em função do material obturador, necessitando de maior conicidade para sua inserção. Com essa finalidade, descreveu a técnica *step-back* associado às brocas de Gates-Glidden, com o canal preparado até o limite apical com lima tipo K #25, e em seguida, o escalonamento com recuo programado de 1 mm, até o instrumento #40. A partir daí, as brocas de Gates-Glidden n.º 2 e 3 eram introduzidas no canal, permitindo uma maior conicidade. O autor transcreveu ainda que a técnica *step-back* apresentou os melhores resultados quanto ao desvio do canal radicular, quando comparada com os métodos clássicos de instrumentação em canais atrésicos e com curvaturas suaves, moderadas e severas.

Em 1980, Abou-Rass et al. advogaram o método de preparo anticurvatura, com objetivo de manter a integridade das paredes mais delgadas do canal radicular. A estrutura dental é seletivamente removida das paredes externas ou de maior volume (zonas de segurança), protegendo a parede interna ou da furca (zonas de risco). Assim, o método anticurvatura é realizado procurando-se fazer com que o instrumento endodôntico toque todas as paredes do canal, sem promover deformações da anatomia original. Os autores preconizaram o uso das brocas de Largo n.º 1 e 2, que não deviam ser introduzidas mais que 3 mm da embocadura do canal.

Marshall e Pappin, em 1980, descreveram a técnica crown-down (preparo coroa-ápice), para preparos endodônticos a fim de se evitar a extrusão de restos necróticos e material séptico através do forame apical. Uma lima K # 35 foi introduzida no canal até encontrar a resistência sem exercer pressão apical. A profundidade de penetração não deve ultrapassar 16 mm ou até quando encontrar uma resistência, devido à curvatura. Essa medida é utilizada como comprimento de acesso radicular.

O acesso é completado através do uso das brocas de Gates-Glidden n.º 2 e 3, atuando no comprimento do acesso radicular. A partir daí, limas retas são empregadas em movimento de rotação no sentido horário (2 voltas) de forma passiva. Após a confirmação do comprimento de trabalho, inicia-se uma ou duas sequências com o emprego de limas utilizando movimento de rotação passiva. Na sequência das maiores para as menores, até que o preparo da porção apical atinja, no comprimento de trabalho, o diâmetro da lima # 25 ou o diâmetro correspondente

a dois instrumentos acima do instrumento inicial que atingiu o comprimento de trabalho.

Goerig et al. (1982) propuseram mudanças na sequência do escalonamento regressivo para canais atresiadados e curvos de molares inferiores e superiores, denominada de técnica *step-down*. A técnica consiste no preparo da porção coronária do canal com limas Hedström #15 a #25, seguidas da utilização das brocas de Gates-Glidden n.º 2 e 3. Os autores descreveram que a vantagem dessa técnica era a facilitação do acesso o mais direto possível a região apical, mantendo a estabilidade na odontometria e tornando a instrumentação mais rápida e eficiente. Como vantagem, essa técnica proporcionaria a penetração mais profunda das soluções irrigadoras e menos erros de procedimentos durante a instrumentação. Ainda, segundo seus proponentes, apresenta a vantagem do alargamento prévio do terço cervical, facilitando a ação dos instrumentos no terço médio e, principalmente, no apical. Este preparo prévio em canais curvos significa a retificação progressiva do canal, de tal maneira que na fase de preparo do terço apical houve uma acentuada suavização da sua curvatura.

Eldebb e Boraas (1985) analisaram vários instrumentos quanto à compactação de debris, tempo de instrumentação e forma final do preparo. Quando analisada a forma final do preparo, limas Hedström e Flexofile® criaram menos *zips* que as limas tipo K. Independente do tipo de instrumento, a ocorrência de *zips* aumentou significativamente com aumento do diâmetro da lima, especialmente após a lima # 30.

Roane et al. (1985) descreveram a técnica em que os movimentos rotacionais são realizados simultaneamente à pressão sustentada (técnica da força balanceada) que utiliza a lima Flex-R® (Miltex Inc, E.U.A), confeccionada em aço inox com ponta inativa. Os autores utilizaram essa técnica com limas Flex-R® no preparo de canais curvos, por este instrumento possuir maior poder de corte devido ao ângulo mais agudo em suas espirais e à ponta inativa, que se desvia da parede externa da curvatura, permitindo que uma lima de maior diâmetro atinja o comprimento de trabalho sem alterar a forma original do canal.

Wilcox et al., em 1997, avaliaram a relação do alargamento dos canais radiculares na indução de fraturas verticais. Trinta e quatro dentes incisivos inferiores foram montados em blocos de resina acrílica e revestidos de material

elastomérico para simular o ligamento periodontal. Os dentes foram preparados com limas manuais, inicialmente com desgaste de 20% de sua largura, e em seguida obturados com espaçador digital com aplicação de uma força constante de 3,3 kg no sentido apical, por 15 segundos, até que a ponta do espaçador estivesse a 8 mm do ápice para simular as condições clínicas. Após obturação, os dentes foram avaliados para checar a presença de fraturas e trincas. As raízes que não apresentaram fraturas voltaram para o experimento e foram retratadas, realizando um desgaste de 30% de sua largura. Foram novamente obturados e reavaliados. Os dentes que não apresentaram fratura continuaram no teste, passando pelo retratamento e novo preparo biomecânico, agora com 40% e 50% de desgaste em sua espessura. Os resultados mostraram que 12 raízes apresentaram fraturas verticais, sete com o desgaste de 50% em espessura e cinco com 40% de desgaste dentinário. Todos os dentes fraturados apresentavam evidências de defeitos dentinários até a fratura. Todos demais dentes apresentaram linhas de fratura até o final do experimento. Os autores concluíram que a fratura radicular vertical não é um fenômeno instantâneo ao procedimento endodôntico, mas decorrência da existência de defeitos dentinários prévios que se desenvolvem em fraturas.

Adorno et al. (2009) avaliaram os efeitos das técnicas de preparo dos canais radiculares em diferentes comprimentos de trabalho no desenvolvimento de trincas apicais. Quarenta pré-molares inferiores foram montados em blocos de resina e com ligamento periodontal simulado. Foram distribuídos em quatro grupos (n=10) de acordo com a técnica e comprimento de trabalho. Grupo A - técnica *step back* no comprimento total da raiz; grupo B - *step back* a um mm do comprimento da raiz, ambos os grupos com limas manuais de aço inox; grupo C - técnica *crown-down* no comprimento total da raiz; grupo D - *crown-down* a um mm do comprimento total da raiz, ambos instrumentados com limas de NiTi Profile[®]. A análise estatística revelou um significativo efeito do comprimento de trabalho no desenvolvimento de trincas apicais ($p < 0,05$), mas não houve diferença estatística entre as técnicas de instrumentação ($p > 0,05$).

Liu et al., em 2013, analisaram a incidência de trincas dentinárias comparando a instrumentação manual com a rotatória em diferentes comprimentos de trabalho. No estudo, utilizaram 240 incisivos inferiores distribuídos em três grupos: grupo 1 - canais instrumentados com limas manuais de NiTi; grupo 2 -

canais instrumentados com Protaper[®] (Dentsply Maillefer, Suíça) e; grupo 3 - instrumentados com K3[®] (SybronEndo, EUA). Em cada grupo as medidas da instrumentação foram divididas em: no forame, forame + 1 mm, forame -1 mm e forame – 2 mm. O resultado do trabalho mostrou que o tipo de lima e o comprimento de instrumentação influenciam diretamente na incidência de trincas dentinárias apicais. As limas K3[®] e Protaper[®] causaram mais trincas que limas manuais. Instrumentação aquém do forame apical causou significativamente menos trincas que a instrumentação no forame e além dele ($p < 0,001$).

2.2 Técnicas rotatórias de instrumentação endodôntica

Os instrumentos endodônticos de aço inoxidável têm mostrado resultados indesejáveis em canais curvos, principalmente quando são necessárias limas mais calibrosas para permitir uma adequada limpeza do canal radicular. Pesquisas de novos materiais com maior flexibilidade, elasticidade e resistência são necessárias a fim de amenizar esses problemas.

Instrumentos rotatórios como as brocas de Gates-Glidden foram os precursores da instrumentação mecânica-rotatória, e também muito utilizadas nas modernas técnicas de preparo químico-mecânico, oferecendo uma preparação mais rápida no terço coronário e médio dos canais radiculares (SCHILDER, 1964).

Em 1988, Walia et al. desenvolveram e testaram o primeiro instrumento endodôntico, utilizando um fio liso de níquel titânio, composto de 55% de níquel e 45% de titânio, fabricando uma lima de diâmetro #15. Os autores verificaram maior elasticidade, alta resistência e grande flexibilidade quando comparados com as limas de aço inox. Essas propriedades físicas das limas NiTi permitiram uma menor força lateral aplicada contra a parede oposta da curvatura do canal.

Por meio de uma análise radiográfica, Esposito e Cunningham, em 1995, estudaram a forma dos canais após a instrumentação com as limas manuais NT[®] de níquel-titânio, limas de aço inoxidável K-Flex[®] e limas NT[®] de NiTi, movidas a motor, utilizando o micromotor NiTi-Matic[®]. Foram selecionados dentes com canais radiculares de curvatura entre 20° e 45°. A instrumentação foi realizada até a lima número 45 em todos os canais. Um total de cinco radiografias foi realizado ao longo da instrumentação, sempre com o instrumento no interior do canal. As imagens

radiográficas foram digitalizadas e observadas em computador. A análise comparativa foi feita pela sobreposição das imagens. Neste estudo, os instrumentos manuais e rotatórios de níquel-titânio mantiveram a forma original do canal em todos os casos. A incidência de desvio da forma original do canal com instrumentos de aço inoxidável aumentou proporcionalmente ao aumento do calibre do instrumento. A diferença entre os grupos níquel-titânio e aço inoxidável tornou-se estatisticamente significativa quando foram empregados instrumentos com calibre superior ao de nº 30.

Sathorn et al., em 2005, compararam duas técnicas de instrumentação dos canais radiculares com relação a suscetibilidade de fratura radicular e padrão de fratura produzida. Foram utilizados 50 incisivos inferiores divididos em dois grupos (n=25), de acordo com a técnica utilizada: grupo A- instrumentação com limas rotatórias de NiTi Profile[®] (Dentsply Maillefer, Suíça); grupo B- instrumentação com limas manuais de aço inoxidável. Os dentes foram preparados até o batente correspondente ao diâmetro # 40 e obturados com cones de guta percha e cimento AH 26[®] (Dentsply, Suíça), empregando-se técnica passiva para colocação dos cones. Forças foram aplicadas através de um espaçador adaptado no aparelho Instron e posicionado no material obturador. O avanço apical do aparelho foi de 2 mm/minuto até que a raiz fraturasse tendo seus valores registrados neste momento, bem como o padrão de fratura produzido. Não houve diferença estatística significativa nas tensões de fratura entre as duas técnicas empregadas (p=0,866). Fraturas méso-distais ocorreram com maior frequência na técnica rotatória. Os autores concluíram que a instrumentação rotatória não reduziu a suscetibilidade da raiz em produzir fraturas. Um menor desgaste de dentina durante sua instrumentação e um alisamento radicular para manter as superfícies das paredes dos canais lisas diminuiria a possibilidade das raízes fraturarem.

Bier et al. (2009) compararam a incidência de defeitos dentinários (fraturas de superfície), no preparo de canais radiculares, com diferentes sistemas rotatórios de níquel titânio. Selecionou - se 220 dentes que divididos em quatro grupos de 55 espécimes, nos quais foram removidas as coroas, deixando as raízes com 16 mm. Os raízes foram instrumentados com os sistemas Protaper[®], ProFile[®], GT[®] (Dentsply Maillefer, Suíça) e S-ApeX[®] (FKG Dentaire, Suíça) respectivamente, irrigando com 20 ml de hipoclorito de sódio a 2,0%, cada dente. Após a instrumentação, foi

realizada uma irrigação passiva ultrassônica e irrigação final com água destilada. Quarenta espécimes não foram preparados e serviram de controle. Os dentes foram cortados horizontalmente a 3, 6 e 9 mm do ápice, visualizados em um estereomicroscópio em um aumento de 12 vezes e anotados os defeitos na parede dentinária, produzidos pela instrumentação. Os autores concluíram que nas condições de trabalho realizadas, o sistema GT[®] apresentou 4% de defeito na parede dentinária; os sistemas ProFile[®] 8% e Protaper[®] 16%. O sistema S-ApeX[®] não apresentou defeitos na parede dentinária.

Kim et al. (2010) avaliaram, através de um modelo de Elemento Finito, a influência da secção de corte dos instrumentos rotatórios de NiTi na formação de defeitos dentinários, medindo-se a tensão e o estresse gerado nas paredes dentinárias durante a sua instrumentação. Foram utilizados três instrumentos com cortes transversais diferentes entre si: Profile[®], com secção em forma de U e conicidade constante 0,06; Protaper[®], com secção triangular convexa e com dupla conicidade, sendo que nos três primeiros milímetros, a conicidade foi 0,08 e nos demais 0,04; LightSpeed LSX[®] (Lightspeed Technology, EUA). Todas com ponta de diâmetro #30. Os resultados mostraram que a Protaper[®] induziu altas concentrações de estresse na dentina radicular como também altas tensões de compressão na superfície externa do canal, seguidas pela Profile[®] e LightSpeed[®]. As tensões geradas pela Protaper[®] foram próximas as propriedades de força da dentina. Os autores concluíram que o nível de estresse e tensão durante a modelagem do canal e a suscetibilidade à fratura depois da instrumentação variaram de acordo com a secção e corte dos instrumentos.

Adorno et al., em 2011, analisaram a formação de trincas na superfície apical radicular, comparando três sistemas de limas rotatórias de NiTi: Profile[®], K3[®] e EndoWave[®] (FKG Dentaire, Suíça), empregadas em três comprimentos de trabalho diferentes (no limite foraminal, 1 mm aquém e 1 mm além do limite foraminal). Foram utilizados 118 dentes unirradiculares, montados em blocos de resina e com simulador de ligamento periodontal. A região apical dos dentes foi exposta para se realizar fotos a cada troca de limas. Os dentes foram divididos em nove grupos (n=12), de acordo com o sistema e comprimento de trabalho. Com os resultados, constatou-se que o comprimento de trabalho tem um significativo efeito na inicialização de trincas apicais (p=0,0135), tendo uma menor produção quando as

limas trabalharam a 1 mm da saída foraminal. Com relação à secção de corte das limas empregadas, não houve diferença estatisticamente significativa na produção de trincas entre os tipos de limas usadas ($p > 0,05$). Conclui-se que a instrumentação dos canais radiculares com limas rotatórias de NiTi pode resultar em formação de trincas na região apical das raízes, independente da sua secção de corte, e que uma instrumentação no limite e além do forame, aumenta as chances de se desenvolver trincas quando comparados com uma instrumentação a 1 mm aquém do limite foraminal.

Youldas et al., em 2012, avaliaram a capacidade de geração de defeitos dentinários de quatro sistemas de limas rotatórias de NiTi, limas manuais e *Self Adjusting File*[®] (ReDent Nova, Israel). Utilizaram - se 140 dentes molares inferiores, sendo que 20 não foram preparados (grupo controle). Os demais 120 dentes foram divididos em seis grupos ($n=20$) de acordo com a lima empregada como se segue: limas manuais (HF), HERO shaper[®] (HS - MicroMega, França), Revo-S[®] (RS - MicroMega, França), Twisted File[®] (TF - SybronEndo, EUA), Protaper[®] (PT) e Self-adjusting File[®] (SAF). Somente as raízes méso-vestibulares foram utilizadas, sendo preparados os dois canais mesiais. As raízes foram incluídas em ligamento periodontal artificial antes do preparo biomecânico para simular as condições clínicas. Após o preparo, as raízes foram seccionadas em 3, 6 e 9 mm do ápice; as superfícies foram observadas em estereomicroscópio para checar a presença de defeitos dentinários e as imagens foram capturadas por uma máquina digital. Os resultados mostraram que no grupo controle, das limas manuais e SAF não apresentaram defeitos dentinários. Nos canais preparados com instrumentos rotatórios HS, RS, TF e PT, defeitos dentinários foram observados em 60%, 25%, 44% e 30% das raízes, respectivamente. Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle/HF/SAF e o grupo dos quatro instrumentos rotatórios ($p < 0,0001$). Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro grupos de limas rotatórias ($p > 0,005$). Os autores concluíram que todas as limas rotatórias de NiTi produziram defeitos dentinários, enquanto que limas manuais e limas SAF apresentaram resultados satisfatórios, não resultando em nenhum defeito dentinário.

Barreto et al., em 2012, avaliaram os efeitos da instrumentação e da obturação dos canais radiculares e da ciclagem mecânica, simulando os efeitos da

função mastigatória sobre os dentes, na incidência de defeitos dentinários e fraturas verticais radiculares. Foram utilizados 70 dentes unirradiculares, divididos em seis grupos. Os primeiros dois grupos, com n=5 cada, constituíram de dentes não preparados e não preparados submetidos à ciclagem mecânica. Os demais quatro grupos, com n=15 cada, também foram submetidos a ciclagem mecânica após serem preparados com limas de NiTi do sistema Protaper[®], até a F3, e obturados da seguinte forma: somente preparados, preparados e obturados com técnica passiva, preparados e obturados com compactação lateral e preparados e obturados com técnica híbrida de Tagger. Os resultados mostraram que somente a ciclagem mecânica não interferiu na formação de defeitos dentinários, comparando os grupos não preparados e não preparados com ciclagem mecânica ($p>0,05$). Os grupos que foram obturados apresentaram similar incidência de defeitos dentinários ($p>0,05$), embora as fraturas radiculares verticais fossem observadas somente quando a ciclagem mecânica foi associada à técnicas de obturação com pressão apical, tais como a compactação lateral e híbrida de Tagger. Os autores concluíram que a ciclagem mecânica não induziu fraturas radiculares verticais e que, quando associadas com compactação lateral e híbrida de Tagger, fraturas ocorreram em 13,3% e 33,3% respectivamente.

Hin et al., em 2013, analisaram os efeitos da instrumentação dos canais radiculares com diferentes tipos de limas nas paredes dos canais radiculares. Cem dentes pré-molares inferiores, unirradiculares, foram utilizados e divididos em cinco grupos (n=20), de acordo com o tipo de lima empregada. O grupo 1 serviu de controle, onde não se realizou nenhum tratamento. Nos demais grupos, 2, 3, 4 e 5, os dentes foram preparados com limas manuais, SAF[®], Mtwo[®] (VDW, Alemanha) e Protaper[®], respectivamente. Foi utilizado material de impressão para simular o ligamento periodontal em todos os dentes preparados. Após o preparo, as raízes foram seccionadas horizontalmente em 3, 6 e 9 mm do ápice e observadas em um microscópio cirúrgico (Zeiss, Alemanha), para identificação de defeitos dentinários. Nenhum defeito foi identificado no grupo controle e no grupo das limas manuais. No grupo das limas SAF[®], uma pequena quantidade de trincas foram identificadas, não apresentando diferença estatística significativa quando comparado com o grupo manual ($p>0,05$). Nos grupos da Protaper[®] e Mtwo[®], grande quantidade de trincas foi registrada. Houve diferença estatística significativa entre os quatro grupos

($p < 0,0001$). Trincas completas foram encontradas somente no grupo Protaper[®] e Mtwo[®]. Os autores concluíram que a instrumentação dos canais radiculares com SAF[®], Mtwo[®] e Protaper[®] causaram danos às paredes dentinárias do canal. Limas SAF[®] tenderam a produzir menos trincas quando comparadas com os outros sistemas.

2.3 Técnicas de instrumentação dos canais com movimento recíprocante

As vantagens das limas de NiTi como a ultraflexibilidade, manutenção do trajeto original do canal e menor tendência de causar transporte apical, com o uso associado a um motor elétrico que produzia oscilação não recíproca, ou seja, aproximadamente 120 graus para um lado e 30 graus para o lado inverso, foram a base do estudo de Yared (2008). O autor verificou a eficácia desse tipo de cinemática, utilizando apenas uma lima de NiTi ProTaper[®] F2 (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça), objetivando a redução da fadiga do instrumento e realização mais rápida da instrumentação, tendo como base as forças balanceadas descritas no trabalho de Roane et al., em 1985. Após o sucesso da instrumentação com lima única proposta por Yared, dois novos aparelhos e instrumentos foram desenvolvidos visando a realização da instrumentação do sistema de canais radiculares através de lima única em movimento recíproco, o Reciproc[®] (VDW, Munique, Alemanha) e o WaveOne[®] (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), que utilizam a liga de NiTi M-Wire para a confecção das limas.

O Reciproc[®] e WaveOne[®] são um novo conceito de preparação do canal radicular. Um instrumento que prepara o canal radicular com uma maior conicidade, não há necessidade de alternar instrumentos, fácil de aprender e seguro. O risco de fratura dos instrumentos é minimizado devido aos movimentos alternados precisos dos motores, mais seguro para o paciente devido à sua pré-esterilização; evita-se a contaminação cruzada, pois os instrumentos são de uso único; menor probabilidade de erros processuais, maior resistência à fadiga cíclica e maior flexibilidade das limas de NiTi; economia de tempo e de trabalho em até 75%, pois proporciona menos etapas, não necessitando da utilização de uma pré instrumentação do canal radicular (VDW, 2012).

You et al. (2011) estudaram a habilidade modeladora do movimento recíprocante, quando comparado ao movimento rotatório em canais curvos. As raízes méso e disto vestibulares de 20 molares superiores com curvaturas entre 20 e 45° foram instrumentadas pelo Sistema Protaper® (Sx, S1, S2, F1 e F2), o qual foi acionado pelo movimento rotatório contínuo (360°) e recíprocante (sentido horário 140° e anti-horário 45°) em 20 canais para cada um dos dois grupos, utilizando o motor Tecnika® (ATR, Pistoia, Itália). Parâmetros como curvaturas, volume do canal radicular, área de superfície e indicador de modelo de estrutura foram analisados antes e após o preparo com micro tomografia computadorizada. Não existiram diferenças significativas entre os dois grupos com relação aos parâmetros analisados. Os investigadores concluíram que o emprego de movimento recíprocante ao instrumento Protaper® não resultou em aumento do desvio apical, quando comparado ao movimento rotatório, até mesmo no terço apical radicular. Ressaltaram que esse novo movimento pode ser um método alternativo para prevenir erros de procedimentos durante o preparo dos canais radiculares.

Paqué et al., em 2011, compararam as técnicas rotatória e recíprocante utilizando a sequência completa de limas Protaper® em movimento rotatório contínuo e a técnica da lima Protaper® F2 em movimento recíprocante como lima única, com relação ao desgaste realizado nas paredes dentinárias radiculares e o tempo despendido para se chegar ao comprimento de trabalho com a lima F2. Foram utilizadas 25 raízes méso-vestibulares de molares inferiores, divididas em dois grupos experimentais (n=10) e o grupo controle (n=5), de acordo com a técnica empregada. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas, havendo similaridade entre elas com relação à modelagem dos canais, quantidade de tecido removido e desvio da anatomia original do canal. Com relação ao tempo gasto para se alcançar o comprimento de trabalho com a Protaper® F2, a técnica com movimentos recíprocantes com lima única mostrou-se mais rápida ($p < 0,01$), com $37,7 \pm 13,8$ segundos, enquanto que a sequência completa em movimentos rotatórios apresentou um tempo de $55,5 \pm 12,4$ segundos.

Franco et al., em 2011, avaliaram a habilidade das limas de NiTi FlexMaster® (VDW, Alemanha) em modelar os canais radiculares em movimento rotatório contínuo e em movimento recíprocante. Trinta e duas limas FlexMaster® divididas em

dois grupos (n=11) de acordo com o movimento aplicado, foram utilizadas na instrumentação de canais em blocos simulados padronizados. Fotos pré-operatórias e pós-operatórias foram feitas para avaliar o desgaste das paredes dos canais quando sobrepostas. Com os resultados, verificou-se que houve um desgaste maior das paredes dos canais no terço apical, quando usado movimento rotatório ($p < 0,05$), enquanto que nos outros segmentos, não houve diferença estatisticamente significativa entre os movimentos. Constatou-se também que o movimento recíprocante resultou em um preparo mais centralizado do canal e que o tempo médio gasto para se realizar a instrumentação completa foi menor em rotação contínua.

Gavini et al., em 2012, avaliaram a resistência à fadiga a flexão do Reciproc[®] R25 com limas de NiTi, 25 mm, usadas em rotação contínua e movimento recíprocante, utilizando 36 limas Reciproc[®] R25 divididos em dois grupos (n=18). Os instrumentos foram submetidos a ensaios de dispositivo dinâmico movidos por um motor elétrico com 300 rpm de velocidade. Foi simulada a instrumentação de um canal radicular curvo em 40° e 5 mm de raio de curvatura do canal radicular. A fratura do instrumental foi detectada pelo sensor de dispositivo, e o tempo foi marcado. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de T-Student, com nível de significância de 5%. Os instrumentos movidos pelo movimento recíprocante atingiram números significativamente maiores de ciclos antes da fratura ($1,787,87 \pm 369,94$), que foi duas vezes maior quando comparado com os instrumentos movidos por rotação contínua ($816,39 \pm 106,84$). Os resultados mostraram que o movimento recíprocante melhora a resistência à fadiga à flexão do instrumental em NiTi Reciproc[®] R25, quando comparado com o movimento de rotação contínua.

Kim et al., em 2012, avaliaram a resistência a fadiga cíclica e a resistência torsional de dois instrumentos de NiTi usados em movimento recíprocante: Reciproc[®] e WaveOne[®]. Foram utilizadas 30 limas (n=10) por grupo, sendo a Protaper[®] usada em rotação contínua, o grupo controle. Para o sistema Reciproc[®] foram utilizadas limas R25 e para o sistema WaveOne[®] a lima Primary, ambas com pontas de diâmetro #25 e conicidade 0,08 nos 3 mm iniciais da lima. Limas R25 possuem secção transversal em forma de S e as Primary secção triangular côncava. A lima Protaper[®] escolhida para controle foi a F2, que possui as mesmas características que as dos sistemas recíprocantes, mas com secção transversal em

forma triangular convexa. Canais simulados com curvatura de 45° foram utilizados para os testes de resistência a fadiga cíclica, onde as limas eram movimentadas em movimento recíprocante e em pequenos movimentos de entrada e saída do canal. Para os testes de resistência torsional, as limas foram presas em blocos metálicos recobrando os 5 mm da sua ponta com resina fotopolimerizável e expostas a uma rotação de 2 rpm em sentido anti-horário nas limas recíprocantes e horário nas limas Protaper®. Os resultados dos testes mostraram que as limas R25 apresentaram a melhor resistência à fadiga cíclica entre os grupos, mostrando o maior número de ciclos até a fratura, seguidas da Primary e Protaper®. As limas Primary revelaram alta resistência à torção, seguidas das R25 e Protaper®. Os autores concluíram que as limas recíprocantes, R25 e Primary apresentaram significativa resistência a fratura com relação às limas F2 do sistema Protaper®.

Liu et al. (2013) compararam a incidência de fraturas radiculares observadas na superfície apical e/ou nas paredes do canal radicular após a instrumentação com três sistemas de limas de uso único: OneShape® (Micro-Mega, Besancon, França), Reciproc® (VDW, Munique, Alemanha), e a Self-Adjusting File® (ReDent-Nova, Ra'ana, Israel) com o sistema Protaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Utilizaram 100 incisivos inferiores, sendo que 20 dentes (grupo controle) receberam somente o preparo cervical com brocas de Gates Glidden. Outros 80 dentes foram montados em blocos de resina com ligamento periodontal simulado e o ápice foi exposto. Os grupos foram divididos de acordo com os quatro sistemas de instrumentação (n=20). Os canais foram primeiramente preparados na cervical com Gates Glidden e após procedeu-se o preparo químico-mecânico no comprimento real do dente, ou seja, até o forame apical. A superfície apical radicular e as seções horizontais de 2, 4, e 6 mm a partir do ápice foram observadas em magnificação. Nenhuma trinca foi encontrada no grupo controle e no grupo preparado com a Self-Adjusting File®. Fraturas foram encontradas em 10 de 20 (50%), 7 de 20 (35%), e 1 de 20 (5%) condutos, após o canal ser instrumentado com Protaper®, OneShape®, e Reciproc®, respectivamente. Foram evidenciadas trincas em 12 de 18 dentes (67%) em mais de um nível. Trincas apareceram na superfície apical em cinco dentes, no nível de 2 mm em nove dentes, em 4 mm 12 dentes e em 6 mm 11 dentes. A diferença entre os grupos foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$). Essa investigação concluiu que instrumentos de níquel-titânio podem causar trincas na

superfície apical radicular ou nas paredes do canal. A Self-Adjusting File[®] e Reciproc[®] causaram menos trincas do que Protaper[®] e OneShape[®].

Burklein et al. (2013) avaliaram a incidência de defeitos dentinários após o preparo com instrumentos reciprocantes e rotatórios. Cem incisivos inferiores humanos foram divididos em cinco grupos (n=20 por grupo). Os canais foram instrumentados com os sistemas de instrumentação recíprocante, utilizando lima única, Wave One[®] e Reciproc[®] e as sequências completas dos sistemas rotatórios Mtwo[®] e Protaper[®]. No grupo controle não foi empregado nenhum tipo de instrumentação dos canais. Para avaliação dos defeitos dentinários, as raízes foram seccionadas horizontalmente nos níveis de 3, 6 e 9 mm aquém do ápice radicular e examinadas sob magnificação de 25 vezes. A presença de defeitos dentinários (trincas completas e incompletas, linhas de rachadura classificadas como trincas que não atingem a superfície radicular e nem o canal radicular) foram encontradas em todos os grupos, exceto no grupo controle. A instrumentação com o sistema Reciproc[®] produziu significativamente mais trincas completas quando comparado aos sistemas Mtwo[®] e Protaper[®] ($p=0,021$), mas não houve diferença significativa entre Wave One[®] e Reciproc[®] ($p>0,05$). Embora os sistemas reciprocantes tenham produzido significativamente mais trincas incompletas no nível de 3 mm, quando avaliadas todas as seções, não existiram diferenças significativas com os rotatórios ($p>0,05$). Linhas de rachadura foram encontradas em todos os grupos instrumentados, mas não apresentaram diferenças significantes ($p>0,05$). Os autores concluíram que, sob as condições do estudo, a instrumentação com ambos os sistemas rotatórios e reciprocantes resultaram em defeitos dentinários. No nível de 3 mm, os instrumentos reciprocantes produziram mais trincas incompletas do que as sequências completas dos sistemas rotatórios ($p=0,001$).

2.4 Fraturas radiculares verticais

Meister et al., em 1980, avaliaram, *in vivo*, os possíveis sinais clínicos e radiográficos para se diagnosticar e as principais causas que levam à fratura radicular vertical. Foram examinados 32 dentes com suspeitas de fraturas radiculares que após detalhados exames clínicos e radiográficos, tais como sondagem de sulco gengival e cirurgias com retalho localizado, a extração do

elemento dental foi indicada. Foram realizadas três tabelas que registravam os sinais clínicos e radiográficos, possíveis causas da fratura e idade dos pacientes. Os achados clínicos e radiográficos mais significantes foram a perda óssea localizada em 93,75% dos casos, espessamento do ligamento periodontal com 75% e presença de abscesso periodontal em 28,13% dos casos. Ausência de dor e/ou suave desconforto foi relatada por 65,63% dos pacientes. A excessiva força ao se realizar a condensação lateral e vertical da guta percha no ato de obturar os canais correspondeu a 84,38% da provável causa da fratura radicular vertical. Pacientes que relataram escutar um som de quebrar a raiz neste momento operatório foi de 18,75% dos casos. Cimentação de pinos intrarradiculares e de coroas protéticas corresponderam a 6,25% e 9,38%, respectivamente. Diante dos achados, os autores concluíram que a excessiva força durante a obturação dos canais radiculares foi a causa principal e forças na confecção e cimentação de coroas e pinos são as causas secundárias na origem das fraturas radiculares verticais.

Lertchirakam et al., em 2003, estudaram os fatores que afetam a distribuição do estresse nos canais radiculares, através do desenvolvimento de elementos finitos, para identificar qual seria potencial fator que influenciaria na produção de fraturas radiculares verticais. Os fatores que influenciam na localização e direção das fraturas radiculares são a forma anatômica do canal radicular, a anatomia externa da superfície radicular e a espessura das paredes dentinárias. Neste estudo, foram simulados várias formas de secções transversais de raízes naturais de dentes humanos com relação a forma e largura do canal, a anatomia externa e espessura dentinária. Os resultados do estudo com elementos finitos demonstraram que a curvatura do canal radicular parece ser mais decisiva do que a morfologia externa da raiz em termos de concentração de estresse e que, reduzindo-se a espessura da dentina radicular, aumenta-se muito a magnitude da tensão no interior dos canais radiculares, mas não se altera a direção da tensão.

Em 2005, Lam et al. avaliaram a força necessária para ocorrer a fratura em canais méso-vestibulares de molares inferiores após preparo biomecânico manual e rotatório. Foram utilizados 39 dentes divididos em três grupos (n=13), de acordo com o instrumento endodôntico utilizado. No grupo 1, foi realizada técnica *step back* com limas de aço inoxidável. No grupo 2, foi utilizado limas Lightspeed[®] de acordo com as recomendações do fabricante e grupo 3, usou-se limas rotatórias GT[®] de acordo

com normas do fabricante. Após o preparo, as raízes foram obturadas e montadas em ligamento periodontal simulado para serem expostas às forças dos espaçadores. O espaçador foi acoplado na máquina de teste Instron e sua ponta inserida dentro da massa de guta percha, iniciando seu movimento a 1 mm/min. O aparelho era parado imediatamente após a fratura da raiz e uma radiografia era feita para se analisar o padrão de fratura. Os resultados da pesquisa mostraram que houve uma grande incidência de fratura na direção vestibulo-lingual, seguida por méso-distal. A força média necessária para realizar a fratura nos canais foi de $15 \pm 9,1$ kg para Lightspeed[®], seguida pela GT[®] com $13,2 \pm 6,1$ kg e limas K com $10,2 \pm 4,4$ kg. Os autores concluíram que o maior conicidade gerada pelas GT[®] não enfraqueceu as raízes, comparadas com a técnica manual com limas K.

Em 2006, Zandbiglari et al. estudaram a influência da conicidade dos instrumentos endodônticos na resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente. Foram utilizados 84 dentes caninos inferiores divididos em três grupos (n=24), de acordo com os instrumentos empregados (limas rotatórias GT[®] e FlexMaster[®], limas manuais de aço inoxidável) e um grupo controle (n=12) que não sofreu nenhuma intervenção. Os dentes foram instrumentados e os grupos divididos em dois subgrupos A e B: A) dentes somente instrumentados e B) dentes instrumentados e obturados. Para se fazer a obturação dos canais foi empregado o cimento AH-Plus[®] (Dentsply, Suíça) e cones de guta percha com a técnica de condensação lateral ativa, utilizando-se um espaçador digital de diâmetro #30. Os dentes foram montados em blocos de resina acrílica e submetidos as forças oclusais em um aparelho de testes universal. Os resultados revelaram que as forças necessárias para se fraturar os dentes íntegros foram significativamente maiores que a necessária para se fraturar os dentes dos demais grupos ($p < 0,05$). A força necessária para fraturar as raízes preparadas pelo sistema GT[®] foi significativamente menor ($p < 0,05$) que a necessária para se fraturar as raízes instrumentadas pelas limas FlexMaster[®] e limas manuais. Não houve diferença significativa na força requerida para se fraturar as raízes obturadas e não obturadas. Os autores concluíram que canais instrumentados com limas rotatórias de grande conicidade enfraquecem as raízes, aumentando com isso, as chances de se fraturarem e que a obturação dos canais radiculares não aumenta a resistência radicular a fraturas.

Mahran et al. (2008) compararam os efeitos do desgaste gerado por três instrumentos endodônticos na espessura de dentina cervical e no volume do canal radicular usando tomografia computadorizada. Foram utilizados 45 primeiros molares inferiores dos quais somente os canais méso-vestibulares foram preparados e mensurados. Os dentes foram divididos em três grupos (n=15) de acordo com os instrumentos utilizados: grupo 1 - Protaper[®], grupo 2 - HeroShaper[®] (MicroMega, França) e grupo 3 - Gates Glidden com limas manuais de aço inox Flex-R[®]. A espessura da dentina cervical e o volume do canal foram medidos antes e depois da instrumentação dos canais. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação ao desgaste dentinário na região cervical, onde o grupo Protaper[®] apresentou o menor desgaste com relação aos grupos HeroShaper[®] e Gates Glidden ($p < 0,05$). A quantidade de dentina removida durante a instrumentação do canal foi significativamente maior com o uso do sistema Protaper[®] ($p < 0,05$). Os autores concluíram que esse sistema é seguro para se fazer o pré - alargamento cervical, mas seu grande desgaste dentinário ao instrumentar os canais pode implicar em problemas de resistência e afetar o prognóstico dos dentes.

Shemesh et al., em 2009, analisaram a relação do preparo biomecânico dos canais e da obturação com o aumento da incidência de defeitos nas paredes dentinárias. Foram selecionados 80 pré-molares inferiores e separados em quatro grupos. Foi utilizado Gates Glidden de número um a quatro para se realizar o alargamento dos terços cervical e médio e utilizaram-se limas rotatórias do sistema GT[®] com conicidade 0,06 e diâmetro #40. Não preparados, somente preparados, preparados e obturados passivamente e preparados com posterior obturação com condensação lateral equivaleram aos grupos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Cortes foram feitos em 3, 6, e 9 mm do forame e analisados em microscópio, sob aumento de 8 vezes. O grupo 1 não apresentou nenhum defeito dentinário. O grupo 2 apresentou significativamente mais defeitos que o grupo 1 ($p < 0,05$). O número total de defeitos gerados no grupo 4 foi significativamente maior que os do grupo 3 ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o preparo biomecânico dos canais promove um maior risco de incidência de defeitos dentinários, sendo aumentado com a técnica de obturação a qual utiliza forças de compactação da guta percha.

Em 2011, Shemesh et al. avaliaram a influência do procedimento de retratamento no aparecimento de defeitos nas paredes dos canais radiculares. Duzentos pré-molares inferiores foram divididos em quatro grupos (n=50). Um grupo não sofreu nenhuma intervenção endodôntica. Nos demais grupos, os dentes foram preparados com instrumentos rotatórios de NiTi do sistema Protaper[®], seguindo o protocolo de uso até se chegar a lima F4 e obturados com técnica de condensação lateral e cimento AH 26[®]. Dois grupos foram retratados, um pela técnica manual, empregando-se limas Hedström, e outro com o sistema Protaper Retratamento[®]. Um grupo não sofreu retratamento, permanecendo obturado. A espessura do remanescente dentinário radicular foi medida para se determinar sua influência no surgimento de trincas radiculares. O tempo de desobturação também foi registrado a fim de se comparar as técnicas. As raízes foram seccionadas a 3, 6 e 9 mm do ápice e os cortes analisados em estereomicroscópio para observar o aparecimento de trincas. No grupo sem intervenção não se encontrou defeitos dentinários, ao contrário dos demais grupos. Houve diferença estatisticamente significativa no aparecimento de defeitos entre os grupos que sofreram o procedimento de retratamento e o que não foi submetido ($p < 0,05$). Contudo, não houve diferença no aparecimento de defeitos entre as técnicas de desobturação manual e rotatória ($p = 0,07$). Fraturas ocorreram apenas nos grupos desobturados com diferença estatisticamente significativa entre estes e o grupo sem desobturação ($p < 0,05$). A espessura do remanescente dentinário após os procedimentos não influenciou no aparecimento de defeitos, e o tempo gasto para se desobturar os canais foi maior com a técnica manual. Os autores concluíram que os procedimentos de retratamento causam mais danos nas paredes dos canais radiculares resultando em trincas e fraturas.

Adorno et al., em 2013, avaliaram o efeito dos procedimentos endodônticos na iniciação e propagação de trincas apicais em pré-molares superiores extraídos. Quarenta dentes foram divididos em quatro grupos (n=10), sendo diferenciados da seguinte forma: grupo A - dentes preparados e obturados com compactação lateral e compactação vertical; grupo B - dentes preparados e obturados somente com compactação lateral; grupo C - somente preparados e não obturados; grupo D - não foram preparados nem obturados. Somente o canal vestibular foi utilizado e cimento obturador não foi empregado. Todos os grupos instrumentados foram feitos pela

técnica manual de força balanceada utilizando-se limas K até a lima #40. O preparo dos terços médio e cervical foi feito com Gates - Glidden e irrigação com hipoclorito a 6%. Imagens foram feitas depois do preparo e imediatamente após a obturação. Após os procedimentos, um corte horizontal a 1,5 mm do ápice foi realizado para se analisar a região sobre microscópio para determinar a presença de trincas. Os cortes foram armazenados em solução salina por quatro semanas para acompanhar a evolução das trincas existentes. A instrumentação foi fator determinante na origem das trincas, apresentando diferença estatisticamente significativa comparada com o grupo que não sofreu instrumentação ($p < 0,05$). Houve a propagação das trincas após a obturação na maioria dos espécimes e apenas um espécime apresentou propagação da trinca após quatro semanas estocados em solução salina. Os autores concluíram que os procedimentos endodônticos, instrumentação e obturação, têm um efeito determinante na iniciação e propagação de trincas na região apical das raízes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Verificar a formação de defeitos dentinários na dentina radicular de canais instrumentados por meio do Sistema Reciproc®.

3.2 Objetivo Específico

Comparar o Sistema Reciproc® com o sistema manual e rotatório, quanto à formação de defeitos dentinários na dentina radicular após a instrumentação de canais mesiais de molares inferiores humanos.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS (CAEE de Nº 13349613.4.0000.0021). Os dentes que compuseram a amostra foram doados mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

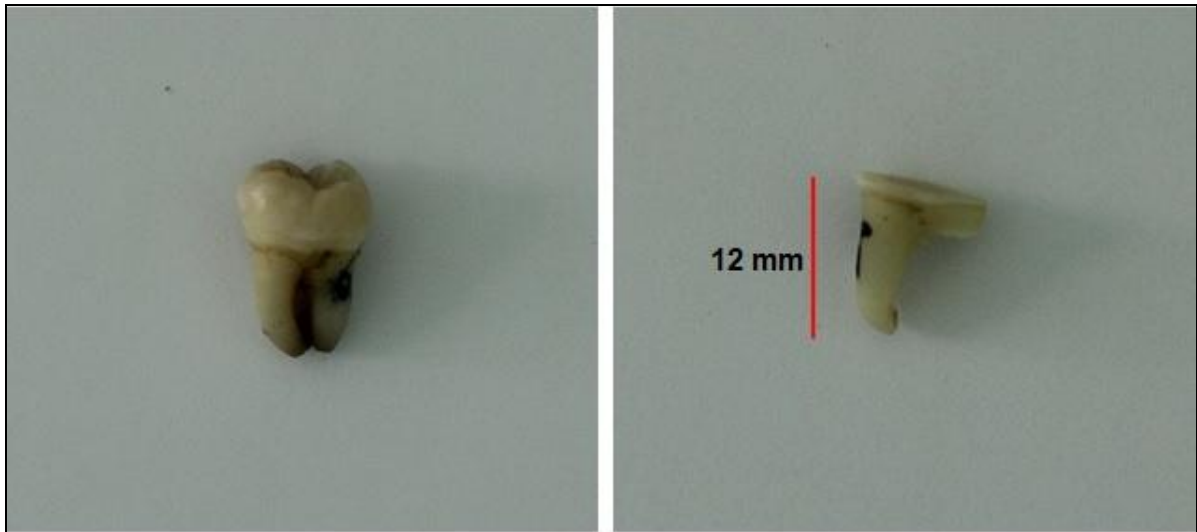
4.2 Amostra

Foram selecionados, aleatoriamente, 35 dentes molares inferiores permanentes, extraídos por razões clínicas diversas. Essa amostra gerou 70 condutos radiculares, os quais foram divididos em três grupos similares ($n = 20$) e o grupo controle ($n = 10$). Os dentes selecionados apresentavam a raiz mesial com os dois canais independentes (mésio-vestibular e mésio-lingual), dimensões similares e com um ângulo de curvatura entre 10 e 30 graus comprovadas por meio de radiografias periapicais.

Dentes com ângulo de curvatura radicular severa e ápices não formados foram excluídos do estudo. Cálculos e tecido depositados nas raízes foram removidos com curetas periodontais (SS White Duflex, Rio de Janeiro, Brasil) e submetidos à profilaxia com uma taça de borracha e pedra pomes, sendo então armazenados refrigerados em soro fisiológico até serem utilizados.

Somente as raízes mesiais foram utilizadas. A porção coronária foi demarcada com caneta para retroprojeter dois milímetros acima da junção amelocementária e cortada, utilizando-se um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), com refrigeração abundante deixando as raízes com aproximadamente 12 mm de comprimento. A raiz distal foi seccionada no ponto mais próximo da região de furca (Figura 1). Após isso, a superfície radicular externa de todas as raízes mesiais foram observadas em microscópio cirúrgico (Opto, Brasil), com 20x de aumento para identificar linhas de fraturas e trincas.

Figura 1- Dente selecionado após procedimentos de limpeza e seccionamento da coroa e raiz distal.



Fonte: própria

4.3 Montagem das raízes em ligamento periodontal simulado

Com base no trabalho de Soares et al., em 2005, foram feitas as condutas para confecção do ligamento periodontal simulado. As raízes foram mergulhadas em cera rosa 7 (Polidental, Cotia, SP, Brasil), liquefeita em banho-maria, até o limite do corte realizado, preservando a superfície cervical e mantendo a abertura dos canais livres, resultando em uma camada de cera com espessura de 0,2 a 0,3 mm (Figura 2). Em uma película radiográfica, foi-se realizado uma perfuração circular centralizado de 5 mm de diâmetro, e foi fixado ao dente, com cera rosa 7 na linha demarcada para estabilizar a raiz no procedimento de inclusão. O conjunto foi posicionado, de forma invertida, com a raiz voltada para cima em placa de madeira com perfurações circulares de 15 mm de diâmetro. Um cilindro de PVC (Tigre, Rio Claro, SP, Brasil), de 25 mm de diâmetro, foi fixado com adesivo à base de cianocrilato (Super Bonder, Locite, EUA) ao redor da raiz, em cima da película radiográfica (Figura 3). A resina autopolimerizável incolor (Jet Clássico, São Paulo, SP, Brasil) foi manipulada de acordo com as recomendações do fabricante e inserida no cilindro de PVC até recobrir totalmente a raiz. Após a polimerização da resina, foi retirado o cilindro de PVC e as raízes foram removidas do alvéolo artificial criado e a cera removida da superfície radicular e do interior do alvéolo de resina com água morna (Figura 4). Após a secagem, o material de impressão a base de

poliéter (Impregum F, 3M-Espe, Seefeld, Alemanha) utilizado para simular o ligamento periodontal (Figura 5) foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante e inserido dentro do alvéolo dos cilindros de resina e a raiz reimplantada com excesso de material elastomérico removido com uma lâmina de bisturi (Figura 6). Após inclusão, exame radiográfico das raízes foi realizado e os dentes foram estocados por 24 horas, a 37°C, em 100% de umidade, e então submetidos aos procedimentos mecânicos de instrumentação dos canais. A representação esquemática de todo o processo de confecção do ligamento periodontal simulado encontra-se ilustrada na figura 7.

Figura 2 - Imersão da raiz em cera derretida.



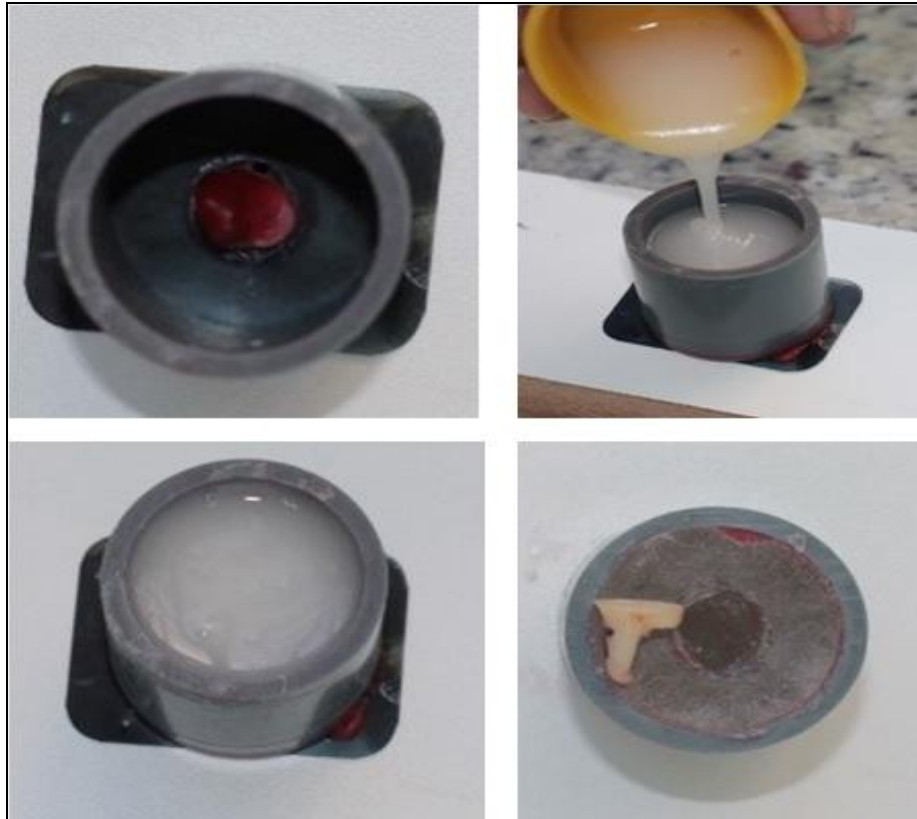
Fonte: própria

Figura 3 - a) raízes após imersão e secagem da cera; b) raízes invertidas e fixadas por películas radiográficas; c) tubos de PVC colados sobre as películas.



Fonte: própria

Figura 4 - Manipulação e preenchimento dos tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e raiz retirada do alvéolo após o tempo de presa da resina.



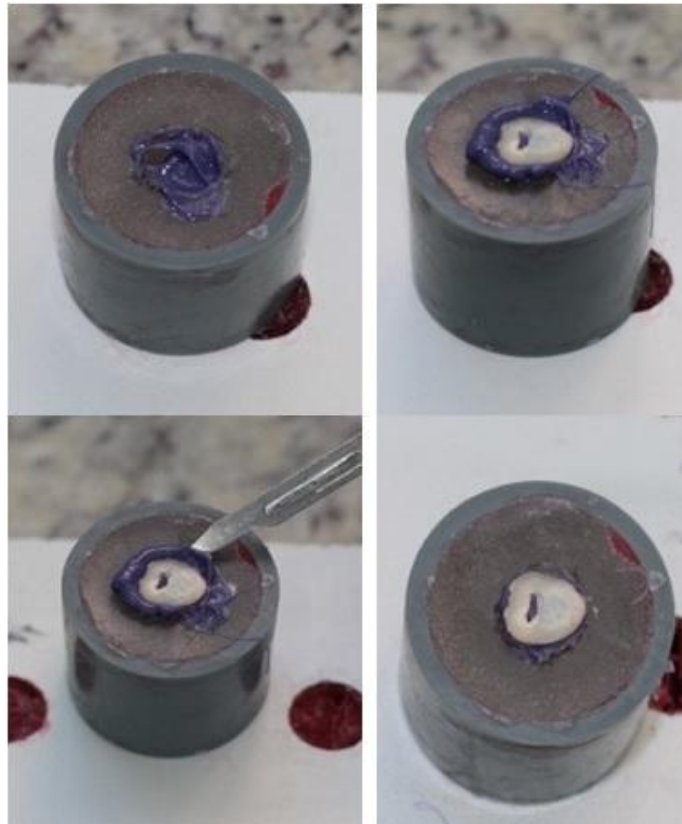
Fonte: própria

Figura 5 - Material de moldagem para simulação do ligamento periodontal.



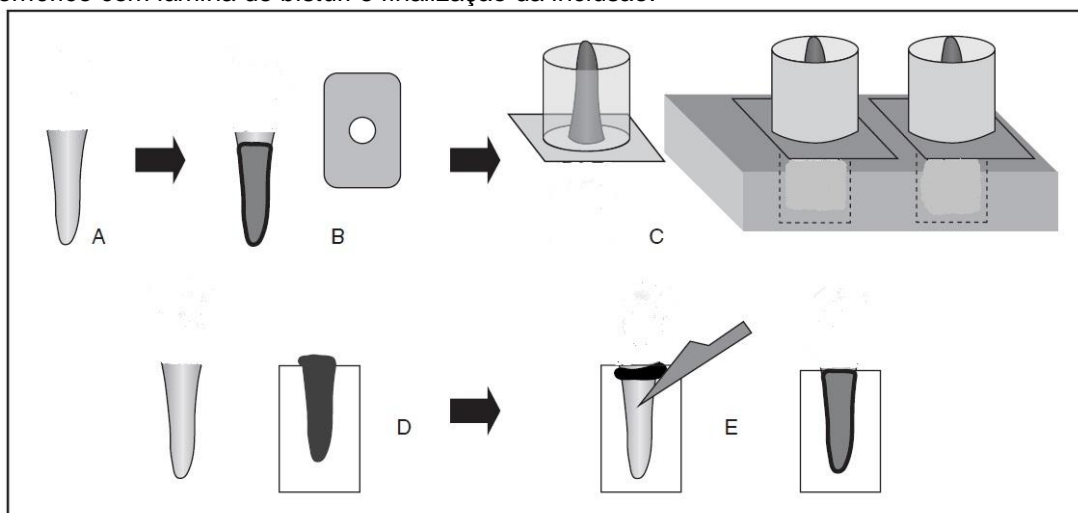
Fonte: própria

Figura 6: Alvéolo preenchido com material de moldagem e posicionamento da raiz. Remoção do excesso de material com lâmina de bisturi.



Fonte: própria

Figura 7- Representação esquemática do método de revestimento das raízes e simulação do ligamento periodontal: (A) raiz mesial de molar inferior; (B) raiz recoberta por cera e película de raio-X perfurada; (C) película e cilindro de PVC posicionado sobre plataforma de madeira perfurada para inserção de resina acrílica; (D) raiz extraída do alvéolo artificial sem cera ao redor e material elastomérico injetado no alvéolo ; (E) reposicionamento da raiz e remoção do excesso do material elastomérico com lâmina de bisturi e finalização da inclusão.

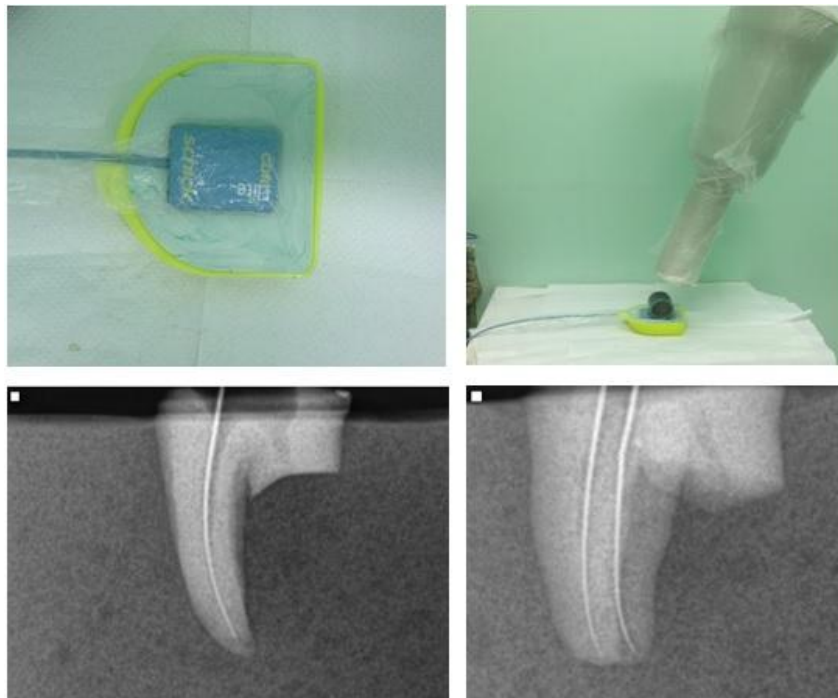


Fonte própria

4.4 Preparo biomecânico dos canais radiculares

O preparo biomecânico foi realizado seguindo o protocolo de uso do fabricante para cada sistema utilizado. Em todos os grupos, o comprimento aparente das raízes foi obtido por uma régua presente no programa de captura de imagens do sensor digital (Schick Technologies, LongIsland, EUA) medindo-se na radiografia a distância entre o ápice e a porção mais cervical da raiz. A patência inicial do canal foi checada com uma lima #10 K-file (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) levando-a a 3 mm do comprimento aparente da raiz. O preparo dos terços cervical e médio foi realizado de acordo com o sistema utilizado, e somente após este procedimento foi determinada a odontometria. O comprimento de trabalho foi estabelecido pela odontometria radiográfica, colocando-se uma lima #10 K-file 1 mm aquém do ápice radiográfico. A superfície plana criada com o corte a 2 mm da junção cimento-esmalte foi usada como ponto de referência para se realizar a odontometria e o preparo biomecânico (Figura 8). A patência foi mantida passando-se uma lima #10 K-file no comprimento real do dente após o preparo biomecânico.

Figura 8 - Posicionamento da raiz para determinação do comprimento de trabalho.



Fonte: própria

Os três grupos foram preparados de acordo com as seguintes técnicas:

Grupo controle.

Todas as raízes foram preparadas e montadas em ligamento periodontal simulado como o realizado nos demais grupos experimentais. Os dentes não sofreram preparo químico-mecânico.

Grupo 1: técnica *step-back* usando limas K-files de aço inoxidável

Brocas de Gates-Glidden de número 2, 3 e 4 foram usadas para se fazer o preparo cervical dos canais mesiais, com uma peça de mão em baixa rotação e com os canais sempre inundados com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%. Após pré-alargamento cervical foi realizada a odontometria dos canais radiculares e, então, preparados manualmente, no comprimento de trabalho, até à lima memória K-file #25. A partir da determinação da lima memória, um recuo de 1 mm foi sendo feito a cada lima usada, sequencialmente, até se chegar a lima K-file #40. A recapitulação do canal foi feita com a lima memória a cada troca de lima e a patência mantida passando-se uma lima K-file #10 ao término do preparo. Foi utilizado um kit de limas manuais a cada três raízes instrumentadas.

Grupo 2: limas rotatórias de NiTi, Sistema Protaper®.

A sequência de utilização das limas seguiu o protocolo orientado pelo fabricante (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça), mas com a velocidade e torque para cada tipo de lima a ser usada predeterminada de fábrica pelo motor Reciproc Silver® (VDW, Munique, Alemanha). A sequência de instrumentação foi realizada iniciando-se com a utilização da lima SX nos dois terços iniciais da raiz, seguidas das limas S1 e S2, até 3 mm acima do comprimento aparente da raiz. Após esta fase inicial, realizou-se odontometria dos canais radiculares e, então, retornou – se, novamente, as limas S1 e S2, agora no comprimento de trabalho, seguidas pela F1 e F2 no mesmo comprimento para finalizar o preparo apical. A patência foi mantida com o uso da lima K-file #10 após o preparo biomecânico de cada canal. Foi

utilizado um kit de limas Protaper® para o preparo de quatro canais mesiais e logo depois descartadas.

Grupo 3: limas em movimento recíprocante, sistema Reciproc®.

Após obter a patência inicial do canal levando-se uma lima K-file #10 a 3 mm do comprimento aparente, uma lima R25 foi utilizada com pequenos e suaves movimentos de entrada e saída no canal radicular, até se alcançar os dois terços do comprimento aparente da raiz. A odontometria foi realizada e continuou-se com a instrumentação, com a mesma lima, até o comprimento de trabalho. As lâminas de corte da lima foram limpas a cada três movimentos no interior do canal radicular. Uma única lima foi utilizada para a modelagem dos canais mesiais e logo após descartada. A patência foi mantida com o uso da lima K-file #10 após o preparo biomecânico.

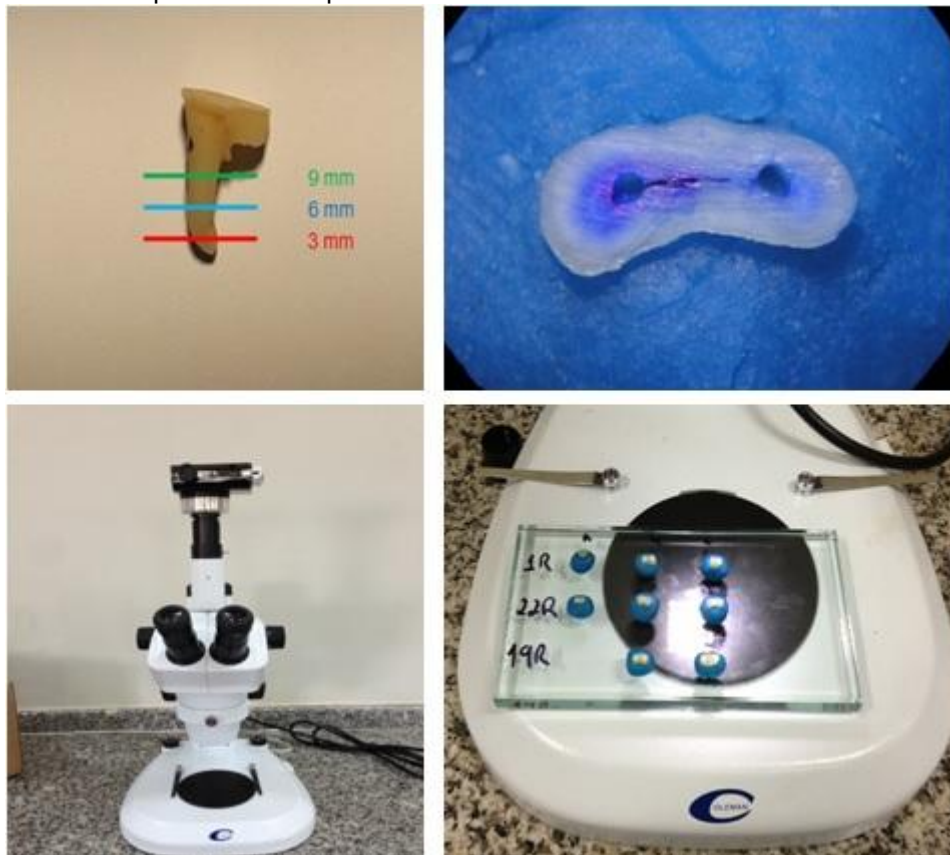
Todos os canais radiculares foram preparados por somente um operador. Nos três grupos, durante a instrumentação dos canais, foi realizada irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% com auxílio de uma seringa descartável com agulha NaviTip 31 gauge (Ultradent, South Jordan, EUA) a cada troca de instrumento e mantida no interior do conduto durante todo o tempo de ação das limas no preparo dos canais. Um total de 20 ml de solução foi empregado em cada canal. Após o preparo biomecânico, realizou-se irrigação passiva com ultrassom com a utilização de pontas Irrisonic® (Helse, Brasil) para se melhorar a limpeza dos condutos, removendo-se uma maior quantidade de debris presentes no interior dos canais radiculares. Irrigação final com 10 ml de água destilada foi realizada em todos os condutos para remoção das soluções irrigadoras. Para prevenir a desidratação, todas as raízes foram mantidas imersas em água destilada.

4.5 Seccionamento e observação microscópica

Todas as raízes (n = 35) foram cortadas horizontalmente a 3, 6 e 9 mm do ápice, sobre abundante refrigeração com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) montado em uma ponta reta e micromotor, originando 105 cortes, com um total de 210 canais avaliados. Os grupos experimentais

totalizaram 180 secções avaliadas (n=60 por grupo) e o grupo controle foi constituído de 30 secções. Os cortes foram imersos em azul de metileno 2% para melhorar a visualização dos defeitos dentinários (von Arx et al., 2010), depois lavados e guardados imersos em água destilada até sua posterior avaliação. As análises a fim de se verificar a presença de defeitos dentinários nas amostras foram realizadas por três examinadores calibrados através da observação em microscópio estereoscópio (Coleman NSZ - 606TF, China), com aumento de 18 vezes, sob fonte de luz artificial do próprio equipamento da imagem da amostra capturada por máquina fotográfica digital (Sony Cybershot, DSC-W560, E.U.A), com abertura de lente de 2,875 (Figura 9). As fotos e as secções foram dispostas, sem identificação, por um operador que não participou da avaliação, denominando o estudo tipo cego à investigação. Em caso de dúvida e/ou discordância quanto à presença e o tipo de defeito dentinário, buscou-se o consenso.

Figura 9 - Secção de corte da raiz e fixação em placa de vidro para observação em microscópio estereoscópio.



4.6 Definição dos defeitos

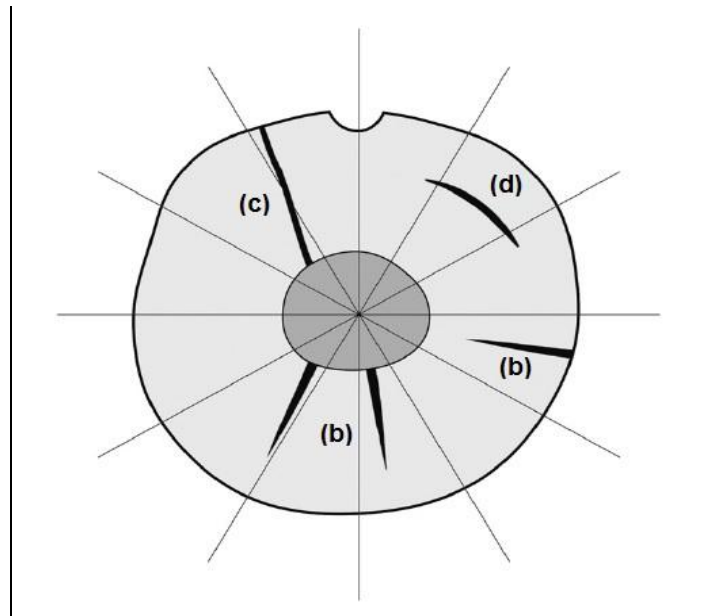
Com a finalidade de padronizar a definição dos defeitos dentinários, foi estabelecido uma classificação dos defeitos em três categorias distintas, como realizado no trabalho de Burklein et al., 2009 (Figura 10). Um desenho esquemático dos defeitos dentinários está representado na figura 11.

Figura 10: Quadro com definição dos defeitos dentinários.

| DEFEITO | DESCRIÇÃO |
|--------------------------|---|
| SEM DEFEITOS (a) | Dentina radicular sem nenhuma linha ou trinca nas superfícies interna e externa da raiz (Figuras 11 e 12 - Apêndice D). |
| TRINCA INCOMPLETA (b) | Linha que se estende da parede dentinária do canal radicular sem alcançar a superfície externa da raiz ou a linha que se estende da superfície externa da raiz e não alcança a luz do canal radicular (Figuras 13 e 14 - Apêndice D). |
| TRINCA COMPLETA (c) | Linha que se estende da parede dentinária do canal radicular até a superfície externa da raiz (Figuras 15, 16 e 17 - Apêndice D). |
| OUTROS DEFEITOS (d) | São todas as outras linhas que não alcançam nenhuma superfície da raiz ou se estendem na superfície da dentina, mas não alcançam as paredes do canal. |

Fonte: Burklein et al., 2009

Figura 11 - desenho esquemático dos defeitos dentinários avaliados.



Fonte: von Arx et al., 2010.

4.7 Análise estatística

Para a análise dos dados, utilizou-se o teste Z de Proporções para as amostras. Foi adotado um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). Primeiramente, verificou-se o número total de defeitos, ou seja, somando-se seus três tipos, entre os três sistemas. O total de cada amostra foi de 64, 66 e 64 canais, para os sistemas Reciproc[®], Protaper[®] e Manual, respectivamente. O gráfico B.1 (Apêndice B) apresenta o total de canais com e sem defeito, encontrados em cada sistema.

A mesma análise do total de defeitos foi feita em relação a cada nível. O Gráfico B.2 (Apêndice B) ilustra esses valores. O tamanho de cada amostra foi 60, 66 e 68 canais para os níveis de 3, 6 e 9 mm, respectivamente.

5 RESULTADOS

Ao se avaliar todas as secções de corte, nenhum defeito dentinário foi encontrado no grupo controle. Inicialmente comparou-se a proporção do total de defeitos entre os três sistemas. Comparando a formação de defeitos dentinários entre os sistemas Reciproc[®] e Protaper[®] e entre os sistemas Protaper[®] e Manual, não se constatou diferença estatística ($p > 0,05$). O contrário foi observado quando comparado os sistemas Reciproc[®] e Manual, apresentando diferença estatística entre eles com o valor de $p < 0,05$. A tabela C.1 demonstra os resultados do Teste de Proporções nas comparações entre os sistemas.

Tabela C.1 - Teste de Proporções do número Total de Defeitos entre os Sistemas Reciproc, Protaper e Manual.

| Sistemas | Defeitos | Proporção | P-valor |
|----------|----------|-----------|----------|
| Reciproc | 9 | 0,141 | 0,375067 |
| Protaper | 6 | 0,091 | |
| Reciproc | 9 | 0,141 | 0,008418 |
| Manual | 1 | 0,016 | |
| Protaper | 6 | 0,091 | 0,057272 |
| Manual | 1 | 0,016 | |

Com relação aos números de defeitos entre os níveis de 3, 6 e 9 mm não foi constatado diferença estatística significativa ($p > 0,05$). A tabela C.2 apresenta os resultados dos testes de comparações entre os diferentes níveis.

Tabela C.2 - Teste de Proporções do número Total de Defeitos entre os Níveis de 3, 6 e 9 mm.

| Níveis | Defeitos | Proporção | P-valor |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Três milímetros | 3 | 0,050 | 0,244958 |
| Seis milímetros | 7 | 0,106 | |
| Três milímetros | 3 | 0,050 | 0,398493 |
| Nove milímetros | 6 | 0,088 | |
| Seis milímetros | 7 | 0,106 | 0,727435 |
| Nove milímetros | 6 | 0,088 | |

Em seguida, compararam-se os sistemas Reciproc[®], Protaper[®] e Manual, quanto à presença de cada tipo de defeito. A classificação Outros Defeitos não foi encontrado em nenhuma unidade experimental do estudo.

Trincas completas foram constatadas nos três sistemas estudados, não apresentando diferença estatisticamente significativa entre eles ($p > 0,05$).

Comparando-se os sistemas Reciproc[®] e Protaper[®] com relação às Trincas Incompletas, não foi constatada diferença estatística entre as proporções dos dois sistemas ($p > 0,05$). Para a comparação dos sistemas Reciproc[®], Protaper[®] e Manual em relação ao tipo de defeito, foram realizados os testes apresentados nas Tabelas C.3.

Tabela C.3 - Teste de Proporções dos tipos de defeitos entre os Sistemas Reciproc, Protaper e Manual.

| Tipo de Defeito | Sistemas | Defeitos | Proporção | P-valor |
|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Trinca Completa | Reciproc | 1 | 0,016 | 0,982505 |
| | Protaper | 1 | 0,015 | |
| | Reciproc | 1 | 0,016 | 1 |
| | Manual | 1 | 0,016 | |
| | Protaper | 1 | 0,015 | |
| | Manual | 1 | 0,016 | |
| Trinca Incompleta | Reciproc | 8 | 0,125 | 0,349459 |
| | Protaper | 5 | 0,076 | |

Também se efetuou a análise do tipo de defeito encontrado entre os sistemas Reciproc[®] e Protaper[®] e Manual, levando-se em conta cada nível (3, 6 e 9 mm). Em alguns casos, o teste de Proporções não foi realizado devido a alguma das proporções apresentarem valor zero. O teste foi realizado em relação às Trincas Incompletas nos níveis de 6 e 9 mm com os sistemas Reciproc[®] e Protaper[®]. Realizou-se, também, com relação às trincas completas em 9 mm, comparando Reciproc[®] e Manual, não apresentando diferença estatística significativa nos dois casos ($p > 0,05$). Para a comparação dos sistemas Reciproc[®], Protaper[®] e Manual, em relação ao tipo de defeito e o nível, foram realizados os testes apresentados nas Tabelas C.4.

Tabela C.4 - Teste de Proporções dos defeitos dentinários entre os sistemas Reciproc, Protaper e Manual em relação aos níveis.

| Tipo de Defeito | Nível | Sistemas | Defeitos | Proporção | P-valor |
|------------------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Trinca Completa | 9 mm | Reciproc | 1 | 0,048 | 0,947487 |
| | | Manual | 1 | 0,043 | |
| Trinca Incompleta | 6 mm | Reciproc | 4 | 0,182 | 0,379621 |
| | | Protaper | 2 | 0,091 | |
| | 9 mm | Reciproc | 1 | 0,048 | 0,362831 |
| | | Protaper | 3 | 0,125 | |

6 DISCUSSÃO

O objetivo da instrumentação endodôntica é a completa remoção dos tecidos pulpaes, microrganismos e debris, aumentando – se o diâmetro do canal radicular e criando uma forma cônica que permita uma obturação adequada de todo o sistema de canais radiculares (SHILDER, 1964). Entretanto, o preparo mecânico do canal e os demais procedimentos endodônticos somados às restaurações das estruturas dentárias podem causar danos à dentina radicular resultando em trincas e/ou fraturas radiculares (MEISTER et al., 1980).

O corte das coroas na junção cimento-esmalte pode resultar em defeitos dentinários. No trabalho de Bier et al. (2009), devido aos grupos-controle não apresentarem nenhum defeito dentinário, sugere-se que a metodologia não interfira na indução de fraturas radiculares. Isso está de acordo com Hin et al. (2013), onde o grupo controle não apresentou trincas implicando que a metodologia de corte não induz danos à dentina. Pode-se concluir que as trincas observadas são em decorrência dos procedimentos endodônticos.

Na presente investigação foram utilizadas raízes mesiais de molares inferiores e apesar de todos os dentes serem inspecionados com microscópio e com radiografias periapicais para identificação de trincas e fraturas antes de se começar o experimento, muitas trincas são internas e não são detectáveis na superfície externa da raiz.

Estudos têm reproduzido o ligamento periodontal e o alvéolo dentário durante o preparo dos canais radiculares para mimetizar a distribuição das forças ao redor das raízes. No presente trabalho, optamos em simular o ligamento periodontal seguindo a metodologia empregada por Soares et al. (2005), a fim de se tornar o estudo *in vitro* o mais próximo possível das condições clínicas.

Irrigação ultrassônica é um procedimento clínico comum na endodontia atual e tem como objetivo realizar uma maior limpeza das paredes dos canais radiculares. Segundo o trabalho de Bier et al. (2009), o uso de irrigação ultrassônica não influencia na origem de defeitos dentinários, uma vez que ao se usar em raízes instrumentadas por limas K manuais e S-Apex[®] não se desenvolveram trincas.

O sistema ProTaper[®] Universal é um dos sistemas endodônticos de níquel-titânio mais populares e eficientes encontrados no mercado. Instrumentos rotatórios

requerem menor tempo para se preparar o canal radicular comparado com limas manuais. Porém, resultam em uma fricção maior entre as limas e as paredes do conduto (BIER et al., 2009). Através da análise do estudo com elementos finitos, Kim et al., em 2010, compararam a geração de estresse na região apical de três instrumentos rotatórios de NiTi e registraram alta tensão compressiva na dentina com o uso das limas do sistema Protaper[®], que pode levar a subsequente formação de defeitos dentinários.

O uso do sistema Reciproc[®] para este estudo foi determinado por ser uma cinemática nova de instrumentação dos canais e por utilizar apenas uma lima para se realizar toda a etapa de preparo biomecânico do sistema de canais radiculares. Ao contrário das demais técnicas, onde várias limas são utilizadas, partindo-se de instrumentos mais finos avançando para os mais calibrosos, a medida que se desgata as paredes dos canais, este sistema parte do princípio de que o uso de apenas uma lima em movimento reciprocante é o suficiente para se preparar o canal radicular (YARED, 2008). Levanta-se a hipótese que, usando apenas um instrumento para completar todo o preparo biomecânico, um maior estresse possa ser gerado comparado com a instrumentação com um sistema que possui uma sequência de limas a ser usado (BURKLEIN et al., 2013). Assim, a incidência de defeitos dentinários pode ser aumentado. Considerando a alta tensão gerada por esta lima nas paredes dentinárias e por ter poucos artigos relacionados à formação de defeitos com esta nova tecnologia, optou-se em se estudar a sua influência na geração de trincas dentinárias, comparando-a com o sistema Protaper[®] e instrumentação manual.

Ao examinar dentes após instrumentação manual e obturação com a técnica de compactação lateral, Wilcox et al., em 1997, constataram a ausência de trincas na dentina radicular, e que somente após o retratamento dos mesmos, com o maior alargamento dos canais, que se foi possível verificar a existência de defeitos dentinários. Eles concluíram que, quanto mais dentina fosse removida, maior a chance de ocorrer fraturas. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Bier et al. (2009) e Adorno et al. (2013), que sugeriram que as fraturas não são um fenômeno instantâneo ao procedimento endodôntico, mas uma continuidade de defeitos dentinários pré-existent.

Bier et al. (2009) registraram que instrumentos rotatórios produziram, significativamente, mais linhas de fraturas e defeitos dentinários que os instrumentos manuais. Os autores atribuíram esta desvantagem ao alto número de rotações e a secção de corte das limas. Durante a instrumentação, o canal é modelado via contato direto entre o instrumento e paredes do canal, criando uma concentração de estresse momentânea na dentina. Esta concentração momentânea pode levar à defeitos dentinários e fraturas radiculares.

Sathorn et al., em 2005, comparando a suscetibilidade das técnicas manuais e rotatórias em produzir fraturas radiculares, afirmaram que a instrumentação rotatória não reduziu a susceptibilidade à fratura das raízes testadas, não havendo diferença na tensão de fratura entre as duas técnicas.

Bier et al. (2009) e Hin et al. (2013) afirmaram que a conicidade do preparo dos canais radiculares pode ser um fator contribuinte na geração de defeitos dentinários. Nestes trabalhos observou-se que todos os grupos preparados com limas rotatórias de NiTi com conicidade 0,06 apresentaram defeitos dentinários e a instrumentação com limas manuais não produziu danos a dentina. Nosso trabalho reforça esta afirmação visto que, somente nos grupos em que se utilizaram limas com alta conicidade apresentaram formação de trincas radiculares. Contrário a esta informação, Lam et al. (2005) observaram que o aumento do preparo apical e da conicidade do canal não diminuiu a resistência à fratura das raízes comparado com a instrumentação com limas manuais.

O comprimento de trabalho também é um fator que pode predispor as raízes à formação de defeitos dentinários. Adorno et al., em 2009, ao estudar a instrumentação dos canais com comprimentos de trabalho diferentes verificou que ao se realizar o preparo dos canais em toda sua extensão causou mais trincas do que a 1 mm do forame apical. Eles sugeriram que a ponta do instrumento a 1 mm aquém da saída foraminal possui quantidade de dentina suficiente para resistir à formação de trincas. Baseado neste estudo, a instrumentação das nossas raízes foi realizada a 1 mm do comprimento total da raiz e patência realizada com limas K #10 para se minimizar fatores predisponentes a origem de trincas dentinárias.

Alguns estudos *ex vivo* mostraram uma menor incidência de trincas (SHEMESH; BIER, 2009). Contudo, o presente trabalho está de acordo com estudos de Wilcox (1997) e Shemesh et al. (2011). A maioria dos estudos *in vitro* tem

avaliado a incidência de defeitos dentinários após o preparo biomecânico em dentes unirradiculares com apenas um canal radicular. A exemplo do trabalho de Paqué et al. (2011), raízes mesiais de molares inferiores foram escolhidas para o estudo por conterem dois canais com formas anatômicas e ângulos de curvaturas semelhantes entre si. Ambos os canais méso-vestibular e méso-lingual foram instrumentados em nosso trabalho. Por outro lado, com a repetição do preparo nestas raízes, pode-se aumentar a incidência de defeitos.

Kim et al., em 2010, sugeriram que a secção de corte dos instrumentos afeta diretamente o estresse apical e a tensão concentrada nas paredes durante a instrumentação dos canais que podem, com isso, aumentar a formação de defeitos dentinários. Em nosso trabalho foi utilizado limas rotatórias com a mesma conicidade, mas com secções diferentes. As limas Protaper[®] e R25 possuem, em sua secção transversal, a forma triangular convexa e forma de S com dois ângulos de corte, respectivamente. Os resultados do nosso estudo mostraram uma maior incidência de defeitos com a utilização de limas R25, contrário ao trabalho de Kim et al. (2010), na qual a lima Protaper[®] produziu um maior dano as paredes dentinárias.

Em nosso estudo, igualmente ao trabalho de Burklein et al. (2013), foi revelado que defeitos dentinários ocorreram independente do tipo de instrumento usado e que, de uma forma geral, o sistema Reciproc[®] apresentou um maior número de defeitos comparado com o sistema rotatório Protaper[®], mas sem diferença estatística entre eles ($p > 0,05$). No corte de 3 e 6 mm, o sistema Reciproc[®] apresentou mais trincas que o sistema Protaper[®] o que se assemelha ao trabalho de Burklein et al. (2013), onde o sistema Reciproc[®] formou mais trincas incompletas em 3 mm, apresentando diferença estatística significativa ($p < 0,05$). A diferença entre os instrumentos testados de acordo com a incidência de defeitos dentinários pode ser devido à técnica de preparo e a secção de corte dos instrumentos (KIM et al., 2010). A forma de S dos instrumentos Reciproc[®] aumenta sua capacidade de corte e de sua resistência torsional. Isso deve ser avaliado em mais estudos, pois o aumento das forças torsionais combinados com uma maior eficiência de corte, como a encontrada nos instrumentos Reciproc[®], são geralmente associados com o aumento do risco de criar defeitos dentinários (BURKLEIN et al., 2013).

Com relação ao preparo das raízes do grupo instrumentado com limas manuais, antes de se realizar a instrumentação completa dos canais radiculares foi

realizado o preparo da embocadura dos canais com Gates Glidden nº 2, 3 e 4. Este procedimento melhora a precisão na medida do comprimento de trabalho, evita o transporte do canal e reduz o tempo de trabalho. Em apenas um espécime foi encontrado uma fratura completa. Supõe-se que deva ser ocasionado devido à ação das Gates Glidden 3 e 4 na embocadura do canal uma vez que a fratura ocorreu no corte de 9 mm. Isso está de acordo com o trabalho de Liu et al. (2013), onde não foram encontradas trincas nas secções de cortes do grupo controle, mostrando que Gates-Glidden nº 2 utilizada em movimento de rotação contínua na parte mais coronária da raiz não causou trincas. Já no trabalho de Shemesh et al. (2009), o prévio preparo da embocadura dos canais foi realizado com Gates Glidden nº 3 e 4 e não foi observado nenhum tipo de defeito dentinário relacionado com seu uso.

A força de resistência das raízes está diretamente relacionada à quantidade de remanescente dentinário após o preparo biomecânico do canal radicular e a obturação das mesmas não aumenta sua resistência à fratura (ZANDBIGLARI et al., 2006). O preparo do canal, que pode comprometer a resistência à fratura das raízes, tem um efeito significativo na incidência de trincas apicais e defeitos dentinários (SATHORN et al., 2005, ADORNO et al., 2009). Exceto em raízes muito enfraquecidas, o procedimento de obturação dos canais mostrou não ser a principal causa de fraturas radiculares verticais, pois segundo o trabalho de Lertchirakarn et al. (1999), as forças geradas durante a compactação lateral são geralmente inferiores as necessárias para fraturar as raízes. Contudo, a compactação lateral tem um efeito significativo na incidência de trincas completas e incompletas como observado nos estudos de Shemesh et al. (2010).

O preparo dos canais com instrumentos rotatórios podem causar danos a dentina (BIER et al., 2009). Ao se realizar o procedimento por duas vezes, como o caso de retratamentos, o número de defeitos pode ser aumentado. Isto é verificado nos trabalhos de Shemesh et al. (2011), onde os danos foram progressivamente aumentados à medida que as raízes foram sendo desobturadas e gradativamente alargadas em seu diâmetro.

O método de obturação dos canais radiculares tem relação direta com a formação de trincas e fraturas radiculares. Barreto et al. (2012) afirmaram que não houve fraturas nos dentes que não foram obturados e também naqueles que foram

obturados pela técnica passiva. Já os que foram obturados com pressão apical, fraturas radiculares foram observadas.

Estudos prévios têm registrado que a força necessária para se produzir fraturas radiculares verticais estão entre 40 N e 150 N (LAM et al., 2005). Esses estudos têm demonstrado que a força necessária para se fraturar as raízes são muito maiores que as empregadas durante a condensação lateral e que, reduzindo as forças aplicadas em procedimentos endodônticos e restauradores como a colocação de pinos, reduziria o risco de fraturas.

Fraturas radiculares verticais são um importante problema clínico, com prognóstico desfavorável ao dente, sendo a extração a solução mais indicada. Segundo Sathorn et al. (2005), a fratura radicular vertical pode ser iniciada de defeitos dentinários pré-existentes originados dos procedimentos endodônticos prévios. Para Meister et al. (1980), as razões que levam ao desenvolvimento de fratura radicular vertical são a expansão volumétrica dos pinos intrarradiculares metálicos devido à corrosão, o efeito de cunha de coroas protéticas e a excessiva pressão durante a condensação lateral da guta-percha durante a obturação dos canais.

É importante que se estude os diferentes sistemas de instrumentação dos canais radiculares, com seus instrumentos e movimentos específicos, pois sua ação no interior dos condutos geram defeitos dentinários que podem progredir para uma fratura radicular. Faz-se necessário também, avaliar as técnicas de obturação e de preparo protético das estruturas remanescentes, identificando quais são as menos traumáticas para as estruturas radiculares. A avaliação do risco / benefício por parte do profissional em se executar tais procedimentos consiste em analisar a iminência em causar danos a dentina radicular e o impacto sobre os resultados do tratamento.

7 CONCLUSÕES

a) O sistema Reciproc[®] provocou a formação de defeitos dentinários na dentina radicular de molares permanentes;

b) Quando comparado aos sistemas rotatório e manual, o sistema Reciproc[®] apresentou um maior número de defeitos dentinários.

REFERÊNCIAS*

Abou-rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. J Am Dent Assoc 1980; 101:792-4.

Adorno CG, Yoshioka T, Jindan P, Kobayashi C, Suda H. The effect of endodontic procedures on apical crack initiation and propagation ex vivo. Intern Endodon J 2013; 46:763-8.

Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. Crack initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. J Endodon 2011; 37(4):522-5.

Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The Effect of Root Preparation Technique and Instrumentation Length on the Development of Apical Root Cracks. J Endodon 2009; 35(3):389-92.

Barreto MS, Moraes RA, Rosa RA, Moreira CHC, Reis MV, Bier CAS. Vertical root fractures and dentin defects: effects of root canal preparation, filling and mechanical cycling. J Endodon 2012; 38(8):1135-9.

Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru Filho M, Wesselink PR, Wu M. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. J Endodon 2009; 35(2):236-8.

Burklein S, Tsotsis P, Schafer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. J Endodon 2013; 39(4):501-4.

*Estilo Vancouver apresentado pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, publicadas inicialmente em 1979.

Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely canals. *Int Endodon J* 1985; 18:1-7.

Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Fabbro M. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endodon* 2011; 37(10):1398-401.

Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTM, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of reciproc r25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endodon* 2012; 38(5):684-7.

Goerig AC, Michelich RJ, Schultz, H.H. Instrumentation of root canals in molar using step down technique. *J Endodon* 1982; 8(12):550-4.

Hin ES, Wu M, Wesselink PR, Shemesh H. Effects of Self-Adjusting File, Mtwo, and ProTaper on the root canal wall. *J Endodon* 2013; 39(2):262-4.

Kim H, Kwak S, Cheung GS, Ko D, Chung S. Cyclic Fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endodon* 2012; 38(4):541-4.

Kim H, Lee M, Yum J, Versluis A, Lee C, Kim B. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endodon* 2010; 36(7):1195-99.

Lam PPS, Joseph EAP, Harold HM. Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. *J Endodon* 2005; 31(7):529-32.

Lertchirakam V, Palamara JEA, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endodon* 2003; 29(8):523-8.

Liu R, Hou BX, Wesselink PR, Wu M, Shemesh H. The Incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endodon* 2013; 39(8):1054-6.

Liu R, Kaiwar A, Shemesh H, Wesselink P, Hou B, Wu M. Incidence of apical root cracks and apical dentinal detachments after canal preparation with hand and rotary files at different instrumentation lengths. *J Endodon* 2013; 39(1):129-32.

Mahran AH, AboEl-Fotouh MM. Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal volume by using multislice computed tomography. *J Endodon* 2008; 34(10):1219-22.

Marshall FJ, Pappin J. A crown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. technique manual. Portland Oregon Health Science University 1980.

Meister F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg* 1980; 49(3):243-53.

Mullaney TP, Petrich JD. The ledge root canal: cause, prevention and correction. *J Kentucky Dent Ass* 1968; 20:15.

Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 1979; 23(4):575-92.

Paqué F, Zehnder M, De Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endodon* 2011; 37(10):1394-7.

Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985; 11(5):203-11.

- Sathorn C, Palamara JEA, Messer H. A comparison of the effects of two canal preparation techniques on root fracture susceptibility and fracture pattern. *JOE* 2005; 31(4):283-7.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1964; 18(2):269-96.
- Shemesh H, Bier CSA, Wu M, Tanomaru Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endodon J* 2009; 42:208-13.
- Shemesh H, Roeleveld AC, Wesselink PR, Wu M. Damage to root dentin during retreatment procedures. *J Endodon* 2011; 37(1):63-6.
- Soares CJ, Pizi ECG, Fonseca RB, Martins LRM. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res* 2005; 19(1):11-6.
- VDW. Sistema Reciproc. Disponível em: < <http://www.vdw-reciproc.com>>. Acesso em: 18 Maio 2012.
- von Arx T, Kunz R, Schneider AC, Burgin W, Lussi A. Detection of dentinal cracks after root-end resection: microscopy and endoscopy with scanning electron microscopy. *J Endodon* 2010; 36(9):311-4.
- Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endodon* 1988; 14(7):346-51.
- Wilcox L, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endodon* 1997; 23(8):533-4.
- Yared G. Canal preparation using only one NiTi rotary Instrument: preliminary observations. *Int Endodon J* 2008; 41:339-44.

You S, Kim H, Bae K, Baek S, Kum K, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endodon* 2011; 37(9):1296-300.

Youldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal Microcrack Formation during Root Canal Preparations by Different NiTi Rotary Instruments and the Self-Adjusting File. *J Endodon* 2012; 38(2):232-5.

Zandbiglari T, Davids H, Schafer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 101:126-31.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. É necessário decidir se quer participar ou não, assim como pedir autorização ao seu pai ou à sua mãe, ou ao responsável por você, desde que ele seja maior de idade. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia atentamente o texto abaixo, e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que surgir. Esta pesquisa está sendo conduzido pelo Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira (Orientador) e Leandro César Ferreira aluno de Pós Graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia da UFMS.

Porque a pesquisa está sendo feita?

O sistema Reciproc® é um método novo de se instrumentar (limpar) os canais radiculares, o qual se apresenta bastante vantajoso para essa finalidade. No entanto o que precisamos ainda saber, é se os métodos preconizados pelo fabricante do Reciproc® para limpar os canais geram algum dano as raízes dos dentes como trincas.

Quem participará desta pesquisa?

As pessoas estudadas devem ser pacientes que sofrerão o tratamento de extração dos dentes molares (1º, 2º e/ou 3º) inferiores. Na realidade o que precisamos é da doação do elemento dental que será extraído após o diagnóstico do dentista que o(a) atende.

Quem não pode ou não deve participar deste estudo?

Pessoas que não tenham a indicação prévia de extração dos dentes molares inferiores e indígenas.

O que serei solicitado a fazer?

Somente autorizar aqui nesse documento a doação do dente extraído.

Quantas outras pessoas estarão participando deste estudo?

Não é preciso o número de participantes no estudo. Precisamos de aproximadamente 60 dentes doados para realizarmos uma pesquisa bem embasada em testes clínicos.

Que prejuízos podem acontecer comigo se eu participar deste estudo?

Nenhum, pois você estará doando um elemento dental para que possamos estudá-lo para melhorar o conhecimento sobre as novas técnicas de limpeza que podem favorecer o tratamento de canal, gerando mais conforto e sucesso ao tratamento.

Quem poderá saber que estou participando do estudo?

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo e o Comitê de Ética que autoriza esta pesquisa terão acesso aos seus dados para verificar as informações do estudo.

Quem devo chamar se tiver qualquer dúvida ou algum problema?

Em caso de dúvidas ou problemas você pode ligar para Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira na telefone 67 – 33457385 e Leandro César Ferreira no telefone 67-3029-0089. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo, chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS no telefone 3345-7186.

Eu posso me recusar a participar do estudo?

Sua participação neste estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo. Você não perderá qualquer benefício ao qual tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Caso concorde em participar, você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas, e que autorizo a participação voluntária neste estudo do menor

.....,
declarando ser seu responsável neste ato.

Responsável:

Nome:

Identidade:

Endereço:

.....

Elementos dentais doados:

Assinatura :

Data :/...../.....

Pesquisadores :

Nome : Key Fabiano Souza Pereira e Leandro César Ferreira

Assinatura :

Data :/...../.....

APÊNDICE B

Gráfico B.1. Gráfico de Barras com o total de Defeitos por Sistema

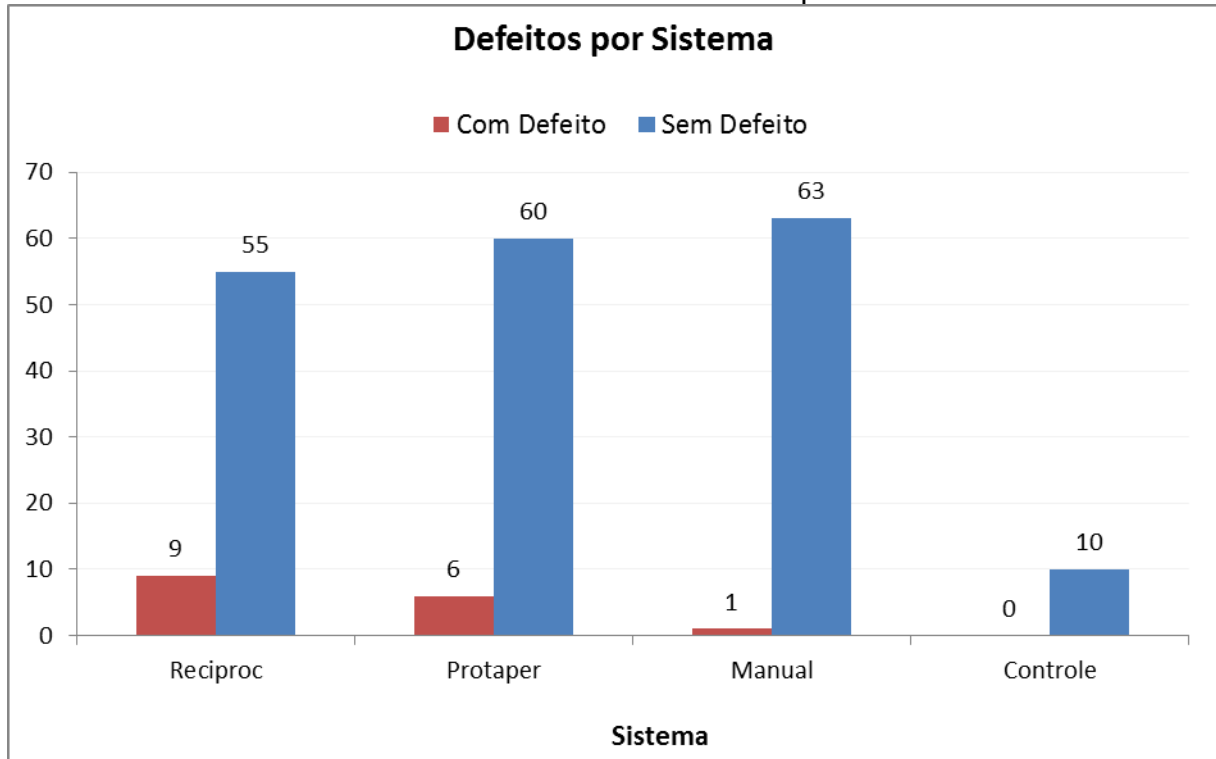


Gráfico B.2. Gráfico de Barras com o total de Defeitos por Nível

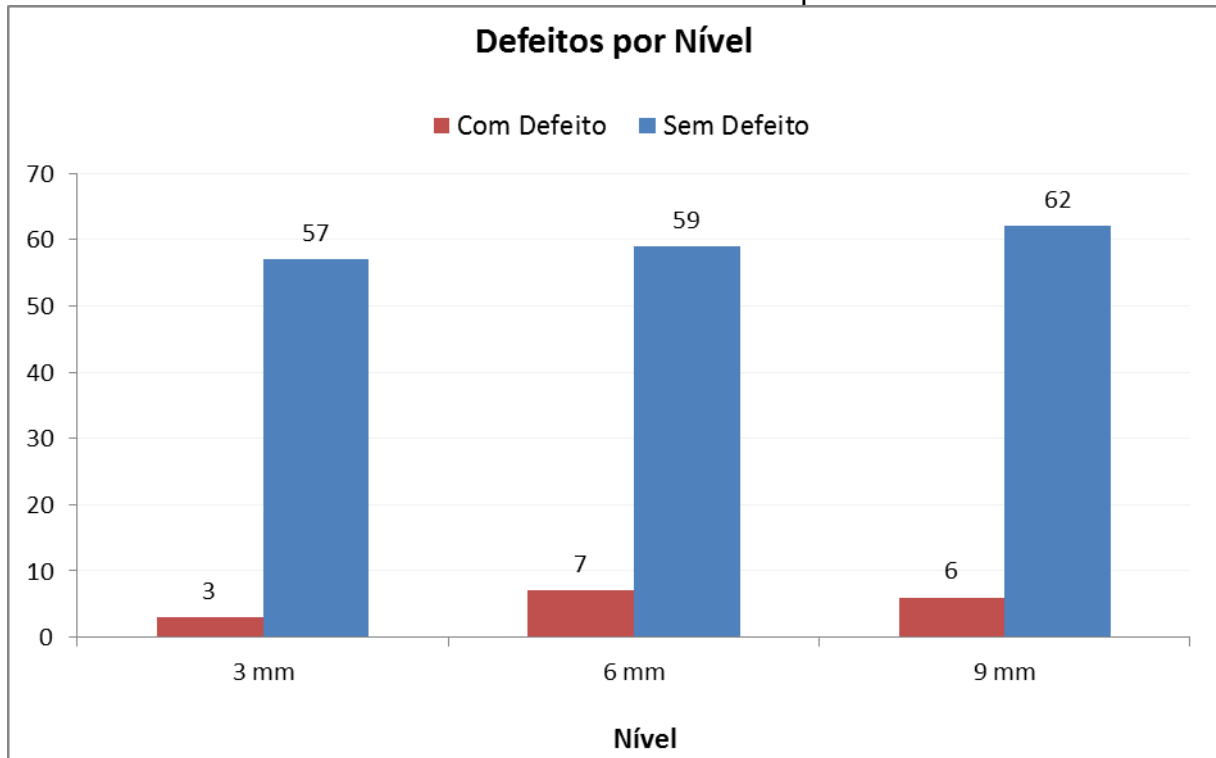


Gráfico B.3. Gráfico de Barras com o total de Trincas Completas por Sistema

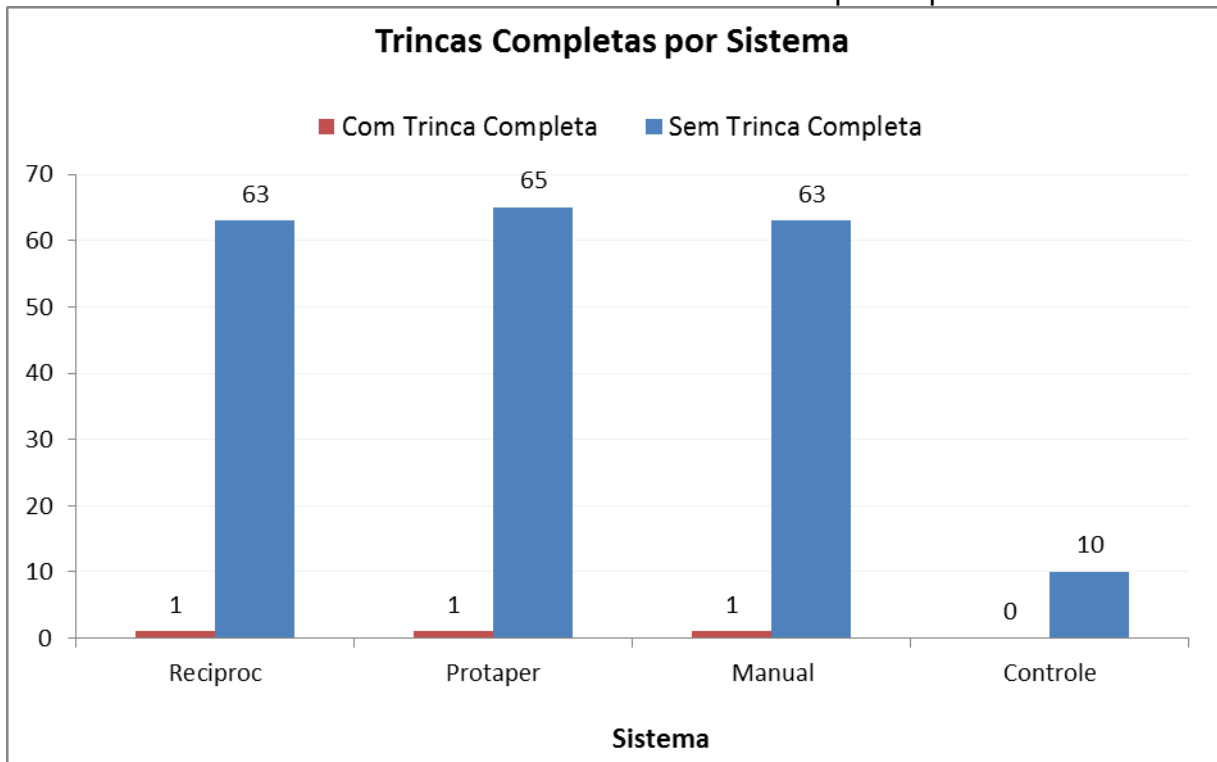


Gráfico B.4. Gráfico de Barras com o total de Trincas Incompletas por Sistema

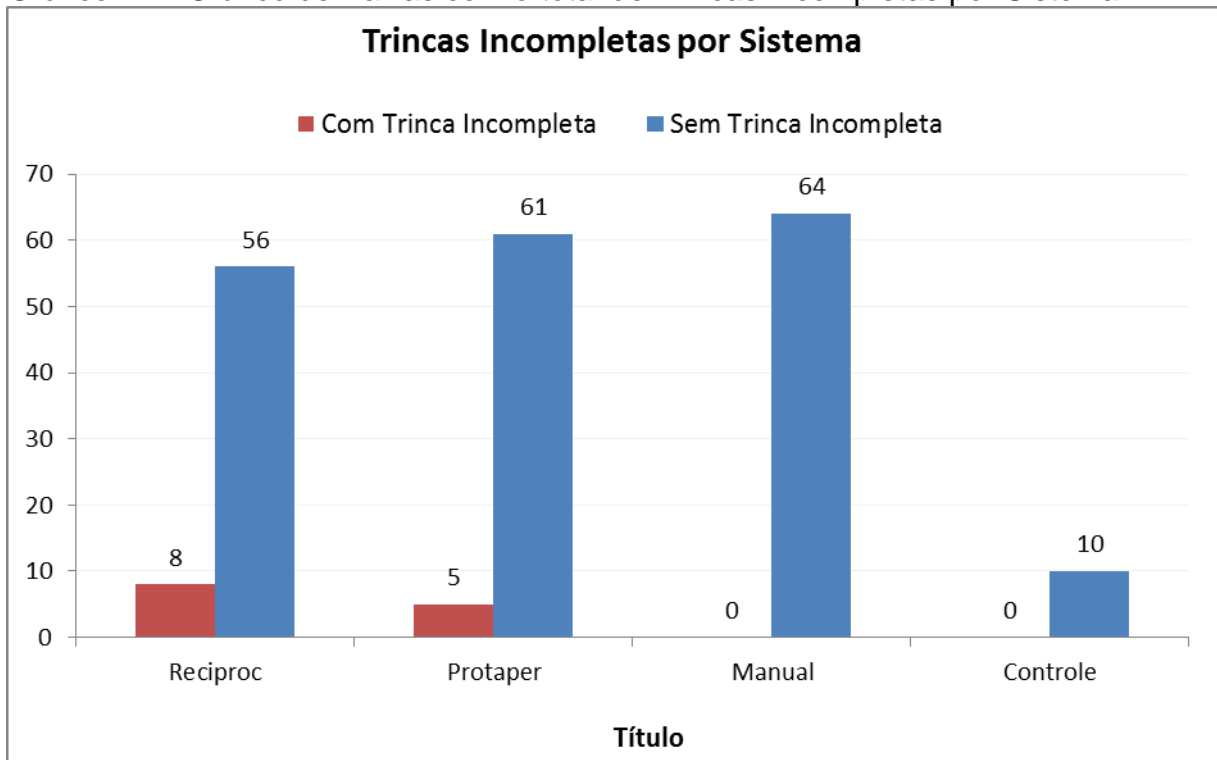


Gráfico B.5. Gráfico de Barras de Trincas Completas por Sistema no Nível de 3 mm

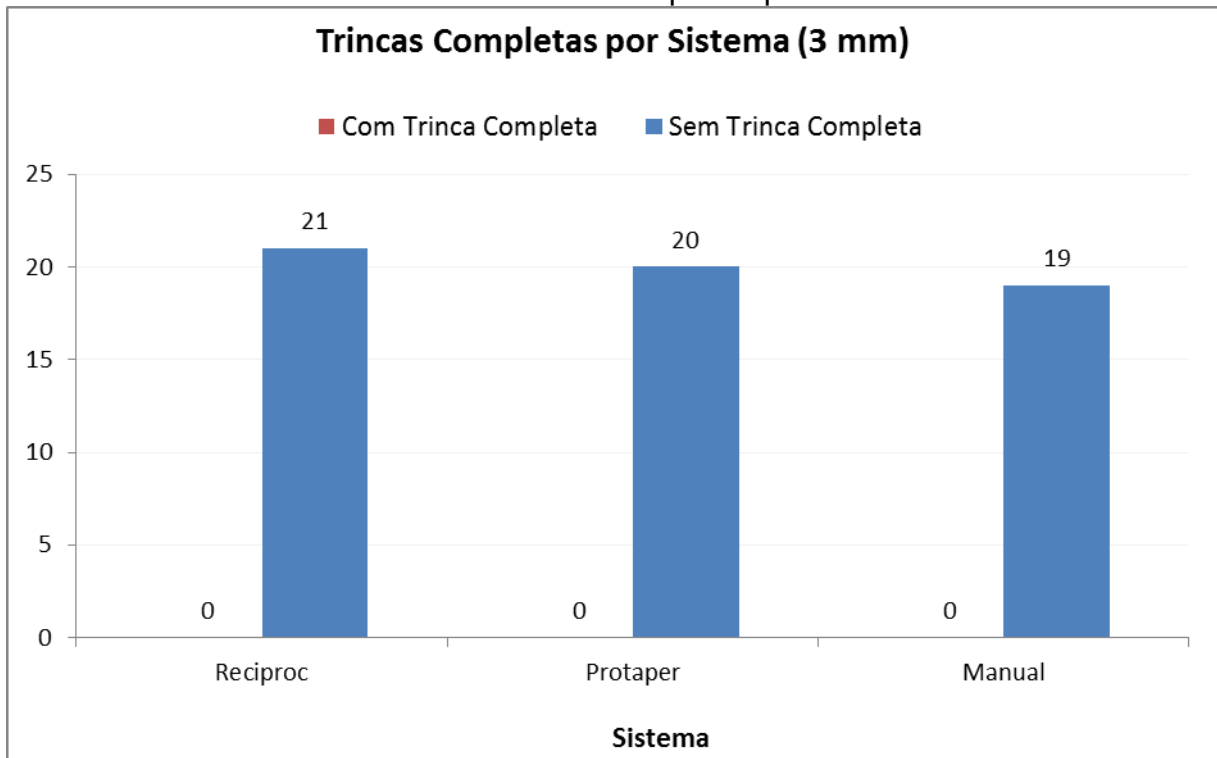


Gráfico B.6. Gráfico de Barras de Trincas Incompletas por Sistema no Nível de 3 mm

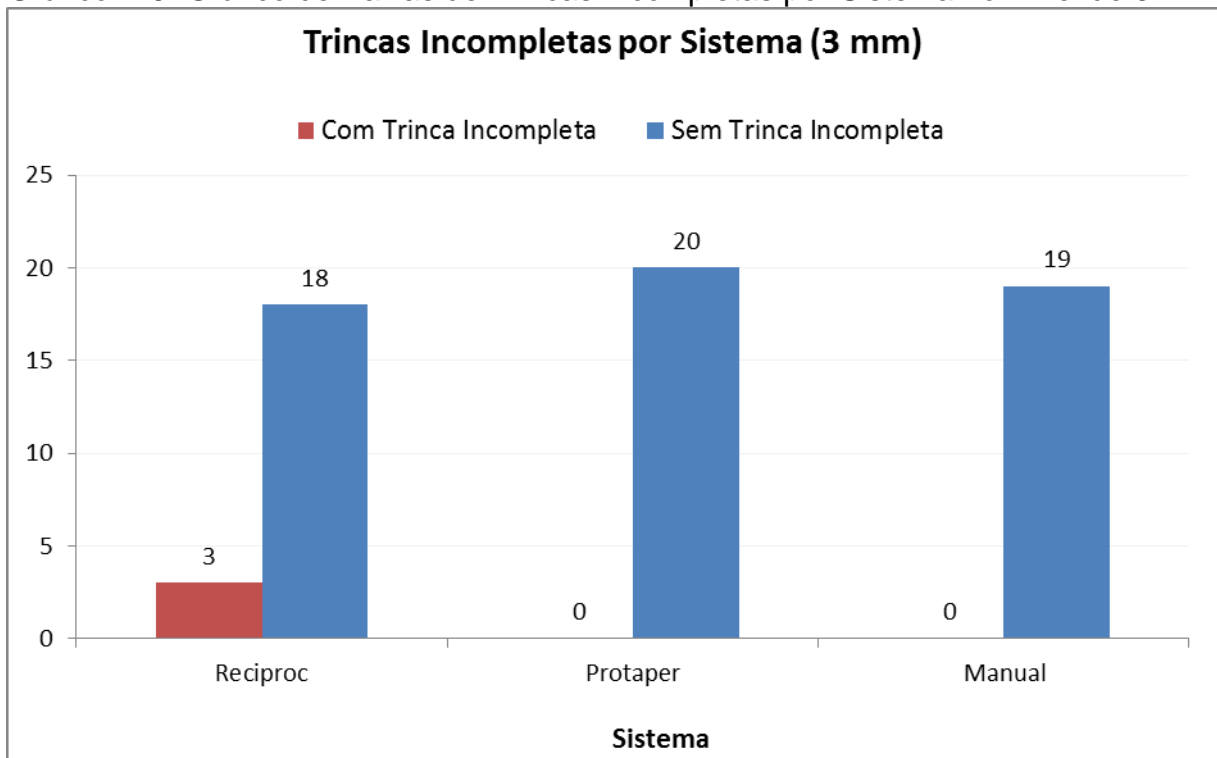


Gráfico B.7. Gráfico de Barras de Trincas Completas por Sistema no Nível de 6 mm

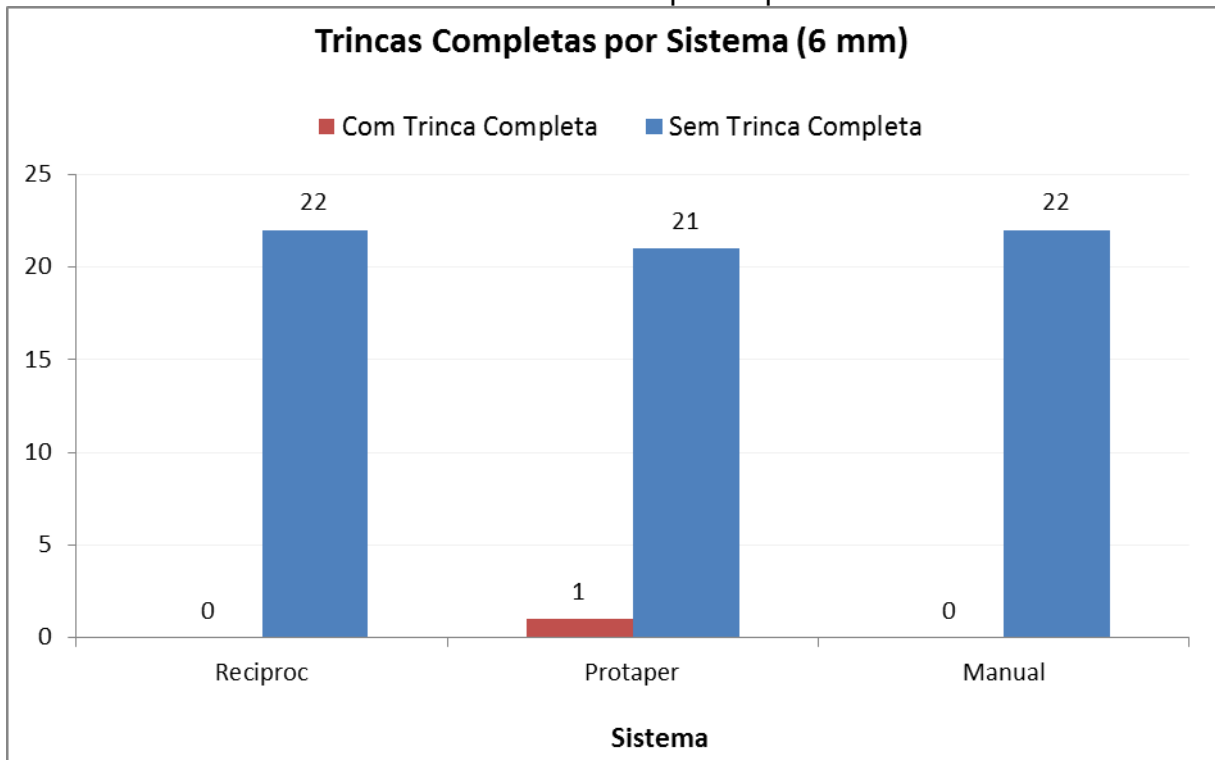


Gráfico B.8. Gráfico de Barras de Trincas Incompletas por Sistema no Nível de 6 mm

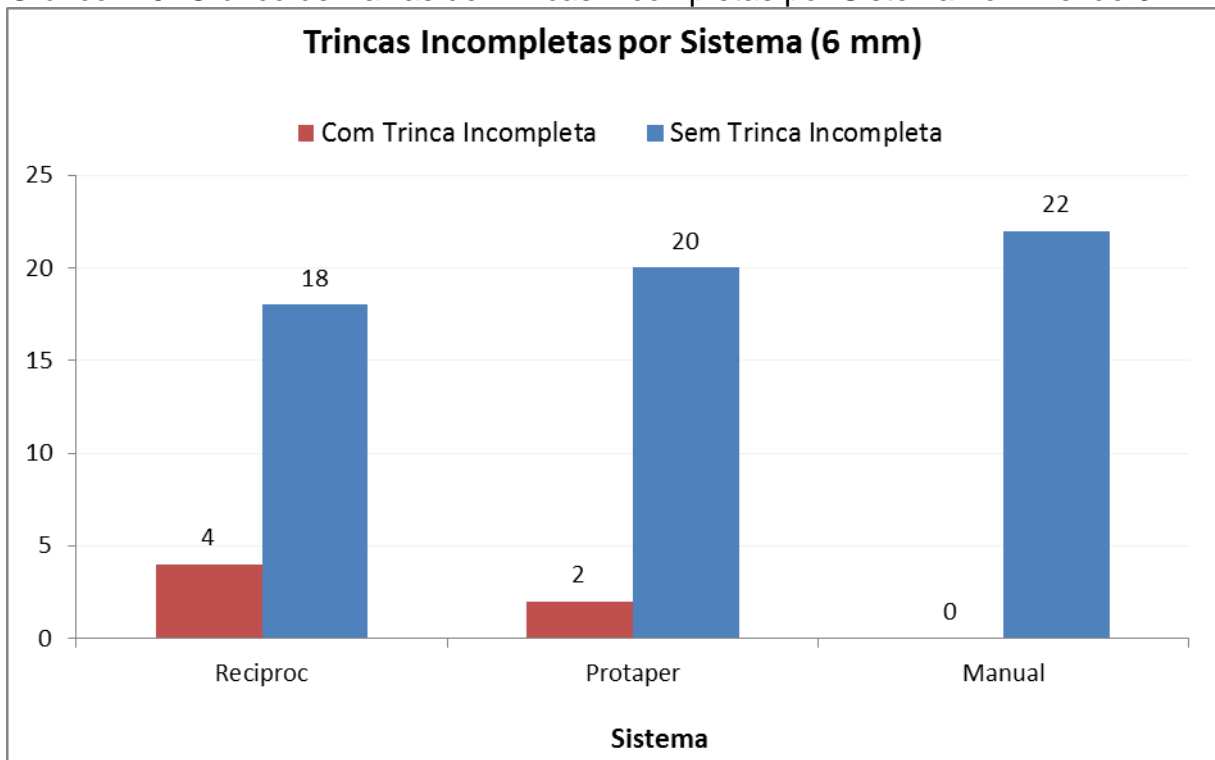


Gráfico B.9. Gráfico de Barras de Trincas Completas por Sistema no Nível de 9 mm

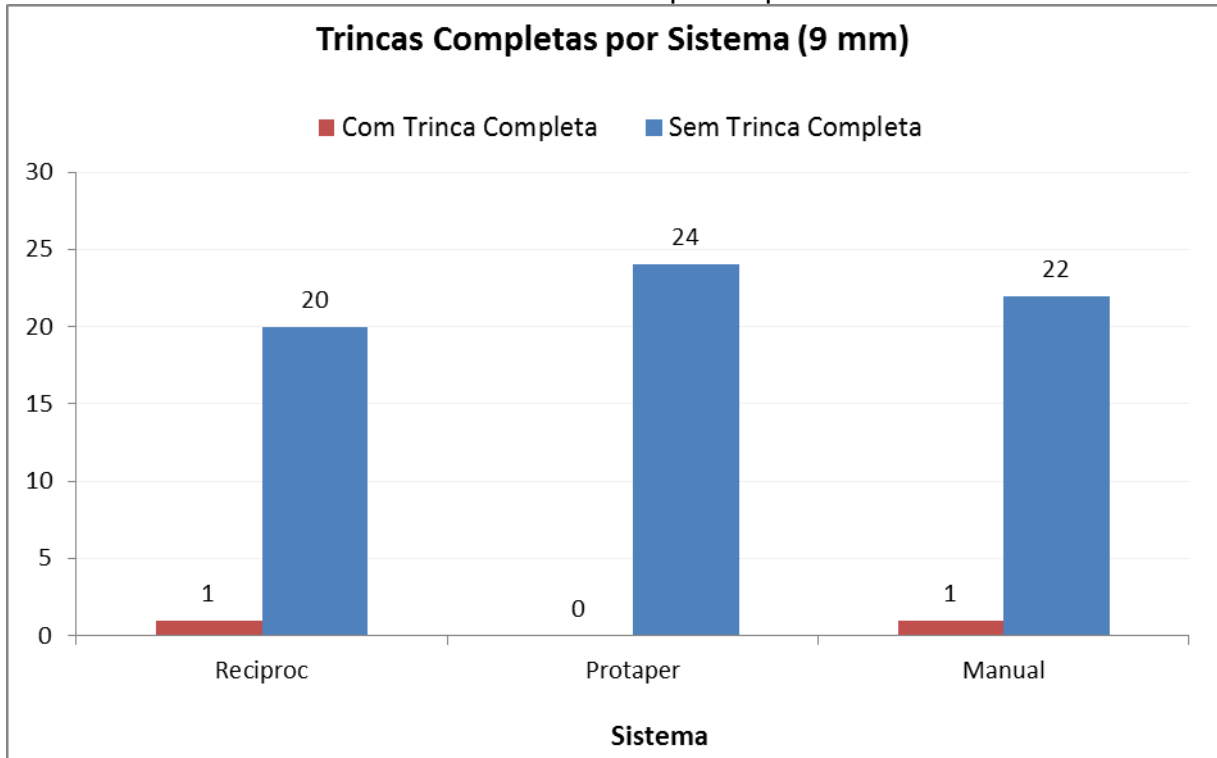
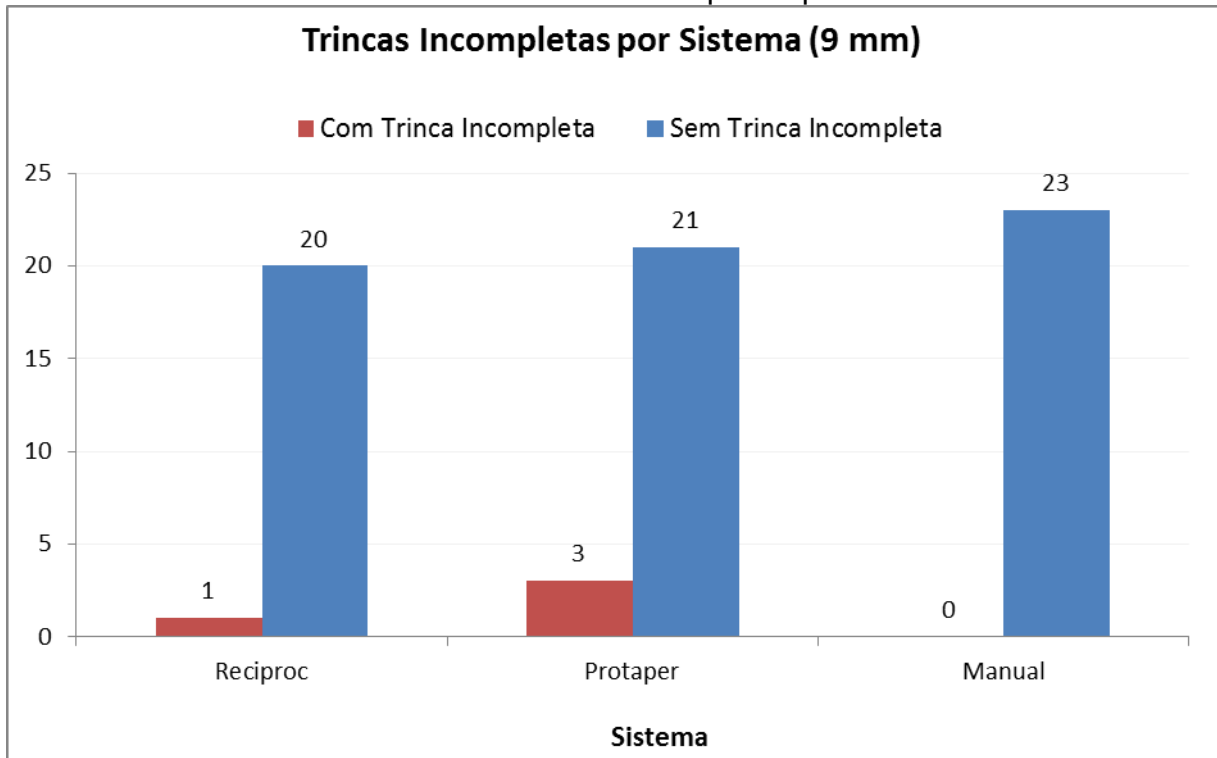


Gráfico B.10. Gráfico de Barras de Trincas Incompletas por Sistema no Nível de 9 mm



APÊNDICE C

Tabela C.1 - Teste de Proporções do número Total de Defeitos entre os Sistemas Reciproc, Protaper e Manual.

| Sistemas | Defeitos | Proporção | P-valor |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Reciproc | 9 | 0,141 | 0,375067 |
| Protaper | 6 | 0,091 | |
| Reciproc | 9 | 0,141 | 0,008418 |
| Manual | 1 | 0,016 | |
| Protaper | 6 | 0,091 | 0,057272 |
| Manual | 1 | 0,016 | |

Tabela C.2 - Teste de Proporções do número Total de Defeitos entre os Níveis de 3, 6 e 9 mm.

| Níveis | Defeitos | Proporção | P-valor |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Três milímetros | 3 | 0,050 | 0,244958 |
| Seis milímetros | 7 | 0,106 | |
| Três milímetros | 3 | 0,050 | 0,398493 |
| Nove milímetros | 6 | 0,088 | |
| Seis milímetros | 7 | 0,106 | 0,727435 |
| Nove milímetros | 6 | 0,088 | |

Tabela C.3 - Teste de Proporções dos tipos de defeitos entre os Sistemas Reciproc, Protaper e Manual.

| Tipo de Defeito | Sistemas | Defeitos | Proporção | P-valor |
|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Trinca Completa | Reciproc | 1 | 0,016 | 0,982505 |
| | Protaper | 1 | 0,015 | |
| | Reciproc | 1 | 0,016 | 1 |
| | Manual | 1 | 0,016 | |
| | Protaper | 1 | 0,015 | 0,982505 |
| | Manual | 1 | 0,016 | |
| Trinca Incompleta | Reciproc | 8 | 0,125 | 0,349459 |
| | Protaper | 5 | 0,076 | |

Tabela C.4 - Teste de Proporções dos defeitos dentinários entre os sistemas Reciproc, Protaper e Manual em relação aos níveis.

| Tipo de Defeito | Nível | Sistemas | Defeitos | Proporção | P-valor |
|------------------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|
| Trinca Completa | 9 mm | Reciproc | 1 | 0,048 | 0,947487 |
| | | Manual | 1 | 0,043 | |
| Trinca Incompleta | 6 mm | Reciproc | 4 | 0,182 | 0,379621 |
| | | Protaper | 2 | 0,091 | |
| | 9 mm | Reciproc | 1 | 0,048 | 0,362831 |
| | | Protaper | 3 | 0,125 | |

APÊNDICE D

Figura 11 - Raiz de molar seccionada a 6 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Protaper, mostrando ausência de defeitos dentinários (Aumento de 12x).



Figura 12 - Raiz de molar seccionada a 9 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Reciproc, mostrando ausência de defeitos dentinários (Aumento de 12x).



Figura 13 - Raiz de molar seccionada a 9 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Protaper, evidenciando trinca incompleta (Aumento de 18x).

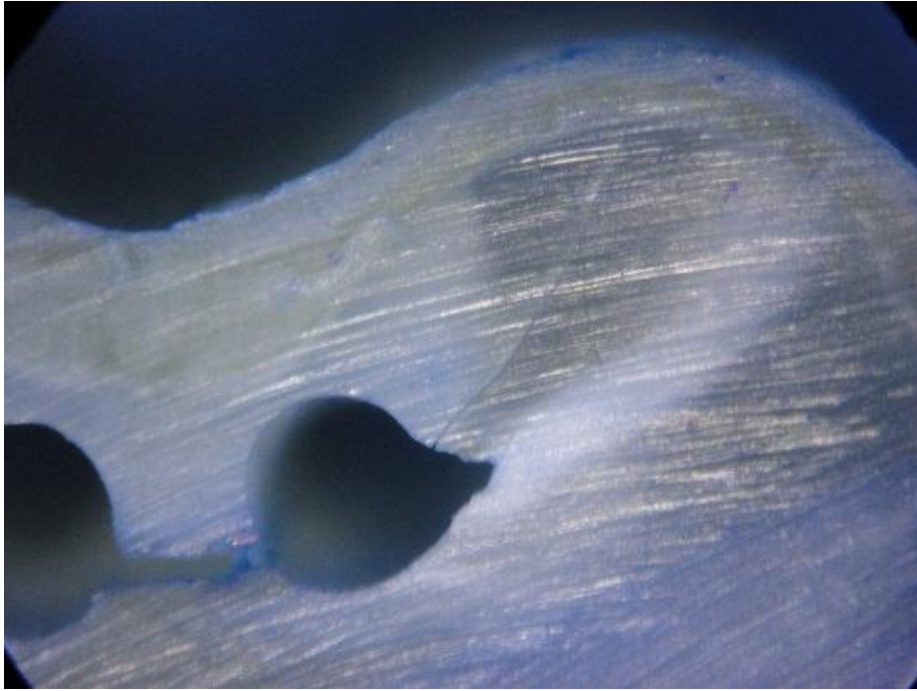


Figura 14 - Raiz de molar seccionada a 6 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Reciproc, evidenciando trinca incompleta (Aumento de 18x).

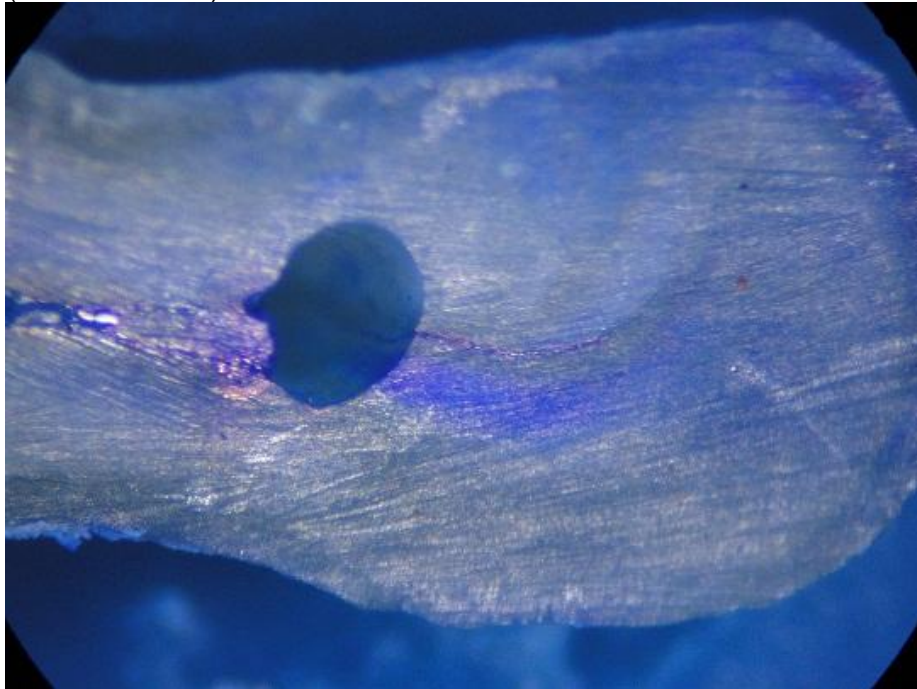


Figura 15: Raiz de molar seccionada a 6 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Protaper, evidenciando trinca completa (Aumento de 18x).

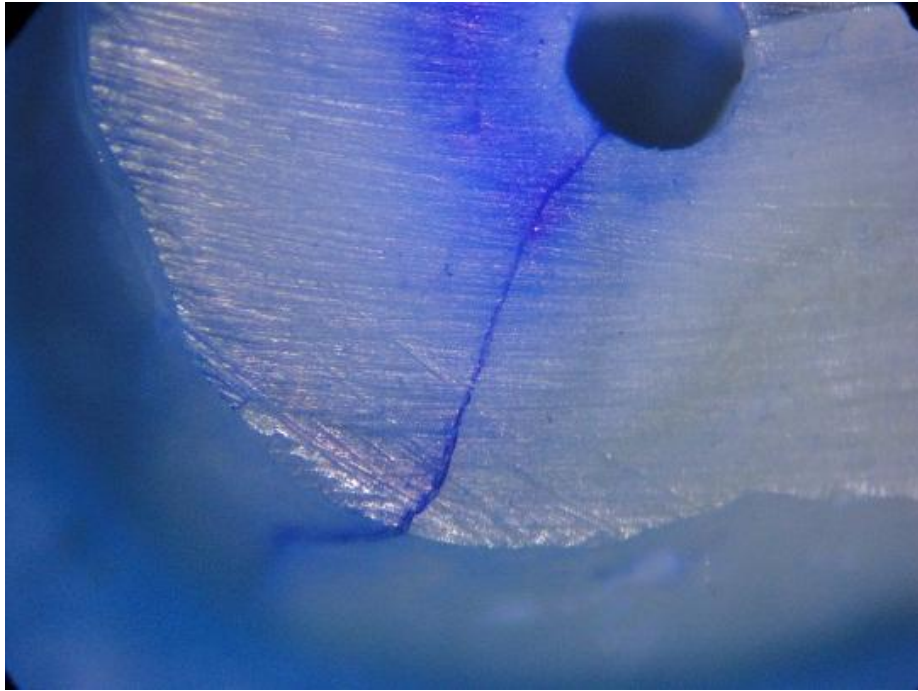


Figura 16 - Raiz de molar seccionada a 9 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Reciproc, evidenciando trinca completa (Aumento de 18x).

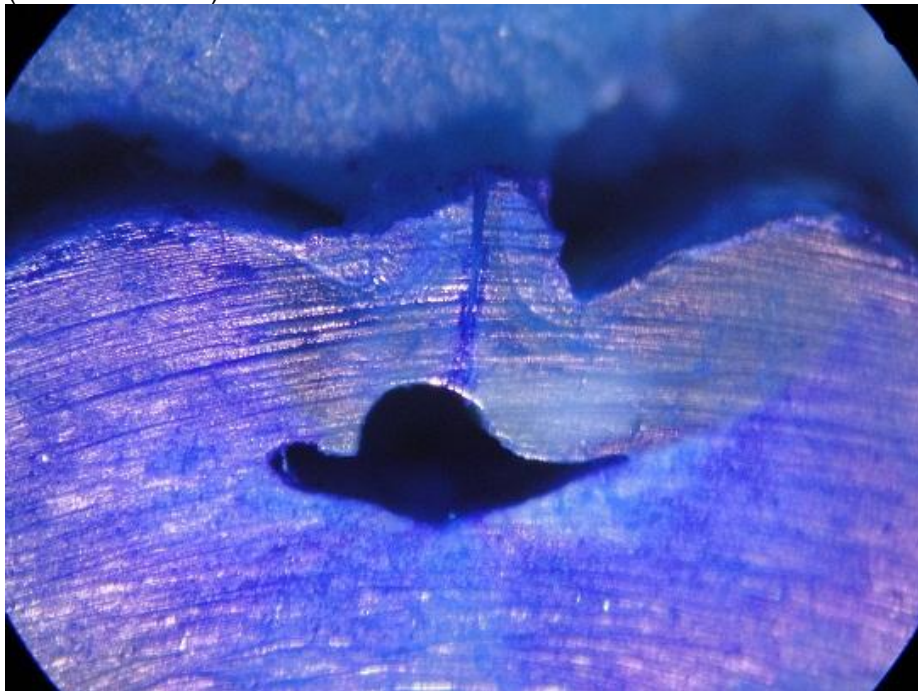
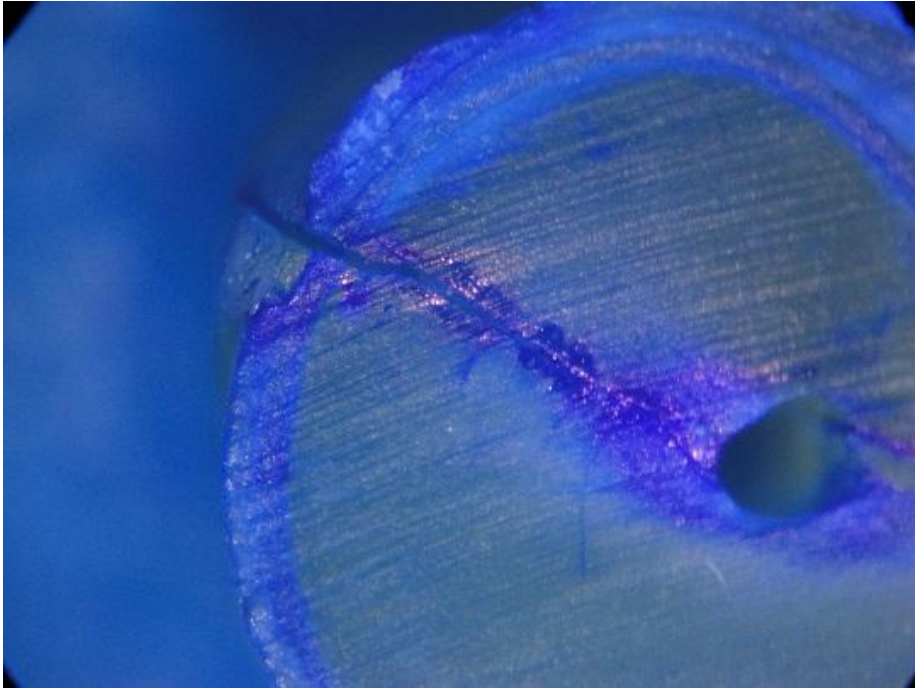


Figura 17 - Raiz de molar seccionada a 9 mm do ápice, com condutos modelados com sistema Manual, evidenciando trinca completa (Aumento de 18x).



ANEXO A**Aprovação do Comitê de Ética****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE INSTRUMENTAÇÃO CONVENCIONAL E AUTOMATIZADA DE CANAIS RADICULARES QUANTO A FORMAÇÃO DE TRINCAS DENTINÁRIAS.

Pesquisador: key fabiano souza pereira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 13349613.4.0000.0021

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 211.920

Data da Relatoria: 28/02/2013